

Olimpiada Argentina de Física

Cuadernillo de Pruebas 2015

El presente cuadernillo contiene todos los problemas que fueron presentados a los participantes de la Olimpiada Argentina de Física 2015.

En primer lugar figuran los enunciados de la prueba (teórica y experimental) correspondiente a la Instancia Nacional. Luego las dos Pruebas Preparatorias que fueron enviadas a los colegios como parte de preparación y entrenamiento de los alumnos. A continuación se presentan los problemas tomados en las diversas pruebas locales (se indica nombre de los colegios participantes y lugar de origen).

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 25^a Olimpiada Argentina de Física, nuestro más sincero agradecimiento.

Comité Organizador Ejecutivo

**Instancia Nacional
Prueba Teórica
Nivel 1**

Problema 1

Globo meteorológico.

Aunque parezca simple programar el lanzamiento de un globo meteorológico, comparado con el lanzamiento de un satélite, es necesario hacer una diagramación correcta pues es muy importante el equipamiento que lleva suspendido como la información que se desea obtener. Debido a que resolver el problema real es complejo, te desafío a que hagamos algunos cálculos preliminares, lo cual implicará realizar algunas aproximaciones para simplificar los cálculos, que nos permitan estimar el comportamiento del globo meteorológico. Un globo meteorológico, usualmente construido de látex y lleno con hidrógeno (H_2) por su bajo costo, se utiliza para elevar equipamiento que permite medir distintos parámetros de interés meteorológico en función de la altura (presión, temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, concentración de ozono, etc.). Debido a que la presión atmosférica disminuye con la altura el globo aumenta su volumen hasta que se rompe, lo que determina la altura máxima que alcanzará. Puede llegar aproximadamente a una altura de 30000 m y en algunos casos alcanzar alturas del orden de 50000 m



Para los cálculos vamos a suponer que el globo que utilizaremos tiene forma esférica y que el gas en su interior (H_2) se comporta como un gas ideal, el cual está sometido a la presión atmosférica y a la presión que le ejerce el globo. La presión que ejerce el globo sobre el gas depende del radio r que tiene el globo y puede aproximarse por

$$P(r) = K \left[\frac{r_0}{r} - \left(\frac{r_0}{r} \right)^7 \right]$$

donde K es una constante que depende del globo y r_0 es su radio interno cuando no está inflado.

Los datos que disponemos para realizar los cálculos son:

Presión atmosférica: 97000 Pa	Temperatura ambiente: $17\text{ }^\circ\text{C}$
$K = 80000\text{ N/m}^2$	$r_0 = 10\text{ cm}$
Densidad del látex : $0,96\text{ g/cm}^3$	Espesor de la pared del globo desinflado: $1,5\text{ mm}$
Densidad del aire: 1.29 kg/m^3	Masa molar del H_2 : 2 g/mol
Masa del equipamiento suspendido: 440 g	

- Calcule cuántos moles de H_2 contiene el globo cuando se lo infla hasta un diámetro interno de 1 m .
- Determine el peso total del globo inflado
- Calcule el empuje que se ejerce sobre el globo en el momento de lanzarlo.
- Calcule cuál es la fuerza neta aplicada sobre el globo meteorológico (incluido el equipamiento) al momento de lanzarlo.
- Determine la aceleración del globo al momento de lanzarlo.

Sabemos que cuando el globo asciende el aire le ejerce un rozamiento (fuerza viscosa) cuyo módulo para una esfera es $F_v = 6\pi R \eta v$, donde R es el radio de la esfera, η es la viscosidad del aire y v es la velocidad del globo.

- Calcule cuál es la velocidad límite que alcanzaría el globo en su ascenso (sólo teniendo en cuenta los parámetros al momento del lanzamiento)

Si el mínimo espesor de la pared del globo para que el globo no se rompa es 0,02 mm.
g) Calcule cuál es el radio del globo justo antes de explotar.

Constantes que le pueden ser de utilidad:

$$R = 8.31 \text{ J/(mol K)} \quad \eta = 1,71 \cdot 10^{-5} \text{ Pa.s} \quad g = 10 \text{ m/s}^2$$

Problema 2

Diseño de un vehículo eléctrico.

En los últimos años ha habido un gran auge en la fabricación de automóviles eléctricos. Casi todas las marcas más importantes tienen modelos ya a la venta o modelos diseñados para el futuro. Las prestaciones de algunos de ellos son extraordinarias. Sin embargo la historia del automóvil eléctrico para nada es una historia que comenzó en los últimos años. Por el contrario en las dos primeras décadas del siglo XX hubo una proliferación de modelos de automóviles eléctricos, llegando en muchos casos a avances notables. El objetivo del presente problema es estudiar, desde el punto de vista de la física, algunas cuestiones mecánicas y eléctricas en el diseño de un automóvil eléctrico antiguo.

Las características generales del vehículo son:

- i) Motor eléctrico de CC, 24 Volts y 1HP de potencia. La máxima velocidad de giro del eje del motor es 1750 RPM (revoluciones por minuto).
- ii) La masa del vehículo es de 400 kg.
- iii) El vehículo posee una transmisión a cadena, formada por un piñón de 6cm de diámetro, montado sobre el eje del motor, y una corona de 24 cm, montada sobre el eje trasero del vehículo. El esquema de la transmisión se muestra en la figura 1. La foto de la figura 2 muestra esta transmisión para el caso de un vehículo Baker de 1907. La corona está montada de forma tal que tracciona sobre los dos semiejes traseros, y por lo tanto sobre las dos ruedas traseras.
- iv) La distancia entre los ejes del vehículo es $L = 175\text{cm}$ y la posición del centro de masa está dada por las coordenadas $x_1 = 75\text{cm}$ y $h = 85\text{cm}$ (ver figura 3).
- v) El vehículo tiene tres velocidades hacia adelante, controladas a través de resistencias – como se muestra en el diagrama de la figura 4 – y marcha atrás. Con el uso de esas resistencias, y de acuerdo a la posición de las llaves L1, L2 y L3, se logra que las **velocidades de giro del eje del motor** sean: 1ª marcha --- 1/3 de la velocidad máxima de giro del eje del motor; 2ª marcha --- 2/3 de la velocidad máxima de giro del eje; 3ª marcha --- velocidad máxima de giro del eje, es decir 1750 RPM.
- vi) Las ruedas de este vehículo son de 75cm de diámetro y de masa $m = 35 \text{ kg}$ cada una. Considérelas como un cilindro macizo.

I.- Diseño Mecánico

- a) Calcule la fuerza que ejerce el pavimento sobre cada una de las ruedas delanteras (F_{z1}) y sobre cada una de las ruedas traseras (F_{z2}), cuando el vehículo está en reposo. Suponga que el peso del vehículo se distribuye de tal forma que las fuerzas sobre las ruedas traseras son iguales entre sí, y las fuerzas sobre las ruedas delanteras son iguales entre sí. Ver figura 3.
- b) Encuentre expresiones para estas fuerzas, F_{z1} y F_{z2} , cuando el vehículo tiene una aceleración a_x , a lo largo del eje x. Para este cálculo tenga presente que el vehículo es de tracción trasera.
- c) Teniendo en cuenta los datos provistos en las características del vehículo, calcule el torque capaz de entregar el motor. Aquí tenga presente que 1HP corresponde a 0.764 Kilowatts.
- d) Calcule el torque que la corona transmite a las ruedas traseras.
- e) Calcule la aceleración máxima que pueden proveer el motor y la transmisión instalados en el vehículo.

Datos a tener en cuenta:

- i) El momento de inercia, de un cilindro macizo de radio b y masa m , a lo largo del eje del cilindro es:

$$I = \frac{1}{2}mb^2$$

- ii) En el punto f) desprecie el momento de inercia del eje que une las ruedas traseras.

- iii) Suponga que sobre ninguna parte mecánica móvil del vehículo hay rozamiento.

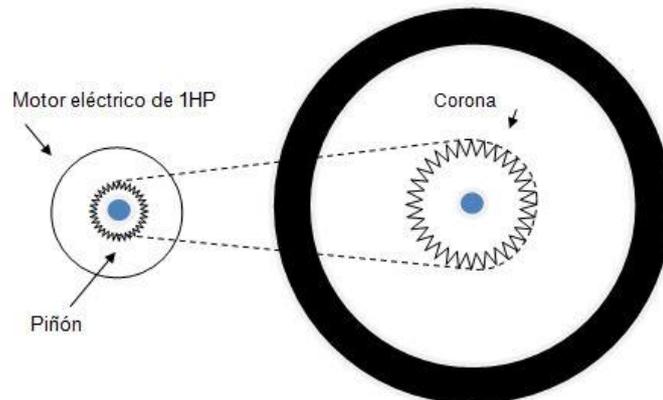


Figura 1: Esquema de la transmisión a cadena



Figura 2: Foto de la transmisión a cadena de un vehículo eléctrico Baker 1907

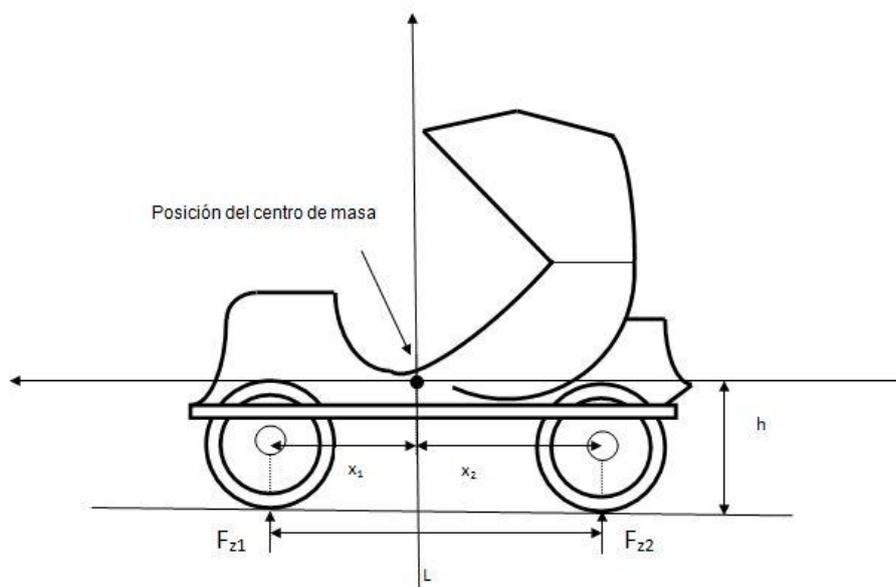


Figura 3: Esquema del vehículo eléctrico antiguo

II.- Diseño eléctrico.

- f) Calcule la máxima intensidad de corriente que debe proveer la batería del vehículo.
- g) La figura 4 muestra el diagrama eléctrico de la caja de comando de nuestro auto eléctrico. Calcule los valores de las resistencias R_1 y R_2 para lograr las velocidades indicadas en las características generales del vehículo, Suponga que las revoluciones del motor es directamente proporcional a la corriente eléctrica que por él circula.

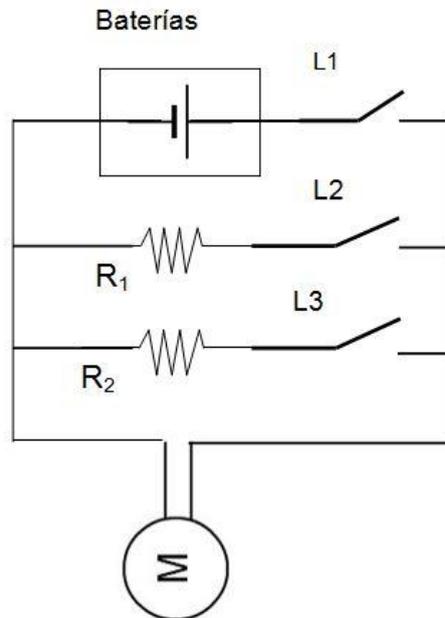


Figura 4. Esquema de conexiones de la caja de control del vehículo eléctrico

Problema 3

Hagamos bailar a los imanes de los núcleos.

Los núcleos de los átomos poseen una propiedad física cuántica, sin análogo clásico, denominada espín nuclear. Una particularidad del espín nuclear es que, ante la presencia de un campo magnético estático y homogéneo \vec{B}_0 , se comportan como si fueran pequeños imanes con un momento magnético $\vec{\mu} = \gamma \hbar \vec{I}$, donde \vec{I} es el “vector cuántico” momento angular del espín nuclear, γ la constante geomagnética del núcleo y \hbar la constante de Planck dividido 2π . Al valor del espín nuclear se lo denota por la letra I y se llama número cuántico de espín. Excepto por el hecho que la proyección de \vec{I} en la dirección del campo magnético externo, ver Figura 1, adopta solo ciertos valores discretos (cuantificación) el comportamiento del momento magnético de los espines se puede modelar por las reglas del electromagnetismo clásico.

Vamos a tratar con núcleos de Hidrógeno (protones), que son muy abundantes en el cuerpo humano. Para estos núcleos $I = \frac{1}{2}$.

La proyección de \vec{I} sobre el eje z , toma para el caso del protón, dos valores $m = +1/2$ y $m = -1/2$.

Esto quiere decir que tendremos algunos espines con su proyección sobre la dirección del eje z apuntado paralelos al campo externo y otros apuntado antiparalelos al campo externo. Por cuestiones energéticas tendremos mas espines apuntando paralelos al campo \vec{B}_0 que antiparalelos al campo \vec{B}_0 . Esto dará origen a una magnetización neta en la dirección de \vec{B}_0 , ver Figura 1.

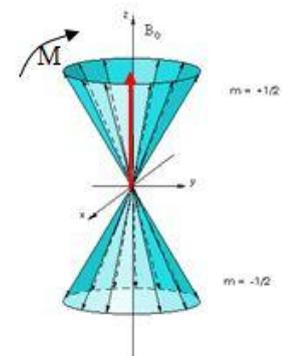


Figura 1

La magnetización total que surge de los espines nucleares de la muestra, es una cantidad vectorial y está dada por

$$\vec{M} = \sum_i \vec{\mu}_i \quad (\text{ec. 1})$$

donde $\vec{\mu}_i$ es el momento magnético del núcleo i .

Usando que $\vec{\mu}_i = \gamma \hbar \vec{I}_i$, la magnetización de la muestra se puede escribir como

$$\vec{M} = \gamma \hbar \vec{J} \quad (\text{ec. 2})$$

donde $\vec{J} = \sum_i \vec{I}_i$ es el momento angular total de espín de la muestra. Si la muestra se coloca en presencia de un campo magnético \vec{B}_0 uniforme, como es el caso de un experimento de Resonancia Magnética Nuclear (RMN), se ejerce un torque \vec{T}_M sobre el vector magnetización donde el torque está dado por

$$\vec{T}_M = \vec{M} \times \vec{B}_0 \quad (\text{ec.3})$$

Se puede mostrar que la magnetización precesa (movimiento de trompo) alrededor del campo magnético a una frecuencia angular constante de módulo

$$\omega = \gamma B_0 \quad (\text{ec.4})$$

(ver Figura 2).

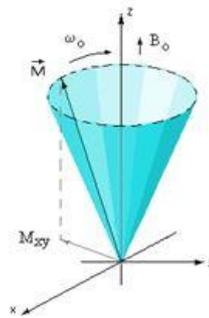


Figura 2

La expresión de la magnetización inducida por los espines nucleares de protones a temperatura ambiente (T_a) es

$$M = \frac{\mu_0 \gamma^2 \hbar^2 n}{4k_B T_a} B_0 = 4.04 \times 10^{-9} B_0 \quad (\text{ec.5})$$

Donde n es el número de espines nucleares de protones por unidad de volumen, μ_0 la permeabilidad magnética del vacío, k_B la constante de Boltzmann y T_a la temperatura ambiente en K. La unidad de M es el Tesla ($1 \text{ Tesla} = 1 \text{ V.s/m}^2$).

En un experimento de RMN se usa sacar del equilibrio la magnetización M mediante la aplicación de un campo magnético alterno \vec{B}_1 perpendicular al campo externo \vec{B}_0 . Este campo \vec{B}_1 se aplica durante unos pocos microsegundos. La situación luego de aplicar este campo \vec{B}_1 es la que se muestra en la Figura 3. Entonces la magnetización \vec{M} girará alrededor del campo \vec{B}_0 en el plano xy .

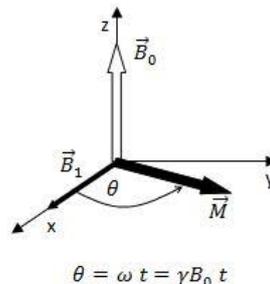


Figura 3

Para detectar la señal generada por los núcleos en un experimento de RMN se coloca una bobina, digamos a lo largo del eje x , de modo que esta detecte la variación de flujo de campo magnético a través de ella, generada por la magnetización rotante \vec{M} en el

plano xy. En nuestro caso particular la magnitud de la magnetización a lo largo del eje de la bobina tendrá una dependencia temporal dada por la ecuación 6

$$M(t) = M_0 \text{sen}(\omega t) \quad (\text{ec.6})$$

con $\omega = 64.2 \times 2\pi$ MHz (MHz = 1×10^6 Hz).

Para simplificar los cálculos supondremos que $M(t)$ varía linealmente con el tiempo, es decir aproximamos la función seno por una función diente de sierra, ver Figura 4.

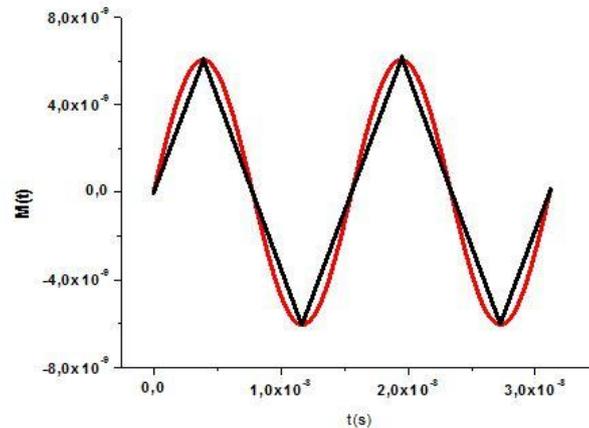


Figura 4

Asumiendo que la relación entre campo magnético y magnetización está dado por

$$B_M = M \quad (\text{ec.7})$$

y el valor máximo de M a lo largo de la bobina es $M = 6.06 \times 10^{-9}$ T (1 Tesla = $1 \text{ V}\cdot\text{s}/\text{m}^2$).

- A partir de la ecuación 5 encuentre el valor de B_0 .
- Determine el periodo de $M(t)$ (ecuación 6).

El circuito resonante

La bobina utilizada en un experimento de RMN forma parte de un circuito eléctrico, que en su forma más simple puede ser descrito por un circuito tipo RLC serie.

- Encuentre una expresión para la impedancia compleja de un circuito RLC serie, recuerde que $Z_L = i\omega L$, $Z_R = R$ y $Z_C = -i/(\omega C)$. Donde i es la unidad imaginaria.

Se dice que un circuito RLC está en resonancia cuando la frecuencia de trabajo es tal que la parte imaginaria de Z es cero.

- Asumiendo que para nuestro circuito es: $C = 10$ pF ($p = \text{pico} = 1 \times 10^{-12}$), $R = 50$ ohm y la frecuencia de trabajo $\omega = 64.2 \times 2\pi$ MHz (MHz = 1×10^6 Hz) encuentre el valor de L .

La relajación

En RMN existen parámetros físicos que cuantifican el retorno al equilibrio de la magnetización M generada por los núcleos. Uno de ellos es la constante de relajación T_2 . Esta constante es utilizada para diferenciar entre tejido biológico sano y tejido biológico enfermo. Para obtener el valor de esta constante se hacen experimentos donde se observa el decaimiento temporal de la magnetización. En esos experimentos la dependencia temporal de la magnetización es como lo indica la ecuación 7.

$$M(t) = M_0 \exp\left(-\frac{t}{T_2}\right) \quad (\text{ec.7})$$

En las gráficas siguientes se muestran dos mediciones experimentales de esos decaimientos. Los valores son reproducidos en la Tabla 1.

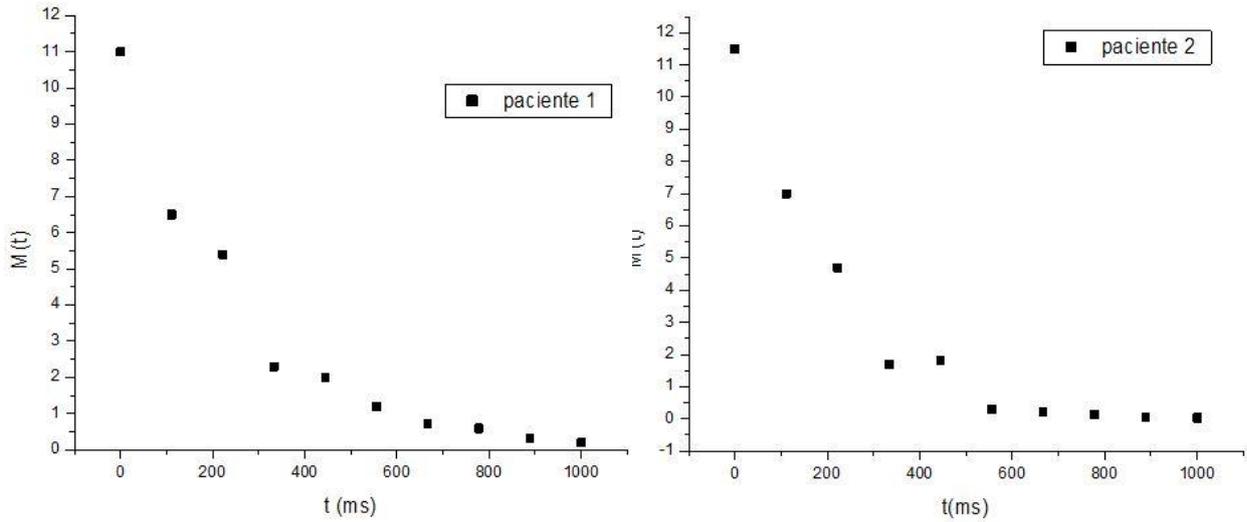


Tabla 1: Experimentos de relajación T_2 de la magnetización

	Paciente 1	Paciente 2
tiempo (ms)	Intensidad de magnetización (10^{-9} T)	Intensidad de magnetización (10^{-9} T)
0,0	11±1	12±1
111,1	6,5±0,6	7,0±0,7
222,2	5,4±0,5	4,7±0,5
333,3	2,3±0,5	1,7±0,3
444,4	2,0±0,4	0,3±0,5
555,6	1,2±0,2	0,3±0,5
666,7	0,7±0,3	0,21±0,08
777,7	0,6±0,2	0,13±0,05
888,8	0,3±0,1	0,05±0,02
1000,0	0,20±0,08	0,03±0,01

- e) Obtenga a partir de los datos experimentales los valores de T_2 para ambos tipo de tejidos. Recuerde que el tiempo t' para el cual la magnetización ha decaído a un 37% de su valor inicial es $t'=T_2$.
- f) Sabiendo que T_2 para tejido sano es $T_2 > 220$ ms y para tejido enfermo es $T_2 < 220$ ms, indique cuál de las curvas corresponde al tejido sano y cual al tejido enfermo.

**Instancia Nacional
Prueba Experimental
Nivel 1**

Péndulo de Torsión.

Introducción.

Un péndulo de torsión consiste de un cuerpo suspendido de un alambre o de un resorte. Cuando se hace girar el cuerpo, alrededor del eje del alambre, experimentará un torque que tiende hacerlo volver a la posición de equilibrio. Si se deja libre al cuerpo este comenzará a oscilar alrededor de la posición de equilibrio. Para pequeñas amplitudes el periodo del péndulo de torsión es:

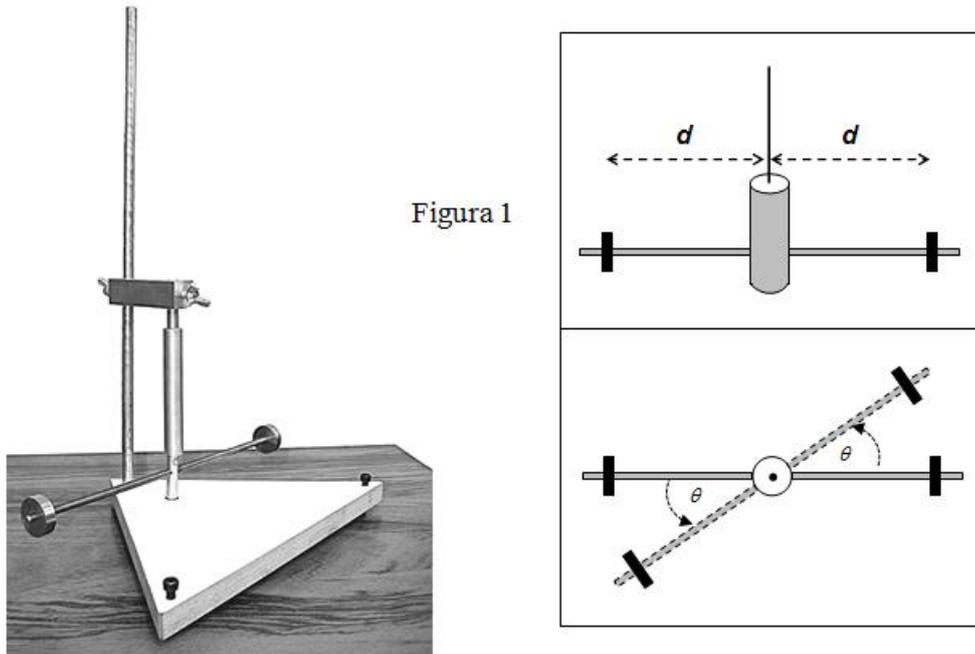
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{K}} \quad (1)$$

Donde I es el momento de inercia del cuerpo respecto al eje de rotación y K es la constante de torsión del alambre o resorte.

Si el cuerpo es como el de la figura, constituido por un cilindro vertical, el cual es atravesado por una varilla roscada, y dos masas puntuales (M) el momento de inercia será:

$$I = I_a + 2 M d^2 \quad (2)$$

Donde I_a es el momento de inercia del cilindro atravesado por la varilla roscada y Md^2 es el momento de inercia de cada una de las masas cilíndricas de bronce que se encuentran a una distancia d del eje de rotación.



Objetivo.

Determinar experimentalmente la relación entre T^2 y d^2 para un péndulo de torsión.

Elementos disponibles.

- Péndulo de torsión
- 2 masas de bronce de ---- g
- Cronómetro
- Regla
- Papel milimetrado

Procedimiento.

1. Nivele la base con los tornillos para que el cilindro de aluminio no toque las paredes del hueco en la base de madera.
2. Mida el periodo del péndulo sin masas.
3. Coloque las masas en la varilla roscada como se muestra en la Figura 1.
4. Mida la distancia d y el período de oscilación.
5. Repita el punto 4 para distintos valores de d .

Consignas.

1. Construya una tabla con todos los valores medidos.
2. Construya una tabla con los valores de d^2 y T^2 .
3. Grafique T^2 en función de d^2 .
4. Indique el tipo de relación que existe entre estas dos variables.

Datos útiles.

Incertidumbre asociada a la función x^2 :

$$\Delta(x^2) = 2x \Delta x$$

**Instancia Nacional
Prueba Teórica
Nivel 2**

Problema 1

Globo meteorológico.

Aunque parezca simple programar el lanzamiento de un globo meteorológico, comparado con el lanzamiento de un satélite, es necesario hacer una diagramación correcta pues es muy importante el equipamiento que lleva suspendido como la información que se desea obtener. Debido a que resolver el problema real es complejo, te desafío a que hagamos algunos cálculos preliminares, lo cual implicará realizar algunas aproximaciones para simplificar los cálculos, que nos permitan estimar el comportamiento del globo meteorológico. Un globo meteorológico, usualmente construido de látex y lleno con hidrógeno (H_2) por su bajo costo, se utiliza para elevar equipamiento que permite medir distintos parámetros de interés meteorológico en función de la altura (presión, temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, concentración de ozono, etc.). Debido a que la presión atmosférica disminuye con la altura el globo aumenta su volumen hasta que se rompe, lo que determina la altura máxima que alcanzará. Puede llegar aproximadamente a una altura de 30000 m y en algunos casos alcanzar alturas del orden de 50000 m



Para los cálculos vamos a suponer que el globo que utilizaremos tiene forma esférica y que el gas en su interior (H_2) se comporta como un gas ideal, el cual está sometido a la presión atmosférica y a la presión que le ejerce el globo. La presión que ejerce el globo sobre el gas depende del radio r que tiene el globo y puede aproximarse por

$$P(r) = K \left[\frac{r_0}{r} - \left(\frac{r_0}{r} \right)^7 \right]$$

donde K es una constante que depende del globo y r_0 es su radio interno cuando no está inflado.

Los datos que disponemos para realizar los cálculos son:

Presión atmosférica: 97000 Pa	Temperatura ambiente: 17 °C
$K = 80000\text{ N/m}^2$	$r_0 = 10\text{ cm}$
Densidad del látex : $0,96\text{ g/cm}^3$	Espesor de la pared del globo desinflado: $1,5\text{ mm}$
Densidad del aire: 1.29 kg/m^3	Masa molar del H_2 : 2 g/mol
Masa del equipamiento suspendido: 440 g	

- Calcule cuántos moles de H_2 contiene el globo cuando se lo infla hasta un diámetro interno de 1 m .
- Determine el peso total del globo inflado
- Calcule el empuje que se ejerce sobre el globo en el momento de lanzarlo.
- Calcule cuál es la fuerza neta aplicada sobre el globo meteorológico (incluido el equipamiento) al momento de lanzarlo.
- Determine la aceleración del globo al momento de lanzarlo.

Sabemos que cuando el globo asciende el aire le ejerce un rozamiento (fuerza viscosa) cuyo módulo para una esfera es $F_v = 6\pi R \eta v$, donde R es el radio de la esfera, η es la viscosidad del aire y v es la velocidad del globo.

- Calcule cuál es la velocidad límite que alcanzaría el globo en su ascenso (sólo teniendo en cuenta los parámetros al momento del lanzamiento)

Si el mínimo espesor de la pared del globo para que el globo no se rompa es 0,02 mm.

- g) Calcule cuál es el radio del globo justo antes de explotar.
- h) Suponiendo que el gas en su ascenso ha sufrido una expansión adiabática, determine cuál sería la temperatura del gas en el interior del globo justo antes de explotar.
- i) Si el instrumental indica que la temperatura externa es de $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ¿es válida la suposición del punto anterior?
- j) Suponiendo que la temperatura del gas en el interior del globo justo antes de explotar es igual a la externa, determine la presión del gas en el interior del globo.

Sabiendo que la presión atmosférica varía con la altura de acuerdo a la expresión

$$P_{at}(h) = P_o e^{-\alpha h}$$

donde P_o es la presión atmosférica a nivel del piso y $\alpha = 0,116\text{ Km}^{-1}$

- k) calcule la máxima altura que alcanza el globo antes de estallar.

Constantes que le pueden ser de utilidad:

$$R = 8.31\text{ J/(mol K)} \quad \eta = 1,71 \cdot 10^{-5}\text{ Pa}\cdot\text{s} \quad g = 10\text{ m/s}^2 \quad \gamma = c_p/c_v = 7/5$$

Problema 2

Diseño de un vehículo eléctrico.

En los últimos años ha habido un gran auge en la fabricación de automóviles eléctricos. Casi todas las marcas más importantes tienen modelos ya a la venta o modelos diseñados para el futuro. Las prestaciones de algunos de ellos son extraordinarias. Sin embargo la historia del automóvil eléctrico para nada es una historia que comenzó en los últimos años. Por el contrario en las dos primeras décadas del siglo XX hubo una proliferación de modelos de automóviles eléctricos, llegando en muchos casos a avances notables. El objetivo del presente problema es estudiar, desde el punto de vista de la física, algunas cuestiones mecánicas y eléctricas en el diseño de un automóvil eléctrico antiguo.

Las características generales del vehículo son:

- i) Motor eléctrico de CC, 24 Volts y 1HP de potencia. La máxima velocidad de giro del eje del motor es 1750 RPM (revoluciones por minuto).
- ii) La masa del vehículo es de 400 kg.
- iii) El vehículo posee una transmisión a cadena, formada por un piñón de 6cm de diámetro, montado sobre el eje del motor, y una corona de 24 cm, montada sobre el eje trasero del vehículo. El esquema de la transmisión se muestra en la figura 1. La foto de la figura 2 muestra esta transmisión para el caso de un vehículo Baker de 1907. La corona está montada de forma tal que tracciona sobre los dos semiejes traseros, y por lo tanto sobre las dos ruedas traseras.
- iv) La distancia entre los ejes del vehículo es $L = 175\text{cm}$ y la posición del centro de masa está dada por las coordenadas $x_1 = 75\text{cm}$ y $h = 85\text{cm}$ (ver figura 3).
- v) El vehículo tiene tres velocidades hacia adelante, controladas a través de resistencias – como se muestra en el diagrama de la figura 4 – y marcha atrás. Con el uso de esas resistencias, y de acuerdo a la posición de las llaves L1, L2 y L3, se logra que las **velocidades de giro del eje del motor** sean: 1ª marcha --- 1/3 de la velocidad máxima de giro del eje del motor; 2ª marcha --- 2/3 de la velocidad máxima de giro del eje; 3ª marcha --- velocidad máxima de giro del eje, es decir 1750 RPM.
- vi) Las ruedas de este vehículo son de 75cm de diámetro y de masa $m = 35\text{ kg}$ cada una. Considérelas como un cilindro macizo.

I.- Diseño Mecánico

- Calcule la fuerza que ejerce el pavimento sobre cada una de las ruedas delanteras (F_{z1}) y sobre cada una de las ruedas traseras (F_{z2}), cuando el vehículo está en reposo. Suponga que el peso del vehículo se distribuye de tal forma que las fuerzas sobre las ruedas traseras son iguales entre sí, y las fuerzas sobre las ruedas delanteras son iguales entre sí. Ver figura 3.
- Encuentre expresiones para estas fuerzas, F_{z1} y F_{z2} , cuando el vehículo tiene una aceleración a_x , a lo largo del eje x. Para este cálculo tenga presente que el vehículo es de tracción trasera.
- Calcule la aceleración máxima posible para este vehículo, sin que las ruedas traseras comiencen a patinar. Suponga que el coeficiente de fricción entre los neumáticos y el pavimento es $\mu=1$.
- Teniendo en cuenta los datos provistos en las características del vehículo, calcule el torque capaz de entregar el motor. Aquí tenga presente que 1HP corresponde a 0.764 Kilowatts.
- Calcule el torque que la corona transmite a las ruedas traseras.
- Calcule la aceleración máxima que pueden proveer el motor y la transmisión instalados en el vehículo.
- Compare esta aceleración con la obtenida en el punto c) y en base a este resultado, diga si el vehículo ha sido diseñado correctamente o no.

Datos a tener en cuenta:

- El momento de inercia, de un cilindro macizo de radio b y masa m , a lo largo del eje del cilindro es:

$$I = \frac{1}{2}mb^2$$

- En el punto f) desprecie el momento de inercia del eje que une las ruedas traseras.
- Suponga que sobre ninguna parte mecánica móvil del vehículo hay rozamiento.

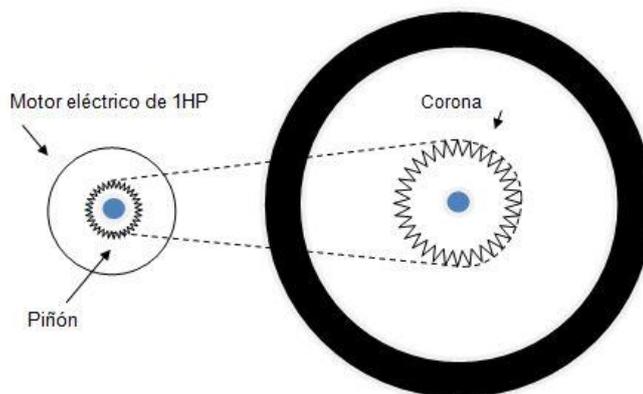


Figura 1: Esquema de la transmisión a cadena



Figura 2: Foto de la transmisión a cadena de un vehículo eléctrico Baker 1907

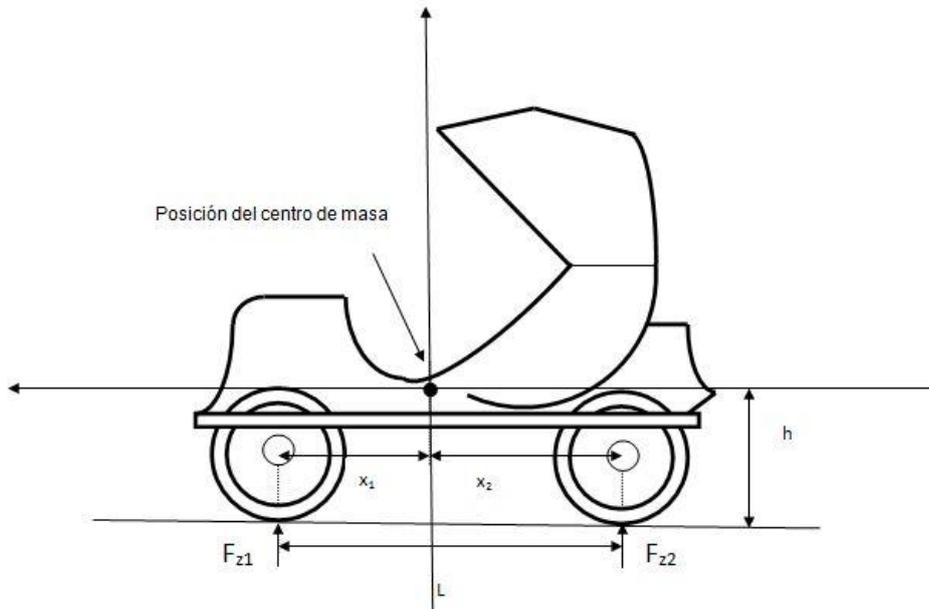


Figura 3: Esquema del vehículo eléctrico antiguo

II.- Diseño eléctrico.

- h) Calcule la máxima intensidad de corriente que debe proveer la batería del vehículo.
- i) La figura 4 muestra el diagrama eléctrico de la caja de comando de nuestro auto eléctrico. Calcule los valores de las resistencias R_1 y R_2 para lograr las velocidades indicadas en las características generales del vehículo, Suponga que las revoluciones del motor es directamente proporcional a la corriente eléctrica que por él circula.

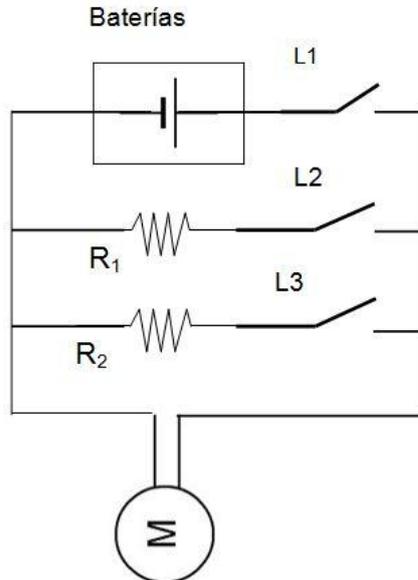


Figura 4. Esquema de conexiones de la caja de control del vehículo eléctrico

Problema 3

Hagamos bailar a los imanes de los núcleos.

Los núcleos de los átomos poseen una propiedad física cuántica, sin análogo clásico, denominada espín nuclear. Una particularidad del espín nuclear es que, ante la presencia de un campo magnético estático y homogéneo \vec{B}_0 , se comportan como si fueran pequeños imanes con un momento magnético $\vec{\mu} = \gamma \hbar \vec{I}$, donde \vec{I} es el “vector

cuántico" momento angular del espín nuclear, γ la constante geomagnética del núcleo y \hbar la constante de Planck dividido 2π . Al valor del espín nuclear se lo denota por la letra I y se llama número cuántico de espín. Excepto por el hecho que la proyección de \vec{I} en la dirección del campo magnético externo, ver Figura 1, adopta solo ciertos valores discretos (cuantificación) el comportamiento del momento magnético de los espines se puede modelar por las reglas del electromagnetismo clásico.

Vamos a tratar con núcleos de Hidrógeno (protones), que son muy abundantes en el cuerpo humano. Para estos núcleos $I = 1/2$.

La proyección de \vec{I} sobre el eje z , toma para el caso del protón, dos valores $m=+1/2$ y $m=-1/2$.

Esto quiere decir que tendremos algunos espines con su proyección sobre la dirección del eje z apuntado paralelos al campo externo y otros apuntado antiparalelos al campo externo. Por cuestiones energéticas tendremos mas espines apuntando paralelos al campo \vec{B}_0 que antiparalelos al campo \vec{B}_0 . Esto dará origen a una magnetización neta en la dirección de \vec{B}_0 , ver Figura 1.

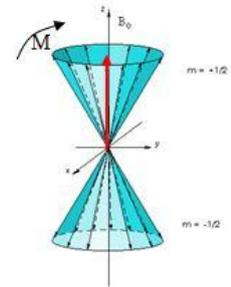


Figura 1

La magnetización total que surge de los espines nucleares de la muestra, es una cantidad vectorial y está dada por

$$\vec{M} = \sum_i \vec{\mu}_i \quad (\text{ec. 1})$$

donde $\vec{\mu}_i$ es el momento magnético del núcleo i .

Usando que $\vec{\mu}_i = \gamma \hbar \vec{I}_i$, la magnetización de la muestra se puede escribir como

$$\vec{M} = \gamma \hbar \vec{J} \quad (\text{ec. 2})$$

donde $\vec{J} = \sum_i \vec{I}_i$ es el momento angular total de espín de la muestra. Si la muestra se coloca en presencia de un campo magnético \vec{B}_0 uniforme, como es el caso de un experimento de Resonancia Magnética Nuclear (RMN), se ejerce un torque \vec{T}_M sobre el vector magnetización donde el torque está dado por

$$\vec{T}_M = \vec{M} \times \vec{B}_0 \quad (\text{ec.3})$$

Se puede mostrar que la magnetización precesa (movimiento de trompo) alrededor del campo magnético a una frecuencia angular constante de módulo

$$\omega = \gamma B_0 \quad (\text{ec.4})$$

(ver Figura 2).

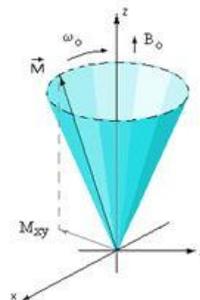


Figura 2

La expresión de la magnetización inducida por los espines nucleares de protones a temperatura ambiente (T_a) es

$$M = \frac{\mu_0 \gamma^2 \hbar^2 n}{4k_B T_a} B_0 = 4.04 \times 10^{-9} B_0 \quad (\text{ec.5})$$

Donde n es el número de espines nucleares de protones por unidad de volumen, μ_0 la permeabilidad magnética del vacío, k_B la constante de Boltzmann y T_a la temperatura ambiente en K. La unidad de M es el Tesla ($1 \text{ Tesla} = 1 \text{ V.s/m}^2$).

En un experimento de RMN se usa sacar del equilibrio la magnetización M mediante la aplicación de un campo magnético alterno \vec{B}_1 perpendicular al campo externo \vec{B}_0 . Este

campo \vec{B}_1 se aplica durante unos pocos microsegundos. La situación luego de aplicar este campo \vec{B}_1 es la que se muestra en la Figura 3. Entonces la magnetización \vec{M} girará alrededor del campo \vec{B}_0 en el plano xy.

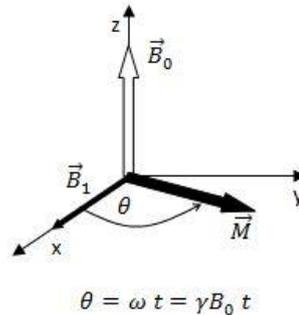


Figura 3

Para detectar la señal generada por los núcleos en un experimento de RMN se coloca una bobina, digamos a lo largo del eje x, de modo que esta detecte la variación de flujo de campo magnético a través de ella, generada por la magnetización rotante \vec{M} en el plano xy. En nuestro caso particular la magnitud de la magnetización a lo largo del eje de la bobina tendrá una dependencia temporal dada por la ecuación 6

$$M(t) = M_0 \text{sen}(\omega t) \quad (\text{ec.6})$$

con $\omega = 64.2 \times 2\pi$ MHz (MHz = 1×10^6 Hz).

Para simplificar los cálculos supondremos que $M(t)$ varía linealmente con el tiempo, es decir aproximamos la función seno por una función diente de sierra, ver Figura 4.

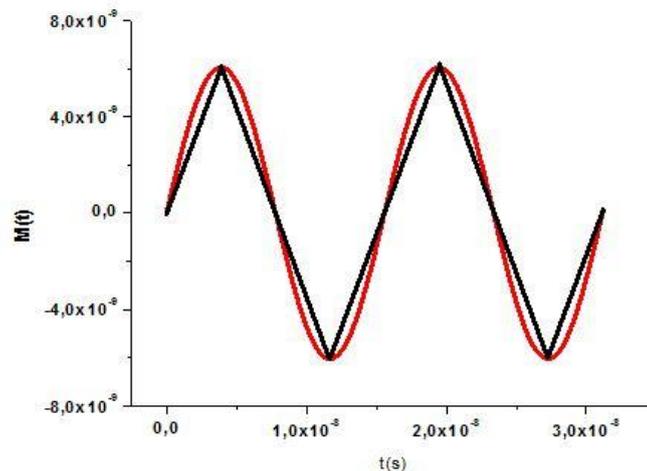


Figura 4

Asumiendo que la relación entre campo magnético y magnetización está dado por

$$B_M = M \quad (\text{ec.7})$$

y el valor máximo de M a lo largo de la bobina es $M = 6.06 \times 10^{-9}$ T (1 Tesla = $1 \text{ V}\cdot\text{s}/\text{m}^2$).

- A partir de la ecuación 5 encuentre el valor de B_0 .
- Determine el periodo de $M(t)$ (ecuación 6).
- Calcule la fuerza electromotriz inducida (fem), debido a la variación temporal de M a lo largo del eje de la bobina. Considere una bobina de forma cilíndrica de 4 vueltas y 0.01 m de diámetro. Calcule la fem durante $\frac{1}{4}$ del período inicial mostrado en la Figura 4.

Recuerde que la fuerza electromotriz inducida, en una espira de área A , es el cociente, con signo menos, entre el cambio del flujo de campo magnético sobre el área de la espira, y el intervalo de tiempo en que ese cambio ocurre.

El circuito resonante

La bobina utilizada en un experimento de RMN forma parte de un circuito eléctrico, que en su forma más simple puede ser descrito por un circuito tipo RLC serie.

- d) Encuentre una expresión para la impedancia compleja de un circuito RLC serie, recuerde que $Z_L = i\omega L$, $Z_R = R$ y $Z_C = -i/(\omega C)$. Donde i es la unidad imaginaria.

Se dice que un circuito RLC está en resonancia cuando la frecuencia de trabajo es tal que la parte imaginaria de Z es cero.

- e) Asumiendo que para nuestro circuito es: $C = 10$ pF ($p = \text{pico} = 1 \times 10^{-12}$), $R = 50$ ohm y la frecuencia de trabajo $\omega = 64.2 \times 2\pi$ MHz (MHz = 1×10^6 Hz) encuentre el valor de L .

La relajación

En RMN existen parámetros físicos que cuantifican el retorno al equilibrio de la magnetización M generada por los núcleos. Uno de ellos es la constante de relajación T_2 . Esta constante es utilizada para diferenciar entre tejido biológico sano y tejido biológico enfermo. Para obtener el valor de esta constante se hacen experimentos donde se observa el decaimiento temporal de la magnetización. En esos experimentos la dependencia temporal de la magnetización es como lo indica la ecuación 7.

$$M(t) = M_0 \exp\left(-\frac{t}{T_2}\right) \quad (\text{ec.7})$$

En las gráficas siguientes se muestran dos mediciones experimentales de esos decaimientos. Los valores son reproducidos en la Tabla 1.

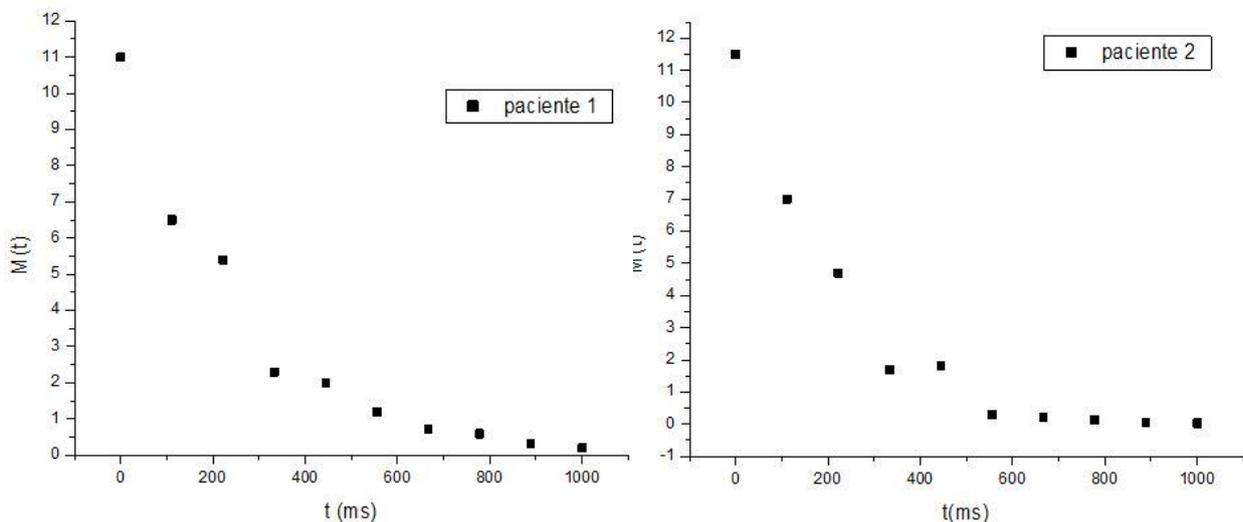


Tabla 1: Experimentos de relajación T_2 de la magnetización

	Paciente 1	Paciente 2
tiempo (ms)	Intensidad de magnetización (10^{-9} T)	Intensidad de magnetización (10^{-9} T)
0,0	11 ± 1	12 ± 1
111,1	$6,5 \pm 0,6$	$7,0 \pm 0,7$
222,2	$5,4 \pm 0,5$	$4,7 \pm 0,5$
333,3	$2,3 \pm 0,5$	$1,7 \pm 0,3$
444,4	$2,0 \pm 0,4$	$0,3 \pm 0,5$
555,6	$1,2 \pm 0,2$	$0,3 \pm 0,5$

666,7	$0,7 \pm 0,3$	$0,21 \pm 0,08$
777,7	$0,6 \pm 0,2$	$0,13 \pm 0,05$
888,8	$0,3 \pm 0,1$	$0,05 \pm 0,02$
1000,0	$0,20 \pm 0,08$	$0,03 \pm 0,01$

- f) Obtenga a partir de los datos experimentales los valores de T_2 para ambos tipo de tejidos.
- g) Estime una incerteza para T_2 en ambos casos. Exprese los valores de T_2 con sus respectivas incertezas. Recuerde que $\Delta(\ln(M)) = \Delta M/M$.
- h) Sabiendo que T_2 para tejido sano es $T_2 > 220$ ms y para tejido enfermo es $T_2 < 220$ ms, indique cuál de las curvas corresponde al tejido sano y cual al tejido enfermo.

Sugerencia: Obtenga el valor de T_2 linealizando los datos de la Tabla 1 y encontrando en forma gráfica la recta que mejor represente a los datos experimentales.

Alternativamente: El tiempo t' para el cual la magnetización ha decaído a un 37% de su valor inicial es $t' = T_2$.

**Instancia Nacional
Prueba Experimental
Nivel 2**

Péndulo de Torsión.

Introducción.

Un péndulo de torsión consiste de un cuerpo suspendido de un alambre o de un resorte. Cuando se hace girar el cuerpo, alrededor del eje del alambre, experimentará un torque que tiende hacerlo volver a la posición de equilibrio. Si se deja libre al cuerpo este comenzará a oscilar alrededor de la posición de equilibrio. Para pequeñas amplitudes el periodo del péndulo de torsión es:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{K}} \quad (1)$$

Donde I es el momento de inercia del cuerpo respecto al eje de rotación y K es la constante de torsión del alambre o resorte.

Si el cuerpo es como el de la figura, constituido por un cilindro vertical, el cual es atravesado por una varilla roscada, y dos masas puntuales (M) el momento de inercia será:

$$I = I_a + 2M d^2 \quad (2)$$

Donde I_a es el momento de inercia del cilindro atravesado por la varilla roscada y Md^2 es el momento de inercia de cada una de las masas cilíndricas de bronce que se encuentran a una distancia d del eje de rotación.

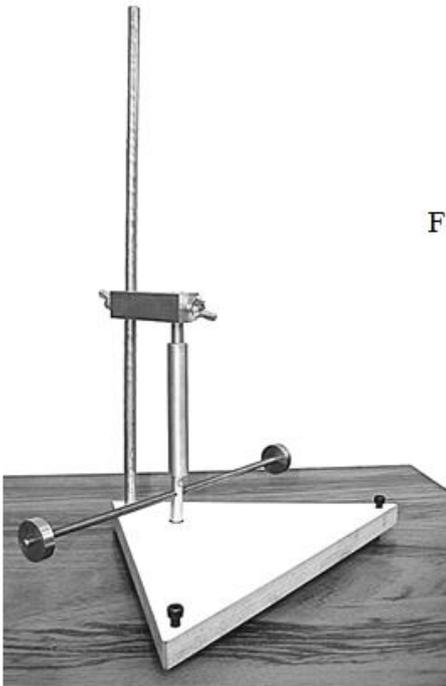
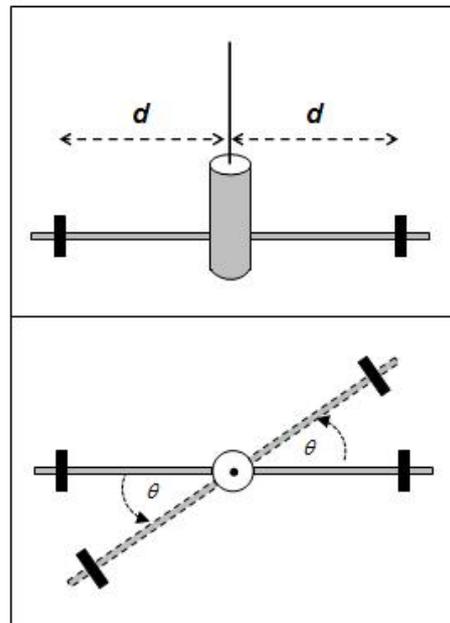


Figura 1



Objetivo.

Determinar experimentalmente el momento de inercia I_a y la constante de torsión K .

Elementos disponibles

- Péndulo de torsión
- 2 masas de bronce de ---- g
- Cronómetro
- Regla
- Papel milimetrado

Procedimiento

1. Nivele la base con los tornillos para que el cilindro de aluminio no toque las paredes del hueco en la base de madera.
2. Mida el periodo del péndulo sin masas.
3. Coloque las masas en la varilla roscada como se muestra en la Figura 1.
4. Mida la distancia d y el período de oscilación.
5. Repita el punto 4 para distintos valores de d .

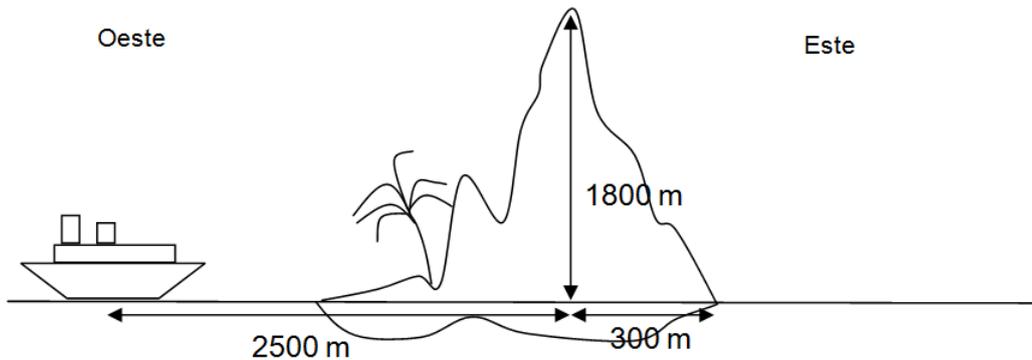
Consignas

1. Construya una tabla con todos los valores medidos.
2. Grafique estos datos experimentales de tal manera de obtener una relación lineal. Use para ello la expresión (1).
3. A partir del gráfico determine el valor de la pendiente y de la ordenada al origen con sus correspondientes incertidumbres.
4. Determine el valor de la constante elástica de torsión K con su correspondiente incertidumbre.
5. Determine el valor del momento de inercia I_a con su correspondiente incertidumbre.

Primer Prueba Preparatoria Mecánica

Problema Teórico 1

Durante la Segunda Guerra Mundial un barco enemigo está anclado en el lado Oeste de una isla montañosa. El barco se encuentra a 2500 m de distancia de la cima del monte, cuya altura es de 1800 m, y puede disparar proyectiles con un ángulo de 45° . Del lado Este, la orilla está a 300 m de la cima (ver Figura). Suponga que la altura del barco y del cañón es despreciable.

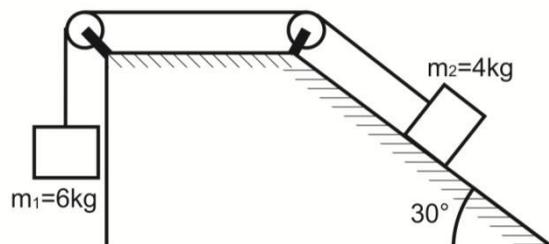


- Elija un sistema de coordenadas e indíquelo claramente en el dibujo. En base al sistema elegido por Usted, escriba la aceleración, velocidad y posición de un proyectil en función del tiempo, si el mismo sale desde el barco enemigo con velocidad inicial v_0 .
- Determine la trayectoria ($y(x)$) del proyectil.
- Si la velocidad del disparo (v_0) es igual 720 km/h, indique si el proyectil supera la cima de la montaña. En caso afirmativo, determine a qué distancia de la orilla Este el proyectil cae al agua. En caso negativo, determine la altura a la cual el proyectil impacta en la montaña.
- Determine la velocidad inicial mínima del proyectil para que supere la cima de la montaña.
- Indique cuál es el rango de distancias, medidas desde la orilla Este, para las cuáles un barco está fuera del alcance de los proyectiles disparados por la embarcación enemiga.

Nota: Considerar que la aceleración de la gravedad es 10 m/s^2 .

Problema Teórico 2

Los bloques de la figura están conectados por medio de una cuerda sin masa que pasa por poleas sin fricción. La aceleración del sistema es 2.0 m/s^2 hacia la izquierda y la superficie sobre la que apoya el bloque de masa m_2 es rugosa.



- Realice el diagrama de cuerpo aislado de cada uno de los bloques indicando claramente las fuerzas que actúan sobre los mismos.
- Escriba las ecuaciones de movimiento de los bloques.
- Determine la tensión en la cuerda.
- Determine la fuerza de roce dinámico sobre el bloque de masa m_2 .
- Determina el coeficiente de fricción entre el bloque de masa m_2 y la superficie.

Nota: Considerar que la aceleración de la gravedad es 10 m/s^2 .

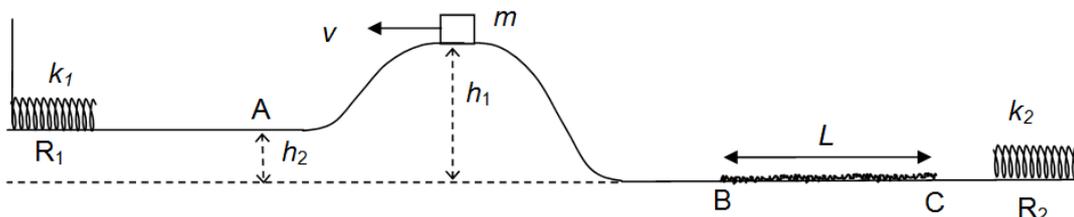
Problema Teórico 3

En un cierto instante de tiempo un bloque de $m = 0.2 \text{ kg}$ pasa justo por la cima de una loma de altura $h_1 = 1.20 \text{ m}$, con una velocidad de 4 m/s en dirección hacia un resorte R_1 de constante elástica $k_1 = 125 \text{ N/m}$, como se muestra en la figura.

El resorte R_1 está sobre una superficie plana a una altura $h_2 = 0.75 \text{ m}$. Toda la superficie, desde la pared donde está enganchado el resorte R_1 hasta el punto B, es totalmente lisa. Entre los puntos B y C existe una superficie horizontal rugosa donde el coeficiente de rozamiento dinámico es $\mu_d = 0.13$ entre el bloque y el piso. La distancia L entre B y C, es igual a 5 m . Luego del punto C hay un segundo resorte R_2 de constante elástica $k_2 = 100 \text{ N/m}$, como se muestra en la figura.

Calcular:

- La velocidad del bloque en el punto A.
- La longitud máxima que se comprime el resorte R_1 .
- La velocidad del bloque en la cima de la loma después de que ha rebotado en el resorte R_1 .
- La velocidad del bloque en el punto B y en el punto C.
- Después de rebotar en el segundo resorte, ¿el bloque tiene energía suficiente para superar la elevación h_1 ? Si no es así, ¿hasta qué altura llega?



Nota: Considerar que la aceleración de la gravedad es 10 m/s^2 .

Parte Experimental

Objetivo: Determinar la masa de un cuerpo sin usar una balanza comercial.

Elementos:

- Una regla plástica de 30 cm .

- Una tapita de gaseosa o agua mineral
- Una jeringa descartable de 10 cm³.
- Agua (densidad $\rho = 1\text{g/cm}^3$)
- Mesa, libro, trozo de madera (con bordes bien rectos)

Teoría:

El principio de funcionamiento de una balanza de brazos es el equilibrio de los momentos de los pesos (ver Figura 1).

Con los elementos solicitados, podemos construir nuestra propia balanza, como se muestra en la Figura 2. Para ello utilizamos el borde de una mesa o un libro o un trozo de madera. Para cualquier opción, el borde debe ser lo más recto posible.

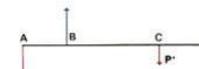
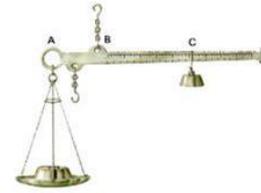


Figura 1

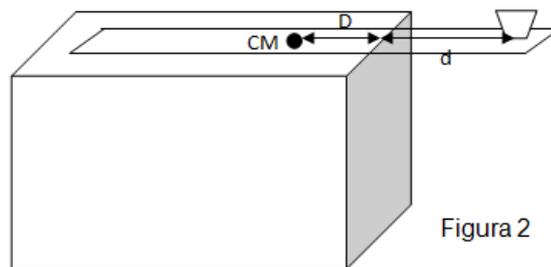


Figura 2

Considerando la regla como una masa puntual, cuya masa está concentrada en su centro de masa, y colocando en un extremo de la regla un peso (tapa), para que el sistema completo esté en equilibrio se debe cumplir que:

$$M \cdot D = m \cdot d \quad (1)$$

donde M es la masa de la regla, D la distancia del centro de masa de la regla al centro de momentos, m la masa de la tapa y d la distancia del centro de masa de la tapa al centro de momentos.

Si llenamos la tapa con una masa conocida de agua m_a , para que el sistema se encuentre en equilibrio, se debe cumplir que:

$$M \cdot D' = (m + m_a) \cdot d' \quad (2)$$

Combinando las ecuaciones (1) y (2) resulta que:

$$M = \frac{m_a}{\left(\frac{D'}{d'} - \frac{D}{d}\right)} \quad (3)$$

Procedimiento

- 1- Determine el centro de masa (CM) de la regla y márkelo con una fibra o lápiz sobre la regla.
- 2- Marque en la tapa vista de costado el centro de la misma.
- 3- Coloque la tapa vacía centrada sobre una de las marcas de la regla (por ejemplo 1 cm) y sobre el borde de la mesa haga que el sistema regla+tapa quede en equilibrio.
- 4- Determine la distancia D del CM de la regla al centro de momentos (borde de la mesa) y la distancia d del centro de masa de la tapa al centro de momentos.



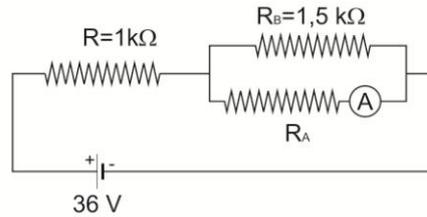
- 5- Repita la medición, pero ahora con la tapa conteniendo 5 cm³ de agua y determine D' y d' .
- 6- A partir de la expresión (3) y de los valores medidos, determine la masa M de la regla.
- 7- Repita los pasos 1-6 para al menos 10 posiciones distintas de la tapa en la regla.
- 8- De un valor de M con su correspondiente incertidumbre o error.

Segunda Prueba Preparatoria

Termodinámica, Electricidad y Magnetismo

Problema Teórico 1

Sea el circuito que se muestra en la figura.



Sabiendo que el amperímetro indica una corriente de 6 mA,

- Escriba una expresión para la resistencia equivalente (R_P) del paralelo formado por las resistencias R_A y R_B .
- Escriba una expresión que vincule las corrientes i_A e i_B que circulan por las resistencias R_A y R_B , respectivamente, con las resistencias R_A y R_B .
- Escriba la expresión que vincula la corriente i que circula por la fuente con las corrientes i_A e i_B .
- Escriba una relación entre las caídas de tensión a los bornes de R y de R_P y el voltaje entregado por la fuente (V_F).
- A partir de los puntos anteriores, determine el valor de la resistencia R_A .
- Determine el valor de la corriente que circula por la fuente.
- Determine el valor de la resistencia R_e que disipa la misma energía por unidad de tiempo que las tres resistencias del circuito.

Problema Teórico 2

En un termo de vidrio (rígido y adiabático), con un volumen total de 750 cm^3 , se colocan 250 cm^3 de agua a 4°C y se completa con hielo a -20°C .

- Determine la masa de hielo utilizada.
- Determine el estado final del sistema agua-hielo.
- Determine si el termo se rompe.

Problema Teórico 3

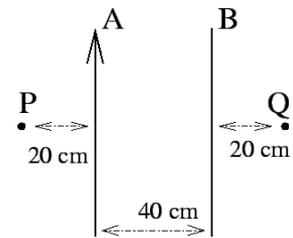
En la figura se representan dos hilos paralelos conductores muy largos. Por "A" circula una corriente eléctrica de 12 A en sentido indicado en la figura.

- Calcular el valor y sentido de la corriente eléctrica que circula por "B", teniendo en cuenta que el campo magnético en el punto Q es nulo.
- ¿Cuál es el valor, dirección y sentido del campo magnético en el punto P?

- c) ¿Qué fuerza por unidad de longitud, se ejercen los hilos entre sí? ¿Se atraen o se repelen?

Constantes:

- Densidad del agua 1000 kg m^{-3}
- Densidad del hielo 900 kgm^{-3}
- Calor específico del agua $1 \text{ cal gr}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- Calor específico del hielo $0,5 \text{ cal gr}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- Calor latente de fusión 80 cal gr^{-1}
- Permeabilidad magnética del vacío $4\pi \times 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$



Parte Experimental

Objetivo: Determinar el calor latente de fusión del agua.

Elementos

- Recipiente aislante (vaso de café)
- Jeringa descartable de 10 cm^3
- Agua a temperatura ambiente
- Cubos de hielo a 0°C (Se obtiene poniendo el hielo en agua y esperando unos minutos para que el sistema agua + hielo llegue al equilibrio)

Elementos en el aula

- Termómetro (provisto por el Profesor)

Teoría

Cuando dos cuerpos a distintas temperaturas se ponen en contacto térmico en un recinto adiabático (esto es, que no permite el intercambio de calor con el exterior), calor fluye del cuerpo de mayor temperatura al de menor temperatura hasta que ambos cuerpos alcanzan una misma temperatura (temperatura de equilibrio). En caso que uno de los cuerpos alcance la temperatura que corresponde a un cambio de fase de la sustancia que lo compone, el calor entregado o recibido por el cuerpo no le modifica su temperatura, que permanece constante, sino que es utilizado para cambiar de una fase a la otra. La cantidad de calor necesaria para que un gramo de la sustancia cambie de una fase a la otra se denomina *calor latente*.

Con los elementos solicitados, se pretende determinar el calor latente de fusión del agua (λ_f).

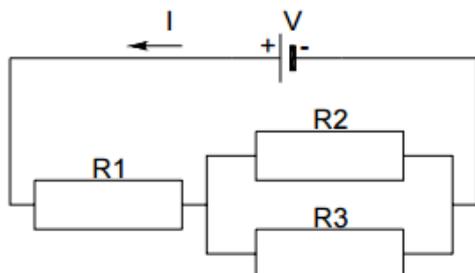
- a) Escriba las ecuaciones calorimétricas correspondientes a la situación planteada. Suponga que el recipiente es adiabático y que la temperatura de equilibrio de una mezcla de agua y hielo es 0°C . Desprecie efectos debido al cambio de la densidad de agua con la temperatura.
- b) Coloque una cantidad de hielo a 0°C en el recipiente y agregue una volumen de agua conocido (V_a), a temperatura ambiente. Agite la mezcla por al menos 15 segundos, teniendo cuidado de que siempre haya una mezcla de agua y hielo. Utilizando la jeringa, determine el nuevo volumen de agua (V_f). Repita la medición al menos 10 veces.
- c) A partir del análisis teórico realizado y de las mediciones, determine el valor de λ_f con su incerteza.

Instancias Locales Problemas Teóricos

PT1. Instituto de Enseñanza Privada Yapeyú¹
Escuela Técnica UOCRA Islas Malvinas¹
Escuela Mariano Ferreyra Proyecto Especial BLA²
¹Ciudad de Corrientes - ²Resistencia, Chaco.

Circuitos eléctricos

Sea el circuito de la siguiente figura



Datos
 $V = 10V$
 $R_1 = 10 \Omega$
 $R_2 = 5 \Omega$
 $R_3 = 15 \Omega$

- Calcula la resistencia equivalente para las resistencias R_2 y R_3 .
- Calcula la resistencia equivalente del circuito.
- Calcula la intensidad de Corriente que atraviesa el circuito.
- Calcula la diferencia de potencial en extremos de cada una de las resistencias y el valor de la intensidad que las atraviesa.

PT2. Instituto de Enseñanza Privada Yapeyú¹
Escuela Técnica UOCRA Islas Malvinas¹
Escuela Mariano Ferreyra Proyecto Especial BLA²
¹Ciudad de Corrientes - ²Resistencia, Chaco.

Evitando un accidente.

Un hombre que venía manejando su auto no se dio cuenta que una niña se encontraba jugando en la calle. Cuando la logró observar inmediatamente el conductor pisó el freno para detener su auto y así evitar el choque. La velocidad antes de pisar el freno era de 50 km/h. Al detenerse completamente el conductor bajó de su auto y observó que la longitud de las marcas de las ruedas era de 35m.

Teniendo en cuenta que la masa del automóvil con el conductor es de 1550 kg, el coeficiente de rozamiento entre el pavimento y las ruedas es de 0,5 y que la inclinación de la calle respecto de la horizontal es de 10° a favor del deslizamiento.

- Realiza un diagrama de cuerpo libre del automóvil con el conductor, indicando todas las fuerzas que intervienen en la situación.
- Calcula:
 - La aceleración de frenado.
 - La fuerza de frenado.
 - La fuerza de rozamiento entre el pavimento y las ruedas.

PT3. Instituto de Enseñanza Privada Yapeyú¹
Escuela Técnica UOCRA Islas Malvinas¹
Escuela Mariano Ferreyra Proyecto Especial BLA²
¹Ciudad de Corrientes - ²Resistencia, Chaco.

Calorimetría.

Se tienen 200 g de alcohol etílico a 60°C de temperatura. Se introducen en un calorímetro que tiene 100g de agua a 20°C . Teniendo en cuenta que el calor específico del agua es de $4180 \frac{J}{Kg^\circ\text{C}}$ y que el calor específico del alcohol etílico es de $2500 \frac{J}{Kg^\circ\text{C}}$

- a. Calcule la temperatura final de la mezcla.

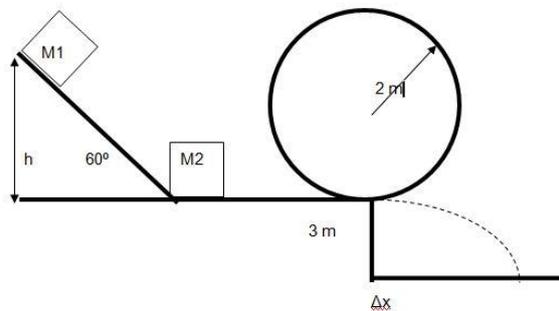
Seguidamente se introdujo en la mezcla un tornillo de aluminio de 40 gramos de masa a 70°C de temperatura. Se sabe que la temperatura de equilibrio entre la mezcla y el tornillo era de 50°C. Teniendo en cuenta que el calor específico del aluminio es de $899 \frac{J}{Kg^{\circ}C}$

- b. Determine la cantidad de calor intercambiado en el tornillo.
c. Calcule el calor específico de la mezcla.

Suponga que no existe influencia de las condiciones ambientales y que no hay pérdida de calor en el calorímetro.

**PT4. Colegio Champagnat
Ciudad de Buenos Aires.**

Se tiene un sistema como el de la figura, donde la masa M1 parte del reposo y baja sobre un plano inclinado con un coeficiente de rozamiento dinámico de 0,3, luego colisiona con otra masa M2 de tal manera que esta sigue por la superficie horizontal sin rozamiento y luego gira por una vía sin rozamiento, con un radio de 2 metros para luego caer una altura de 3 metros. M1 = 20 Kg y M2 = 10 Kg

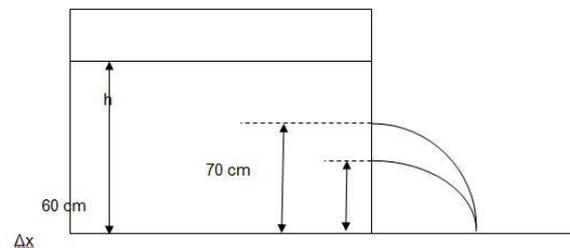


Hallar:

- a) La velocidad mínima inicial del bloque M2 para que no se suelte en la parte alta del giro
b) La altura h mínima suponiendo que el choque entre M1 y M2 es perfectamente elástico.
c) La velocidad del bloque M1 después del choque
d) Hallar el Δx

**PT5. Colegio Champagnat
Ciudad de Buenos Aires.**

En un tanque abierto a la atmosfera de grandes dimensiones de acuerdo a la figura, se producen dos orificios en un costado del mismo a 60 cm y 70 cm del suelo.

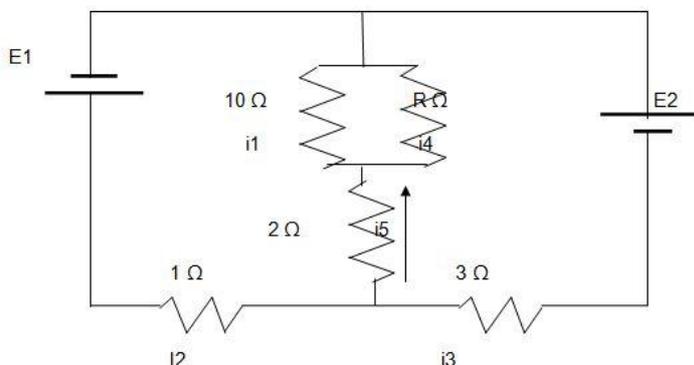


Hallar la altura h necesaria para que los chorros de líquido toquen el piso en el mismo punto (igual Δx), para el caso de que el líquido sea:

- a) agua ($d = 1000 \text{ Kg/m}^3$)
b) una mezcla de agua y petróleo ($d = 700 \text{ Kg/m}^3$) sabiendo que la altura del agua es de 65 cm

**PT6. Colegio Champagnat
Ciudad de Buenos Aires.**

Se tiene el siguiente circuito eléctrico



$E1 = 10 \text{ V}$
 $E2 = 20 \text{ V}$
 $i5 = 0,5 \text{ A}$

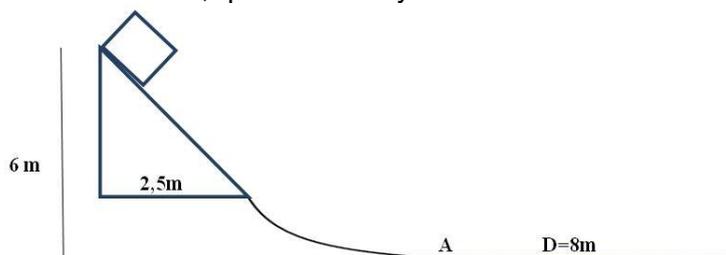
Hallar el valor de:

- a) R
- b) $i1$
- c) $i2$
- d) $i3$
- e) $i4$

**PT7. Escuela Provincial de Educación Técnica Nro. 16
Dos de Mayo, Misiones.**

Sobre un plano inclinado de 5 metros de longitud se encuentra un cuerpo cuya masa es de 15 kg. La base horizontal del triángulo rectángulo cuya hipotenusa es el plano inclinado es de 2,5 metros. El coeficiente de rozamiento entre ambas superficies es $\mu=0,2$ y la aceleración del gravitatoria del lugar se considera $g=9,8\text{m/s}^2$. La altura a la que se encuentra el cuerpo es 6 metros.

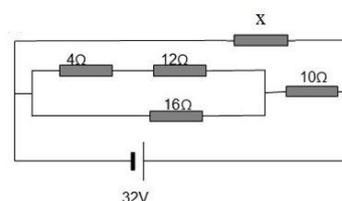
Cuando el cuerpo abandona el plano inclinado se desliza por una superficie curva sin rozamiento, salvo en el sector D, que mide 8m y tiene un coeficiente de rozamiento $\mu=0,2$



- a. Calcular la energía potencial gravitatoria del cuerpo
- b. Dibujar el diagrama de cuerpo libre
- c. Determinar el valor de la fuerza de rozamiento en el plano inclinado
- d. ¿Qué aceleración recibe el cuerpo en el plano inclinado?
- e. ¿Cuánto tiempo emplea el cuerpo en llegar al final del plano inclinado?
- f. Determinar la velocidad con que llega el cuerpo al punto A
- g. Determinar si el cuerpo puede pasar el tramo D. Si es así calcular su velocidad de salida. De lo contrario indicar la distancia recorrida en ese tramo.

**PT8. Escuela Provincial de Educación Técnica Nro. 16
Dos de Mayo, Misiones.**

El siguiente circuito eléctrico está conectado a una fuente de 32 voltios (que consideraremos sin resistencia interna), con una resistencia total de desconocida y una potencia de 128 Watts



- a. Determinar el valor de la resistencia total

- b. Calcula la intensidad en cada rama
- c. ¿Cuál debe ser valor de la resistencia **X** para que la potencia sea de 128 Watts?
- d. ¿Qué cantidad de energía consume el circuito si permanece conectado durante una hora?

**PT9. Escuela Provincial de Educación Técnica Nro. 16
Dos de Mayo, Misiones.**

Con la intención de preparar un mate un señor pone a calentar exactamente 1000g de agua que inicialmente está a 15°C. Su temperatura óptima para el mate es 85°C. El agua fue calentada por una resistencia eléctrica durante 320 segundos

- a. Calcula la cantidad de calor que tiene que ser absorbida por el agua para llegar a la temperatura deseada.
- b. Cuando decide preparar el mate, se da cuenta que el agua estaba a punto de ebullición. ¿Cuántas calorías de más ingresaron al sistema?
- c. Determina la potencia del sistema eléctrico utilizado para calentar el agua.
- d. ¿Cuál es el valor de la resistencia del calentador?
- e. ¿Cuánta agua caliente, (100°C) debe ser remplazada por agua fría (15°C) para tener 1000g de agua a la temperatura ideal (85°C)

Datos:

Calor específico del agua: $c = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ - Temperatura de ebullición del agua 100°C
1cal=4,18J

**PT10. Escuela Técnica Nro. 27 Hipólito Yrigoyen
Ciudad de Buenos Aires.**

Conduciendo con destreza.

Un corredor de autos está participando con su vehículo, de 800 kgf de peso, en una carrera de destreza. El reglamento de la competencia indica que la velocidad de los vehículos sobre la pista debe ser constante e igual a 108 km/h. Se sabe que el coeficiente de rozamiento estático entre los neumáticos y la pista es $\mu = 0,8$. Un sector de la pista se muestra en la figura 1.

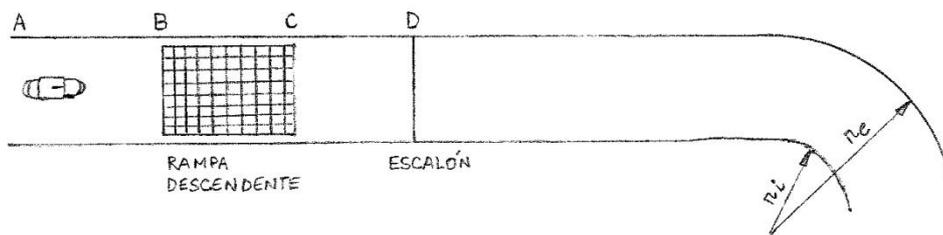


Fig.1

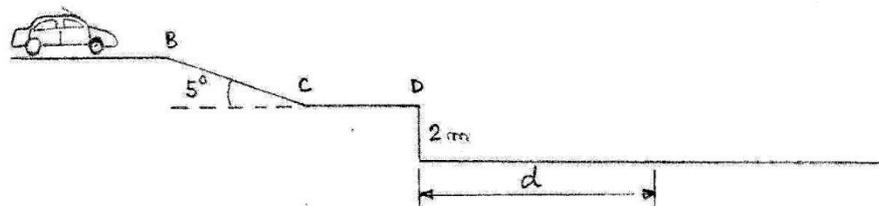


Fig.2

Este sector de la pista comienza con un tramo recto horizontal AB, luego una rampa descendente BC y a continuación otro tramo horizontal CD, que termina en un escalón de 2m de altura, ubicado en D, como muestra la figura 2.

- ¿Qué fuerza debe implementar el vehículo a través de su conjunto motor-transmisión, para mantener su velocidad constante en 108 km/h en los tramos horizontales?
- Al circular por la rampa descendente BC, ¿qué valor tiene esa fuerza? ¿Debe aplicar los frenos? Justificar la respuesta.
- Al llegar a D el vehículo debe saltar el escalón de 2m de altura. ¿A qué distancia “d” vuelve a tocar la pista?
- Más adelante debe transitar por una curva horizontal, de forma circular, con radio interno = 110 m y radio externo = 120 m. Si el conductor transita siguiendo una trayectoria circular, determinar el radio mínimo de esa circunferencia para que el vehículo no derrape.

**PT11. Escuela Técnica Nro. 27 Hipólito Yrigoyen
Ciudad de Buenos Aires.**

Acerca de un elevador.

A un bloque de acero se le ha practicado una cavidad, de forma cilíndrica, dentro del cual puede desplazarse un pistón de plomo. La cavidad cilíndrica queda sellada por el pistón y puede llenarse con un gas, cuya presión puede ser regulada. El pistón, a través de un émbolo, puede sostener y elevar una carga. La masa total del sistema formado por el pistón, el émbolo y la carga es de 2000 kg.

- Suponiendo que todo el sistema se encuentra a la presión externa de una atmósfera y que no hay rozamiento entre el pistón y la pared del cilindro, determinar la presión p del gas que se necesita para mantener la carga en reposo.
- A la temperatura de 15°C, el radio de la cavidad y del pistón son iguales al valor $r = 6$ cm y la altura del pistón $h = 9$ cm. La temperatura de trabajo es de 16°C.

Calcular, a la temperatura de trabajo (16°C) el radio y el volumen del pistón de plomo, si éste se encontrara fuera del cilindro. Calcular, además, el radio de la cavidad cilíndrica a esa temperatura.

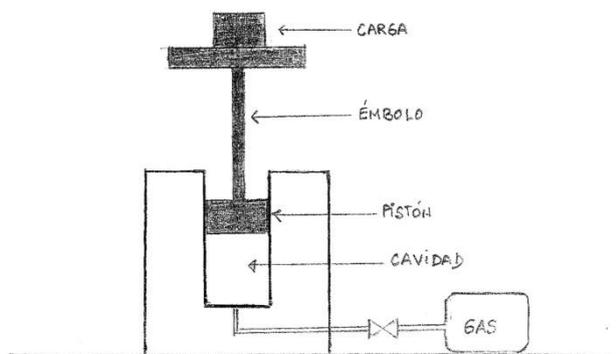
- Calcular el radio y la altura del pistón dentro de la cavidad cilíndrica, cuando todo el sistema está a la temperatura de trabajo. (Suponer que la deformación del pistón dentro de la cavidad es a volumen constante y la deformación del bloque de acero bajo la presión del pistón es despreciable).
- Calcular la presión P que la cavidad hace sobre el pistón a la temperatura de trabajo.

Nota: esta presión se calcula mediante la expresión:

$$P = Y \Delta R/R$$

Donde Y es el módulo de Young del material ; R es el radio del pistón no deformado

- Calcular el máximo valor posible para la fuerza de rozamiento estática entre el pistón y la cavidad, a la temperatura de trabajo
- Teniendo en cuenta el rozamiento entre el pistón y el cilindro, calcular entre que valores puede variar la presión del gas para que la carga se mantenga en reposo a la temperatura de trabajo.



Valores que pueden ser útiles:

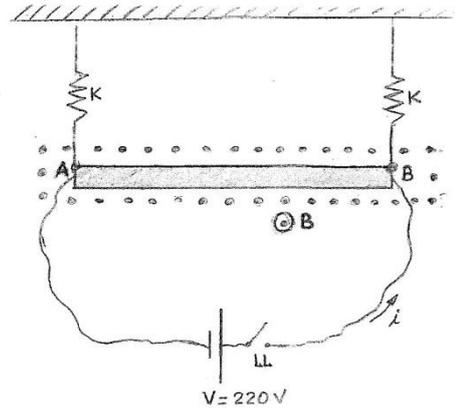
Coef de dilatación	Acero $\lambda_{ac} = 1,4 \times 10^{-5} (^\circ\text{C})^{-1}$ Plomo $\lambda_{pb} = 2,9 \times 10^{-5} (^\circ\text{C})^{-1}$
--------------------	--

Coef. de rozamiento estático del plomo sobre el acero	$\mu_e = 0,95$
Módulo de Young	Plomo $Y_{pb} = 1,47 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$
Aceleración de la gravedad	$g = 9,8 \text{ m/s}^2$
Presión atmosférica	$p_a = 1,033 \text{ kgf/cm}^2 = 1013 \text{ hPa}$

**PT12. Escuela Técnica Nro. 27 Hipólito Yrigoyen
Ciudad de Buenos Aires.**

Entre Hooke y Tesla.

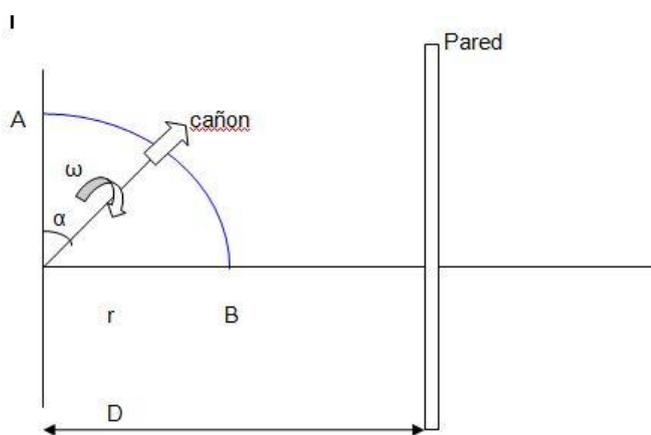
Una barra metálica conductora AB, de longitud 50 cm y peso 5N, está suspendida por 2 resortes de constante elástica $K = 5 \text{ N/m}$. Los resortes sostienen solo a la barra, mediante 2 mordazas aislantes, de manera que no puede circular corriente eléctrica por los mismos. En esa zona existe un campo de inducción magnética B, perpendicular a la barra y saliente al plano del dibujo. Determinar:



- Si la llave está abierta, ¿cuánto se estira cada resorte?
- Al cerrar la llave, queda conectada a una fuente de tensión de 220V, circulando una corriente eléctrica de 6A. Despreciando la resistencia interna de la fuente y del cableado ¿cuál es la resistencia de la barra conductora?
- Calcular la cantidad de calor por unidad de tiempo generada al circular esa corriente.
- Estando la llave cerrada, calcular la intensidad B de inducción magnética para que los resortes, en el equilibrio, queden estirados 20 cm.

**PT13. Colegio Juan Humberto Morán
Eduardo Castex, La Pampa.**

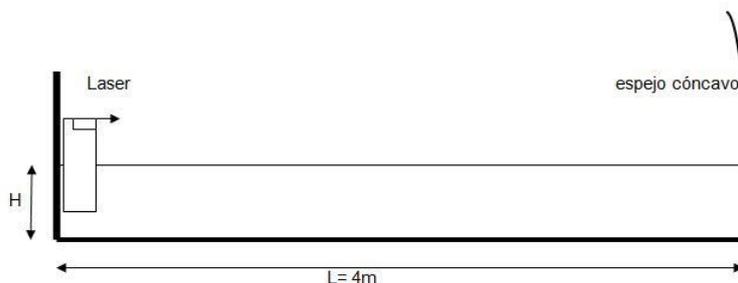
Un cañón montado sobre una plataforma de radio $r = 2.5$ metros dispara balas con una velocidad de salida de $V_s = 50 \text{ m/seg}$ y cada una a un tiempo de $T_s = 0.2 \text{ seg}$. La plataforma parte del punto A y gira con una velocidad angular constante $\omega = \pi / 12 \text{ rad/seg}$ hasta llegar al punto B. Determinar:



- Cuántos disparos realiza y en qué ángulos α los hace desde A hasta B
- Cual es la velocidad tangencial V_t de la bala en intensidad y dirección en cada uno
- Cual es la velocidad Resultante V_r en intensidad y dirección en cada disparo, realizar un grafico.
- Determinar el lugar donde impacta cada una, en una pared que se encuentra a una distancia $D = 10 \text{ m}$

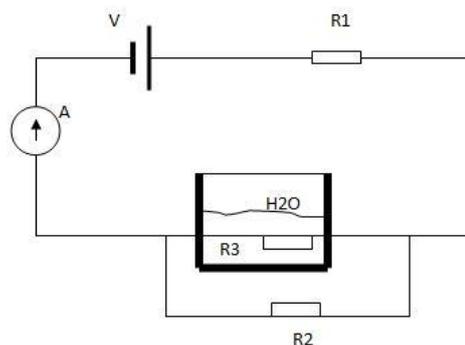
**PT14. Colegio Juan Humberto Morán
Eduardo Castex, La Pampa.**

Sobre la superficie de un cilindro de madera de altura $h=0.4\text{m}$ y radio $r=5\text{ cm}$ que flota sobre un líquido, se apoya un laser, que dispara un rayo y refleja sobre un espejo de radio $R= 2\text{ m}$. Determinar si el rayo ingresa a la cuba luego de dar en el espejo y en caso positivo en que lugar lo hace del fondo. Datos: $n_{\text{aire}}=1$ $n_{\text{liquido}}=1.5050$ $H=1\text{m}$ $\rho_{\text{madera}}=0.85\text{ grs/cm}^3$ $\rho_{\text{liquido}}=1.2\text{ grs/cm}^3$



**PT15. Colegio Juan Humberto Morán
Eduardo Castex, La Pampa.**

Por circuito circula una corriente I , con una batería de 24 Volt, la resistencia R_3 calienta medio litro de agua durante 20 minutos en un recipiente adiabático cerrado, que se encontraba inicialmente a 20°C . Si $R_1=0.5\Omega$; $R_2=0.7\Omega$ y $R_3=0.5\Omega$ ohms.



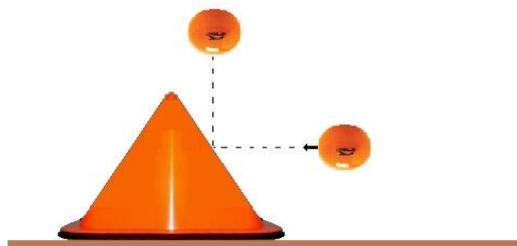
Calcular:

- 1) La corriente I que marca el amperímetro y en cada rama
- 2) La potencia en Watt que desarrolla el circuito en ese tiempo
- 3) La cantidad de calor que recibe el agua pasando por R_3
- 4) La temperatura final y el estado del agua.

**PT16. Colegio Nacional Dr. Arturo U. Illia
Colegio Albert Einstein
Mar del Plata, Buenos Aires.**

Panamericanos Toronto 2015.

El equipo de nacional de hockey se encuentra entrenando, uno de sus jugadores lanza una pelota de 160 g contra un cono de 200 g de masa ubicado sobre una superficie lisa sin rozamiento. La pelota suponemos que avanza, paralela a la horizontal a 10 cm del piso, a velocidad constante. Luego de impactar contra el cono sale despedida verticalmente con una velocidad de 6 m/s, como indica la figura. La distancia entre el jugador y el cono es de 6 metros.



- a) ¿Qué altura máxima alcanzará la pelota?
- b) ¿Cuál es el tiempo que permanece en el aire la pelota luego del choque?
- c) ¿Con qué velocidad llega al piso la pelota?

- d) ¿Cuál es el valor de la velocidad del cono inmediatamente después del choque?
 e) ¿Qué tiempo le toma a la pelota alcanzar el cono luego de dejar el stick (palo de hockey) del jugador?
 f) ¿Cuánta energía cinética adquiere el cono luego del impacto?

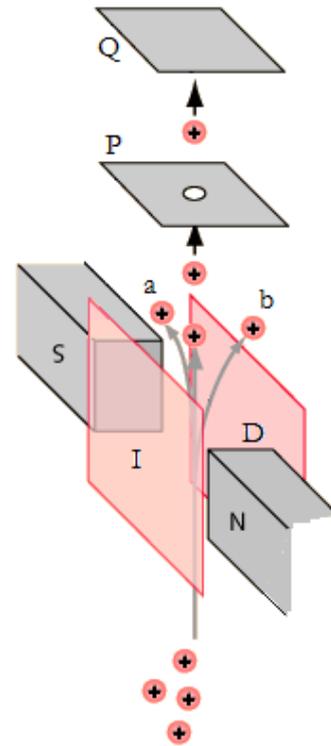
PT17. Colegio Nacional Dr. Arturo U. Illia
Colegio Albert Einstein
Mar del Plata, Buenos Aires.

Seleccionando núcleos de helio.

Núcleos de helio avanzan (ejes de las y y positivas), en un dispositivo selector de cargas como indica la figura, hacia un sistema formado por dos placas paralelas cargadas (I y D) generando un campo eléctrico entre ellas de 50.000 N/C y dos piezas polares (N y S), con un campo magnético uniforme e igual a $0,5 \text{ T}$ entre ellas. Algunos de los núcleos siguen una trayectoria rectilínea con velocidad v_0 y pasan por un orificio en la placa P, luego de recorrer 5 cm llegan sin velocidad a la placa Q.

Datos: ${}^4_2\text{He}$, $m_n \cong m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

- Grafique todas las magnitudes vectoriales que actúan sobre las cargas que atraviesan el sistema placas-polos.
- Calcule la velocidad de las cargas que avanzan siguiendo la trayectoria recta.
- Indique si la velocidad, de los núcleos **a** y **b**, es mayor menor o igual que v_0 . Justifique su respuesta.
- Determine el radio de giro de los núcleos que avanzan rectilíneamente si se cancela el campo eléctrico entre placas.
- Calcule la aceleración que detiene a los núcleos.
- Determine la diferencia de potencial entre las placas P y Q, indique la polaridad de las mismas.



PT18. Colegio Nacional Dr. Arturo U. Illia
Colegio Albert Einstein
Mar del Plata, Buenos Aires.

Calefaccionando una cabaña.

Estamos en invierno y se nos pide que calculemos el tiempo que tardaremos en calentar una pequeña cabaña. Suponga que la misma es un prisma rectangular de $7,00 \text{ m} \times 5,00 \text{ m} \times 2,50 \text{ m}$ de altura, que tiene una puerta de $1,20 \text{ m} \times 2,20 \text{ m}$ en el medio de una de las paredes y dos ventanas de $2,00 \text{ m} \times 1,40 \text{ m}$ en las otras dos paredes, quedando una de las paredes sin aberturas. Considere que las paredes, el piso y el techo, así como las aberturas son completamente aislantes y su calor específico es nulo. Dispone de un calefactor de 12000 cal/h . El calefactor tiene un diseño que recircula el aire de forma tal que la temperatura es homogénea en toda la cabaña de forma inmediata. Suponga que la cabaña ha estado abandonada y comienza a calentarse, en medio de una ola polar que mantiene durante una semana la temperatura exterior en 2°C .

- Calcule la masa de aire presente en la cabaña que se considera aislada si la densidad del aire es de 1 kg/m^3

- b) Calcule el tiempo que tardará en calentar la habitación hasta una temperatura de 20°C si el calor específico del aire es de 240 cal/°C kg. Si no hay pérdidas de ningún tipo.
- c) El dispositivo tiene un termómetro que permite medir la temperatura del interior y se obtiene la siguiente tabla. Como puede observarse la tasa de calentamiento es menor a la esperada.

Tiempo (horas)	0	12	24	36	48	60
Temperatura (°C)	2,0	7,8	12,4	15,9	18,8	21,2

Realice un gráfico de la temperatura real de la cabaña en función del tiempo y obtenga el tiempo que deberá mantenerse prendido el calefactor para alcanzar una temperatura de 20°C.

- d) Calcule explicando los cálculos realizados como obtendría a partir de los datos, la cantidad de calor perdida en función del tiempo y complete la siguiente tabla:

Tiempo(horas)	Calor entregado por el calefactor	Calor perdido	Calor perdido/hora

- e) Si se sabe que el calor perdido por hora ($\Delta Q / \Delta t$) depende de la superficie en contacto con el exterior (A), del espesor del material de contacto entre el exterior y el interior (d), la diferencia de temperatura entre el interior (T) y el exterior (T_e) a través de la siguiente expresión:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = k \frac{A}{d} (T - T_e)$$

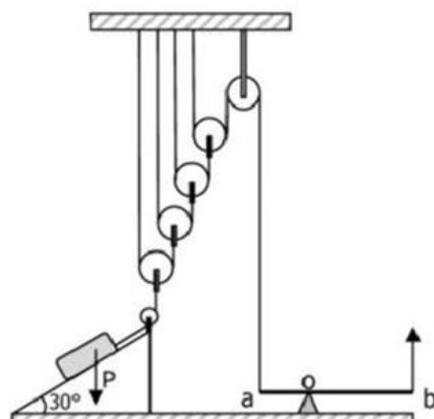
Grafique $\Delta Q / \Delta t$ en función de T y obtenga el valor de k suponiendo que toda la pérdida se produce por las aberturas que tiene 10 cm de espesor.

**PT19. Instituto Educativo Génesis
Posadas, Misiones.**

Se tiene un sistema integrado de la Fig. en el cuál se desea hallar la fuerza F que permite el movimiento del sistema completo y lograr deslizar así el bloque del plano inclinado con velocidad constante, permitiendo dicho movimiento mediante el sistema de poleas.

Las poleas 1-2-3-4 son móviles y la polea 5 es fija, considerando a todas las poleas ideales.

Nota: Tener en cuenta que el sistema se mueve con velocidad constante, por lo tanto su aceleración es cero, implicando así que la fuerza resustante sea cero; se dice que el sistema se encuentra en



equilibrio dinámico.

En el plano inclinado considerar que la fuerza de fricción es cero.

Por otra parte, si las poleas son ideales, entonces las mismas son consideradas sin masa y sin roce, por lo cuál la función de las poleas solo es cambiar la dirección de la tensión en la cuerda.

Considerar a la barra homogénea sin peso, y es allí la fuerza (F) que se debe calcular y permite mover el sistema completo.

Hallar:

- a) Graficar :
 - a.1) Diagrama de cuerpo libre de las poleas.
 - a.2) Diagrama de cuerpo libre del bloque ubicado en el plano inclinado.
- b) Hallar la fuerza necesaria para mover el bloque ubicado en el plano inclinado.
- c) Hallar la fuerza necesaria para mover el sistema completo (ubicado en el extremo derecho de la barra homogénea).

PT20. Instituto Educativo Génesis Posadas, Misiones.

- a) La presión P para una masa determinada de un gas ideal con comportamiento isocórico, es directamente proporcional a la temperatura de dicho gas, esto es:

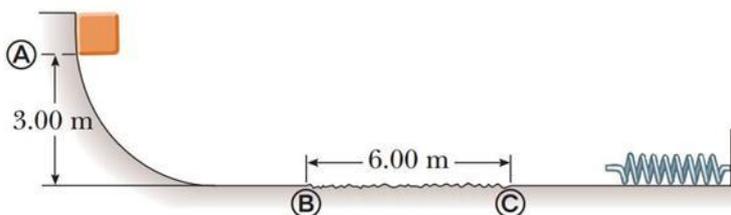
$$P \propto T.$$

Indicar la relación que existe entre:

- a.1) La presión P y el volumen V, cuando el gas tiene comportamiento isotérmico.
- a.2) El volumen V y la temperatura T, cuando el gas tiene comportamiento isobárico.
- b) El gas de comportamiento ideal se mantiene en un recipiente con un pistón móvil. La presión del gas es P_1 , su volumen V_1 y la temperatura T_1 . El recipiente es calentado a $V=\text{constante}$ hasta una presión P_2 , y temperatura T_1' . Luego es calentado a $P=\text{constante}$ hasta un volumen V_2 y temperatura T_2 . Esquematizar la situación e indicar la relación entre:
 - b.1) P_1, P_2, T_1 y T_1'
 - b.2) V_1, V_2, T_1' y T_2
- c) Con lo que se obtuvo en el punto anterior, demostrar que para un gas ideal se cumple:
 $P \cdot V = N \cdot T$, siendo $N = \text{cte}$.
- d) Para un gas ideal que contiene 5 moles, y sus presiones y volúmenes son:
 $P_1 = 2 \text{ atm}$, $P_2 = 5 \text{ atm}$, $V_1 = 10 \text{ litros}$ y $V_2 = 15 \text{ litros}$.
Calcular T_1 y T_2 .

PT21. Instituto Educativo Génesis Posadas, Misiones.

Un bloque de 10 kg se libera desde el punto A. considerar que la pista no tiene fricción excepto en el tramo B-C que tiene una longitud de 6 metros. El bloque golpea el resorte en el extremo opuesto con



2250 N/m de constante de fuerza y comprime el resorte 0,3 m desde su posición de equilibrio antes de momentáneamente llegar al reposo.

Se desea determinar:

- Calcular con que energía llega el bloque al punto B.
- Determinar el coeficiente de fricción cinética entre el bloque y la superficie rugosa B-C.

Calcular con que velocidad toca el bloque al resorte antes de comprimirlo.

PT22. Escuelas Técnicas Raggio Ciudad de Buenos Aires.

Un recipiente, que puede considerarse adiabático (no intercambia calor con el medio ambiente),

Contiene 1 Kg de agua a temperatura ambiente. Un termómetro de mercurio, que se encuentra sumergido en el agua, indica que la temperatura del sistema es de 27°C. En el recipiente se vierte agua en estado de ebullición (100°C) y, cuando la temperatura del agua se estabiliza, el Termómetro indica que la temperatura del sistema es de 50°C. La transferencia de calor al recipiente puede considerarse despreciable.

- ¿Cuál es la masa de agua en estado de ebullición que se agregó al recipiente? Tenga en cuenta que el calor específico del agua es $c_{agua} = 1 \text{ cal}/(^{\circ}\text{C g})$, y la masa de agua equivalente para el termómetro de mercurio es $m_{eq} = 10 \text{ g}$.
- Ahora se extraen de un congelador tres cubitos de hielo, de 20 g de masa cada uno y a una temperatura de -20°C, y se agregan al recipiente. Calcular la temperatura que indicará el termómetro cuando el sistema alcance el equilibrio.

Datos: Calor latente de fusión del hielo $\lambda_{hielo} = 80 \text{ cal/g}$,

Calor específico del hielo: $c_{hielo} = 0.53 \text{ cal}/(^{\circ}\text{C g})$

PT23. Escuelas Técnicas Raggio Ciudad de Buenos Aires.

Una pelota de tenis tiene una masa de 70 g y se aproxima a una raqueta con una rapidez de 6 m.s⁻¹. La pelota rebota y regresa por el mismo camino por donde venía con una rapidez de 5 m.s⁻¹. La pelota está en contacto con la raqueta durante 0.2 s. Calcular:

- El momento final e inicial de la pelota; a) el impulso transmitido a la pelota; b) la fuerza promedio proporcionada por la raqueta a la pelota.
- Dos pelotas de masa M y 2M se aproximan, una hacia la otra, en direcciones opuestas con la misma rapidez U sobre el eje horizontal y tienen una colisión elástica. ¿Cuáles son las velocidades de ambas masas luego de la colisión?

PT24. Escuelas Técnicas Raggio Ciudad de Buenos Aires.

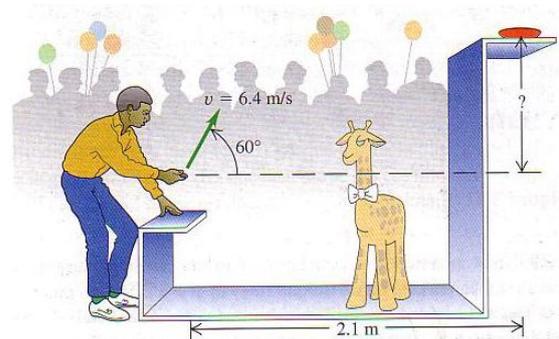
Un pequeño trineo cuya masa es de 10 kg, se encuentra inicialmente en reposo sobre una plataforma plana cubierta de hielo, en el que $\mu = 0,05$. Un niño que pesa 40 kgf, empuja el trineo aplicándole una fuerza horizontal constante de 30 N durante 3 segundos y luego sube en él. El trineo recorre un total de 30 m sobre la plataforma, para caer luego por una pista descendente con nieve, de 35° de pendiente y 40 m de largo en el que $\mu = 0,1$ (suponer que en el recorrido de esta pista los cuerpos no "vuelan"). Al finalizar este plano inclinado, empalman con otra superficie horizontal, cuya longitud es tal que permite que por rozamiento, una velocidad al final sea el 90 % de la que tenía al pie del plano inclinado, y posee un $\mu = 0,25$. Los cuerpos impactan finalmente contra un resorte comprimiéndolo 0,5 m, siendo para este tramo $\mu = 0,3$. Calcular:

- ¿Cuál es la aceleración que le imprime el niño al trineo?
- ¿Con qué velocidad inicia el descenso?
- ¿Cuál es el valor de la fuerza de roce 2 m antes de iniciar el descenso?

- 4) ¿Cuál es el valor de la fuerza neta o resultante, que acelera al trineo durante el descenso?
- 5) ¿Cuál es el trabajo de la fuerza de roce en este trayecto? ¿Qué cantidad de hielo se transforma en agua en la pendiente, debajo del trineo?
- 6) ¿Con qué velocidad llega al pie del plano? Justificar.
- 7) ¿Cuál es la distancia horizontal recorrida antes de comprimir el resorte?
- 8) ¿Qué trabajo de rozamiento se realiza, en el trayecto que se comprime el resorte?
- 9) Calcular la constante elástica del resorte.
- 10) ¿Con qué velocidad son empujados, niño y trineo por el resorte, cuando se descomprime éste?

**PT25. EPES Nro. 59 Prof. Pabla Idoyaga
Ciudad de Formosa.**

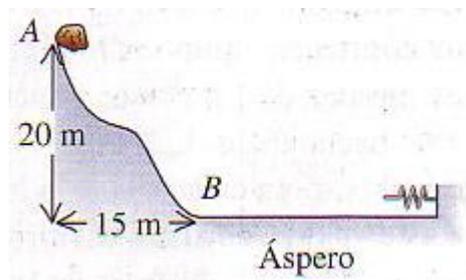
En una feria, se gana una jirafa de peluche lanzando una moneda a un platito, el cual está en una repisa más arriba en que la moneda abandona la mano y a una distancia horizontal de 2,1 m de ese punto (grafico 1). Si lanza la moneda con velocidad de 6,4 m/s, 60° sobre la horizontal, caerá en el platito. Puede despreciarse la resistencia del aire.



- a) Elija un sistema de coordenadas e indíquelo claramente en el dibujo. En base al sistema elegido por Usted, escriba la aceleración, velocidad y posición de la moneda en función del tiempo.
- b) Determinar la altura máxima alcanzada por la moneda.
- c) Determinar la velocidad de la moneda en el punto más alto de su trayectoria.
- d) ¿A qué altura está la repisa sobre el punto de partida de la moneda?
- e) ¿Qué componente vertical tiene la velocidad de la moneda justo antes de caer en el platito?

**PT26. EPES Nro. 59 Prof. Pabla Idoyaga
Ciudad de Formosa.**

Una piedra de 15 kg baja deslizándose por una colina nevada, partiendo del punto A con una rapidez de 10 m/s. no hay fricción en la colina entre los puntos A y B, pero si en el terreno plano en la base, entre B y la pared. Después de entrar en la región áspera, la piedra recorre 100 m y choca con un resorte muy largo y ligero cuya constante de fuerza es de 2 N/m. los coeficientes de fricción cinética y estática entre la piedra y el suelo horizontal son de 0,20 y 0,80, respectivamente.



- a) ¿Qué rapidez tiene la piedra al llegar al punto B?
- b) ¿Qué distancia comprimirá la piedra el resorte?
- c) ¿La piedra se moverá luego de haber sido detenida por el resorte?

PT27. EPES Nro. 59 Prof. Pabla Idoyaga
Ciudad de Formosa.

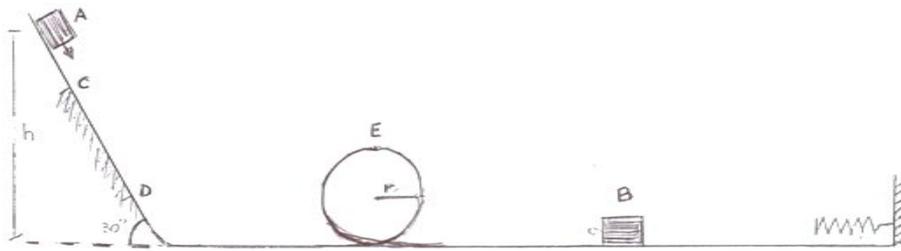
Un trozo de 500 g de metal desconocido, que ha estado en agua durante varios minutos, se deja caer rápidamente en un vaso de poliestireno aislante que contiene 1 kg de agua a temperatura ambiente (20°C). Después de esperar y agitar suavemente durante 5 minutos, se observa que la temperatura del agua ha alcanzado un valor constante de 22°C .

- Suponiendo que el vaso absorbe una cantidad de calor despreciable y que no se pierde calor al entorno, ¿qué calor específico tiene el metal?
- ¿Qué es más útil para almacenar calor, este metal o un peso igual de agua? Explique.

Suponga que el calor absorbido por el vaso no es despreciable, ¿qué tipo de error tendría el calor específico calculado en el apartado (a) (sería demasiado grande, demasiado pequeño o correcto)? Explique.

PT28. Escuela Normal Superior Juan B. Alberdi
San Miguel, Tucumán.

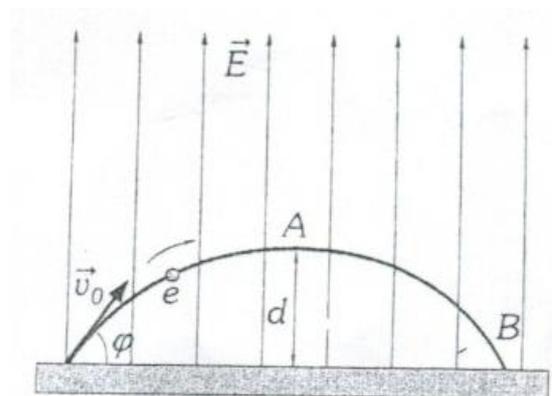
En la pista de la figura hay 2 bloques A y B, de masas 3 kg y 2 kg respectivamente, que pueden moverse con rozamiento despreciable salvo en el tramo CD de 1 m de longitud y cuyo $\mu_{CD} = 0,15$.



- Desde que altura deberá dejarse caer el bloque A para que pase por el punto E con la mínima velocidad, sin caerse de la pista. (Radio = 1m)
- Después de pasar por E con esa velocidad, se encuentra con el bloque B que estaba en reposo y se enganchan con que velocidad se moverán luego de engancharse?
- Se dirigen juntos, los bloques, hacia el resorte de constante elástica de $K = 1800 \text{ N/m}$ que longitud se comprimirá el resorte.

PT29. Escuela Normal Superior Juan B. Alberdi
San Miguel, Tucumán.

Una placa conductora cargada positivamente crea en sus proximidades un Campo Eléctrico Uniforme $E = 1000 \text{ V/m}$, tal como se indica la figura. Desde un punto sobre la placa se lanza un electrón con $V_0 = 10^7 \text{ m/s}$ formando un ángulo $\varphi = 60^\circ$ con dicha placa, de forma que el electrón describirá una trayectoria como la indicada en la figura.



- En el punto A, el más alejado de la placa, ¿Con que velocidad se mueve

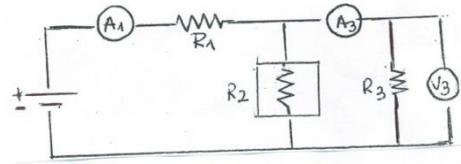
- el electrón?
- En el punto A, respecto al punto inicial ¿Cuánto ha variado su energía potencial electrostática?
 - Calcular la distancia entre el punto A y la placa.
 - Calcula la velocidad (modulo y orientación) del electrón cuando choca con la placa (punto B)
 - Calcula el Alcance

Datos:

$$K = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2, \quad e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ y } m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

**PT30. Escuela Normal Superior Juan B. Alberdi
San Miguel, Tucumán.**

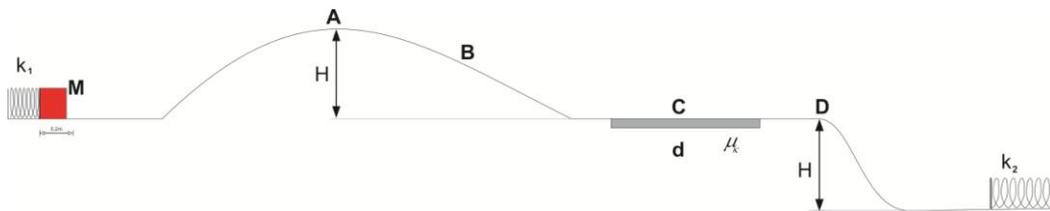
En el circuito de la figura, los amperímetros A_1 y A_3 registran 6 A y 2 A respectivamente y el voltímetro V; indica 80 V cuando la diferencia de potencial que proporciona la fuente es de 110V



- Calcular considerando las lecturas de los instrumentos, el valor de R_2
- Considerando que el calentamiento se invierte el 80% del calor emitido por la resistencia R_2 del calorímetro ¿Cuánto vale el calor específico del líquido si a los 10 minutos del fluir la corriente, el líquido se ha calentado 5°C ? (masa del líquido 800g)

**PT31. Escuela de Agricultura
General Alvear, Mendoza.**

Un cuerpo de masa M , que se encuentra inicialmente en reposo a una altura H , el mismo se encuentra en contacto con un resorte (constante k_1) comprimido 0,2m de su posición de equilibrio, luego asciende una altura H y vuelve a bajar. Después desciende por la superficie curva mostrada en la figura. Todos los movimientos se realizan en el plano vertical. Considere que la pista está libre de rozamiento, salvo en la zona marcada de longitud d . Suponga que la masa M es puntual.



- Haga el diagrama de cuerpo aislado al pasar por los puntos A, B y C.
- En esos puntos el vector aceleración total es ¿igual o diferente de cero?
- Dibuje un vector aceleración total posible cuando pasa por C.
- Calcule el vector aceleración total en el punto C.
- Suponga que la masa M llegó al punto D ¿Cuánto vale el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento sobre la masa M ?
- Calcule el vector velocidad en el punto D.
- ¿Cuánto comprime la masa M al resorte 2?
- ¿Hasta dónde llega la masa M luego de dejar el resorte?

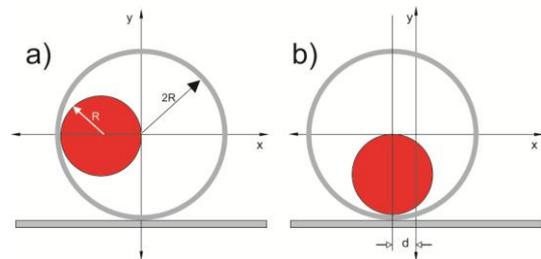
Datos:

$$M = 1 \text{ kg}$$

$H = 0,5 \text{ m}$
 $\mu = 0,2$ (coeficiente de rozamiento dinámico)
 $d = 1 \text{ m}$
 $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ (aceleración de la gravedad)
 $k_1 = 500 \text{ N/m}$. (constante elástica del resorte)
 $k_2 = 350 \text{ N/m}$. (constante elástica del resorte)

PT32. Escuela de Agricultura General Alvear, Mendoza.

Una bola de masa m y de radio R , está dentro de una esfera hueca de misma masa m y radio interno $2R$. La combinación se halla en reposo sobre la parte superior de una mesa como se ve en la figura a. Al soltar la bola esta gira hacia adelante y hacia atrás en el interior, hasta que finalmente se detiene en el fondo como se indica en la figura b.



- ¿Cuál será el desplazamiento de la esfera hueca?
- ¿Cuál es la ubicación del centro de masa luego del desplazamiento?
- ¿Qué sucedería si se desprecia la fricción?

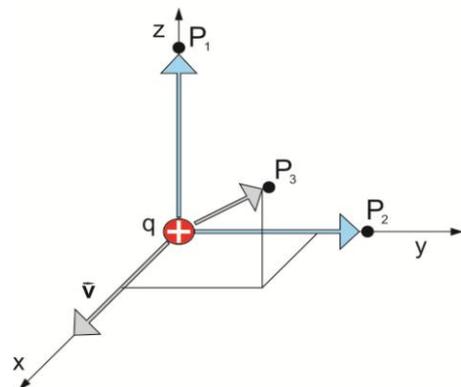
PT33. Escuela de Agricultura General Alvear, Mendoza.

Una carga puntual ($3e^-$) se desplaza en la dirección positiva x con una velocidad de $1,5 \cdot 10^6 \text{ m/s}$. Cuando se halla en el origen, calcule el campo magnético en

- $P_1: x=0, y=0, z=2\text{cm}$.
- $P_2: x=0, y=2\text{cm}, z=0$
- $P_3: x=1\text{cm}, y=1\text{cm}, z=1\text{cm}$.

Si al desplazarse en dicha dirección se encuentra con un campo magnético (perpendicular) B de $2 \cdot 10^{-3} \text{ T}$.

- ¿Cuál será la dirección de la carga?
- Realice una grafica del movimiento de la carga puntual.



PT34. Colegio Padre Ramón de la Quintana ENET Nro. 1 Prof. Vicente Aguilera Colegio Del Carmen y San José Instituto Superior FASTA Catamarca Escuela Secundaria Gustavo G. Levene Escuela Pre-Universitaria Fray Mamerto Esquiú San Fernando del Valle, Catamarca.

Juan es un obrero de la construcción que reside en la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca y los siguientes problemas se encuadran en los acontecimientos de un caluroso día viernes de trabajo.

Juan utiliza a diario una cinta métrica de acero profesional. Pueden leerse en una etiqueta las indicaciones del fabricante acerca de las dimensiones de la cinta y la

temperatura de referencia a la que dichas dimensiones han sido determinadas experimentalmente. La etiqueta dice:

Dimensiones:

- 25 m de largo
- 1,5 cm de ancho
- 0,8mm de espesor

Temperatura de referencia:

68°F.

- a) Obtenga la temperatura de referencia en °C.
- b) ¿Qué longitud total tiene la cinta métrica a una temperatura de 40 °C? Coeficiente de dilatación lineal del acero, $\alpha=1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.
- c) Juan utiliza su cinta de acero para medir una cierta longitud y obtiene como resultado 15,794 m. Determine la distancia real considerando que la medición se realizó a una temperatura de 40°C.
- d) Determine el valor de la diferencia entre la longitud real y la medida por Juan en el inciso c.
- e) Calcule la masa de la cinta métrica. Densidad del acero, $\delta_{\text{acero}}= 7,8 \text{ g/cm}^3$.
- f) ¿Qué cantidad de calor fue suministrada a la cinta métrica si al comienzo de la jornada la temperatura era de 55°F y la temperatura actual es de 40°C? Calor específico del acero, $C_e = 460 \text{ J/Kg K}$
- g) Exprese la cantidad de calor en calorías.

**PT35. Colegio Padre Ramón de la Quintana
ENET Nro. 1 Prof. Vicente Aguilera
Colegio Del Carmen y San José
Instituto Superior FASTA Catamarca
Escuela Secundaria Gustavo G. Levene
Escuela Pre-Universitaria Fray Mamerto Esquiú
San Fernando del Valle, Catamarca.**

Juan es un obrero de la construcción que reside en la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca y los siguientes problemas se encuadran en los acontecimientos de un caluroso día viernes de trabajo.

Una vez terminada su jornada de trabajo, Juan regresa en su moto a su hogar. Para ello recorre la Av. Sánchez Oviedo en dirección ESTE – OESTE, es decir, de manera tal que el camino presenta una pendiente ascendente. Se encuentra detenido frente a la luz roja del semáforo con la avenida totalmente despejada (nada impide a Juan seguir una trayectoria rectilínea). Al cambiar el semáforo a la luz verde avanza 200m con una aceleración constante de $0,8 \text{ m/s}^2$ y a partir de ese punto tarda 5 segundos en detenerse frente al siguiente semáforo, que le indica la luz roja.

- a) Calcule la velocidad alcanzada antes de comenzar el frenado.
- b) Exprese la velocidad del inciso a. en km/h.
- c) ¿Cuánto tiempo tarda en recorrer esos 200m?
- d) Obtenga la aceleración de frenado.
- e) Calcule la distancia necesaria para el frenado frente al segundo semáforo.
- f) Escriba la ecuación para la posición, la velocidad y la aceleración en función del tiempo correspondientes a la primera etapa del movimiento.
- g) Escriba la ecuación para la posición, la velocidad y la aceleración en función del tiempo correspondientes a la segunda etapa del movimiento.
- h) Realice una gráfica de $x=x(t)$, $v=v(t)$ y $a=a(t)$ que represente el movimiento completo, es decir, contemple ambas etapas del movimiento en un único gráfico.

Recuerde que Juan y su moto están recorriendo una pendiente ascendente. Considere que Juan tiene una masa igual a 80 Kg y su moto tiene 90 Kg. Si el coeficiente de rozamiento entre las ruedas del ciclomotor y el asfalto de la Av. Sánchez Oviedo es de 0,5:

- i) Realice el diagrama de cuerpo libre de la situación, suponiendo que la avenida tiene un ángulo de inclinación de 20° . Denote la fuerza que realiza el motor como F_M .
- j) Considere la primera etapa del movimiento. Determine el valor de la fuerza que realiza el motor de la moto.
- k) ¿Cuál sería el valor de la fuerza del motor si el camino no tuviera pendiente en este tramo del movimiento?

**PT36. Colegio Padre Ramón de la Quintana
ENET Nro. 1 Prof. Vicente Aguilera
Colegio Del Carmen y San José
Instituto Superior FASTA Catamarca
Escuela Secundaria Gustavo G. Levene
Escuela Pre-Universitaria Fray Mamerto Esquiú
San Fernando del Valle, Catamarca.**

Juan es un obrero de la construcción que reside en la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca y los siguientes problemas se encuadran en los acontecimientos de un caluroso día viernes de trabajo.

Al llegar a su casa, colabora con los preparativos del festejo del cumpleaños de su hermano menor. Para ello, debe realizar una conexión de cierta cantidad de focos con el fin de iluminar el ambiente donde se llevará a cabo el festejo. Debido a la localización de los tomacorrientes del lugar, decide que hará conexiones de dos focos entre sí con un cable.

En su caja de herramientas tiene un cable de cobre de diámetro igual a 1,29 mm. La extensión necesaria para el armado de la conexión es de 5m.

- a) Si la resistividad del cobre es igual a $1,78 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$ ¿Cuál es la resistencia de los 5m de cable?
- b) Suponga que la resistencia del punto anterior es medida a $20^\circ C$. ¿Cuál será la resistencia del cable a $0^\circ C$? ¿a $45^\circ C$? coeficiente de la temperatura de resistividad del cobre, $\alpha = 0,00393 \text{ } ^\circ C^{-1}$.

Las resistencias respectivas de dos focos son 400Ω y 800Ω . Juan decide que probará primero conectando los dos focos en **serie** a una línea de 155V de tensión eficaz (es decir, suponga que esta tensión es continua). Al responder las siguientes preguntas, desprecie la resistencia ofrecida por el cable de cobre utilizado en la conexión:

- c) Realice el esquema representativo del circuito.
- d) Obtenga la corriente y la caída de potencial en cada foco.
- e) Determine la potencia que disipa cada foco.
- f) Calcule la potencia total disipada por el conjunto.

Ahora, Juan realiza una prueba conectando los focos en **paralelo** a la línea de 155V, nuevamente, desprecie la resistencia del cable:

- g) Realice el esquema del circuito.
- h) Determine la corriente a través de cada bombillo.
- i) Calcule la potencia disipada por cada foco y la potencia total.

Determine cuáles son las conclusiones que obtuvo Juan al comparar las dos situaciones respondiendo las siguientes preguntas:

- j) Considere la conexión en serie, ¿cuál de los focos posee mayor luminosidad?
- k) Considere la conexión en paralelo, ¿cuál de los focos posee mayor luminosidad?
- l) ¿Qué combinación (serie o paralelo) produce mayor luminosidad en conjunto?

PT37. Instituto Jesús María
Escuela Nueva Juan Mantovani
Ciudad de Córdoba.

Un ciclista cuya masa es de 70Kg, montado sobre una bicicleta de 10 kg, se desplaza sobre una superficie horizontal con una rapidez de 5m/s, cuando comienza a acelerar a 2 m/s² durante 5 seg. El coeficiente de rozamiento cinético con el aire es 0,2 en los dos tramos.

- a) Realice el diagrama de cuerpo libre del conjunto ciclista-bicicleta, e identifique cuál es el cuerpo que produce la aceleración.
- b) Calcular la Fuerza resultante.
- c) Calcular la Fuerza total aplicada, teniendo en cuenta el rozamiento con el aire.
- d) Calcular la distancia recorrida.

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

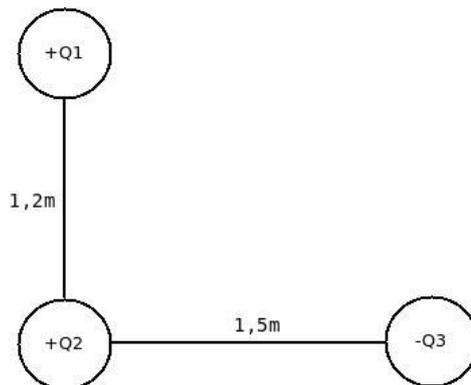
- e) Calcular el tiempo que transcurre hasta detenerse.
- f) Calcular la distancia recorrida sobre la rampa.
- g) Calcular la Energía disipada por rozamiento a lo largo de todo el recorrido.

PT38. Instituto Jesús María
Escuela Nueva Juan Mantovani
Ciudad de Córdoba.

Tres cargas eléctricas, de intensidad Q_1 , Q_2 y $-Q_3$ se encuentran en un espacio ideal vacío. Están separadas entre ellas como muestra la Figura 1. Considerando despreciable el efecto de la gravedad, se pide:



1. Encontrar una expresión para la fuerza resultante aplicada sobre Q_1 , y otra expresión para la fuerza resultante aplicada sobre Q_2 .
2. Encuentre una expresión para la intensidad de la carga Q_3 en función de Q_2 modo tal que la carga Q_1 se encuentre en equilibrio.
3. Si el valor de las cargas es, respectivamente, $3\mu\text{C}$, $5\mu\text{C}$ y $-8\mu\text{C}$, calcular la aceleración que recibirá Q_3 suponiendo que la masa de las tres cargas es de 0,1g.
4. Calcular la aceleración que recibirá Q_3 suponiendo que las cargas se encuentran dispuestas formando un triángulo rectángulo como muestra la figura 2.



Datos:

$$k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

**PT39. Instituto Jesús María
Escuela Nueva Juan Mantovani
Ciudad de Córdoba.**

Una pieza metálica de cobre de 900g se encuentra a una temperatura de 40°C y experimenta los siguientes procesos:

- **Etapa 1:** Es colocada en un horno durante 5 minutos hasta que alcanza una temperatura de 700°C.
- **Etapa 2:** Es arrojada a un recipiente que contiene 10 litros de agua destilada a 15°C.
- **Etapa 3:** Es colocada en otro horno cuya potencia es de 400 Kcal/h durante 15 minutos.

Suponiendo que las pérdidas de calor mientras ocurren las transiciones entre etapas es despreciable y que los hornos y el recipiente de la ETAPA 2 son adiabáticos, se pide:

- a) Calcular la potencia del horno utilizado en la ETAPA 1 (en Kcal/h).
- b) Calcular la temperatura que adquiere el cobre luego de cumplirse la ETAPA 2.
- c) Explicar en qué estado final queda el material luego de realizarse todo el proceso.

Datos:

Ce del Cobre: $0,093 \frac{cal}{g^{\circ}C}$ (en todos los estados)

Punto de Fusión del Cobre: 1083°C

Punto de Ebullición del Cobre: 2595°C

Calor de Fusión del Cobre: $42 \frac{cal}{g}$

Calor de Vaporización del Cobre: $1200 \frac{cal}{g}$

Densidad del Agua Destilada: $1000 \frac{g}{l}$

**PT40. Escuela Técnica ORT Nro. 2
Ciudad de Buenos Aires.**

José el nadador está entrenando para las Olimpiadas de Pekín en el 2008. Para eso decidió ir a entrenar a un río. El ancho del río es de 100m. José tiene una masa de 80kg.

- a) ¿Cuál es el tiempo que tarda José en cruzar el río si su velocidad es constante y de 5 km/h y quiere hacerlo en el menor tiempo posible? Indique en un esquema la trayectoria del nadador.

José quería ir del punto A al B que están exactamente enfrentados, pero no tuvo en cuenta la corriente del río que lo desplazó para la derecha y es de 4 km/h

- b) Determine la distancia que hay desde el punto A al C de tal modo que partiendo de C José llegue al punto B en el mismo tiempo que antes. Grafique la trayectoria.

Pero no todo es tan sencillo como parece, después de medio minuto de nadar desde C José reduce su velocidad en medio kilómetro por hora por el cansancio.

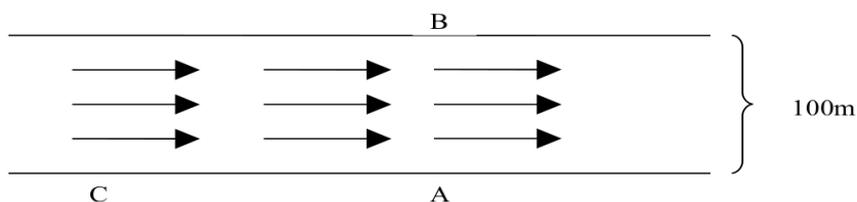
- c) ¿Cuánto tiempo tarda ahora en llegar al otro lado? ¿A qué distancia de B llega?

Los problemas no terminan y al lugar a dónde llegó José la orilla es intransitable y apenas puede recorrerse a pie, y para él su única opción es volver al punto B, ya que hay una cascada más a la derecha. Para que sea más complicado, en esa zona la velocidad de la corriente es de 6km/h. Por suerte no fue poco precavido y su amigo Martín que estaba cerca le lanzó dos patas de rana. José regresa a B en 6 segundos sólo valiéndose de las patas de rana. Suponemos que ejerce una fuerza constante con las mismas.

- d) ¿Cuál es la fuerza que tiene en las piernas José? ¿Cuál es la potencia de nuestro nadador?

Ahora José decide regresar al punto A. Pero en este caso no lo hará mirando hacia la orilla opuesta sino que lo hará formando un ángulo. La corriente del río en este momento es de 2,5 km/h y José está tan bien que no se cansará en el medio

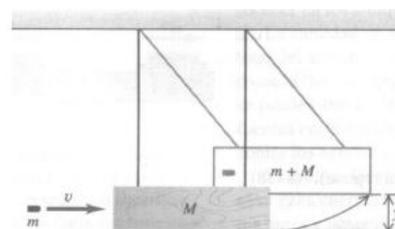
e) ¿Qué ángulo debe formar con la orilla para llegar justo al punto A? ¿Cuánto tiempo tarda en cruzar?



**PT41. Escuela Técnica ORT Nro. 2
Ciudad de Buenos Aires.**

Péndulo Balístico.

La figura muestra un péndulo balístico para medir la rapidez de una bala. La bala cuya masa es m , se dispara contra un bloque de madera de masa M , que cuelga de 2 hilos de masa despreciable, como un péndulo, y tiene un choque totalmente inelástico con él. Después del impacto, el bloque oscila hasta una altura máxima, llamada y .



- Utilizando conservación de la energía demostrar que la rapidez (V) del conjunto bloque - bala luego del impacto es: $V = \sqrt{2gy}$
- Demostrar que la rapidez de la bala es: $v_b = \frac{m+M}{m} \sqrt{2gy}$

Sabiendo que la masa de la bala es de 5 gramos, la masa del bloque de madera es de 2 kg y la altura y que alcanzan es de 3 cm.

- Calcular la rapidez de la bala.
- Suponiendo que en el impacto solamente hay transformación de energía en calor, determinar qué porcentaje de la energía cinética que tenía la bala antes del impacto se transformó en calor.
- Si la longitud de los hilos del péndulo es de 30 cm, calcular la tensión de los mismos en el instante en que el péndulo se encuentra en la posición más alta.
- Mientras el péndulo oscila, calcular la aceleración tangencial y la aceleración centrípeta del bloque en la posición más alta (cuando no tiene rapidez) y cuando pasa por la vertical (cuando su rapidez es máxima).

Datos: $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

En todo momento despreciar la fricción con el aire.

**PT42. Escuela Técnica ORT Nro. 2
Ciudad de Buenos Aires.**

Un recipiente, que puede considerarse adiabático (no intercambia calor con el medio ambiente), contiene 1 Kg de agua a temperatura ambiente. Un termómetro de mercurio, que se encuentra sumergido en el agua, indica que la temperatura del sistema es de 27°C. En el recipiente se vierte agua en estado de ebullición (100°C) y, cuando la temperatura del agua se estabiliza, el termómetro indica que la temperatura del sistema es de 50°C. La transferencia de calor al recipiente puede considerarse despreciable.

- a) ¿Cuál es la masa de agua en estado de ebullición que se agregó al recipiente? Tenga en cuenta que el calor específico del agua es $C_{\text{agua}} = 1 \text{ cal}/(^{\circ}\text{C g})$, y la masa de agua equivalente para el termómetro de mercurio es $m_{\text{eq}} = 10 \text{ g}$.
- b) Ahora se extraen de un congelador tres cubitos de hielo, de 20 g de masa cada uno y a una temperatura de -20°C , y se agregan al recipiente. Calcular la temperatura que indicará el termómetro cuando el sistema alcance el equilibrio.

Datos: Calor latente de fusión del hielo $L_{\text{hielo}} = 80 \text{ cal/g}$,
calor específico del hielo: $C_{\text{hielo}} = 0.53 \text{ cal}/(^{\circ}\text{C g})$,

PT43. EPES Nro. 54 Gobernador Juan José Silva
Ciudad de Formosa.

Un bloque A de masa 1 kg se empuja contra un muelle de constante de recuperación 1000 N/m comprimiéndolo 20 cm. Se deja libre y el muelle proyecta la masa sobre una superficie horizontal lisa y luego asciende por una inclinada 40° sobre la horizontal, que presenta un coeficiente de rozamiento con el bloque de 0,3.

1. Estudiar el movimiento del objeto de siguiendo los siguientes pasos:
 - a) Represente las fuerzas que actúan sobre A cuando el muelle está comprimido, en el ascenso y en el descenso.
 - b) Determinar la velocidad del bloque en el tramo horizontal.
 - c) La distancia desde la base que recorre en el plano inclinado hasta detenerse.
2. Si en la parte horizontal hay un bloque B de 2 kg en reposo y con el que colisiona A elásticamente después de descender y deslizarse por la parte horizontal, calcular las velocidades finales de cada bloque después del choque e indique el sentido de movimiento de cada uno.

PT44. EPES Nro. 54 Gobernador Juan José Silva
Ciudad de Formosa.

Consideremos la Tierra como una esfera de radio $R = 6370 \text{ km}$ que gira en torno a su eje y está aislada de interacciones gravitatorias externas. Se quiere poner en órbita un satélite artificial de 90 kg de masa a una distancia de la superficie de la Tierra igual a $2R$ en el plano del ecuador moviéndose en la misma dirección que la Tierra. Para ello se lanza el satélite desde un punto del ecuador dirigiendo el mismo verticalmente hacia arriba en el momento del despegue. Consideremos que el valor de la gravedad en el punto de lanzamiento es $9,8 \text{ m/s}^2$.

Calcular:

- a) La velocidad que debe llevar el satélite para permanecer en la órbita deseada
- b) La energía que ha habido que proporcionar al satélite para colocarlo en órbita.
- c) Tiempo que tarda el satélite en completar una órbita alrededor de la Tierra.
- d) Si se quiere reposicionar el satélite en una órbita que sea 5 veces el radio de la Tierra, ¿Qué energía suplementaria hay que proporcionarle?

PT45. EPES Nro. 54 Gobernador Juan José Silva
Ciudad de Formosa.

Por el punto medio entre las placas de un condensador plano, penetra un haz de electrones previamente acelerados por la aplicación de una diferencia de potencial de 1500V. Entre las placas separadas una distancia $d = 4 \text{ cm}$ y de longitud 6cm hay una tensión de 120V.

Calcular:

- a) La velocidad de los electrones al penetrar en el condensador.
- b) El campo eléctrico entre las armaduras, la velocidad y la desviación vertical que sufren los electrones a la salida del condensador, y_1 .
- c) Si a 50 cm de la salida del condensador se sitúa una pantalla fluorescente, determinar la desviación vertical del punto donde inciden los electrones respecto a la dirección inicial.

**PT46. Colegio San Jorge
Quilmes, Buenos Aires.**

Un avión que se mueve a una velocidad horizontal (respecto de la superficie de la tierra) de 720 km/h, deja caer una caja de 85 kg de masa.

A los 20 segundos el paracaídas se despliega. Considerando despreciable el efecto del viento antes de la apertura del paracaídas, determinar:

- a) El desplazamiento horizontal y vertical de la caja con respecto al punto donde el avión la deja caer al momento de la apertura del paracaídas.
- b) Calcular el módulo y el ángulo respecto de la horizontal de la velocidad de la caja justo en el momento en que el paracaídas comienza a desplegarse.

Una vez que el paracaídas se desplegó, y luego de unos segundos, se encontró que la velocidad vertical de la caja era 25 Km/h (constante).

- c) Realizar un diagrama de cuerpo libre e indicar la magnitud de la fuerza de rozamiento.
- d) Sabiendo que la caja recorre 400 metros verticales con el paracaídas abierto, determinar la energía total perdida a causa del rozamiento y el porcentaje de pérdida respecto del momento de lanzamiento.

Finalmente la caja entra en contacto con una rampa que, sin generarle pérdida energética, la desvía a una trayectoria horizontal. De ese modo, la caja impacta contra otra deformable de 180 Kg de masa. Luego del impacto, ambas cajas se desplazan juntas (ver diagrama) por una superficie con rozamiento. Sabiendo que el coeficiente de rozamiento dinámico entre la caja deformable y la superficie es de 0,45, determinar:

- e) La velocidad de las dos cajas justo después del impacto (antes de ingresar a la zona de rozamiento)
- f) la distancia recorrida por la zona de rozamiento al momento de detenerse.



Nota: la masa del paracaídas es despreciable respecto de la masa de la caja.

**PT47. Colegio San Jorge
Quilmes, Buenos Aires.**

Con el fin de construir una bobina de calentamiento, se utiliza un cable de sección circular de $2,75 \times 10^{-4}$ m de diámetro. El material del cable tiene una resistividad de $1,4 \times 10^{-6} \Omega \cdot m$. Se espera que el calentador disipe 950 w cuando se conecta a una fuente de 200 v cc.

- a) Calcular la resistencia total de la bobina.
- b) Calcular la longitud del cable de la bobina.

Tres calentadores idénticos se conectan de modo que dos de ellos queden en paralelo y el restante en serie.

- c) Determinar la resistencia total del circuito.

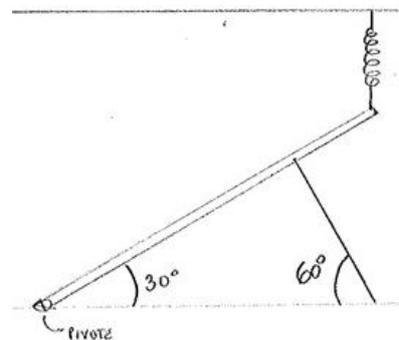
La energía disipada por ese sistema (utilizando una fuente de 200 v cc) se utiliza para calentar 40 litros de glicerol que se encontraban a 20 °C en un tanque de aluminio de 9 kg.

- d) Calcular la temperatura final del glicerol luego de 3 minutos de calentamiento.

Datos: δ glicerol = 1261 kg/m³; Punto de ebullición del glicerol= 290 °C; Calor específico del glicerol = 2430 J.Kg⁻¹.K⁻¹. Calor específico del aluminio =897 J.Kg⁻¹.K⁻¹.

**PT48. Colegio San Jorge
Quilmes, Buenos Aires.**

Una barra de masa uniforme de 12 kg y 10 m pivotea en uno de sus extremos con el suelo. En el otro extremo se encuentra sujeta a una viga superior fija mediante un resorte que se encuentra 30 cm estirado respecto de su posición de equilibrio. Además, a $\frac{3}{4}$ partes de su longitud, la viga se encuentra unida al suelo mediante un cable cuya tensión es 200 N. Observando el diagrama, determinar:



- a) La constante del resorte.
- b) La fuerza horizontal y vertical que realiza el pivote sobre la barra.

**PT49. Instituto Politécnico Superior General San Martín
Rosario, Santa Fe.**

Las Polilentes.

Un alumno del Politécnico desea averiguar la distancia focal de dos lentes delgadas, una positiva (LD+) y una negativa (LD-); para ello recurre a un banco óptico (BO), donde una lámpara fija oficia de objeto, mientras el portalente y la pantalla son móviles, siendo la longitud del banco de 5m.

- a) En primera instancia, coloca la LD+ en el portalente, y moviendo este, logra formar imagen en la pantalla en varias ocasiones, con distintas combinaciones de distancias objetos e imágenes; en una de las combinaciones, observa que con una distancia objeto de 1,5m, se forma imagen sobre la pantalla cuando esta se encuentra 0,75m detrás de la lente.
 - a.1) ¿Cuál es la distancia focal de la LD+?
 - a.2) Muestre en un esquema el trazado de rayos que permite la formación de la imagen para este caso.
 - a.3) ¿Qué tipo de imagen se formó sobre la lente? (posición, tamaño y naturaleza)
 - a.4) ¿Cuál es la máxima distancia objeto que podría usar en el BO para formar imagen dentro del mismo?
- b) En segunda instancia, intenta con la LD- , pero no logra recolectar imagen en la pantalla. ¿Podría recolectar imagen con un BO más extenso? Explique.
- c) Un compañero de la carrera de Óptica le recomienda adosar ambas lentes, y repetir el experimento; al hacerlo, resulta que recolecta imágenes con varias combinacio-

nes, y observa que con la lente a 2m de la lámpara, la imagen se forma 2m después de la lente. ¿Cuál es la distancia focal de la LD-?

**PT50. Instituto Politécnico Superior General San Martín
Rosario, Santa Fe.**

La dieta de Germán.

En los últimos meses Germán ha engordado bastante, alcanzando su récord de 85 kg. Por este motivo, va a empezar a hacer ejercicios y decide instalar una barra para poder ejercitar los brazos. Observa diversos modelos comerciales, y decide construir uno similar. La mayoría de estos consisten en dos cilindros concéntricos, con un resorte que fuerza que se separen (como se observa en la Figura 1) limitado por las paredes. Compra un resorte de longitud natural 1,5m para disponer entre los 80 cm de distancia entre las paredes.

Cuando logra construirla se da cuenta que no está tan fuera de estado, ya que logra elevar su cuerpo 10 veces, una altura de 30 cm, en 1 minuto.

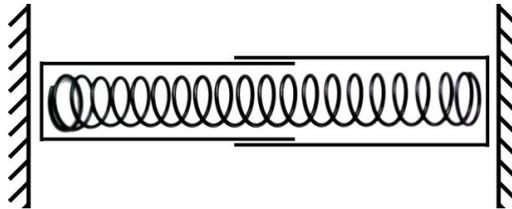


Figura 1: Esquema de la barra fabricada dispuesta entre dos paredes

- Dibuje un diagrama de cuerpo libre del sistema. Por facilidad se recomienda, considerar al sistema cilindros+resorte como una entidad única.
- Encuentre una expresión de la fuerza máxima que puede sostener la barra en función de la constante k del resorte. ¿Cuál será entonces el valor mínimo de k para que Germán no se caiga?
- ¿Cuánto trabajo realizó Germán para elevar su cuerpo? ¿Cuánta potencia fue necesaria?



Figura 2: Esquema de la posición al girar con el cuerpo contraído y su modelización.

Como los ejercicios de brazo estaban avanzando, Germán decide probar que tal se le da hacer volteretas. Así, va corriendo hacia la barra con la velocidad tal que cuando se cuelga le alcanza con lo justo para dar una vuelta. Como Germán flexionó sus piernas al llegar a la barra (izquierda en la Figura 2), una forma fácil de modelar al cuerpo humano es como una masa puntual (derecha en la Figura 2), responda

- ¿Cuánta energía cinética tiene Germán en el punto más alto?
- ¿Cuál es la velocidad inicial para que pueda dar una vuelta completa?
- ¿Es necesario modificar el k del resorte? Justifique. En caso afirmativo diga cuanto debería valer.

Si Germán no se contrae al girar, posiblemente un modelo más acertado sería pensarlo como un prisma de las dimensiones que se observan en la Figura 3.

- ¿Cuál sería la energía cinética en el punto más alto si el movimiento empezó con la misma velocidad, la del ítem 5?

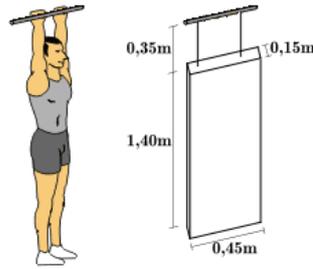


Figura 3: Esquema de la posición al girar con el cuerpo estirado y su modelización.

Datos: El momento de inercia de un prisma respecto a un eje que pasa por el centro de masa es

$$I_{prisma} = \frac{1}{12} m (a^2 + b^2)$$

donde a y b son las longitudes de los lados del prisma que son perpendiculares al eje de rotación

Coefficiente de roce entre cilindro-pared: $\mu_e = 0,6$

$m_{cilindros+resorte} = 2kg$

$m_{Germán} = 85kg$

PT51. Instituto Politécnico Superior General San Martín Rosario, Santa Fe.

El instrumento casero.

Cuando un conductor es circulado por una corriente y se lo somete a un campo magnético, se produce una interacción de carácter magnético. Uno de los primeros que experimentó sobre estas cuestiones fue Michael Ampère.

La expresión que describe la fuerza de interacción entre la corriente y el campo magnético se escribe a través del siguiente producto vectorial:

$$\vec{F} = I \vec{L} \times \vec{B}$$

donde \vec{L} representa un vector cuyo módulo coincide con la longitud total del cable y su sentido está dado por la circulación de la corriente; I representa la corriente que circula por el conductor y \vec{B} el campo magnético medido en Tesla (T).

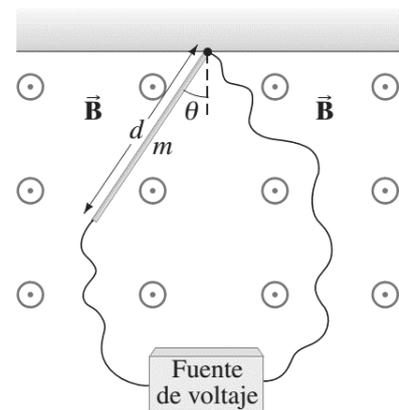
Con este principio se construye un dispositivo que permite medir la magnitud del campo magnético \mathbf{B} .

El mismo consta de una fuente de voltaje de 72V y una resistencia interna de 1Ω , a través de unos cables se conecta una varilla conductora. Los cables son lo suficientemente delgados y tienen resistividad y masa despreciable.

La varilla conductora es maciza, cilíndrica, con un largo de $1m$ y un diámetro de $1,95mm$, tiene una masa de $150g$ uniformemente distribuida. La aleación, con la cual fue fabricada, presenta una resistividad de $150 \times 10^{-7} \Omega m$.

Además cuelga mediante un pivote de libre fricción en el cual puede rotar libremente un ángulo θ desde su posición de reposo, si la fuerza magnética actúa sobre ella. Cuando entra en equilibrio, a través de la medición de dicho ángulo es posible determinar el campo magnético \mathbf{B} .

- ¿Cuál es el sentido de circulación de la corriente proveniente de la fuente de voltaje para la situación descrita en la figura?
- Esquematice las fuerzas actuantes a través de un diagrama de cuerpo libre.
- Encuentre la expresión del instrumento que vincula el campo magnético con el ángulo a medir.



- d) ¿Qué intensidad de corriente circula por el instrumento?
 e) Para un ángulo $\theta = 13^\circ$, ¿cuál el valor del campo magnético existente?
 f) ¿Cuál es el valor máximo de campo magnético que puede medirse con este instrumento?

**PT52. Colegio Universitario Central Gral. José de San Martín
 Ciudad de Mendoza.**

En el interior de un ascensor es abandonada una pequeña esfera A desde una altura de 2,0 m en relación al piso del ascensor. En el mismo instante y sobre la misma vertical es lanzada del piso del elevador otra esfera B con velocidad inicial $v_0=5,0$ m/s en dirección a la esfera A.

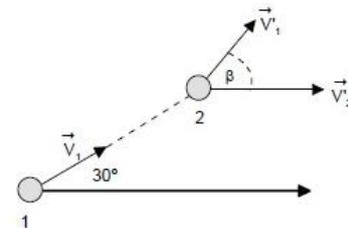
Desprecie la resistencia del aire, tome la aceleración de gravedad como $g=10\text{m/s}^2$ y considere que la velocidad v_0 es dada siempre en relación al piso del ascensor.

Determine a qué distancia del piso del ascensor ocurre el encuentro entre las esferas para los siguientes casos: Analice los siguientes casos,

- a) El ascensor está parado en relación al suelo
 b) El ascensor sube acelerado con $a_1 = 2,0$ m/s²
 c) El ascensor baja acelerado con $a_2= 12,0$ m/s²

**PT53. Colegio Universitario Central Gral. José de San Martín
 Ciudad de Mendoza.**

Efren Reyes uno de los mejores jugadores de billar de la historia realiza el tiro que se representa en la figura. La bola 2 se encuentra inicialmente en reposo y la bola 1, antes del choque, tiene una velocidad v_1 en la dirección que se indica. Después del choque la bola 2 sale en la dirección indicada con una rapidez v'_2 . Las masas de las bolas son idénticas.



Recuerde que el coeficiente de restitución “e” es una medida del grado de conservación de la energía cinética en un choque entre partículas clásicas, una expresión para el mismo es:

$$e = - \frac{v_{2f} - v_{1f}}{v_{2i} - v_{1i}}$$

(Ayuda: en la expresión anterior se debe tener en cuenta que la velocidad es una magnitud vectorial)

- a) Determine la mínima rapidez posible v'_2 en función de v_1 .
 b) Si $v_1 = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ y $e = 0,5$ determine la rapidez v'_2 .
 c) Con los datos calculados en ítem b halle el ángulo β .

**PT54. Colegio Universitario Central Gral. José de San Martín
 Ciudad de Mendoza.**

1- Radiación Electromagnética. Todo cuerpo, aún a temperaturas ordinarias, emite energía en forma de radiación electromagnética. La intensidad (potencia por unidad de área) irradiada por un cuerpo a una temperatura absoluta T se puede expresar con la ley de Stefan-Boltzmann como sigue:

$$I=e\sigma T^4$$

donde σ es una constante física fundamental llamada constante de Stefan-Boltzmann (cuyo valor numérico es 5.67×10^{-8} W/m²K⁴), y e es la emisividad, un numero

adimensional entre 0 y 1 que depende de la naturaleza de la superficie. Los objetos para los cuales e es igual a 1, se llaman cuerpos negros.

Una propiedad importante de la intensidad transmitida por ondas electromagnéticas es que, como en todo fenómeno ondulatorio, si las ondas se propagan igualmente en todas las direcciones a partir de una fuente puntual, las intensidades I_1 y I_2 a distancias r_1 y r_2 (respectivamente) de la fuente satisfacen la siguiente relación:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{r_1^2}{r_2^2}$$

Radiación Solar. La principal fuente de calor que recibe la tierra proviene del sol, el cual está continuamente radiando energía en forma de ondas electromagnéticas. Sin embargo, no toda la radiación interceptada por la tierra es absorbida, ya que una fracción de la energía incidente es reflejada de regreso al espacio, principalmente por las nubes (20%), por los constituyentes atmosféricos (6%), y por la superficie terrestre (4%). La temperatura en la superficie del sol es de aproximadamente 5790 °C, su radio es $6.96 \times 10^8 \text{m}$, la distancia entre los centros del sol y la tierra $1.5 \times 10^{11} \text{m}$, y el radio terrestre es $6.4 \times 10^6 \text{m}$.

- Calcule la potencia electromagnética que absorbe la Tierra debido a la radiación solar, suponiendo que el sol emite como cuerpo negro y como una fuente puntual desde su centro, y que el área de absorción de la Tierra es el de un disco circular de radio terrestre.
- Calcule la temperatura (en °C) de equilibrio en la superficie de la Tierra, suponiendo que la tierra emite como cuerpo negro y su área de emisión es el de una esfera. (Ayuda: la temperatura de equilibrio es aquella para la cual la potencia total absorbida es igual a la potencia total emitida)

Efecto Invernadero. La vida en la tierra es posibilitada por la presencia de ciertos gases atmosféricos, llamados “gases de invernadero”, que absorben la radiación infrarroja emitida por la superficie terrestre. Parte de esta radiación absorbida es reemitida hacia las partes superiores de la atmósfera, mientras que otra parte es reemitida hacia la superficie de la tierra calentándola por encima del valor de temperatura calculado en b). Teniendo en cuenta que la potencia absorbida por la superficie terrestre debida a esta reemisión infrarroja de los gases de invernadero es $1.66 \times 10^{17} \text{W}$ y que, además, la superficie terrestre absorbe el 29% de la radiación solar absorbida por la Tierra (calculada en el ejercicio a):

- Calcule la temperatura de equilibrio (°C) en la superficie de la Tierra.

2- Una de las teorías sobre el cambio climático afirma que por causa del aumento excesivo de los gases de invernadero en la atmósfera se están derritiendo los glaciares. Con el fin de analizar la veracidad de la afirmación anterior, un grupo de científicos recrean en su laboratorio un paisaje glaciar, extraen un gran trozo de hielo de masa m_1 del Perito Moreno¹ y lo colocan en un tanque aislado con una masa m_2 de agua a 10°C. Teniendo en cuenta que el fragmento de hielo se encuentra a una temperatura inicial de -20°C, calcule la relación entre las masas (m_1/m_2) para los siguientes casos:

- el equilibrio térmico se obtiene con todo hielo a -5 °C
- el equilibrio térmico se obtiene con todo líquido a 0 °C
- el equilibrio térmico se obtiene con todo líquido a 5 °C

Constantes termodinámicas de las sustancias implicadas:

Calor específico del hielo: 2.093 J/gK

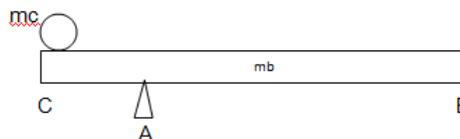
Calor latente de fusión del hielo: 333.7 J/g

Calor específico del agua del tanque es: 4.186 J/gK

¹ El glaciar Perito Moreno es una gruesa masa de hielo ubicada en el departamento Lago Argentino de la provincia de Santa Cruz, en el sudoeste de la Argentina, en la región de la Patagonia.

PT55. Instituto Nuestra Señora de Lourdes
Porteña, Córdoba.

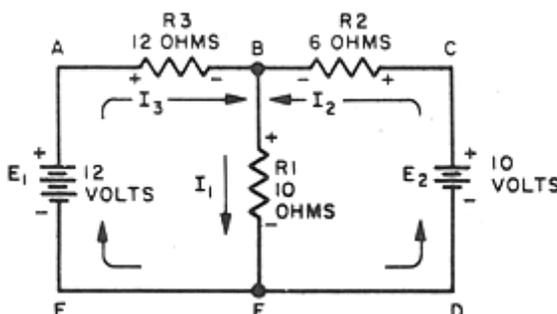
Considere una barra rígida de largo $L = 4 \text{ m}$ y masa $m_b = 20 \text{ kg}$, apoyada como se indica en la figura. Un cuerpo de masa $m_c = 50 \text{ kg}$ se apoya sobre el extremo C de la barra, a una distancia $L_1 = 1 \text{ m}$ al punto de apoyo A.



- Determine la fuerza que se debe aplicar en el extremo B de la barra para lograr una situación de equilibrio como la indicada en la figura.
- Determine la reacción del piso sobre el apoyo (A).

PT56. Instituto Nuestra Señora de Lourdes
Porteña, Córdoba.

Calcular las intensidades de la corriente:



PT57. Instituto Nuestra Señora de Lourdes
Porteña, Córdoba.

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

PT58. EPET Nro. 4 Juan Agustín Larrus
Colegio Secundario Valle Argentino
General Acha, La Pampa.

Desafío eco.

La escuela epet n° 4 esta participando, este año en el campeonato argentino de auto desafio eco, en el cual participan autos con motor electrico de 36 volt que es alimentado con 3 baterias de 12 volt y 12 amper hora. Dichas baterias no pueden ser recargada en ningun momento de la competencia.

Consigna

- ¿de qué forma se deben conectar las baterias para poder alimentar el motor y cual será su corriente y tensión?

- b) La carrera con la clasificación dura 1:45 horas. Si el rendimiento del auto es óptimo ¿qué corriente debería ir consumiendo para llegar al final de la misma?
- c) Si el auto fuera consumiendo 8 amper ¿llegará al final?
- d) La potencia del motor es de 350 watt ¿cual sería la resistencia que produce el motor en cada caso anterior?

PT59. EPET Nro. 4 Juan Agustín Larrus
Colegio Secundario Valle Argentino
General Acha, La Pampa.

Una nadadora de general acha participa en Colombia de un campeonato olímpico panamericano y llega a las finales de 100 metros. Ésta chica sabe que llega en 5 seg a su velocidad máxima que es de 2,5 m/s. Siguiendo con velocidad constante hasta el final.

Su rival que le puede ganar tarda 4,5 seg en llegar a su velocidad máxima que es 2,45 m/s. También siguiendo con velocidad constante hasta el final.

Consigna

- a) ¿qué aceleración tiene cada una las nadadoras?
- b) ¿qué distancia necesitan para llegar a su máximo de velocidad?
- c) ¿cuánto tarda cada una de las nadadoras para llegar a los 100 metros?
- d) ¿en qué momento se encuentra antes de los 100 metros? ¿o necesita más distancia? Determinar los valores.
- e) Realizar un gráfico

PT60. EPET Nro. 4 Juan Agustín Larrus
Colegio Secundario Valle Argentino
General Acha, La Pampa.

El aire en la rama cerrada de un barómetro a presión normal, alcanza a un volumen que equivale a 65 cm. ¿cuál será el nuevo nivel si la presión ejercida fuera de 40 kgf/cm² y cuánto se elevará el hg?

PT61. Colegio Nicolás Avellaneda
Aguilares, Tucumán.

Removiendo escombros.

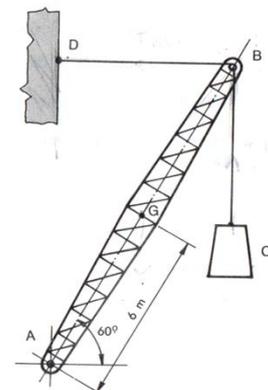
En el Colegio Nicolás Avellaneda necesitan remover unos escombros que quedaron después de reformar algunas aulas.

Para ello y facilitar la tarea, hacen ingresar por el patio trasero una grúa.

La grúa debe soportar aproximadamente un peso de 2500 \vec{kg} en posición tal que $\beta = 60^\circ$.

El peso de la grúa es de 800 \vec{kg} . Con estos datos y observando la figura se pide calcular:

- a) El valor de la tensión en la cuerda BC.
- b) El valor de la tensión en la cuerda BD.
- c) La reacción en el punto a y sus componentes vertical y horizontal.
- d) La tensión en la pared RD.



**PT62. Colegio Nicolás Avellaneda
Aguilares, Tucumán.**

Un deporte de invierno en bariloche.

Una típica práctica durante el invierno en el Cerro Cathedral de Bariloche son los saltos de esquí. En esta modalidad deportiva, los espectadores se mantienen atentos desde que el atleta inicia el descenso por la pista hacia el trampolín hasta que, tras saltar al "vacío", realiza un estético vuelo, aterriza suavemente, frena y se detiene.

En la **figura 1**, se representa la pista de saltos que consta de cuatro partes: la primera es la zona de aceleración, sin velocidad inicial, descienden por una pronunciada pendiente hasta el trampolín, en el que la pendiente se reduce hasta un ángulo α . En el borde S del trampolín, el saltador inicia el vuelo sobre la zona de salto, que tiene forma aproximadamente parabólica y una longitud L característica de la instalación: se habla así de pistas de 50, 80 o 90 m.

La tercera zona, P - K, es la de aterrizaje, de longitud M y pendiente constante de ángulo β . A partir del límite K de esta región, el denominado punto crítico, se inicia la cuarta zona, de frenado, en la que no debe producirse el aterrizaje pues disminuye rápidamente la pendiente y el impacto sería peligroso.

Se fija la altura h_0 del punto de salida respecto al borde S del trampolín. Los principales parámetros de un gran trampolín, ($L \approx 90$ m), se encuentran indicados en el cuadro de datos de la figura 1.

- a) Suponiendo que en el descenso por la zona de aceleración (desde la salida hasta el punto S), el rozamiento con el suelo y el aire disipan una energía Q que es igual al 20 % de la energía mecánica inicial, determine y calcule el módulo de la velocidad de despegue del saltador, v_0 , sabiendo que ha iniciado el descenso, sin velocidad inicial, desde una salida con la altura h_0 dada en los datos que se encuentran debajo de la figura.

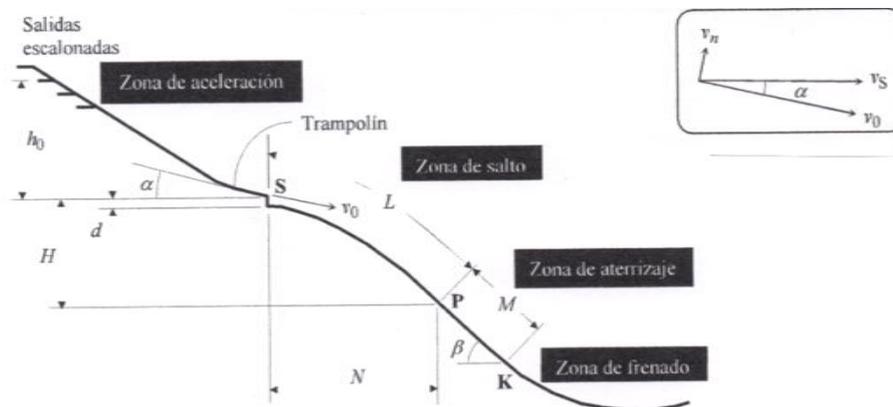


Figura 1

Datos:

- $H = 43$ m
- $N = 49$ m
- $M = 22$ m
- $H = 43$ m
- $d = 4$ m
- $\alpha = 7^\circ$
- $\beta = 40^\circ$
- $h_0 = 46$ m
- $g = 9,8$ m/s²

- b) A pesar de que el trampolín tiene una pendiente final descendente α , la velocidad real de salida del saltador, v_s , es prácticamente horizontal, pues se da un impulso perpendicular a la pista justo antes de iniciar el vuelo. Para ello, el saltador

desciende con las piernas flexionadas y las extiende en el extremo final del trampolín, haciendo un gesto similar al de un salto, sin carrera, perpendicular al suelo.

Así, además de descender en una postura más aerodinámica, consigue imprimirse una velocidad v_n perpendicular al trampolín y alargar el salto. (Observa el diagrama vectorial indicado en la **(Figura 1)**).

Calcule cuál debe ser el valor de la velocidad v_n .

- Sobre la **figura 2**, haga una representación gráfica de la trayectoria y determine aproximadamente el punto C de aterrizaje, con sus correspondientes coordenadas x_c e y_c .
- Determine las componentes de la velocidad v_f del saltador cuando toca la pista en la zona de aterrizaje. Calcule el ángulo ϕ que forma la velocidad con el eje OX.
- Determine y calcule el ángulo, ϕ , que forma la velocidad final v_f con la pista.

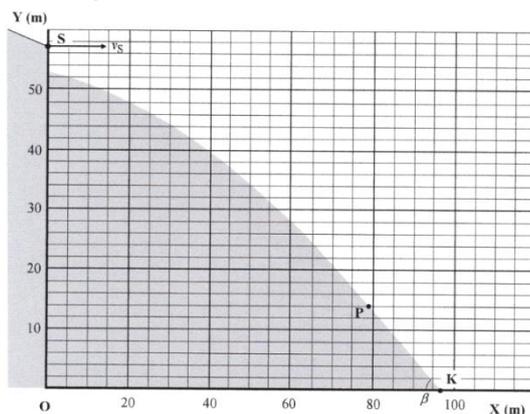


Figura 2

PT63. Colegio Nicolás Avellaneda Aguilares, Tucumán.

En el laboratorio de Física de nuestro colegio realizamos una experiencia con nuestros alumnos que practican para las Olimpiadas. Dentro de un calorímetro cuyo equivalente en agua es 25 g, colocamos 60 g de agua a 25 ° C, y le agregamos 100 g de hielo a -10°C y dos bolillas de acero de 10mm de diámetro a 20 °C.

Sumergimos en el líquido una resistencia eléctrica conformada por un rollo de alambre de cobre de 60 cm de longitud y de 0,04 mm de diámetro, que se encuentra a una temperatura de 20°C.

La resistencia se alimenta con un porta pilas de 2 elementos conectados en serie de 1,5V y $\eta = 0,05\Omega$ cada uno.

El calorímetro se tapa y se considera un sistema adiabático. Accionamos el interruptor cerrando el circuito eléctrico de la resistencia hasta que el termómetro que registra la temperatura del interior del calorímetro indica 60° C.

- ¿Cuál es la intensidad de la corriente que circula por la resistencia?
- ¿Qué tiempo debe funcionar la resistencia?
- ¿Cuánto de energía consume la resistencia, si el rendimiento del calorímetro es del 98%?

Datos:

$$\rho_{cu} = 1,7 \cdot 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$$

$$C_{yhielo} = 0,53 \frac{\text{cal}}{\text{g}} \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$C_{eH_{2o}} = 4180 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}}$$

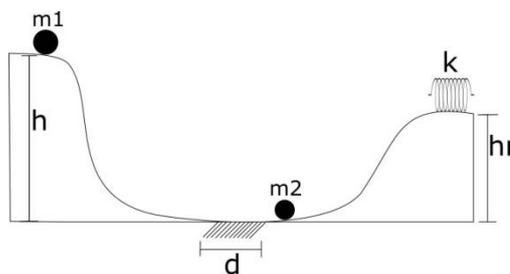
$$\delta_{h_{2o}} = 1 \text{ g/cm}^3$$

$$C_{ecu} = 0,0092 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$C_{fhielo} = 80 \frac{\text{cal}}{\text{g}}$$

**PT64. Escuela Técnica ORT - Sede Almagro
Ciudad de Buenos Aires.**

En el circo están pensando un nuevo show para la función que se estrenará en la próxima temporada. Saben que el lugar del show tiene dos colinas, una de altura h y otra de altura h_r . Entre ambas colinas se encuentra una sección plana por la cual debe pasar una alfombra de largo d y coeficiente de rozamiento μ , el esquema de la sala se puede ver en la figura.



La idea del show es poner al payaso del circo en lo alto de una colina con una bicicleta (que vamos a modelar como una masa puntual), luego de la alfombra poner una gran pelota de manera tal que cuando el payaso la choque la misma suba hasta lo alto de la segunda colina en donde se encuentra un resorte industrial de dureza K que se contraerá y volverá a mandar la pelota hacia el payaso para finalmente tirarlo al piso en simultáneo con el comienzo de la banda del circo.

Para determinar la viabilidad del acto deciden hacer física. Pesan al payaso y a la pelota determinando sus masas en m_1 y m_2 respectivamente. Se pide:

- Calcular la velocidad en la base de la colina en función de h , m_1 , g .
- Calcular la velocidad del payaso luego de pasar por la alfombra. ¿Cuál debe ser la longitud de la alfombra para que el payaso quede quieto luego de ese trayecto?
- Si la longitud de la alfombra no logra frenarlo, ¿cuál es la velocidad de la pelota luego del choque (si se considera perfectamente elástico)?
- La pelota, ¿llega a lo alto de la colina para comprimir el resorte?
- Calcular cuánto se comprime el resorte en función de los datos.

**PT65. Escuela Técnica ORT - Sede Almagro
Ciudad de Buenos Aires.**

Un motor de vapor puede modelarse de manera esquemática como un gas ideal en un recinto cilíndrico de volumen V y un pistón en la tapa del mismo. El ciclo del motor puede modelarse de la siguiente manera:

- Se calienta el gas a volumen V constante desde la presión inicial p_1 hasta que ésta se duplica.
- Luego se expande isotérmicamente hasta que la presión alcanza su valor inicial.
- Por último se disminuye el volumen a presión constante hasta el valor inicial.

Si todos los procesos son reversibles, se pide:

- Representar estas transformaciones en el plano pV y en el pT .
- Calcular el trabajo que se entrega en la transformación si $p_1 = 2 \text{ atm}$ y $V_1 = 4 \text{ m}^3$
- Indique por cuál proceso o conjunto de procesos deberá ser reemplazado el último de ellos para que, llevando el sistema a su estado inicial, el trabajo total sea nulo.

**PT66. Escuela Técnica ORT - Sede Almagro
Ciudad de Buenos Aires.**

Ernesto quiere diseñar el sistema eléctrico de su habitación. Considerando el uso que le va a dar a la misma determinó que sólo necesita un enchufe y una lamparita, por lo que una aproximación a su diseño puede verse en la figura 2. Como no confía del todo en su diseño decide consultar con un electricista que le recomienda agregar una resistencia más para regular la corriente como se muestra en la

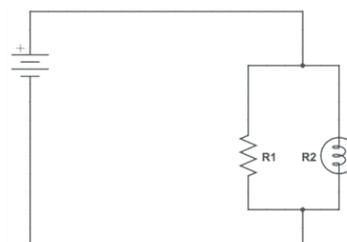
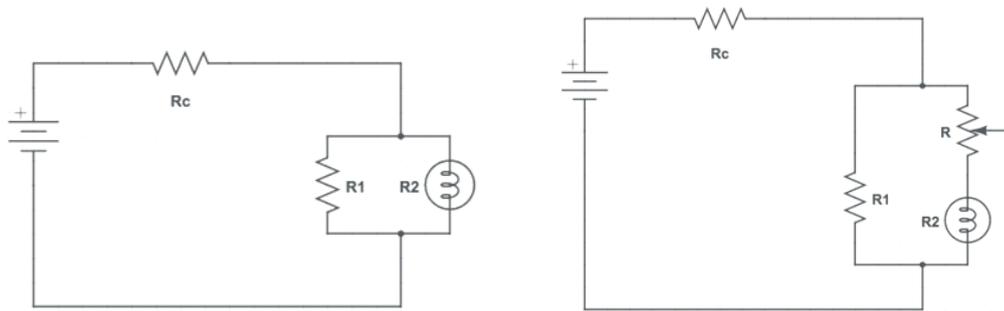


figura 3. Ernesto, desconfiado de la recomendación del electricista decide estudiar el circuito.



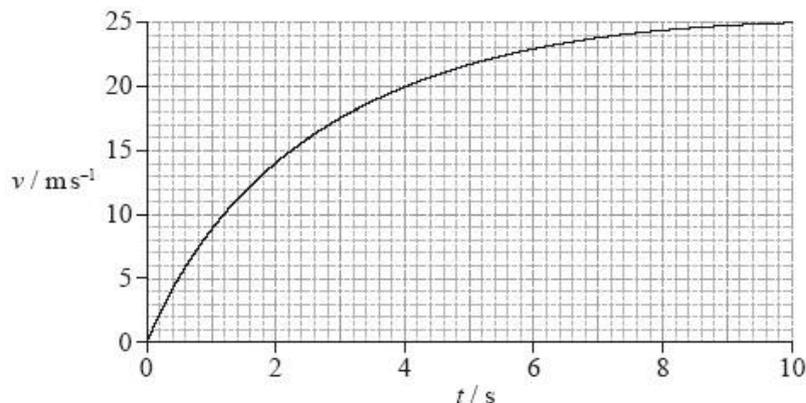
Considerando el voltaje V como dato, se pide:

- Calcular la corriente y la potencia sobre cada uno de los elementos del circuito. ¿Cuál es el rol de R_c ? ¿Por qué?
- Ernesto se pone en contacto con la empresa que le brinda el servicio de luz y averigua que en días de tormenta el voltaje que le brinda la empresa puede tener un pico del 25% por sobre el valor normal. Si sabe que el equipo que va a conectar (simbolizado por R_1) soporta una corriente máxima dada por I_{max} , ¿cuál debe ser el valor de R_c para que la corriente sobre el equipo sea siempre más chica que I_{max} ?
- Ahora se decide instalar un dimmer para poder regular la luz de la lamparita (como se puede ver en la figura 4), por lo que se agrega antes de R_2 una resistencia variable cuyo valor es proporcional a su longitud: $R_d = (1-x)R$, con $x \in [0; 1]$. Calcular la potencia disipada en la lamparita R_1 en función de los datos. Compararla con el caso en el que no está el dimmer.
- Si los valores que toman las resistencias son: $R_c = R/2$, $R_1 = 2R$ y $R_2 = R/4$, graficar la potencia disipada en R_2 en función de los datos. ¿Existe un máximo de consumo para la lamparita con el dimmer? Justificar.

**PT67. Escuela Escocesa San Andrés
Olivos, Buenos Aires.**

Esta pregunta es acerca de la mecánica y la física térmica.

1. El gráfico muestra la variación con el tiempo t de la velocidad v de una bola de masa de 0,50 kg, que ha sido liberado del reposo sobre la superficie de la Tierra.



La fuerza de resistencia del aire **no es despreciable**. Suponga que la aceleración de caída libre es $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$.

- Estado, sin ningún cálculo, cómo el gráfico podría ser utilizado para determinar la distancia caída.
- En el siguiente espacio, dibujar y flechas de la etiqueta para representar las fuerzas sobre la pelota en 2.0 s.

ball at
 $t = 2.0 \text{ s}$

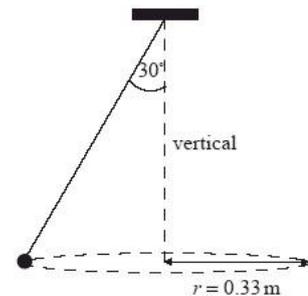
Earth's surface

- ii) utilizar el gráfico opuesto al mostrar que la aceleración de la pelota en 2.0 s es de aproximadamente 4 ms^{-2} .
 - iii) Calcular la magnitud de la fuerza de resistencia del aire en la pelota en 2,0 s.
 - iv) Estado y explique si la resistencia del aire en la pelota en $t = 5.0 \text{ s}$ es menor, igual o mayor que la resistencia del aire en $t = 2.0 \text{ s}$.
- c) Después de 10 s que la pelota ha caído 190 m.
- i) Demuestre que la suma de las energías potencial y cinética de la pelota se ha reducido en 780 J.
2. El calor específico de la bola es $480 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Estimar el aumento de la temperatura de la pelota.

**PT68. Escuela Escocesa San Andrés
Olivos, Buenos Aires.**

Esta pregunta es sobre el movimiento circular.

Una bola de masa de 0,25 kg se une a una cadena y se hace girar con la velocidad v constante a lo largo de un círculo horizontal de radio $r = 0,33 \text{ m}$. La cadena está unida al techo y hace un ángulo de 30° con la vertical.

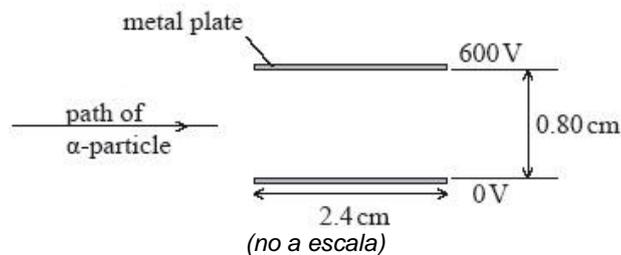


- a) Determinar la velocidad de rotación de la bola.

**PT69. Escuela Escocesa San Andrés
Olivos, Buenos Aires.**

Esta pregunta es sobre el movimiento de una partícula cargada en un campo eléctrico.

- a) Un α -partícula de masa m y la carga $4 u 2 e$ se acelera desde el reposo en un vacío a través de una diferencia de potencial de 2,4 kV. Demostrar que la velocidad final de la α -partícula es $4.8 \times 10^5 \text{ ms}^{-1}$.
- b) La α -partícula está viajando en una dirección paralela a y a medio camino entre dos placas de metal paralelas.



Las placas de metal son de longitud de 2,4 cm y su separación es de 0,80 cm. La diferencia de potencial entre las placas es de 600 V. El campo eléctrico es uniforme en la región entre las placas y es cero fuera de esta región.

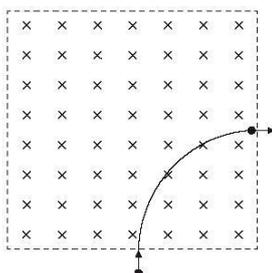
- i) calcular la magnitud del campo eléctrico entre las placas.

- ii) Demostrar que la magnitud de la aceleración de la α -partícula por el campo eléctrico es de $3,6 \times 10^{12} \text{ ms}^{-2}$.
- c)
 - i) Calcular el tiempo que tarda la α -partículas a viajar una distancia horizontal de 2,4 cm paralelo a las placas.

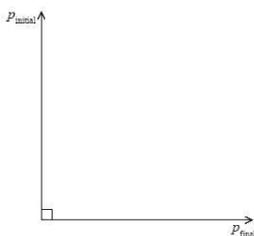
PT70. Escuela Escocesa San Andrés
Olivos, Buenos Aires.

Esta pregunta es sobre el movimiento en un campo magnético y la inducción electromagnética

Un electrón, que se ha acelerado desde el reposo por una diferencia de potencial de 250 V, entra en una región de campo magnético de fuerza 0,12 T que se dirige hacia el plano de la página.



- a) El camino del electrón mientras que en la región de campo magnético es un cuarto de círculo. Demostrar que la
 - i) la velocidad del electrón después de la aceleración es de $9,4 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$.
 - ii) el radio de la trayectoria es de $4,5 \times 10^{-4} \text{ m}$.
 - iii) el tiempo que el electrón pasa en la región del campo magnético es de $7,5 \times 10^{-11} \text{ s}$.
- b) El siguiente diagrama muestra el momento del electrón, ya que entra y sale de la región de campo magnético. La magnitud del momento inicial y el impulso final es $8,6 \times 10^{-24} \text{ Ns}$.

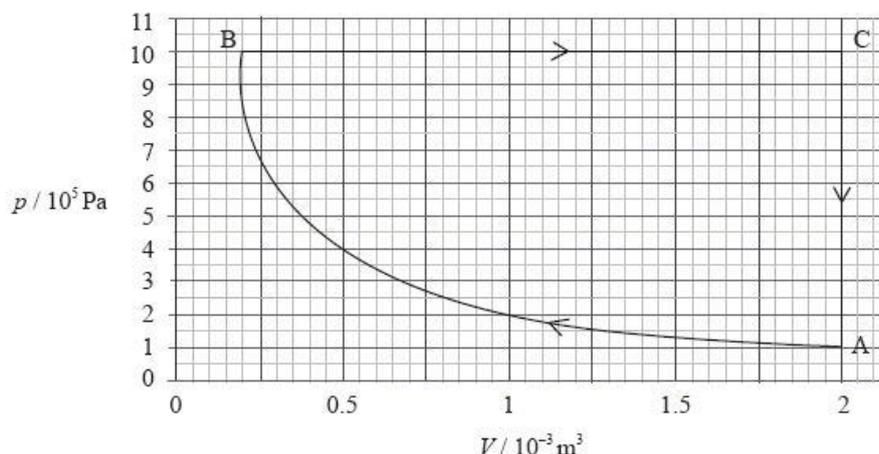


- i) En el diagrama anterior, dibuje una flecha para indicar el vector que representa el cambio en el momento del electrón.
- ii) Demostrar que la magnitud del cambio en el impulso del electrón es $1,2 \times 10^{-23} \text{ Ns}$.
- iii) Estimar la magnitud de la fuerza media sobre el electrón.

PT71. Escuela Escocesa San Andrés
Olivos, Buenos Aires.

Esta pregunta es acerca de un gas ideal.

- a) El gráfico muestra una presión-volumen (P - V) la relación de una masa fija de un gas ideal.



El gas se somete a un ciclo de tres etapas AB, BC y CA.

- Identificar el isocórico (isovolumétrica) cambio de estado.
 - el uso de datos de la gráfica para mostrar que el cambio AB es isotérmico.
 - Calcule el trabajo realizado por el gas en el cambio antes de Cristo.
- b) La cantidad de gas en la parte (a) es 0,74 mol.
Calcular la temperatura máxima del gas durante el ciclo en la parte (a).
- c) La masa fija de gas se calienta desde la temperatura T_1 a T_2 a volumen constante. Explicar por qué, si esta masa fija de gas se calienta desde T_1 a T_2 a presión constante, la cantidad de energía requerida es diferente.

**PT72. Escuela Escocesa San Andrés
Olivos, Buenos Aires.**

Esta pregunta se refiere a la energía interna y energía térmica (calor).

- b) una pieza de hierro se coloca en un horno hasta que alcanza la temperatura θ del horno. El hierro se transfiere rápidamente a agua contenida en un recipiente aislado térmicamente. El agua se agita hasta que alcanza una temperatura constante. Se dispone de los siguientes datos.

La capacidad térmica de la pieza de hierro = 60 JK^{-1}

La capacidad térmica del agua = $2,0 \times 10^3 \text{ JK}^{-1}$

La temperatura inicial del agua = 16°C

Temperatura final del agua = 45°C

La capacidad térmica del recipiente y el aislamiento es insignificante.

- Estado una expresión, en términos de datos y θ lo anterior, para la transferencia de energía del hierro en enfriamiento desde la temperatura del horno a la temperatura final del agua.
- Calcular el aumento de la energía interna del agua como el hierro se enfría en el agua.
- Utilice sus respuestas a (b) (i) y (b) (ii) para determinar θ .

**PT73. Instituto Tecnológico del Comahue
Escuela Provincial de Educación Técnica Nro. 14
Ciudad de Neuquén.**

Considerando una máquina de pinball:

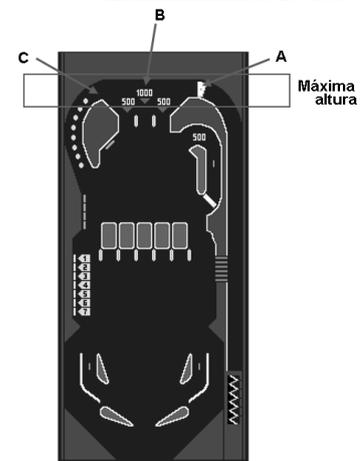
Sí se tiene en cuenta que consiste en un tablero en el cual una bolilla de metal de masa m es lanzada por un lanzador mecánico accionado por la energía acumulada en un resorte debajo del mismo (con una constante de $1,20 \text{ N/cm}$).

La superficie sobre la que se mueve la bola esta inclinada a 15° respecto de la horizontal.
Se desprecia la fuerza de rozamiento de la bolilla con el tablero, la fricción y la masa del embolo.

Nota: Considerar que la aceleración de la gravedad es 10 m/s^2 .



- Analizar y expresar cuanto será necesario comprimir el resorte para que la bolilla llegue a una altura máxima, si la masa de la misma es de 100 gramos y el largo del tablero es de 1,05 metros.
- Plantear el diagrama de cuerpo libre para la bolilla si se encuentra en los puntos A, B y C.
- Averiguar el valor de la fuerza que atrae a la bolilla hacia el depósito inferior una vez alcanzado la altura máxima.



Averiguar la fuerza que es necesaria hacer para comprimir al resorte de forma tal que al soltarlo llegue al punto A, B y C. La distancia entre A y C es de 46cm.

**PT74. Instituto Tecnológico del Comahue
Escuela Provincial de Educación Técnica Nro. 14
Ciudad de Neuquén.**

Si se desea medir una resistencia eléctrica se puede utilizar un voltímetro y un amperímetro y luego aplicar ley de ohm para establecer el valor de dicha resistencia. El problema de éste método se basa en que el voltímetro no cuenta con una resistencia infinita en su interior y la resistencia interna del amperímetro no es nula, por lo tanto al usar este método se está introduciendo un error en la medición. Ese error depende de cómo se conecten los instrumentos, dependiendo de esa conexión tenemos dos tipos de conexiones para medir la resistencia con un amperímetro y un voltímetro:

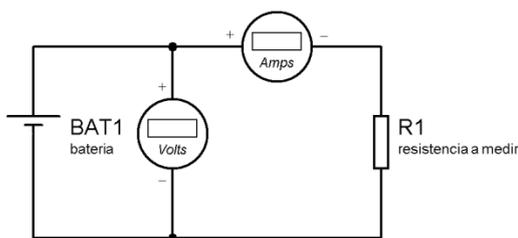


Ilustración 1: Conexión Larga

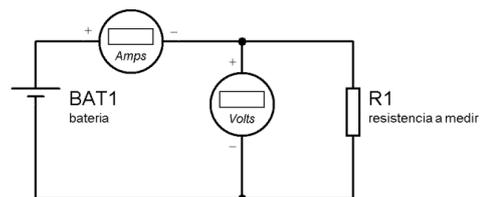


Ilustración 2: Conexión Corta

- Considerando a R_{iv} y a R_{ia} como resistencias internas del voltímetro y amperímetro respectivamente, encuentra una expresión para determinar el valor de R en cada conexión.
- Determina una expresión que permita calcular el error relativo en cada conexión.
- ¿Cuál es el valor del error para cada tipo de conexión si los instrumentos tienen R_{iv} de 1500Ω y R_{ia} de 100Ω y se desea medir una resistencia cercana a los 700Ω ?

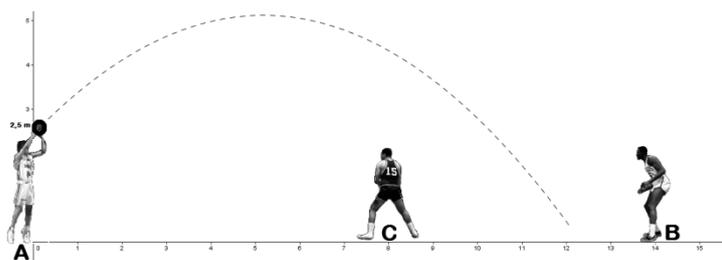
PT75. Instituto Tecnológico del Comahue
Escuela Provincial de Educación Técnica Nro. 14
Ciudad de Neuquén.

La densidad de la gasolina es $7,3 \times 10^2 \text{ Kg/m}^3$ a 0°C . Su coeficiente de expansión de volumen promedio es de $9,6 \times 10^{-4} \text{ 1/}^\circ\text{C}$ y considere que 1 galón (gal) es $0,0038 \text{ m}^3$.

- Calcule la masa de 10 galones de gas a 0°C .
- Si 1 m^3 de gasolina a 0°C se calienta a 20°C , calcule su nuevo volumen.
- Utilizando la respuesta del inciso anterior, calcule la densidad de la gasolina a 20°C .
- Calcule la masa de 10 gal de gasolina a 20°C .
- ¿Cuántos kilogramos extra de gasolina obtendría si comprara 10 gal de gasolina a 0°C en vez de a 20°C ?

PT76. Instituto María Auxiliadora
Comodoro Rivadavia, Chubut.

En una jugada de un partido de básquet el jugador **A** arroja el balón con una velocidad de 10 m/s , formando un ángulo de 45° con la horizontal, desde una altura inicial de $2,5 \text{ m}$. El jugador **B**, del mismo equipo, se encuentra a 14 m de **A**, y el jugador **C**, del equipo contrario a 8 m , como se muestra en la figura. Los tres jugadores están alineados en el mismo plano vertical en el que se realiza el tiro.



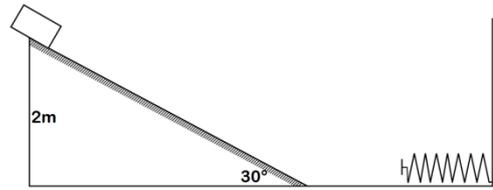
- Escribir las ecuaciones $x(t)$ e $y(t)$ que describen la posición del balón en función del tiempo.
- Escribir la expresión que relaciona la altura del balón como función de su posición horizontal $y(x)$.
- Hallar el tiempo que tarda el balón en volver a tener la altura inicial.
- Si el jugador **B** corre con velocidad constante desde el momento que **A** arroja el balón ¿a qué velocidad debe correr para atraparlo cuando vuelve a estar a la misma altura que tenía cuando lo arrojó el jugador **A**?
- En el instante en que el balón pasa sobre su cabeza, el jugador **C** salta hacia arriba alcanzando sus manos una altura de 4 m . Determinar analíticamente si logra obstaculizar la trayectoria del balón.

Nota: Considerar que la aceleración de la gravedad es de 10 m/s^2 .

PT77. Instituto María Auxiliadora
Comodoro Rivadavia, Chubut.

Un plano inclinado tiene 2 m de altura y forma un ángulo de 30° con el plano horizontal. Desde el extremo más alto se suelta un bloque que tiene 1 Kg de masa. El coeficiente de rozamiento entre el plano inclinado y el bloque es $0,173$. Al final del plano el bloque continúa su movimiento sobre una superficie horizontal sin rozamiento, hasta que se detiene comprimiendo 10 cm el resorte que se muestra en la figura, que está sujeto a una pared.

- Realizar el diagrama de cuerpo libre del bloque cuando se encuentra sobre el plano inclinado.
- Hallar el valor de la fuerza de rozamiento cuando se desliza sobre el mismo.
- Determinar la aceleración del bloque cuando resbala sobre la rampa.
- Planteando conservación de la energía determinar la velocidad del bloque al llegar al punto inferior.
- Calcular el valor de la constante elástica del resorte que lo detiene.

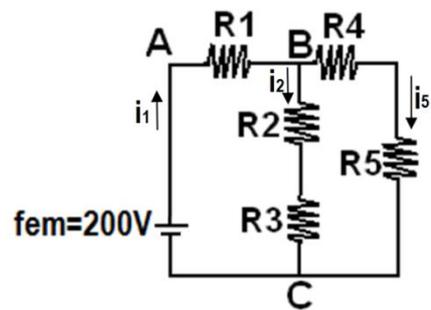


Nota: Considerar que la aceleración de la gravedad es de 10 m/s^2 .

**PT78. Instituto María Auxiliadora
Comodoro Rivadavia, Chubut.**

En el circuito que se muestra en la figura la fuerza electromotriz del generador es de 200V , $R_1 = 3\Omega$, $R_2 = 3\Omega$, $R_3 = 1\Omega$, $R_4 = 2\Omega$, y $R_5 = 2\Omega$.

- Hallar la resistencia equivalente a todo el circuito.
- Calcular V_{AB} , V_{BC} .
- Determinar las intensidades i_1 , i_2 , i_5 en los cables que se indican.
- Si la resistencia R_1 , representa un calentador eléctrico, hallar su potencia.
- Si está en funcionamiento 1 hora, calcular el calor producido, expresado en Joule y calorías.



**PT79. Escuela Técnica Nro. 9 Ing. Luis A. Huergo
Ciudad de Buenos Aires.**

Un barco petrolero transporta 200 millones de litros de petróleo. Determinar el volumen que deben tener las bodegas para contener todo el petróleo si se estima que durante el viaje (ver el gráfico) habrá una diferencia máxima de temperatura de 10°C .

($\gamma_{\text{petróleo}} = 0,0009 \text{ 1/}^\circ\text{C}$)



- Extraiga los datos e indique las unidades y el sistema al que pertenecen.
- Realice las conversiones necesarias.
- Escriba la fórmula general a aplicar.
- Determine el volumen mínimo necesario.

**PT80. Escuela Técnica Nro. 9 Ing. Luis A. Huergo
Ciudad de Buenos Aires.**

Un perro de trineo de nieve promedio debe ser capaz de recorrer una distancia de hasta 129 Km diarios, en un rango de velocidad entre $9,7$ y 23 km/h , que puede variar de acuerdo a la distancia y las condiciones del sendero. Los numerosos tipos de razas que

se utilizan para este fin, poseen en común un pelaje denso que los hace resistentes al frío y aptitud para trabajar disciplinadamente en equipo.

Es por esto que un hombre de 63 kg desea realizar un viaje de 327 km con un trineo de 15 kg que es arrastrado por un perro con una fuerza de 87 N. El trineo alcanza una velocidad de 3 m/s al cabo de 10 segundos de recorrido, habiendo partido del reposo. La masa del perro es de 27 kg:

- Realiza el diagrama de cuerpo libre correspondiente al trineo y el perro, con el correspondiente nombre y valor de cada una de las fuerzas que actúan en la dirección vertical sobre ellos.
- ¿Qué valor posee la fuerza de rozamiento que existe entre el trineo y el suelo?
- Determina la tensión de la cuerda para antes y después de los 10 segundos.
- ¿Qué fuerza debe aplicar el perro, a partir de los 10 segundos, para continuar con movimiento uniforme?

PT81. Escuela Técnica Nro. 9 Ing. Luis A. Huergo Ciudad de Buenos Aires.

A las 7:30h, un automóvil parte desde Bs. As. Rumbo a Mendoza y a las 8:15h parte otro automóvil desde Mendoza rumbo a Bs. As.. Suponiendo que ambos se desplacen con velocidades constantes de 60km/h y 80km/h respectivamente, en direcciones supuestamente rectilíneas, determinar;

- ¿A qué hora se cruzan?
- ¿a qué hora llega a Mendoza el que salió desde Bs. As.?
- ¿a qué hora llega a Bs. As. el que salió desde Mendoza ?
- ¿a qué distancia de ambas ciudades se produce el cruce?
- Graficar, para ambos móviles $V = f(t)$ y $X = f(t)$

DATO: la distancia entre Bs. As. y Mendoza es de 1100km

PT82. Escuela de Biología Marina y Laboratorista Nro. 1 Atlántico Sur Caleta Olivia, Santa Cruz.

Dos masas, de 20kg y 30kg respectivamente, se encuentran unidas por una cuerda ideal y apoyadas sobre una superficie nivelada. Los coeficientes de fricción de ellas sobre la superficie son $\mu_1 = 0.40$ y $\mu_2 = 0.20$. Un perro arrastra las masas con una fuerza horizontal de 30N de magnitud.

- Realice un dibujo representando la situación.
- Trace el diagrama de fuerzas que actúan sobre la masa de 20kg.
- Trace otro diagrama para las fuerzas que actúan sobre la segunda masa.
- ¿Se acelerará el sistema? De ser así, determine la magnitud de la aceleración
- ¿Qué magnitud de fuerza se requiere para que el sistema formado por las dos masas se acelere 1.2m/s^2 ?

PT83. Escuela de Biología Marina y Laboratorista Nro. 1 Atlántico Sur Caleta Olivia, Santa Cruz.

Un recipiente contiene 100g de hidrógeno ($c = 2.4\text{cal.g}^{-1}.\text{°C}^{-1}$) a 2 at de presión y 7°C . Se lo calienta isométricamente hasta que la temperatura es de 27°C .

- Realiza la representación gráfica.
- ¿Qué cantidad de calor se entregó?
- ¿Cuál es el trabajo realizado por el gas?
- ¿Cuál es la variación de la energía interna del gas?
- Determinar la presión final del gas.

**PT84. Escuela de Biología Marina y Laboratorista Nro. 1 Atlántico Sur
Caleta Olivia, Santa Cruz.**

Dos resistencias están montadas en paralelo en un circuito conectado a una batería con una resistencia interna de 1Ω , la que entrega una corriente de 500mA .

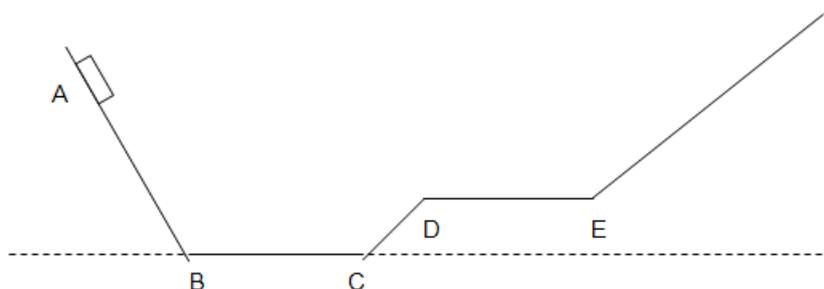
Por una de las resistencias, de 50Ω , circula una corriente de 400mA ; mientras que la otra resistencia está en el interior de un calorímetro.

El calorímetro contiene 300g de una sustancia cuyo calor específico es $0.5\text{cal/g}\cdot^\circ\text{C}$, que eleva su temperatura al circular la corriente por la resistencia.

- Realiza un esquema representando la situación.
- Calcula el valor de la resistencia que se encuentra dentro del calorímetro.
- Determinar la resistencia total del circuito.
- Calcular el valor de la FEM de la batería.
- ¿Cuánto tiempo tarda la resistencia del calorímetro en elevar la temperatura de la sustancia 5°C ?

**PT85. Instituto Industrial Luis A. Huergo
Ciudad de Buenos Aires.**

En el punto A del riel de la figura, un cuerpo de masa igual a 5 kg comienza un movimiento de vaivén. En los tramos BC y DE hay rozamiento entre el cuerpo y el riel.



Tomando como aceleración de la gravedad el valor $g = 10\text{ m/s}^2$, y sabiendo que el tramo BC está sobre la Tierra, que la altura del punto A es de 4 metros , que la parte horizontal DE está a una altura de 2 metros , que el tramo BC tiene una longitud de 5 metros , que el tramo DE tiene una longitud de 4 metros , que la fuerza de rozamiento en el tramo BC es de 1 Newton , y que la fuerza de rozamiento en el tramo DE es de 2 Newton , calcular para el cuerpo:

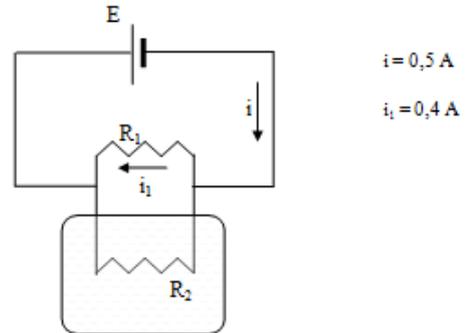
- La altura que alcanza sobre la rampa de la derecha cuando llega a ella por primera vez.
- El porcentaje de la altura inicial al que llega cuando vuelve por primera vez a la rampa de la izquierda.
- La velocidad que alcanza cuando pasa por tercera vez por el punto medio del segmento DE.
- La posición dónde se detiene.

**PT86. Instituto Industrial Luis A. Huergo
Ciudad de Buenos Aires.**

Dos resistencias están conectadas en paralelo a una pila. La intensidad de corriente eléctrica del circuito es $0,5\text{ A}$ y una de las resistencias está sumergida en el interior de un calorímetro, produciendo 288 cal en 10 minutos ($1\text{ Joule} = 0,24\text{ cal}$).

- Sabiendo que la intensidad de la corriente eléctrica que pasa por la resistencia R_1 es de $0,4\text{ A}$; calcular el valor de la resistencia introducida en el calorímetro.

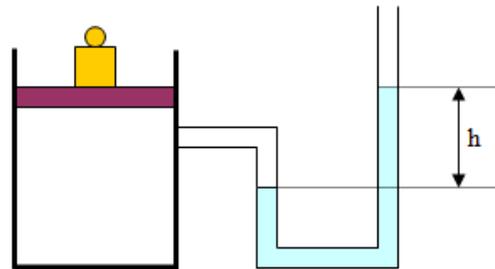
- b) Calcular la resistencia equivalente a las dos conectadas en paralelo.
 c) Calcular la FEM de la pila capaz de mantener en el circuito una intensidad de corriente eléctrica de 0,5 A, siendo la resistencia interna de la pila 1 Ω .
 d) Si se sustituyen la dos resistencias conectadas en paralelo por un conductor cilíndrico de 32,805 g; calcular su longitud para que no se modifique su intensidad. (Resistividad del conductor: $1,8 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$; densidad del metal: 9 g/cm^3)
 e) Si el calorímetro contiene medio litro de agua, y cuando se reemplaza las resistencias por el conductor cilíndrico la temperatura del agua es 28°C . Calcular el tiempo que debería estar conectado el conductor a la pila para derretir totalmente un trozo de hielo de masa 5 g y una temperatura de -1°C que se introduce dentro del calorímetro.



Calor latente de fusión del hielo = 80 cal/g
 Calor específico del agua = 1 cal/g $^\circ\text{C}$
 Calor específico del hielo = 0,53 cal/g $^\circ\text{C}$
 Equivalente en agua del calorímetro = 12 g
 Densidad del agua = 1g/cm 3

**PT87. Instituto Industrial Luis A. Huergo
 Ciudad de Buenos Aires.**

Un pistón contiene aire a temperatura ambiente y está conectado a un manómetro de rama abierta. Sobre el tabique del pistón se encuentra una pesa que permite que el gas encerrado en el mismo se encuentre a una presión levemente superior a la presión atmosférica, la misma puede medirse por la diferencia de altura en el manómetro de rama abierta el cual contiene un líquido de densidad δ (ver esquema).



Se retira la pesa produciendo un cambio de presión del gas sin transferencia de calor (pues los procesos de intercambio de calor son relativamente lentos) y se produce una expansión adiabática y cuasi-estática.

El gas comprimido en el recipiente tiene que efectuar un trabajo para permitir la expansión del mismo. Por lo tanto, al ser la transferencia de calor despreciable, el trabajo se realiza a expensas de una disminución de la energía interna.

Además, en los gases ideales, la variación de energía interna es solo función de la temperatura, por lo tanto la temperatura del gas disminuye por debajo de la temperatura ambiente.

Si se espera un tiempo suficiente sin realizar modificaciones adicionales, el aire evoluciona aumentando la temperatura a volumen constante hasta alcanzar nuevamente la temperatura ambiente donde se encuentra el equilibrio termodinámico. La presión se incrementa.

- a) Representar la transformación en un diagrama p-v.
 b) A partir de las expresiones termodinámicas de la evolución, hallar la expresión del valor del índice γ en función de la densidad del líquido y de las alturas alcanzadas por el mismo en el manómetro de rama abierta.

Sabiendo que el volumen del recipiente es de 25 litros, la temperatura ambiente es de 23°C y cuando se encuentra la pesa sobre el pistón el desnivel entre las ramas del manómetro es de 15,5 cm (la presión atmosférica es la normal), determinar:

- c) La cantidad de calor intercambiada en el proceso.
 d) La variación de energía interna.

e) El trabajo del trabajo total realizado en el proceso.

$$C_p = 0,237 \text{ cal /g } ^\circ\text{C}$$

$$\gamma = 1,4$$

$$\text{Masa molar del aire} = 28,9 \text{ g /mol}$$

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

$$R = 0,082 \text{ atm l / K mol}$$

$$1 \text{ atm} = 1033,6 \text{ gf /cm}^2 = 101300 \text{ Pascales}$$

$$1 \text{ joule} = 0,24 \text{ cal}$$

**PT88. Colegio Nacional de Monserrat
Ciudad de Córdoba.**

Un automóvil de 1000kg llega a la bocacalle en un cruce, moviéndose a 2 m/s en dirección Norte-Sur y también llega un camión de 3000kg, moviéndose a 0,5 m/s en dirección Oeste- Este. Suponiendo que chocan y quedan enganchados:

- Determinar la cantidad de movimiento inicial de cada uno y la del sistema formado por ambos vehículos.
- Determinar con qué velocidad se moverán después de chocar.

**PT89. Colegio Nacional de Monserrat
Ciudad de Córdoba.**

Hallar a qué distancia entre la Luna y la Tierra debería colocarse un objeto para que las fuerzas de atracción gravitatoria sobre el mismo se compensaran mutuamente. ¿Depende de la masa del objeto? ¿Qué le ocurrirá allí al objeto?

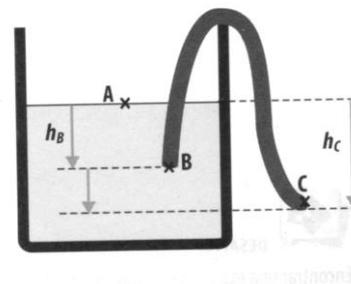
$$\text{Masa de la Tierra: } 6 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$\text{Masa de la Luna: } 7,38 \times 10^{22} \text{ kg}$$

$$\text{Distancia entre la Tierra y la Luna: } 384000 \text{ kg}$$

**PT90. Colegio Nacional de Monserrat
Ciudad de Córdoba.**

Se llena una manguera con nafta y se cierra por sus dos extremos. Se introduce un extremo en un depósito de nafta a 0,3 m por debajo de la superficie y el otro a 0,2m por debajo del primer extremo y se abren ambos extremos. El tubo tiene una sección transversal interior de área $4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$. La densidad de la nafta es 680 kgm^{-3} .



- ¿Cuál es la velocidad inicial de la nafta?
- ¿Cuál es el caudal inicial del flujo?

**PT91. Escuela Técnica Alfredo Passera
Mocoretá, Corrientes.**

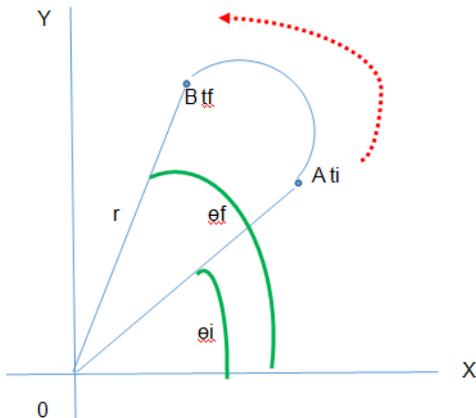
Rueda Giratoria.

Una rueda con aceleración angular constante de $4,7 \text{ rad/seg}^2$.

- Si la rapidez angular de la rueda es 3 rad/seg , en $t=0$.
 - ¿Qué desplazamiento angular gira en 2 seg?
- ¿Cuántas revoluciones ha girado la rueda durante este intervalo?
- ¿Cuál es la rapidez angular de la rueda en $t=2 \text{ seg}$?
 - ¿Qué pasaría si?

Suponga que una partícula se mueve a lo largo de una recta con aceleración constante de $4,7 \text{ m/s}^2$. Si la velocidad de la partícula es de 3

m/s en $t=0$. ¿Qué desplazamiento se mueve la partícula en 2seg? ¿Cuál es la velocidad de la partícula en $t=2$ seg?

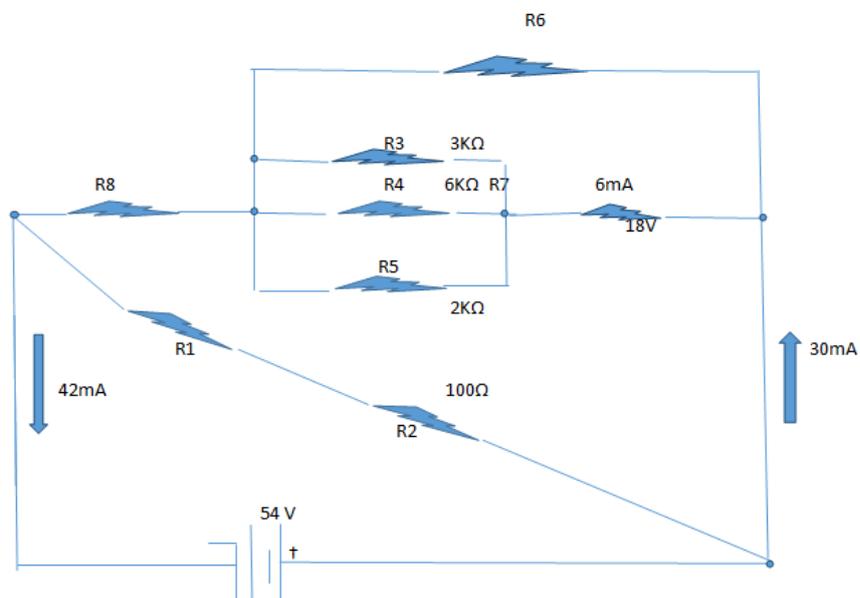


Una partícula en un cuerpo rígido en rotación se mueve de A – B a lo largo del arco de un círculo. En el intervalo..... el radio vector barre un desplazamiento angular.....

**PT92. Escuela Técnica Alfredo Passera
Mocoretá, Corrientes.**

Determinar los valores parciales y totales de resistencia, intensidades, tención y potencia.

	R	V	I	P
R1				
R2	100Ω			
R3	3KΩ			
R4	6KΩ			
R5	2KΩ			
R6				
R7		18 V	6 m A	
R8				
RT		54 V	42 m A	



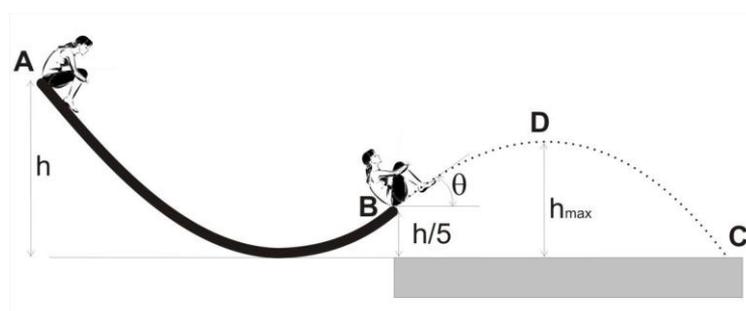
**PT93. Escuela Técnica Alfredo Passera
Mocoretá, Corrientes.**

Cilindro de un motor diésel.

- En un cilindro de un motor diésel se comprime de una presión inicial de 1atm y volumen de 800cm³ a un volumen de 60cm³. Suponga que el aire se comporta como un gas ideal con $\gamma=1,40$ y que la compresión es adiabática. Aire 20°C Encuentre la presión y temperatura final de aire.
- Explique el factor de aumento en su temperatura.
- Grafique un diagrama P-V para una compresión adiabática.

**PT94. Escuela Industrial Superior
Ciudad de Santa Fe.**

Una niña de masa m inicia desde el reposo y se desliza sin fricción desde una altura h a lo largo de un tobogán con agua, como muestra la figura. El extremo del tobogán se encuentra a una altura $h/5$ sobre el nivel del agua, punto desde el cual la niña sale despedida.



- ¿Se conserva la energía mecánica? ¿Por qué?
- Expresar la Energía Potencial y Energía cinética de la pequeña en función de m , g y h en las siguientes posiciones: A, B y C.
- Determinar la velocidad inicial V_B en función de g y h .
- Determinar la altura máxima h_{max} en el aire en términos de g , h y la velocidad horizontal v_x
- Utilice la componente en x de V_B para expresar la altura máxima en términos de h y θ .

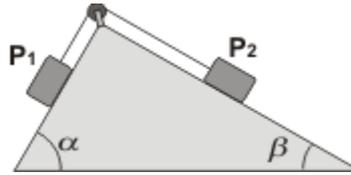
**PT95. Escuela Industrial Superior
Ciudad de Santa Fe.**

100 g de una aleación de oro y cobre, a la temperatura de 75.5°C se introducen en un calorímetro con 502 g de agua a 25°C, la temperatura del equilibrio es de 25.5°C.

- Realizar un planteo calórico teórico.
- Calcular la composición de la aleación sabiendo que los calores específicos del oro y del cobre son 0.032 [cal/g °C] y 0.093 [cal/g °C] respectivamente.
- Calcular la cantidad de calor cedida por cada masa de metal al medio acuoso.

**PT96. Escuela Industrial Superior
Ciudad de Santa Fe.**

En el sistema de la figura se conocen las masas de los cuerpos y los ángulos de inclinación de cada plano. Suponer que la masa de la cuerda que une cada cuerpo es despreciable.



- Plantear el diagrama de cuerpo libre correspondiente para cada cuerpo, rotulándolo como “Cuerpo 1” y “Cuerpo 2”. Indicar para el caso de $P_1 < P_2$ que ocurrirá y para el caso $P_1 > P_2$.
- Hallar una expresión que permita conocer la aceleración que adquieren las cajas en función de sus masas y de los respectivos ángulos de inclinación del plano.
- Si la masa del “cuerpo 1” tiene un valor de 200 kg y la del “cuerpo 2” un valor de 300 kg, calcular la aceleración del sistema para un ángulo $\alpha = 50^\circ$.
- Calcular la tensión en la cuerda tomando en cuenta los datos del inciso anterior.
- Plantear como se modifica la expresión obtenida en b) si el “cuerpo 1” al subir experimenta fricción en un tramo cuyo $\mu_d = 0,2$.

**PT97. Escuela Superior de Comercio Gral. José de San Martín
Monteros, Tucumán.**

Dentro de un calorímetro, cuyo equivalente en agua es de 25 g, contiene 60 g de agua a 25°C , se le agrega 100 g de hielo a -10°C y dos bolillas de acero de 10 mm de diámetro a 20°C . Se sumerge en el líquido una resistencia eléctrica conformada por un arrollamiento de alambre de cobre de 60 cm de longitud y de 0,04 mm de diámetro, que se encuentra a una temperatura de 20°C .

La resistencia se alimenta con un porta pilas de 2 elementos conectados en serie de 1,5 V y $r_i = 0,05 \Omega$ cada uno.

El calorímetro se tapa y se considera un sistema adiabático. Entonces se acciona el interruptor cerrando el circuito eléctrico de la resistencia hasta que el termómetro que registra la temperatura del interior del calorímetro indica 60°C .

Datos:

$$\begin{aligned} \rho_{\text{Cu}} &= 1,7 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm} \\ C_{\text{eH}_2\text{O}} &= 4180 \text{ J / Kg } ^\circ\text{K} \\ C_{\text{eCu}} &= 0,0092 \text{ Kcal / kg } ^\circ\text{C} \\ C_{\text{Y hielo}} &= 0,53 \text{ cal / g } ^\circ\text{C} \\ \delta_{\text{Cu}} &= 8,92 \text{ g/cm} \\ \delta_{\text{H}_2\text{O}} &= 1 \text{ g/cm}^3 \\ C_{\text{f Hielo}} &= 80 \text{ cal/g} \end{aligned}$$

- ¿Cuál es la intensidad de la corriente que circula por la resistencia?
- ¿Qué tiempo debe funcionar la resistencia?
- ¿Cuánto de energía consume la resistencia, si el rendimiento del calorímetro es del 98%?

**PT98. Escuela Superior de Comercio Gral. José de San Martín
Monteros, Tucumán.**

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, $\mu_4= 0,3$.

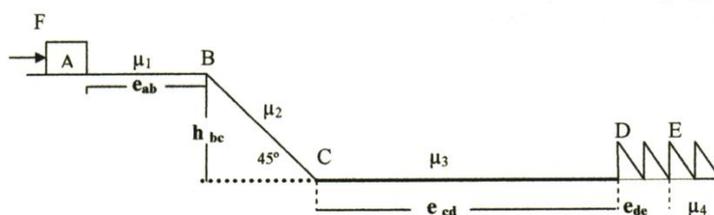
Calcular:

- 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.



**PT99. Escuela Superior de Comercio Gral. José de San Martín
Monteros, Tucumán.**

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 cuya densidad es de 0,920 gr/cc, calcular:

4. El volumen sumergido de la esfera superior.
5. La tensión de la cuerda.

**PT100. Escuela de Educación Técnica Alberto Einstein - Colegio San Alfonso
Colegio San Pablo - Colegio Del Milagro - Colegio Victorino de la Plaza
Instituto de Educación Media Arturo Oñativía - Colegio Belgrano
Colegio 5095 - Colegio Juan Manuel Estrada - Colegio Sagrada Familia
Colegio Arturo Illia - Colegio San Agustín - Colegio Teresa de Calcuta
Colegio UZZI COLAGE - Escuela Parroquial de la Merced
Colegio Del Huerto - EET Martin Miguel de Güemes
Colegio 11 de Setiembre - Colegio de Jesús - Colegio Secundario 5037
Colegio CODESA - Colegio Padre Gabriel Tomassini
Colegio Divina Misericordia
Ciudad de Salta.**

Sistema aparatoso solo válido para olimpiadas.

Se dispone un dispositivo como el indicado por la figura 1, un tubo vertical liso abierto en ambos extremos (arriba y abajo) y con secciones diferentes, tanto arriba como abajo se

encuentran dos émbolos, unidos por un hilo imposible de deformarse .Entre ambos embolo se encuentra un mol de gas perfecto .

El área de la parte superior es S_1 y la de la inferior es S_2 y como se observa en la figura es mayor que la inferior siendo la diferencia entre las superficies de 10 cm^2 . La masa total de los émbolos es $m= 5 \text{ kg}$.La presión atmosférica es $P_0 = 1,0 \text{ Atm}$.

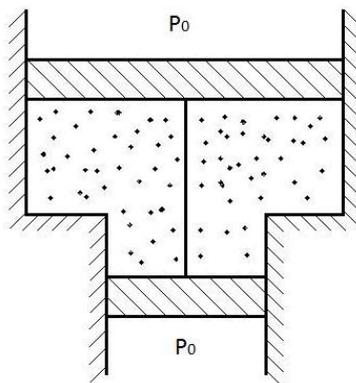


Figura 1

Actividades

- Dibujar las fuerzas que actúan sobre el pistón superior y encontrar la expresión de la fuerza que realiza el hilo (T) sobre el pistón superior
- Repetir el inciso anterior para el embolo de la parte inferior
- Calcular la presión p en el interior del recinto. Indique claramente la suposición que realizó.
- Cuanto valdrá la temperatura en Kelvin para calentar el gas contenido entre ambos émbolos, para que estos se desplacen solo 10 cm

Supongamos ahora que nuestro sistema aparatoso para olimpiadas se hace más aparatoso todavía tal como lo muestra la figura 2.

Se coloca un inyector de agua en la parte superior que arroja agua con un caudal de $3 \text{ cm}^3/\text{minutos}$.

- Encuentre una expresión de la fuerza neta que actúan sobre el émbolo superior en función del tiempo.
- Si suponemos que la variación de temperatura es de 2 K y el sistema logra moverse con una velocidad de $1 \text{ cm}/\text{min}$.(suponer situación estacionaria)¿Cuánto tiempo tarda en recorrer 10 cm ?

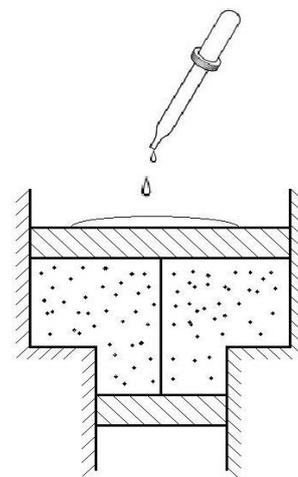


Figura 2

**PT101. Escuela de Educación Técnica Alberto Einstein - Colegio San Alfonso
 Colegio San Pablo - Colegio Del Milagro - Colegio Victorino de la Plaza
 Instituto de Educación Media Arturo Oñativia - Colegio Belgrano
 Colegio 5095 - Colegio Juan Manuel Estrada - Colegio Sagrada Familia
 Colegio Arturo Illia - Colegio San Agustín - Colegio Teresa de Calcuta
 Colegio UZZI COLAGE - Escuela Parroquial de la Merced
 Colegio Del Huerto - EET Martin Miguel de Güemes
 Colegio 11 de Setiembre - Colegio de Jesús - Colegio Secundario 5037
 Colegio CODESA - Colegio Padre Gabriel Tomassini
 Colegio Divina Misericordia
 Ciudad de Salta.**

Supongamos que tenemos una barra con masa variable (2 en Fig. 1) siendo la relación funcional entre la masa y la posición x

$$m(x) = \delta(l^2 - x^2)$$

dónde x está medida desde el extremo izquierdo (punto A) de la barra 2, cuya longitud total es l , la cuál se encuentra apoyada horizontalmente sobre otra barra que está empotrada en una pared vertical (1 en Fig. 1), cuya masa es M , su longitud total L y posee una inclinación θ con respecto a la pared.

- Dibuje las fuerzas que actúan sobre cada cuerpo y la pared.
- Realice un diagrama de cuerpo libre para cada caso.
- Encuentre la fuerza de reacción de la pared.
- Encuentre la distancia mínima x_0 con respecto al punto A, en función de los parámetros del problema, para que el sistema se mantenga en equilibrio.

Supongamos ahora un cuerpo de masa m_1 que se desliza con velocidad constante v con dirección $A \rightarrow C$ (3 en Fig. 2) sobre la Barra 2.

- ¿Cuál debe ser la velocidad (deslizándose sin rozamiento) de la barra 2 con respecto a la barra 1 para que el sistema se mantenga en equilibrio?
- Ahora considere que hay rozamiento entre las barras 1 y 2, siendo el coeficiente de fricción igual a μ_1 . Encuentre el valor de la fuerza externa aplicada a la barra 1 necesaria para que el sistema se mantenga como en el punto anterior (equilibrio).

Ayuda: Considere que la barra 1 es muy fina y que las longitudes de los triángulos de sus extremos son despreciables respecto

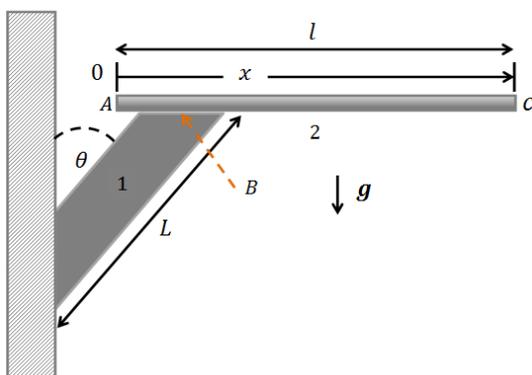


Fig 1

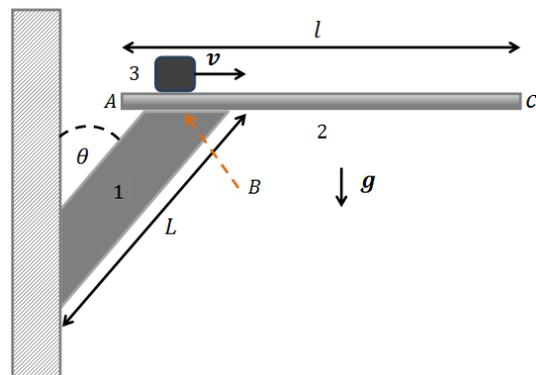


Fig 2

**PT102. Escuela de Educación Técnica Alberto Einstein - Colegio San Alfonso
 Colegio San Pablo - Colegio Del Milagro - Colegio Victorino de la Plaza
 Instituto de Educación Media Arturo Oñativia - Colegio Belgrano
 Colegio 5095 - Colegio Juan Manuel Estrada - Colegio Sagrada Familia
 Colegio Arturo Illia - Colegio San Agustín - Colegio Teresa de Calcuta
 Colegio UZZI COLAGE - Escuela Parroquial de la Merced
 Colegio Del Huerto - EET Martin Miguel de Güemes
 Colegio 11 de Setiembre - Colegio de Jesús - Colegio Secundario 5037
 Colegio CODESA - Colegio Padre Gabriel Tomassini
 Colegio Divina Misericordia
 Ciudad de Salta.**

Sábado a la mañana, otra vez en el taller.

Un sábado soleado en la mañana, abrieron una vez más las puertas del taller de física dictado por un científico loco y apasionado, "Doc Brown". Agustincito con tan solo 13

años se dio cuenta que caminando por la calle yendo al taller, notó un fenómeno de espejismo y emocionado fue corriendo a contárselo al Doc.

Para explicarle el fenómeno, le presenta la siguiente situación:

- Está usted parado en un extremo de una pista larga en un aeropuerto. Un gradiente de temperatura vertical en el aire da por resultado que el índice de refracción del aire sobre la pista varíe con la altura y de acuerdo con $n^2 = n_0^2 + n_1^2(1 - e^{-ay})$, donde n_0 es el índice de refracción en la superficie de la pista, $n_0=1,00023$, $n_1=0,4584$ y $a = 2.3 \text{ m}^{-1}$. Tus ojos están a una altura $h = 1.5\text{m}$ sobre la pista.

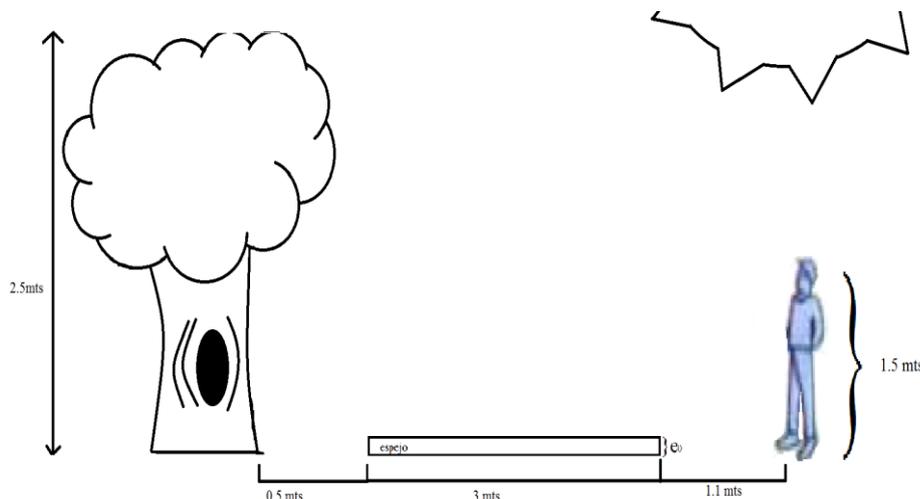
- Esboce un dibujo ilustrativo del fenómeno en cuestión y mencione el principio bajo cuestión.
- ¿Con que ángulo respecto a la vertical no podrá ver el suelo?
- ¿Más allá de que distancia horizontal d no puedes ver la pista?

Una vez resuelto, el pequeño Agustín le pregunta que sucedería si pondrían un espejo en el suelo. Doc muy astuto se le ocurrió el siguiente problema:

- Suponga ahora que el índice de refracción del aire no varíe con la altura y que se coloca un espejo a con una capa de un extraño material transparente que permite que la luz pase de espesor $e_0=70\text{mm}$ en el suelo. Ud. ve a través del mismo un árbol de 2.50 m de alto, pero alcanza solo a ver 2.47 m del árbol. Luego de un tiempo, se calienta el material, variando su espesor.

- Represente en un dibujo que sucede antes y después de calentarse el material.
- ¿Podrá ver Ud. la copa del árbol?
- ¿ En cuanto tiene que variar la temperatura para ver la copa del árbol?

Considerar los siguientes datos: $n_1=2.2$; $\alpha=5 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$; $\Delta T=50^\circ\text{C}$



Durante el curso, el Doc realiza el siguiente experimento con un láser:

- Un haz de luz paralela que parte de un láser incide sobre una esfera sólida transparente de índice de refracción n .

- Represente en un dibujo la situación.
- Demuestre que el haz no puede enfocarse en la parte de atrás de la esfera a no ser que la anchura del haz sea pequeña en comparación con el radio de la esfera.
- Si la condición en b) se satisface, ¿Cuál es el índice de refracción de la esfera?

PT103. Colegio San Ignacio
Río Cuarto, Córdoba.

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.
- 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.

- ii. Un automóvil particular tiene un área A de 1.8 m^2 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.

- 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

$$\frac{\text{Potencia necesaria para mantener una rapidez } v_{MAX} \text{ contra una corriente de aire de rapidez } 9.0 \text{ m s}^{-1}}{\text{Potencia necesaria para mantener una rapidez } v_{MAX} \text{ en aire en reposo}}$$

- iv. Averigüe e 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.

PT104. Colegio San Ignacio Río Cuarto, Córdoba.

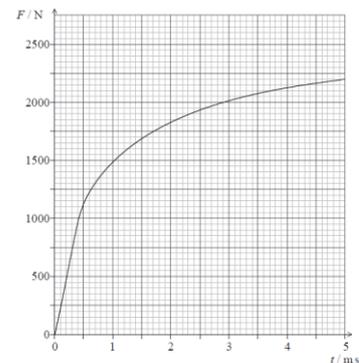
Una bala de 32 g es disparada de un revolver. El gráfico muestra la variación de la fuerza F sobre la bala con el tiempo t cuando ésta viaja dentro del cañón del revólver. La bala es disparada en $t = 0$ y la longitud del cañón del revolver es 0.70 m.

- a) Decir y explicar por qué no es apropiado usar la ecuación

$$s = ut + \frac{1}{2} at^2$$

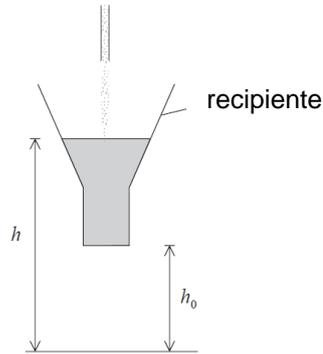
para calcular la aceleración de la bala.

- b) Use el gráfico para
- determinar la aceleración media durante los últimos 2.0 ms del gráfico.
 - mostrar que el cambio de la cantidad de movimiento de la bala, cuando esta viaja a lo largo de la longitud del cañón del revólver, es aproximadamente 9 N s.
- c) Use la respuesta **b. ii.** para calcular
- la rapidez de la bala cuando sale del cañón del revolver
 - la potencia media entregada a la bala.



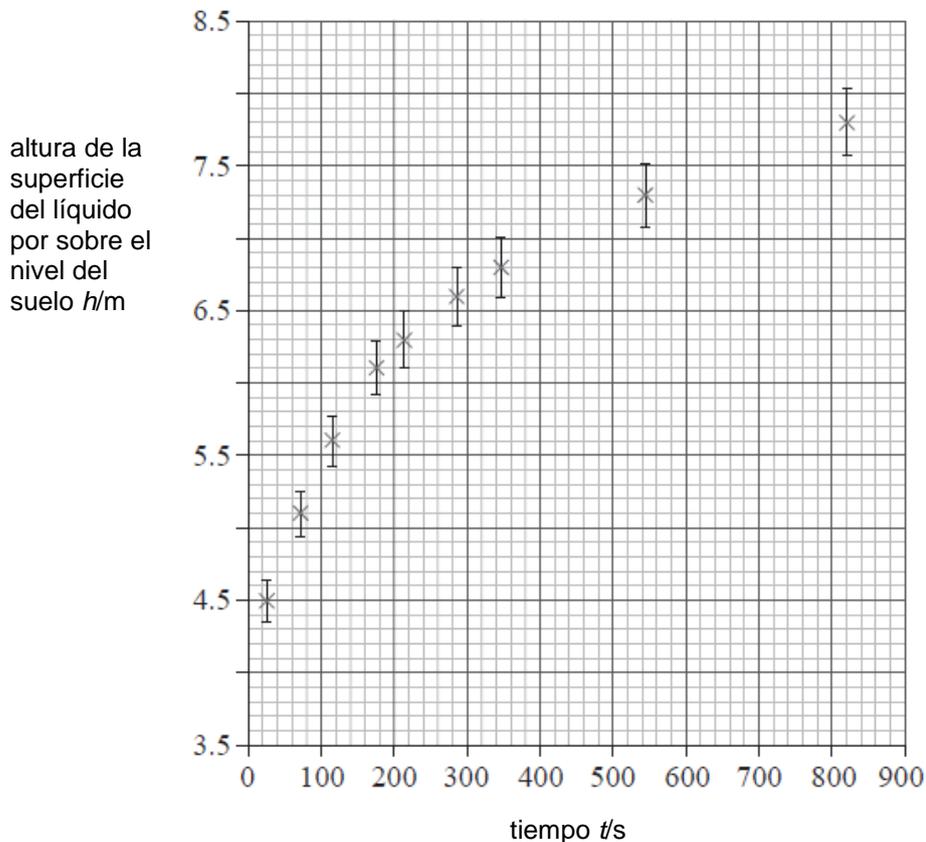
PT105. Colegio San Ignacio Río Cuarto, Córdoba.

El diagrama muestra el depósito de un recipiente utilizado para guardar líquidos.

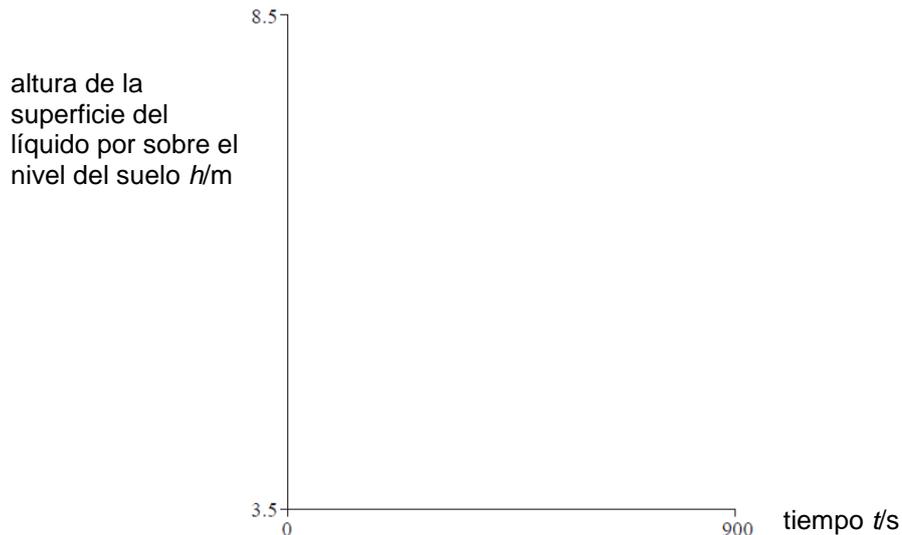


El recipiente es llenado desde arriba. La distancia entre la base del recipiente y el piso es h_0 .

El recipiente, que inicialmente está vacío, es llenado con una tasa constante. La altura h de la superficie del líquido por sobre el nivel del suelo es medida como una función del tiempo t . Los resultados de las mediciones se muestran graficados abajo.



- Dibujar, en el gráfico, la línea que mejor ajusta a los puntos.
- Decir y explicar si h es directamente proporcional a t para los períodos de tiempo
 - $t = 0$ s a $t = 120$ s
 - $t > 120$ s
- Usar los datos del gráfico para determinar el valor de h_0 .
- El área de la base del recipiente es 1.8 m^2 . Deducir que el volumen de líquido entrando en el depósito del recipiente es aproximadamente $0.02 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.
- El recipiente está completamente lleno después de 850 s. Calcular el volumen total del depósito.
- El recipiente vacío, ahora es llenado a la mitad de la tasa de **d.**. Usando los ejes, esquematice gráfico que muestra la variación de h con t en el rango $t = 0$ s a $t = 900$ s.



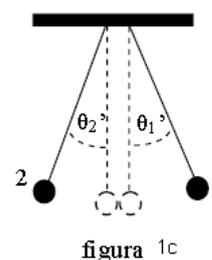
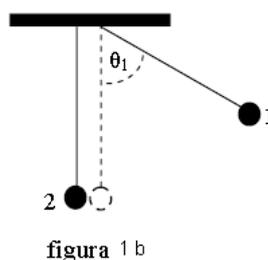
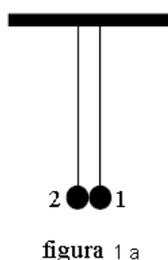
**PT106. Colegio Nacional de Buenos Aires
Ciudad de Buenos Aires.**

Dos partículas se mantienen inicialmente suspendidas verticalmente mediante cuerdas de longitud L , inextensibles y de masa despreciable (ver figura 1a).

La partícula 1 se separa un ángulo θ_1 respecto de la vertical (ver figura 1b) y se la suelta desde el reposo, chocando luego de manera inelástica (pero no plástica) con la 2.

Después del choque la partícula 1 alcanza un ángulo máximo θ_1' respecto de la vertical y, a su vez, la partícula 2 alcanza un ángulo máximo θ_2' también respecto de la vertical (ver figura 1c). Determine:

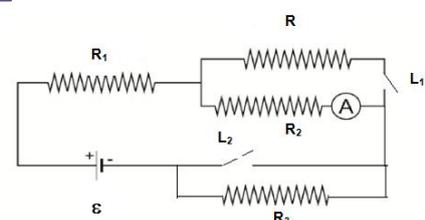
- La velocidad de la partícula 1 justo antes del choque en función de L y la aceleración de la gravedad (g)
- La velocidad de la partícula 2 justo después del choque en función de L y la aceleración de la gravedad (g)
- El coeficiente de restitución correspondiente a la colisión.
- La tensión en la soga que sujeta a la partícula 1 cuando se ha apartado un ángulo θ_1' respecto de la vertical.



Datos: $\theta_1 = 60^\circ$; $\theta_1' = 23^\circ$; $\theta_2' = 20,15^\circ$; $m_1 = 1\text{ kg}$

**PT107. Colegio Nacional de Buenos Aires
Ciudad de Buenos Aires.**

El amperímetro A de la figura indica el mismo valor cuando las llaves L_1 y L_2 del circuito están cerradas simultáneamente, o cuando las dos llaves L_1 y L_2 están abiertas simultáneamente.

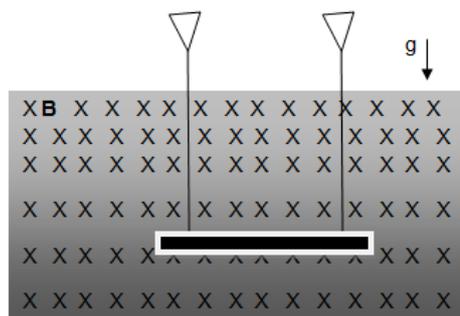


- Encuentre una expresión para la intensidad de

- corriente i_A medida por el amperímetro cuando ambas llaves L_1 y L_2 están cerradas.
- Encuentre una expresión para la intensidad de corriente i_A medida por el amperímetro cuando ambas llaves L_1 y L_2 están abiertas.
 - Halle el valor de la resistencia R .
 - Si ahora se utiliza la resistencia R como un calentador. ¿Cuánto tiempo se necesitaría para elevar la temperatura de 100g de agua de 10°C a 30°C ?
- Datos: $R_1=300\ \Omega$; $R_2=100\ \Omega$; $R_3=50\ \Omega$; $\varepsilon = 1,5\ \text{V}$; calor específico del agua= $1\text{cal/g}^\circ\text{C}$

**PT108. Colegio Nacional de Buenos Aires
Ciudad de Buenos Aires.**

Un conductor suspendido por dos alambres flexibles, como el que se muestra en la figura, tiene una masa por unidad de longitud de $0,080\ \text{Kg/m}$. El mismo se encuentra en una zona donde existe un vector campo magnético constante B de $7,2\ \text{T}$ hacia el interior de la página. El vector aceleración de gravedad g apunta en el sentido indicado en la figura y tiene un módulo de $9,8\ \text{m/s}^2$

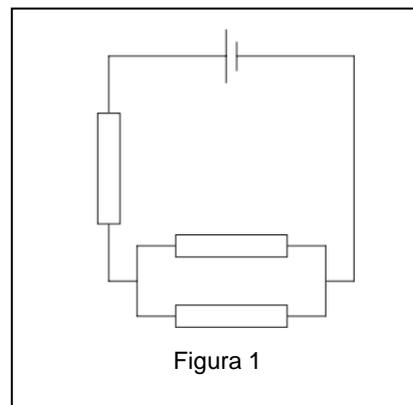


- ¿Qué corriente debe existir en el conductor para que la tensión en los alambres que lo soportan sea cero?
- ¿Cuál debe ser el sentido de la corriente?

**PT109. Colegio Santísima Trinidad - Colegio Mariano Moreno - Instituto Ayelén
Mar del Plata, Buenos Aires.**

Fabricante de resistores.

- La magnitud de un campo eléctrico dentro de un conductor 55NC^{-1} . Calcule la fuerza de un electrón libre dentro de un conductor.
 - Un resistor hecho de un óxido de metal tiene una resistencia de $1,5\ \Omega$. El resistor tiene una forma cilíndrica de un largo $2,2 \times 10^{-2}\ \text{m}$ y el radio es $1,2 \times 10^{-3}\ \text{m}$. Calcular la resistividad del óxido de metal.
 - El fabricante del resistor de (b) garantiza que su resistencia tiene un 10% de error, y que la potencia de disipación en el resistor no exceda $1,0\ \text{W}$. Calcular la máxima corriente en el resistor para que la potencia de disipación sea igual a $1,0\ \text{W}$.
 - Tres resistores como los de (c) están conectados como muestra la figura 1. La batería tiene una fem de $2,0\ \text{V}$ y una resistencia interna despreciable.
 - Determine la máxima y la mínima potencia que puede disipar el circuito.
- Datos: carga del electrón= $1,6 \times 10^{-19}\ \text{C}$



**PT110. Colegio Santísima Trinidad - Colegio Mariano Moreno - Instituto Ayelén
Mar del Plata, Buenos Aires.**

El submarino perfecto.

Para tomarse un submarino perfecto, se debe calentar $250\ \text{ml}$ de leche (densidad= $1.035\ \text{g/cm}^3$, $C_e=0,94\ \text{Kcal/kg}^\circ\text{C}$). a $85^\circ\ \text{C}$. Luego introducción $50\ \text{g}$ de chocolate ($C_e=0,3\ \text{kcal/kg}^\circ\text{C}$ (sólido), $C_e=0,56\ \text{kcal/kg}^\circ\text{C}$ (líquido), $L=10,52\ \text{kcal/kg}$,

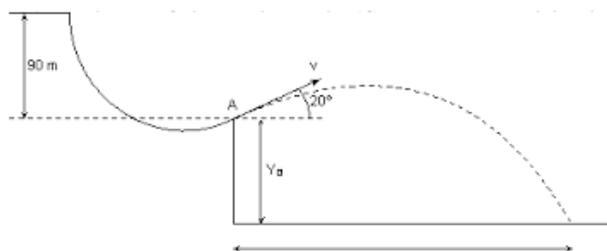
$T_{\text{fusión}}=43^{\circ}\text{C}$), y 5ml de esencia de vainilla (densidad= $1,1\text{gr}/\text{cm}^3$, $C_e=5\text{ Kcal}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$). Si la temperatura ambiente es de 20°C , y la taza adiabática calcular:

- Calcular la temperatura final del sistema.
- Calcular la cantidad de calor cedida por la leche al sistema.
- Si la leche se calienta en un microondas que tiene una potencia media de 890W, calcular el tiempo que se necesitó usar el microondas para armar el submarino.
- Si el precio del KWh es de \$2,30.-, decir cuánta plata se gastó para armar el submarino.
- La taza es un cilindro de diámetro 14cm y altura 10 cm. Si se saca la parte de arriba, y se sabe que la pérdida de calor es de $1,2\text{cal}/\text{cm}^2.\text{seg}$, decir i) cuanto tiempo tiene que estar la taza destapada para que el submarino baje 1°C su temperatura. ii) cuanto tiempo tiene que estar destapada para que el submarino quede en equilibrio térmico con el ambiente.}

**PT111. Colegio Santísima Trinidad - Colegio Mariano Moreno - Instituto Ayelén
Mar del Plata, Buenos Aires.**

Salto Olimpiadas de invierno.

Dentro de las disciplinas de ski, existe el salto en largo. Los competidores se dejan caer desde el extremo de la pista como muestra la figura.



Y gana aquel competidor que logre caer más lejos.

Se considera despreciable el rozamiento con el aire, y con la pista de nieve. Si un esquiador de 70Kg se lanza, calcular:

- La energía mecánica en A.
- La velocidad alcanzada en el punto A de la pista.
- Escribir las ecuaciones de movimiento para el esquiador a partir del punto A.
- Escribir la ecuación de altura Y_o en función del alcance.
- Si la altura Y_o , es de 30m, calcular el alcance máximo del esquiador.
- Calcular la altura máxima a la que llega el esquiador una vez que abandona la pista.
- Que distancia máxima alcanzaría si el esquiador tuviera una masa de 50kg.

**PT112. Escuela Superior de Comercio Carlos Pellegrini
Ciudad de Buenos Aires.**

El chico maravilla al rescate.

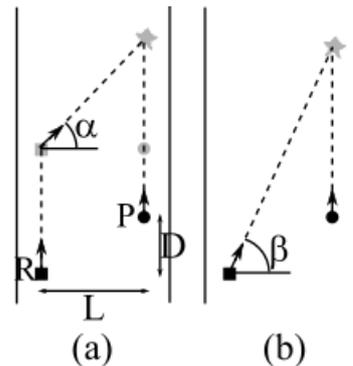
El operativo de Batman para detener al Pingüino por sorpresa tuvo un desenlace preocupante: el héroe fue capturado en una emboscada y llevado a la guarida del malvado villano en lo más profundo del alcantarillado de Ciudad Gótica. Robin, que logró escapar, no se queda de brazos cruzados y emprende de inmediato su búsqueda.

Como Robin no desea nadar por las sucias, y posiblemente envenenadas, aguas de las alcantarillas, decide construir una balsa apilando planchas rectangulares de madera que hay guardadas en la baticueva. Cada plancha es de 60 cm por 140 cm y tiene un espesor de 4 cm.

- a) Cuando Robin deja flotar una plancha en su batipileta, observa que 12 mm de la misma quedan por encima de la superficie del agua. ¿Qué densidad tiene la madera?
- b) ¿Qué volumen total debería tener, como mínimo, una balsa que soporte a Robin? ¿Cuántas planchas debe utilizar para construirla?

Encima de su balsa, Robin alcanza remando una rapidez de 10 km/h. En un momento, divisa 2,5 metros más adelante y 2,5 metros a su derecha a uno de los esfeniscidos secuaces del Pingüino patrullando las turbias aguas, nadando paralelo a él a unos 6 km/h. La idea de Robin es atraparlo e intentar convencerlo de que lo lleve a su guarida para rescatar a Batman. Para ello, decide continuar remando en la dirección original hasta llegar a la misma altura, y luego cambiar su dirección de manera de interceptar al enemigo. La situación está esquematizada en la figura (a).

- c) ¿Qué distancia recorre Robin desde que divisa al pingüino hasta que cambia su dirección?
- d) ¿En qué dirección debería remar Robin para alcanzarlo? ¿Cuánto tiempo tarda en efectuar los dos desplazamientos?
- e) Uno puede sospechar que Robin tardaría menos tiempo en alcanzar al pingüino si cambiase su dirección inmediatamente después de verlo (figura (b)). Decida en qué dirección debería moverse en este caso, y verifique la sospecha anterior. (Ayuda: $\sin^2 \beta + \cos^2 \beta = 1$ para cualquier β).

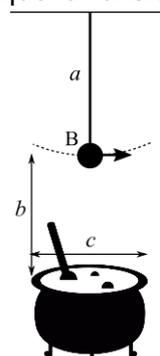


Cuando se produce el choque entre la balsa y el pingüino, ambos cambian su velocidad. Tenga en cuenta que la cantidad de movimiento **total** de los cuerpos que intervienen es la misma antes y después de un choque, y que la **cantidad de movimiento** de un cuerpo se define como el vector $\vec{p} = m\vec{v}$, siendo \vec{v} el vector velocidad.

- f) Suponiendo que ocurrió la situación del inciso d), calcule la cantidad de movimiento **total** inicial del sistema Robin-pingüino.
- g) Supongamos que después del choque Robin y el pingüino viajan juntos, con la misma velocidad. ¿Cuál?

Una vez que Robin llega a la guarida, encuentra una situación desesperante: su colega Batman está colgado de una soga, completamente atado, encima de un caldero de hirviente ácido letal. Robin no quiere cortar la soga directamente, porque su colega caería hacia una muerte inevitable.

- h) Su idea consiste en hacerlo oscilar (“hamacarlo”) hasta que alcance una velocidad tal que, si corta la soga cuando Batman pasa por el punto más bajo de su oscilación, aterrice fuera del caldero. ¿Qué velocidad debería tener allí para que ello ocurra?
- i) Robin descubre que se había olvidado las batitijeras en la baticueva, y no tiene forma de cortar la soga. El plan, ahora, es hamacar a Batman hasta que la tensión de la soga en el punto más bajo incremente de tal forma que se rompa y el Caballero de la Noche salga volando. ¿Qué velocidad deberá tener esta vez para lograrlo?



Datos

- Masa de Robin: 60 kg
- Masa del pingüino: 40 kg
- $D = L = 2,5$ m
- $g = 9,8$ m/s²
- $a = 7$ m; $b = 10$ m; $c = 6$ m
- Masa de Batman: 100 kg
- Tensión máxima que puede soportar la soga: 1100 N

**PT113. Escuela Superior de Comercio Carlos Pellegrini
Ciudad de Buenos Aires.**

Hacia Cataratas del Paraíso.

El señor Fredricksen está investigando cómo emprender un viaje por los cielos hacia Cataratas del Paraíso.

La primera opción que considera es, por supuesto, usar globos. Enseguida se da cuenta de que usar globos inflados con aire común es inútil, porque se caen.

- Calcule la densidad del aire en CNPT. (Sugerencia: considere la masa de 1 l de aire).
- Un globo que pesa 2 g desinflado se puede inflar con 3 l de gas. ¿Cuál es el peso total del globo, si se lo infla con aire? ¿Qué empuje sentirá? ¿Y si el globo se infla con helio?
- Calcule cuántos globos de helio se necesitan para sacar a flote al señor Fredricksen. Luego, estime cuántos necesitaría para hacer volar toda su casa.
- Mientras el señor Fredricksen flota, un vecino malvado vierte nitrógeno líquido sobre los globos, enfriándolos hasta que su temperatura alcanza el punto de ebullición de aquél. ¿Qué ocurre con el sistema?

Como sabemos, la presión atmosférica disminuye con la altura. Si se desprecia el cambio en la temperatura, la **ecuación barométrica** afirma que

$$p = p_0 e^{-\frac{Mgh}{RT}},$$

donde p es la presión atmosférica a una altura h sobre el nivel del mar, p_0 es la presión atmosférica al nivel del mar y M es la masa molar del aire. Para saber a qué altura h la presión atmosférica vale p , se encuentra la solución de la ecuación anterior, que es:

$$h = \frac{RT}{Mg} \ln\left(\frac{p_0}{p}\right).$$

Las anteriores ecuaciones son válidas para altitudes menores que 11000 m.

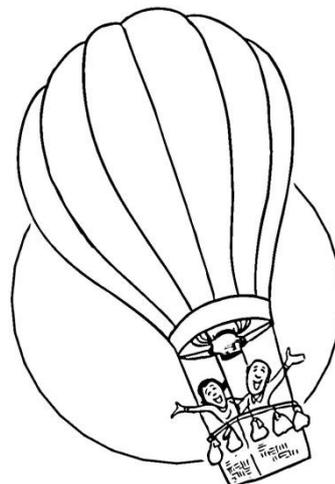
- Calcule el volumen de cada globo del señor Fredricksen cuando se encuentra volando a 1000 m de altura sobre el nivel del mar. ¿Cuánto vale ahora el empuje sobre cada globo?
- Cada globo debe llevar un volumen menor que 4 l de gas en su interior, o se reventará. ¿Qué altitudes son seguras para el vuelo del señor Fredricksen?

Una opción más realista consiste en usar un globo de aire caliente. Se calcula que la carga que debe llevar el globo, que incluye al señor Fredricksen, la tela del globo y el combustible (propano), es de unos 600 kg. El interior del globo alberga unos 2500 m³ de aire. Como antes, el aire del medio ambiente se halla en CNPT.

- ¿A qué temperatura es necesario calentar el aire en el interior para despegar? ¿Cuánto calor hay que entregarle en total? (Cuidado: no olvide considerar el peso del aire en el globo. Para calcular el calor, considere sólo la masa de gas que hay en el globo al final del proceso).
- Cuando el globo alcance cierta altura, la presión atmosférica disminuirá. Una vez que ello ocurra, para mantener el empuje ¿hay que calentar más o enfriar el aire del globo? Justifique su respuesta.

Datos

- CNPT: 1 atm, 20°C. Composición de la atmósfera: aprox. 80% moléculas de N₂, 20% moléculas de O₂



- Masas atómicas relativas: N: 14, O: 16, He: 4.
- $g = 9,8 \text{ m/s}^2$
- $R = 0,08206 \text{ l.atm}/(\text{mol.K}) = 8,314 \text{ J}/(\text{mol.K})$
- Masa del señor Fredricksen: 75 kg
- Punto de ebullición del nitrógeno: 77 K
- Capacidad calorífica del aire a presión constante: $7/2 \cdot nR$ (n: número de moles)

**PT114. Escuela Superior de Comercio Carlos Pellegrini
Ciudad de Buenos Aires.**

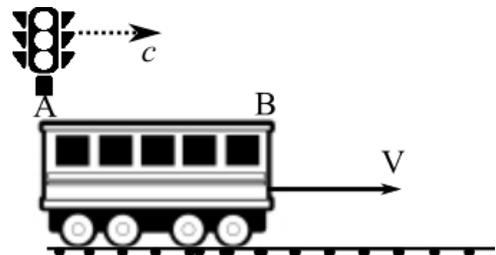
Galileo vs. Einstein.

Para fines del siglo xix, el electromagnetismo llegó a ser considerada una teoría definitiva para la descripción de los fenómenos eléctricos y magnéticos, incluyendo la propagación de la luz. En ese momento, estaba bien establecido que la luz era una onda que se propagaba con velocidad c en un medio llamado **éter** que ocupaba todo el espacio, así como las ondas que se producen en un estanque cuando se cae una piedrita en él, requieren del agua para propagarse.

Sin embargo, para comienzos del siglo xx, todos los intentos de determinar cómo se mueve la Tierra respecto del éter daban conclusiones aparentemente contradictorias. Una explicación que iba a cambiar por completo la física fue propuesta por Einstein en 1905: el éter no existe; la luz se puede propagar en el vacío y *la velocidad de la luz... tiene el mismo valor para todos los observadores que estén en movimiento relativo uniforme.*

Consideremos las implicancias de esta propuesta, llamada **segundo postulado de la relatividad especial.**

- Consideremos un vagón de tren de 100 m de longitud que se mueve hacia la derecha a una velocidad $2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ respecto de las vías, y llamemos A y B a sus extremos izquierdo y derecho. Cuando A pasa por un semáforo, éste envía un rayo de luz en la dirección en la que se mueve el tren. Calcule el tiempo que tarda el rayo de luz en alcanzar el punto B del tren.
- Un físico experimental quiere medir la velocidad del rayo de luz respecto del tren, considerando el intervalo que transcurre entre que el rayo pasa por A y por B. Dividiendo distancia por tiempo, ¿cuál será su resultado?
- Según el segundo postulado de la relatividad especial, ¿cuál debería ser el resultado?



La forma de obtener el resultado en b) se llama la **transformación (de velocidades) de Galileo**. Evidentemente, este resultado es incompatible con el postulado de Einstein. En efecto, la transformación de Galileo es correcta *si el intervalo de tiempo medido en el sistema de referencia fijo a las vías es igual al medido sobre el tren y si la longitud del tren medida desde el sistema de referencia fijo a las vías es igual a la que se mide sobre el mismo tren.* O sea: si las longitudes y los tiempos se pueden medir de manera **absoluta** para cualquier sistema de referencia. Por lo tanto, para que se cumpla el postulado de Einstein, debemos **renunciar** a la posibilidad de medir longitudes y tiempos de manera absoluta.

Es de esperar que la forma en que se modifican las longitudes y los tiempos dependa de la velocidad relativa de los dos sistemas de referencia. A continuación intentaremos calcular dichas transformaciones a partir del postulado de Einstein únicamente. Para empezar, consideremos una bolita que se mueve con velocidad V constante a lo largo de una barra quieta de longitud L_0 .

- d) En el sistema de referencia S donde la barra está quieta, exprese algebraicamente el tiempo Δt que tarda la bolita en recorrer la barra.
- e) Pasemos ahora a un sistema de referencia S' que se mueve junto con la bolita. En este sistema, la longitud de la barra es L (que podría ser igual o distinta de L_0 , no lo sabemos). Exprese algebraicamente el tiempo Δt_0 que transcurre aquí entre que la bolita pasa por un extremo de la barra y otro.
- f) Un ejemplo: si $\Delta t/\Delta t_0 = 2$ y en S la barra mide 1,5 m, diga cuánto mide la barra en S'.
- g) Más en general: obtenga una expresión algebraica que relacione $\Delta t/\Delta t_0$ con L y L_0 .

La longitud L_0 de un objeto en un sistema de referencia donde el mismo está quieto se llama **longitud propia**. Por otra parte, el tiempo Δt_0 entre dos sucesos en un sistema donde ocurren en la misma posición, se llama **tiempo propio**.

Ahora consideremos el siguiente experimento con el tren anterior. Dentro del tren, desde el punto A se emite un rayo de luz hacia la derecha; en el punto B hay un espejo que refleja el rayo de vuelta hacia A cuando llega hacia él. Los dos sucesos considerados son: (1) el rayo es emitido desde A y (2) el rayo vuelve a pasar por A. Considere que la longitud *propia* del tren es de 100 m.

- h) En el sistema de referencia fijo al tren, exprese algebraicamente el tiempo que transcurre entre esos sucesos. Haga lo mismo, en el sistema de referencia fijo a las vías.
- i) ¿En cuál de los dos sistemas la longitud del tren es la longitud propia? ¿Y en cuál, el tiempo transcurrido entre los dos sucesos es el tiempo propio?
- j) Usando la expresión hallada en **g)**, encuentre la longitud del tren en cada sistema de referencia. Verifique que la longitud del tren en uno de ellos es más corta que la propia: este es el fenómeno de **contracción de longitudes**.
- k) De forma parecida, en uno de los sistemas de referencia, el rayo de luz tarda más en ir y volver que en el otro. Calcule cuánto. Este es el fenómeno de **dilatación de tiempos**.
- l) ¿Cómo puede ser que ocurran estas cosas y no nos hayamos dado cuenta en nuestra experiencia cotidiana? Habrá notado que la velocidad del tren considerado es absurdamente grande. En efecto, estos dos fenómenos sólo son notorios cuando las velocidades involucradas son cercanas a la de la luz. Para las velocidades de (muchas de) las cosas de nuestra vida diaria, la diferencia es indetectable. Verifíquelo, repitiendo los cálculos anteriores si la velocidad del tren es de $1 \cdot 10^6$ m/s (que es menor, pero sigue siendo una bestialidad).

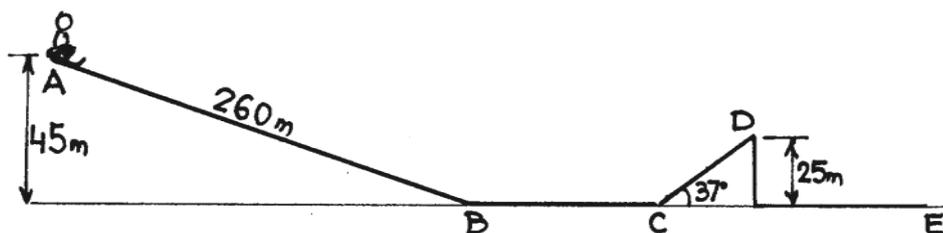
Datos

$$- c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

PT115. Instituto Primo Capraro San Carlos de Bariloche, Río Negro.

Aprovechando la nevada.

Aprovechando la buena temporada de nieve en el cerro Catedral, decidimos hacer nuestras primeras incursiones en el snowboard, y por ello nos dirigimos a la pista preparada especialmente para principiantes. Dicha pista consiste en un tramo AB con una pendiente de 260 m de largo y un desnivel de 45 m, que empalma suavemente con un tramo horizontal BC cuya longitud es de 40 m para luego enfrentar el ascenso de una pendiente CD que forma un ángulo de 37° con la horizontal y sube una altura de 25 m. Aquellos principiantes que se atrevan podrán realizar un salto desde D para caer en E sobre una superficie horizontal. (ver figura).



Como primera experiencia nos dejamos deslizar partiendo del reposo en A. Suponiendo que la fricción entre la tabla y la nieve es despreciable, al igual que el rozamiento con el aire, se pide:

- Determinar la velocidad con que recorre el tramo BC.
- Determinar la velocidad con que llega al punto D.
- Encontrar el tiempo de vuelo entre D y E, y la distancia horizontal entre D y E, (alcance).

Debido a la traumática caída de la primera experiencia, decidimos asesorarnos para hacer friccionar la tabla con la nieve pero solamente en el tramo horizontal BC. Dado que el coeficiente de fricción en ese tramo BC es $\mu = 0,25$ y además nuestra masa es de 78 kg mientras que la tabla es de 2 kg, se pide:

- Calcular el alcance.

No conforme con la segunda traumática experiencia por el golpe (aunque de menor intensidad que en el primer caso) decidimos hacer friccionar la tabla contra la nieve en todo su recorrido, con el objetivo de detenernos en el punto D y evitar el salto DE que no dominamos correctamente. Para este caso se pide:

- Determinar el coeficiente de rozamiento mínimo que haría que se detenga en D, considerando que existe fricción en todo el trayecto.

Feliz de haber logrado con éxito nuestro objetivo nos preguntamos:

- Suponiendo que todo el calor generado en la fricción se utilizara para calentar el hielo, ¿cuántos gramos de agua líquida se obtendrían, si la temperatura del hielo y del aire es de 0°C y el calor latente de fusión del hielo es de 80 cal/g .

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

$1\text{ cal} = 4,182\text{ J}$

PT116. Instituto Primo Capraro San Carlos de Bariloche, Río Negro.

Camino complicado.

De regreso de las pistas de esquí un amplio sector de la ruta se encuentra con mucho hielo y por lo tanto con rozamiento despreciable entre el piso y los neumáticos. Al llegar al cruce, intentamos, pero el automóvil se desliza por el hielo con una velocidad de 18 km/h haciendo impacto en otro vehículo de igual masa que se encontraba detenido en el cruce. Como consecuencia del impacto, ambos automóviles permanecen unidos luego de la colisión. Determinar:

- La velocidad de ambos vehículos luego del choque.
- Si la masa del auto que se encuentra detenido es el doble de la de nuestro auto, ¿cuál sería la velocidad de ambos luego del choque si también permanecieran unidos?.

Una de las formas de aumentar el rozamiento con el hielo, consiste en utilizar cadenas que rodean a las cubiertas del automóvil. Suponiendo que el auto que se encontraba detenido usara cadenas y para el caso calculado en el punto a) suponiendo que el coeficiente de rozamiento es de $0,0625$ y la masa de cada auto es de 800 kg , se pide determinar:

- la distancia recorrida por el conjunto luego del choque, hasta detenerse.

Por desgracia, después de chocar con el primer auto y permanecer unidos, una camioneta que viajaba por la calle transversal con una velocidad de 27 km/h impacta

contra el conjunto. Sabiendo que la masa de la camioneta es el triple que la de uno de los autos y despreciando el rozamiento:

- d) calcular el módulo y la dirección de la velocidad de los tres vehículos luego de la segunda colisión, si permanecen unidos luego de la misma.
- e) ¿cuál debería ser la velocidad de la camioneta antes del choque para que luego de la colisión los tres vehículos se desplacen en una dirección que forma 45° con la que traían antes de chocar?

**PT117. Instituto Primo Capraro
San Carlos de Bariloche, Río Negro.**

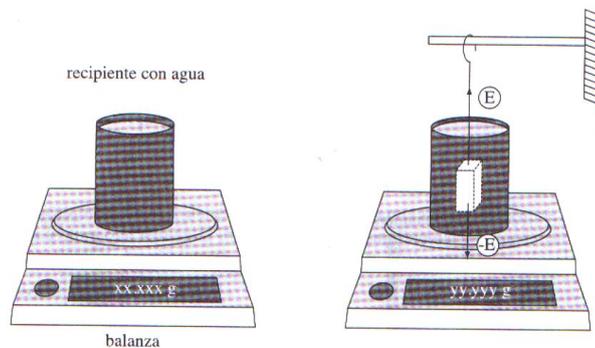
Midiendo longitud de manera rebuscada.

El ingeniero en materiales tuvo un día complicado y que mejor que un buen mate para renovar fuerzas y empezar de nuevo. Al regresar a su laboratorio se propone calentar agua, y como para colmo de males le cortaron el gas por falta de pago, decide hacerlo aprovechando un cable de un nuevo material que está investigando y que se compone de 40% de Níquel y 60% de Cobre. Dicho cable será usado como resistencia conectada a una batería de 12 V con que cuenta en el laboratorio.

Sabiendo que la densidad del níquel es $\delta_{Ni} = 8,9 \text{ g/cm}^3$ y la del cobre es $\delta_{Cu} = 8,96 \text{ g/cm}^3$, y que la densidad del alambre cumple con la regla de la mezcla (proporcionalidad):

- a) Calcular la densidad del alambre.

Para determinar el largo del cable, al no contar con la cinta métrica, que le robaron la noche anterior, y teniendo una balanza que permite medir un rango entre 200 g y 400 g, aprovecha sus conocimientos del principio de Arquímedes para determinar el largo del cable. Coloca un recipiente con agua sobre la balanza haciendo una lectura de 243,28 g. Luego enrolla el cable, le ata un hilo muy fino y sumerge totalmente el cable en el agua sin que toque el fondo del recipiente. En esta situación la balanza acusa 244,82 g. Ver figura:



Sabiendo que la densidad del agua es de 1 g/cm^3 , y que el diámetro del cable es de 1 mm:

- b) determinar el largo del cable.
- c) determinar la masa del cable.

Este cable cumplirá la función de resistencia eléctrica en un calentador eléctrico conectado a la batería de 12 V. Una de las principales propiedades que tiene el material del cable es que su resistencia eléctrica permanece constante con la temperatura.

Sabiendo que la resistencia de un alambre cumple la siguiente ecuación: $R = \rho \frac{l}{A}$ donde ρ

es la resistividad del material que equivale a $0,50 \Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$, l es el largo del cable y A el área

de la sección transversal, calcular:

- d) la resistencia eléctrica del cable.
- e) La potencia eléctrica del calentador.

Si suponemos que todo el calor suministrado por el calentador se utiliza para calentar medio litro de agua y llevarla de una temperatura inicial de 16° C a 82° C (ideal para un buen mate) y que el calor específico del agua es de 1 cal / g °C:

- f) ¿cuánto tiempo le demandará al ingeniero calentar el agua para tomarse el primer matecito?. Si al ingeniero lo pasan a buscar para llevarlo a su casa 15 minutos después de haber colocado el agua a calentar ¿alcanzará a saborear el primer mate?.

Recordar que 1 cal = 4,182 J.

**PT118. Colegio Pablo Apóstol¹ - Colegio del Sol²
Yerba Buena¹ - San Miguel², Tucumán.**

El Átomo Clásico y sus Problemas.

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 un núcleo en el centro, muy pesado y cargado positivamente, y los ligeros electrones girando a su alrededor, ligados por la atracción de Coulomb (Fig. 1 – Visión clásica del átomo de Hidrógeno, con un protón en el núcleo y un único electrón orbitando, ubicado a una distancia r).

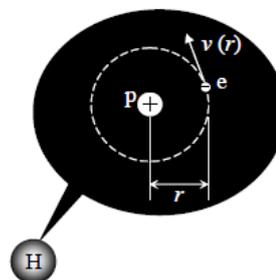


Fig. 1

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 (**aceleración centrípeta**), pierden energía en forma de radiación electromagnética, llamada Radiación de Larmor, por lo que los electrones atómicos precipitarían hacia el núcleo en trayectoria espiral en un tiempo muy breve (ver Fig. 2). Está claro que no sucede así, puesto que la materia normal es estable y todos estamos aquí.

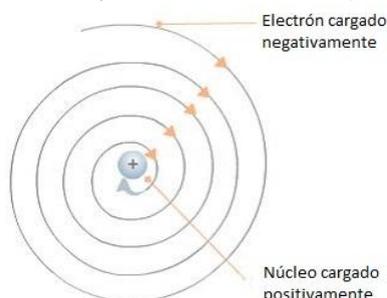


Fig 2 – En el modelo atómico de Rutherford, los electrones deberían perder gradualmente energía y caer sobre el núcleo positivo

La idea de este problema es realizar una estimación clásica y no relativista del tiempo que tardaría en aniquilarse un átomo de hidrógeno según las teorías clásicas de la mecánica y el electromagnetismo, partiendo del hecho de que la **energía de ionización** (la energía necesaria para arrancar el electrón) de un átomo de hidrógeno en su estado fundamental es $E_{ioniz} = 13.6\text{eV}$.

- a) 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 período de rotación T , en función de la energía total E_0 del átomo de Hidrógeno en el estado fundamental, y del radio r_0 de la órbita circular en dicho estado.

Ayuda: para resolver este inciso recomendamos primero escribir la energía mecánica total del electrón en una órbita de radio r , luego utilizar que la Fuerza de atracción Newtoniana es la Fuerza Centrípeta y así van llegar a una expresión para E . La energía E_0 es la que se obtiene particularizando $r = r_0$.

Como la energía de ionización es la mínima energía que hay que entregarle al átomo para arrancarle el electrón, podemos escribir:

$$E_0 + E_{ioniz} = 0 \Rightarrow E_0 = -E_{ioniz} = -13.6\text{eV}$$

- b) Determinar y calcular r_0 así como la velocidad, la aceleración y el período en esta órbita v_0, a_0 y T_0 .

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

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

en donde k es la constante de Coulomb, c es la velocidad de la luz y e es la carga del electrón.

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

A partir de los resultados obtenidos en **a)** y **c)** es posible encontrar una expresión para el tiempo τ que le tomaría a un electrón “caer” sobre el núcleo desde el estado fundamental de radio r_0 :

$$\tau = \frac{1}{16} \frac{c^3 m_e^2}{E_0^2} r_0$$

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

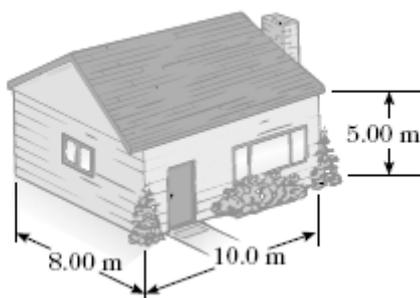
Conclusión: si llegaste al final del problema, pudiste comprobar que la vida de un átomo según la teoría clásica es muy corta. El átomo clásico es un fracaso. La Teoría Cuántica es la que describe correctamente la estabilidad de la materia, prediciendo además las propiedades de los átomos.

Datos:

- Correlación entre eV y J $1\text{eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$
- Masa del electrón $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
- Constante de Coulomb $k = 8,99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$
- Velocidad de la Luz $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$
- Carga elemental del electrón $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$

**PT119. Colegio Pablo Apóstol
Yerba Buena, Tucumán.**

Problemas Térmicos.



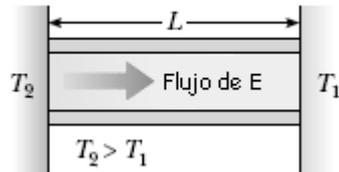
Alejado de la sociedad, en el medio de una distante montaña vive un físico en su cabaña. Todos los días debe afrontar diferentes retos, que van desde lograr conseguir alimentos, hasta el hecho de hallar un modo de cocinarlos... Pero el más grande de todos sus dramas radica en mantener su hogar calentito.

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 materia, 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 $1,00\text{ cm}$ de espesor y $0,50\text{ m}$ 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 $0,600\text{ m}$. 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) $0,500\text{ L}$ de agua en la tasa, inicialmente a $15,0^{\circ}\text{C}$? (despreciar la capacidad calórica de la taza)

Por último, si en la taza con agua a 100°C se coloca un cubo de $50,0\text{g}$ de hielo inicialmente a $-10,0^{\circ}\text{C}$.

- f) Calcule la temperatura final del sistema

Datos útiles:

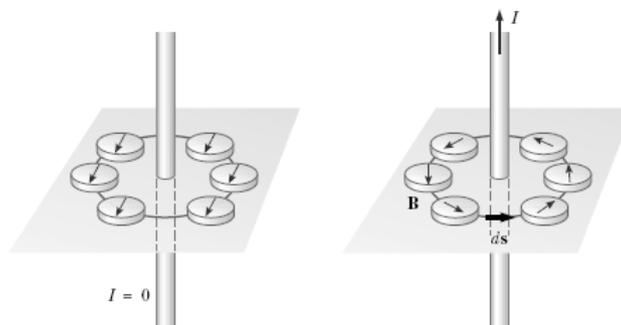
- $\rho_{\text{AIRE}} = 1,29\text{ kg/m}^3$
- $ce_{\text{AIRE}} = 0,350\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$

¡Feliz Cumple Oersted!



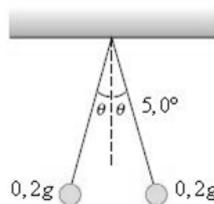
Hans Christian Ørsted nació en Rudkøbing, Dinamarca un día 14 de agosto de 1777, y murió en Copenhague el 9 de marzo de 1851. Este físico y químico danés fue un gran estudioso del **electromagnetismo** y hoy festejamos su 232º cumpleaños. Su principal descubrimiento tuvo lugar en 1819, cuando junto con 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.



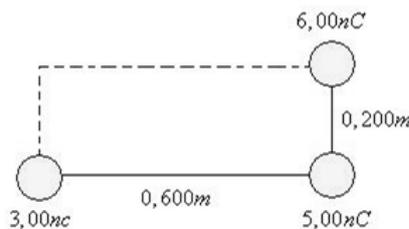
En su honor, vamos a hacerle un pequeño homenaje analizando el comportamiento de esta manifestación tan particular de la materia como lo es la carga eléctrica.

Primero supongamos que dos esferas metálicas pequeñas, cada una de masa $0,2\text{ g}$, 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 $30,0\text{ cm}$:



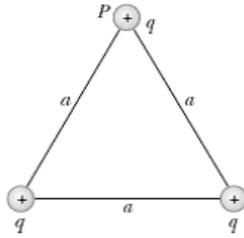
a) ¿Cuál es la magnitud de la carga de cada esfera?

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



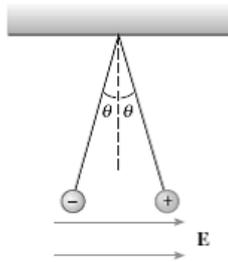
b) Encontrar el campo eléctrico en el cuarto vértice

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.



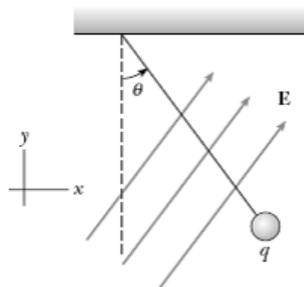
- c) Encontrar un punto (distinto del ∞) donde el campo eléctrico sea nulo. (Consejo: dibujar las líneas de campo correspondientes a cada carga).
- d) ¿Cuál es la magnitud y dirección del campo eléctrico en P debido a las cargas de la base del triángulo?

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 $3,00 \times 10^5 N/C$ y una componente y de $5,00 \times 10^5 N/C$, la esfera está en equilibrio en $\theta = 37,0^\circ$.



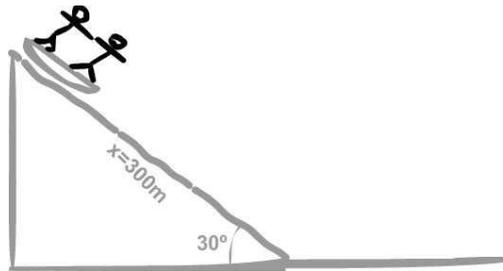
- f) Encontrar la carga sobre la esfera y la tensión en la cuerda.

PT121. Colegio Del Sol
San Miguel, Tucumán.

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 $M = 150\text{kg}$

- a) 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 $x = 300\text{m}$
- b) Calcule la aceleración de descenso del trineo y demuestre que:

$$a_{\text{trineo}} = g \operatorname{sen} \alpha$$

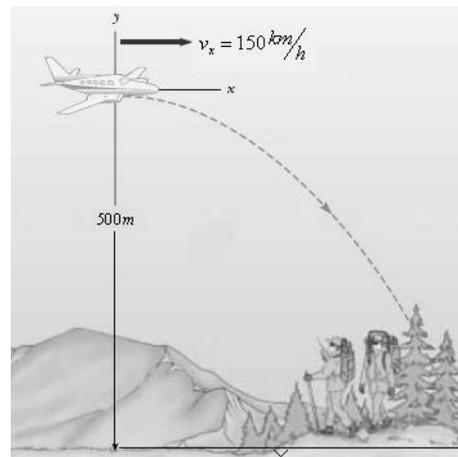
Al llegar a la base continúa deslizando sobre el suelo hasta que finalmente el roce con los lo detiene. Si el *coeficiente de roce dinámico* entre el trineo y el suelo rocoso es $\mu = 0,50$:

- 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°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.

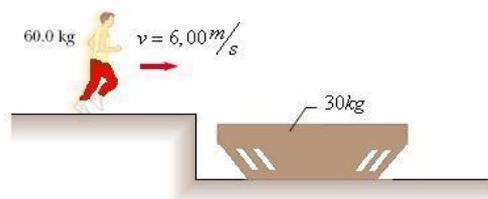


Si el avión viaja a una altura de 500m y a una velocidad $v_x = 150\text{km/h}$.

- 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.

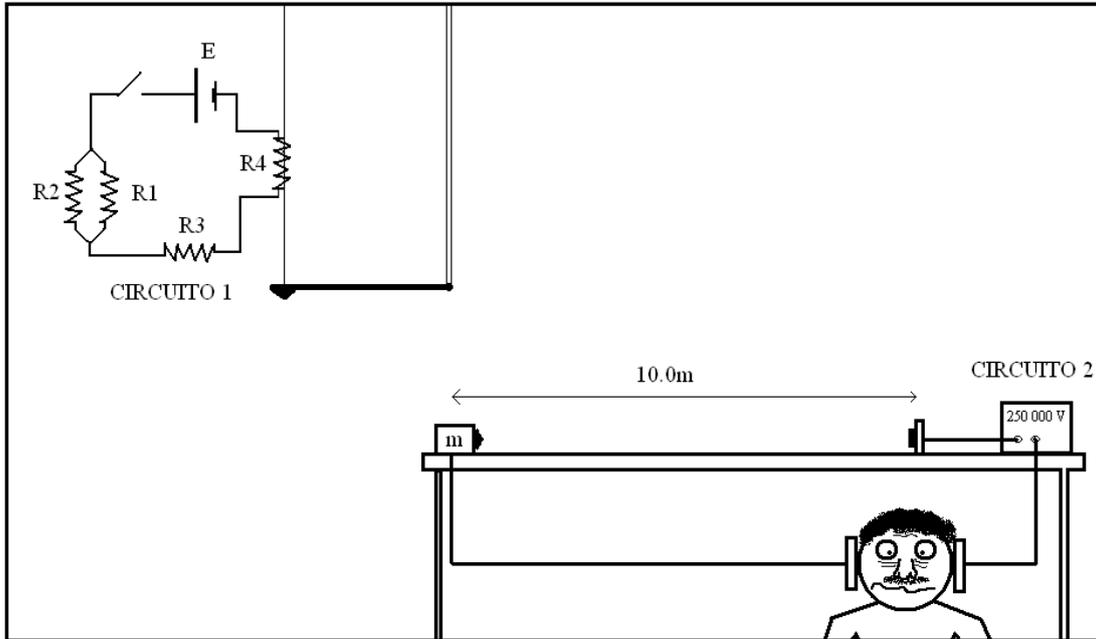
Julio, cuya masa es de 60kg corre a una velocidad $v = 6,00\text{m/s}$ y salta sobre el trineo de masa 30kg , inicialmente en reposo. Suponiendo que no existe movimiento relativo entre Julio y el trineo luego de que éste salta (no desliza sobre el trineo), y considerando despreciable el roce entre el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

El juego del Miedo.

En una conocida película un criminal aterroriza a la gente sometiéndolas a pruebas extremas donde el fracaso conlleva a una agonizante y dolorosa muerte. Un valiente policía cayó víctima del criminal, quien lo capturó, lo secuestró y lo adormeció... Al despertar se encontró en una situación como esta:



Considere que usted es la única persona que puede ayudarlo, sabiendo que, de sobrevivir, podría SIN DUDAS atrapar al asesino...

Para ello usted recibió como ayuda un diagrama como el de la figura con las siguientes pistas del asesino, la mayoría en claves:

- 1) El circuito 1 compuesto por un arreglo de resistencias conocidas ($R_1 = 15\Omega$, $R_2 = 10\Omega$, $R_3 = 5\Omega$ y $R_4 = 20\Omega$) está alimentado por una f.e.m. igual a la fuerza necesaria para que una masa de 2.0 kg acelere de 0 a 24 m/s en 4 s , en volts.
- 2) El 85% de la potencia disipada por R_4 se utiliza para calentar un cable fino de:

$$C_e = 0.125 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}} \quad L = 130 \frac{\text{cal}}{\text{g}} \quad T_f = 200^\circ\text{C}$$

$$T_0 = 25^\circ\text{C}$$

y cuya masa en contacto es igual al número de segundos en que la luz recorre $4.5 \times 10^9\text{ m}$, en gramos.

- 3) Cuando el cable se corta, una palanca grande pivotea respecto de un eje, cayendo como se ve en el diagrama. La palanca posee un momento de inercia $I = \frac{1}{3}ML^2$. Siendo su masa $m = 20.0\text{ kg}$ (suponga que el centro de masa se encuentra en el medio de la palanca) y $L = 1.00\text{ m}$.
- 4) Al rotar un $\Delta\theta = \pi/2$ choca elásticamente contra una masa igual a 25.0 kg . (Para este choque suponga toda la masa de la palanca concentrada en su extremo de impacto).
- 5) La masa desliza por una superficie sin roce de 10.0 m de longitud hasta encontrar en el extremo un borne con el cual, al hacer contacto, cierra un circuito como el

circuito 2, compuesto por una fuente de 250 000 volts y la cabeza de nuestro héroe cerrando y asegurando una dolorosa muerte.

Con estas pistas, se le pide contestar las siguientes preguntas antes de ayudar al pobre policía. Recuerde: **¡¡¡cada segundo cuenta!!!**

- a) Calcular la R_{eq} del *circuito 1*
- b) Calcule la I del *circuito 1*
- c) Calcular la Potencia disipada por R_4
- Calcular el tiempo necesario para fundir el cable que se encuentra a $T_0 = 25^\circ C$.
- Antes de que se corte el cable, calcular la tensión sobre el mismo para que la palanca se encuentre en equilibrio rotacional.
- Calcule la velocidad tanto angular como tangencial con que la palanca impacta a la masa.
- Calcular el tiempo entre que comienza a rotar e impacta
- Calcule la velocidad con que sale despedida la masa y el tiempo en que llega al otro extremo
- Considere la $R_{policia} = 50\Omega$ y calcule la corriente por su cerebro al cerrar el circuito en caso de no llegar a ser salvado.
- Calcule el tiempo total que dispone para salvarlo desde que se cierra el *circuito 1*

Considere $g = 10.0 \text{ m/s}^2$... Buena suerte

**PT123. Escuela Nacional Ernesto Sábato
Colegio Sagrada Familia - Colegio San Ignacio
Tandil, Buenos Aires.**

Vuelos acrobáticos.

Durante los primeros años de la aviación, algunos pilotos usaban sus aviones para entretener al público en exhibiciones aéreas. Las maniobras realizadas, escogidas por su belleza o peligrosidad, no tenían mayor propósito que el de impresionar a los espectadores. Hoy en día, la competición de acrobacias aéreas es considerada un deporte extremo y se practica con aviones de un solo motor de pistón.

En un momento de la acrobacia, el piloto asciende hasta una altura de 2000 metros y apaga su motor. Sabiendo que la masa del avión ronda en los 680 kg, ya que debe ser ultraliviano.

- a) ¿Qué velocidad alcanzará a los 100 m de altura respecto del piso si se deja caer verticalmente hacia abajo? (Suponer que la fuerza de roce que actúa es constante y tiene un valor de 170 N)

Las bombas de humo de color se utilizan para enmarcar las acrobacias del avión. También se usan para indicar el principio o fin de una maniobra, o para escribir en el cielo. Para obtener el humo de color se coloca una manguera (que une el recipiente con liquido generador de humo al motor) que suele ser de polietileno de 1,6m de longitud y 1cm de radio a $20^\circ C$. Si los gases expulsados en su interior alcanzan hasta una temperatura de $56^\circ C$, siendo el coeficiente de dilatación lineal del polietileno $120 \times 10^{-6} / ^\circ C$.

- b) Calcular en cuánto variará su volumen.

Accidentalmente la bomba de humo, cuya masa es de unos 20 Kg, se desprendió cuando el avión volaba horizontalmente a una altura de 1200 m y 260 Km/h.

- c) ¿En cuánto varió la velocidad del avión debido a la pérdida de masa?
- d) ¿Cuánto tiempo tardó en tocar suelo la bomba?
- e) ¿Con qué velocidad impactó la bomba en el suelo?

**PT124. Escuela Nacional Ernesto Sábató
Colegio Sagrada Familia - Colegio San Ignacio
Tandil, Buenos Aires.**

Preparando Té Helado.

Con el objetivo de preparar té helado para la noche se procede de la siguiente manera: Se coloca un litro de agua que se encontraba a temperatura ambiente ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$) en una pava eléctrica cuya potencia máxima es de 2400 Watts.

- a) ¿Cuánto tiempo deberá estar encendida para que el agua alcance la temperatura de ebullición de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$?

Se prepara el té e inmediatamente se lo coloca en un termo de acero inoxidable (despreciar las pérdidas de energía en el traspaso).

- b) ¿En cuánto variará el volumen interno del termo teniendo en cuenta se encontraba a temperatura ambiente y despreciando su masa?

Luego, se deja reposar el tiempo suficiente como para que el té alcance la temperatura ambiente y se desea introducir cubitos de hielo para lograr té helado a 5°C . Sabiendo que los cubitos de hielo se encuentran a -3°C y tienen una masa de 10 gramos.

- c) ¿Cuántos cubitos serán necesarios mezclar al litro de té? (despreciar las pérdidas considerando al termo como un calorímetro ideal).

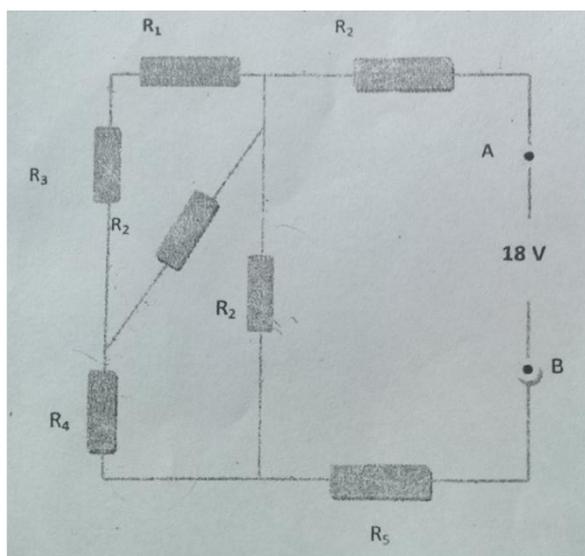
El termo posee una capacidad de 1200 cm^3 .

- d) ¿Hay suficiente espacio libre como para que se logren introducir todos los cubitos?
¿Cuánto espacio falta, o sobra?

**PT125. Escuela Nacional Ernesto Sábató
Colegio Sagrada Familia - Colegio San Ignacio
Tandil, Buenos Aires.**

Analizando un circuito combinado.

Para el circuito de la figura responde:



Donde: $R_1 = R_2 = 10\ \Omega$ $R_3 = R_4 = 15\ \Omega$ $R_5 = 20\ \Omega$

¿Qué corriente circula por el resistor R_4 ?

- a) ¿Cuál es la diferencia de potencial en el resistor R_3 ?
b) ¿Cuánta energía transforma el circuito si está funcionando 5 horas?

Expresar en unidades convenientes para la compra de energía a una empresa proveedora del servicio.

c) ¿Qué ocurre si se conectan los puntos A y B del circuito?

d) ¿Cómo conectaría el amperímetro para medir la corriente que circula en R_4 ? ¿y un voltímetro para medir el voltaje en R_3 ?

Dibuja en el circuito la conexión realizada en cada caso.

Datos útiles:

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$1\text{Cal} = 4,2 \text{ Joule}$$

$$\text{Coeficiente de dilatación lineal del acero inoxidable: } \alpha = 1,73 \cdot 10^{-5} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Calor específico del agua: } C = 1 \text{ Cal/g.}^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Calor Latente de fusión: } L_F = 80 \text{ Cal/g}$$

$$\text{Calor específico del Hielo: } C = 0,5 \text{ Cal/g.}^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Densidad del Hielo: } \delta = 0,92 \text{ g/cm}^3$$

**PT126. Instituto Eduardo L. Holmberg
Quilmes, Buenos Aires.**

Es sabido que las órbitas de los planetas alrededor del Sol son elípticas pero para este problema podemos considerarlas que son circulares.

Hacia fines del siglo XVI, los astrónomos de la época ya habían determinado con buena precisión el período de rotación del planeta Marte alrededor del Sol. En base a esos datos se pudo determinar que ese planeta se encuentra a 227,9 millones de kilómetros del Sol (la Tierra se encuentra a $1,496 \times 10^{11}$ m del Sol).

Imaginando que la vida en Marte es posible, tal vez debajo de una gigantesca cúpula que mantenga condiciones atmosféricas de presión y temperatura normales iguales a las terrestres, Jaime, un alumno de física que nació allí, decide hacer una serie de experimentos y comparar sus resultados con algún amigo terrícola.

1. La primera serie de experimentos que hace Jaime en Marte son de mecánica de sólidos.

a) En el primer experimento, simplemente deja caer libremente un objeto desde 3 m de altura y determina que el tiempo de caída fue 1,27 s. Calcular la aceleración de la gravedad en Marte.

b) Luego Jaime lanza una pelota con una velocidad inicial de 10 m/s con un ángulo de 37° sobre la horizontal. La altura del lanzamiento puede considerarse al nivel del suelo. Determinar:

(i) el tiempo de vuelo de la pelota hasta regresar al suelo.

(ii) la altura máxima alcanzada por la pelota.

(iii) el alcance horizontal de la pelota al momento de tocar el suelo nuevamente.

(iv) Comparar estos resultados (tiempo, altura y alcance) con los que se obtendrían en la Tierra para un lanzamiento con las mismas condiciones iniciales: todos son diferentes, pero ¿todos difieren en el mismo porcentaje?

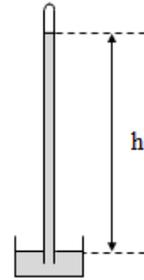
c) Luego Jaime decide comparar su edad con la de un amigo terrícola que casualmente nació en el mismo instante que él. Para eso debe realizar algunos cálculos previos.

(i) Conociendo el radio de la órbita del planeta Marte y sabiendo que la masa del Sol es $1,989 \times 10^{30}$ kg, determinar el período de rotación alrededor del Sol de Marte.

(ii) Si Jaime nació en Marte hace 8 años (años marcianos), ¿qué edad tiene su amigo terrícola (medida en años terrestres)?

(iii) Determinar la velocidad de ambos planetas en sus respectivos movimientos de traslación alrededor del Sol.

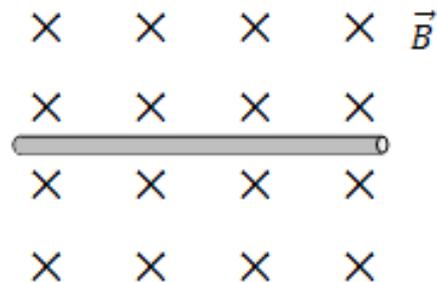
2. La segunda serie de experimentos son de mecánica de fluidos y termodinámica.



- a) Luego Jaime decide construir un barómetro similar al diseñado por un antiguo científico terrícola llamado Evangelista Torricelli. Es decir, un tubo de vidrio con un extremo cerrado lleno de mercurio. Sin permitir que entre aire, se invierte la boca del tubo y se la sumerge en una cubeta con más mercurio, tal como se ve en el diagrama de al lado. En el extremo superior del tubo hay vacío ya que no entró aire al invertir el tubo.
- Determinar la altura h de la columna de mercurio para equilibrar la presión atmosférica normal ($P_{AN} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$; $\bar{\rho}_{\text{Hg}} = 13560 \text{ kg/m}^3$).
 - Comparar el valor de h con el que se obtiene en la Tierra en igualdad de condiciones atmosféricas.
- b) Jaime encendió un calentador eléctrico de 150 w por 0,5 minutos y calentó un recipiente que contenía un gas (que podemos considerar ideal). Como la tapa del recipiente se podía mover sin fricción, la presión se mantuvo igual a la presión atmosférica normal mientras se calentaba.
- ¿Cuánta energía térmica le entregó al gas?
 - Sabiendo que había 0,5 moles de gas a 20°C , determinar la temperatura final que alcanzó el gas.
Las capacidades caloríficas molares del gas valen $C_p = 30 \text{ J/mol}\cdot^\circ\text{C}$ y $C_v = 20 \text{ J/mol}\cdot^\circ\text{C}$.
 - Determinar la variación de energía interna del gas.
 - Determinar el trabajo realizado por el gas durante su expansión.
 - Habría alguna diferencia si este experimento se realizara en la Tierra.

3. Esta tercera serie de experimentos son de electricidad y magnetismo.

- a) Un campo magnético, cuyas líneas de fuerza son horizontales y se representaron con cruces en el diagrama de al lado, sostiene una varilla de 8 g de masa y 12 cm de longitud, que fue adecuadamente conectada para transportar una corriente de 4 A. La varilla se mantiene en equilibrio sin estar apoyada o colgada, sin caer. Está sostenida por la interacción magnética entre la corriente en la varilla y el campo \vec{B} . Asumimos que los cables de conexión de la varilla (no están dibujados) no afectan el experimento.

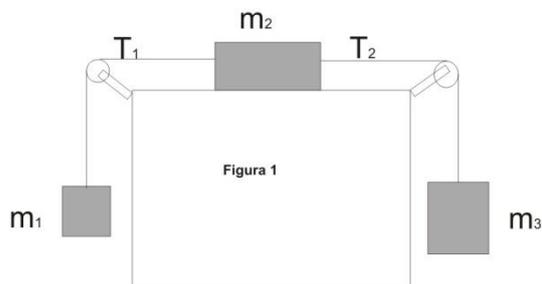


- ¿Cuánto pesa la varilla?
 - ¿Cuál es la densidad de flujo magnético adecuada para que la varilla quede en equilibrio?
 - ¿En qué dirección circula la corriente en la varilla?
 - ¿Cuál debería ser la densidad de flujo magnético si se repitiera este experimento en la Tierra?
- b) La varilla está hecha de un material de origen marciano de resistividad $\rho = 1,2 \times 10^5 \Omega\cdot\text{m}$ y tiene un diámetro de 0,8 mm.
- Determinar la resistencia de la varilla.
 - ¿Cuál es la diferencia de potencial a la que fue conectada la varilla para que la corriente tuviera la intensidad indicada?
 - ¿Cuál es la densidad del material de la varilla?

¿Alguno de estos resultados cambiaría si se repitiera el experimento en la Tierra?

**PT127. Instituto de Enseñanza San Jorge - Colegio La Asunción
Escuela Normal Superior Gral. Manuel Belgrano
Colegio Hermano Hermas de Bruijn - Colegio San Francisco de Asís
Ciudad de Santiago del Estero.**

Tres bloques están unidos como muestra la figura 1. No hay rozamientos. Las masas de los bloques son: $m_1 = 10 \text{ kg}$, $m_2 = 150 \text{ kg}$ y $m_3 = 25 \text{ kg}$

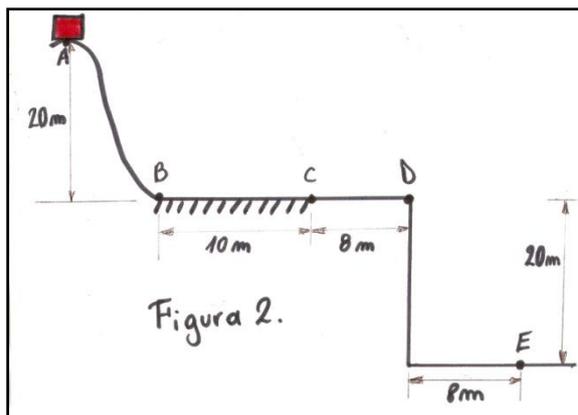


- Realiza el diagrama de cuerpo libre para cada bloque.
- Determina la aceleración del sistema.
- Determina la tensión en la cuerda T_1 .
- Determina la tensión en la cuerda T_2 .

Nota: Se desprecia el roce de las cuerdas en las poleas y el peso de de las mismas. Considerar $g = 10 \text{ m/s}^2$

**PT128. Instituto de Enseñanza San Jorge - Colegio La Asunción
Escuela Normal Superior Gral. Manuel Belgrano
Colegio Hermano Hermas de Bruijn - Colegio San Francisco de Asís
Ciudad de Santiago del Estero.**

En la figura se observa un bloque de 5 kg que pasa por el punto A con una rapidez de 15 m/s y se desliza sin rozamiento hasta el punto B, a partir del cual existe una superficie rugosa de 10 m de longitud que culmina en el punto C. El coeficiente de roce dinámico entre el bloque y la superficie es $0,4$. El tramo CD carece de rozamiento y mide 8 m de longitud. El punto E está a 8 m de la base del muro.



- ¿Supera el bloque en su movimiento al punto C? De ser así, ¿Con qué rapidez lo hace?
- ¿Supera el bloque al punto D? Justifica.
- En caso de responder afirmativamente la pregunta anterior, ¿a qué distancia del punto E caerá el bloque?
- Grafica las fuerzas que actúan sobre el bloque en los tramos AB, BC, CD y a partir del punto D hasta su impacto contra el suelo.
- Calcula el trabajo del peso del bloque en cada etapa del movimiento.
- Si el punto E pudiera moverse libremente, ¿cuál debería ser su aceleración para alcanzar al bloque en el mismo instante en el que alcanza su punto de impacto contra el suelo?

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

**PT129. Instituto de Enseñanza San Jorge - Colegio La Asunción
Escuela Normal Superior Gral. Manuel Belgrano
Colegio Hermano Hermas de Bruijn - Colegio San Francisco de Asís
Ciudad de Santiago del Estero.**

En un recipiente aislado idealmente se agregan 500 g de hielo a -10°C . Luego se calienta el hielo empleando un calentador eléctrico que se encuentra dentro del recipiente.

- ¿Qué cantidad de calor tuvo que entregar el calentador para lograr llevar todo el hielo a 0°C ?
- ¿Cuánto tiempo estuvo conectado el calentador para lograr esto, si su potencia es de 350W ?
- ¿Cuál fue la intensidad de corriente que circuló por el calentador si se conectó a una fuente de 220V ?
- ¿Cuál es el valor de la resistencia eléctrica del calentador?

Luego, en el mismo recipiente se agregan 800 g de agua a 50°C y se espera que la mezcla alcance su temperatura de equilibrio.

- Determina la temperatura de equilibrio de la mezcla.
- Determina la masa final de agua en la mezcla.

Datos útiles:

Calor específico del agua: $C_{e\text{ H}_2\text{O}} = 1\text{ cal / g }^{\circ}\text{C}$

Calor específico del hielo: $C_{e\text{ HIELO}} = 0.5\text{ cal / g }^{\circ}\text{C}$

Calor latente de fusión del hielo: $L_{f\text{ HIELO}} = 80\text{ cal / g}$

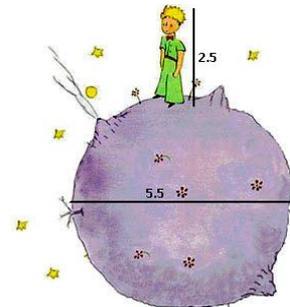
Nota: Idealmente, ninguno de los elementos empleados intercambia calor con el medio que lo rodea. Se desprecia la masa del calentador eléctrico.

**PT130. Escuela Philips
Ciudad de Buenos Aires.**

Asteroide B 612.

El principito (la obra más famosa de Antoine de Saint-Exupéry) narra la historia de un pequeño príncipe que vive en un asteroide llamado B 612.

Aquí nos proponemos hacer un análisis de este asteroide, para el cual lo consideraremos perfectamente esférico y de densidad uniforme; mediante los dibujos originales del autor medimos en una escala arbitraria el diámetro del asteroide y la altura del principito. Sabiendo que la altura normal para un niño de su edad esta entre 1.40m y 1.55m :



- Determine el diámetro del asteroide, expréselo como: (valor mas representativo) \pm (intervalo de confianza)

De ahora en más trabaje exclusivamente con el valor más representativo del diámetro. En la novela nos dicen que al principito le gustaba ver atardeceres. cita:”sobre tu pequeño planeta te bastaba arrastrar la silla algunos pasos para presenciar el crepúsculo cada vez que lo deseabas... —¡Un día vi ponerse el sol cuarenta y tres veces!”

- Estime la distancia angular que recorrió ese día asumiendo que se movió 1m entre cada atardecer y que se tuvo que mover 42 veces para ver 43 atardeceres.
- Determine la velocidad angular del asteroide.
- Determine la masa del asteroide suponiendo que su gravedad es igual en magnitud a la terrestre.
- Determine la densidad del asteroide.

Si no lo recuerda, la velocidad de escape es la rapidez mínima con la que un cuerpo debería ser lanzado desde la superficie de un planeta para que lograra llegar al infinito, es decir, lograra escapar a la influencia gravitatoria del planeta. En esta condición de rapidez de lanzamiento mínima, el cuerpo alcanzaría el infinito con rapidez instantánea nula.

f) Determine la velocidad de escape del asteroide.

Un agujero negro de **Schwarzschild** es el que no rota ni tiene carga eléctrica, por lo tanto esta completamente definido solamente por su masa y su horizonte de sucesos es perfectamente esférico.

g) Calcule cual debería ser el diámetro del asteroide para que con su masa forme un agujero negro de Schwarzschild.

Hint: según wikipedia.org “Una órbita síncrona o sincrónica es una órbita en la que el periodo orbital del cuerpo orbitando (normalmente un satélite) es igual al periodo de rotación del cuerpo en el cual orbita (normalmente un planeta) y, además, orbita en el mismo sentido que este cuerpo.”

h) Determine la distancia desde la superficie del asteroide al la que debe orbitar un objeto de manera que su órbita sea ecuatorial, circular y sincrónica.

i) Averigüe a que velocidad debería correr el principito ($m= 40\text{kg}$) sobre el ecuador de manera de disminuir la velocidad angular del asteroide en un 1%.

Datos:

Gravedad terrestre: $9,81\text{m/s}^2$

Constante de gravitación universal $G = 6,67 \times 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$

Volumen esfera: $V = \frac{4}{3}\pi R^3$

Momento de inercia de una esfera maciza $I_{CM} = \frac{2}{3}MR^2$

**PT131. Escuela Philips
Ciudad de Buenos Aires.**

Paseando en globo.

Una tarde sin viento en la que la temperatura ambiente es de unos agradables 25°C , Gabriel y Florencia deciden alquilar un paseo en globo aerostático. Gabriel pesa 75kg , Florencia 56kg y el globo aerostático está formado por un habitáculo cuya masa es $M_H = 200\text{kg}$, 6 bolsas de lastre de masa $m_L = 50\text{kg}$ y un conjunto globo (desinflado)-cuerdas de masa $m_C = 150\text{kg}$. En todo momento considere $g = 10\text{m/s}^2$ y exprese los resultados en unidades del SI

a) ¿Cuál es el peso P_G del globo antes de que Gabriel y Florencia se suban para comenzar el paseo?

El globo se infla mediante un sistema térmico que fuerza helio caliente en su interior ($M_{He} = 4\text{g/mol}$). A último momento deciden que los acompañe un guía de modo que el peso total del globo (aun sin inflar) con sus tres tripulantes será de 8700N . Si el paseo comienza en una región a nivel del mar y el helio caliente inyectado se encuentra a una temperatura de 250°C y a una presión de 2atm

b) ¿Cuál debe ser el mínimo volumen $V_G^{\text{mín}}$ al que se debe llevar el globo inflado (supuesto una esfera) para que pueda comenzar el ascenso?

Suponiendo que el material del globo presenta una emisividad $\varepsilon = 0,15$ y se mantiene en todo momento en equilibrio térmico con el helio en su interior,

c) ¿Qué cantidad de energía neta por unidad de tiempo irradia el globo?

Suponiendo que, para las condiciones $p-V$ especificadas el globo se infla hasta un volumen $V_G = 960m^3$

d) ¿Con qué aceleración comienza el paseo?

Si la aceleración con la que despegar el globo fuese constante durante el ascenso y de valor $a = 0,25m/s^2$

e) ¿cuánto tiempo le tomaría al globo alcanzar una altura de $1000m$?

La aceleración con la que asciende el globo no es constante ya que..., bueno, usted debería poder reconocer los motivos. Como sea, en algún momento el globo se detiene y ya no puede ascender a no ser que se suelte algo de lastre. La pregunta es,

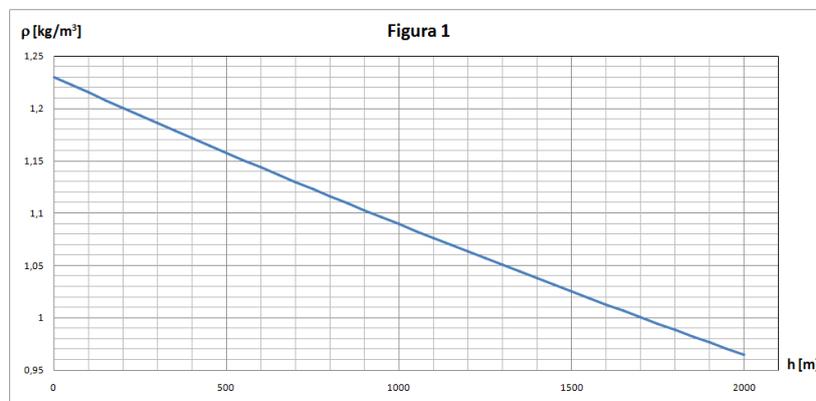
f) ¿a qué altura se debe soltar lastre por vez primera?

Suponga que se suelta un lastre en un instante en que el globo se encontraba pasando por la posición $h = 250m$ y ascendiendo con una rapidez de $v = 0,8m/s$. Si se desprecia cualquier interacción del lastre con el aire,

g) ¿Cuánto tiempo tarda el lastre en llegar al suelo?

Suponga ahora que no hay vientos pero consideramos la viscosidad del aire de modo que ofrece una resistencia al avance. En su descenso, el lastre alcanzara una velocidad terminal como consecuencia de la fuerza viscosa o fuerza de arrastre ejercida por el aire. Si esta velocidad terminal es de $12m/s$ y el lastre la alcanza cuando se encuentra a una altura $h = 100m$ sobre el suelo,

h) ¿Qué cantidad de energía se disipa al aire en forma de calor como consecuencia de la viscosidad a lo largo de los últimos $100m$ de caída del lastre?



PT132. Escuela Philips Ciudad de Buenos Aires.

Observando a lo lejos.

El intrépido capitán Jack Sparrow le ha robado el catalejo al capitán Barbosa y a bordo de su gloriosa nave, el Perla Negra, desea utilizarlo para llegar a la isla que supuestamente esconde un cofre repleto de monedas de oro.

El catalejo es de tipo telescópico y consiste en dos tramos cilíndricos. Cerrado tiene una longitud de $25cm$ y cuando está extendido, una longitud máxima de $40cm$.

En un extremo del catalejo se encuentra la lente objetivo y en el otro, la ocular. La primera está fabricada con un vidrio de índice de refracción $n_{ob} = 1,42$ mientras que la

segunda, con un vidrio de índice $n_{oc} = 1,53$. Ambas lentes son del tipo positivas (biconvexas) y sus radios de curvatura son de $50cm$.

- a) ¿Cuál es la distancia focal equivalente del catalejo como sistema óptico cuando se encuentra completamente extendido?
- b) ¿Cuál es el aumento del sistema?

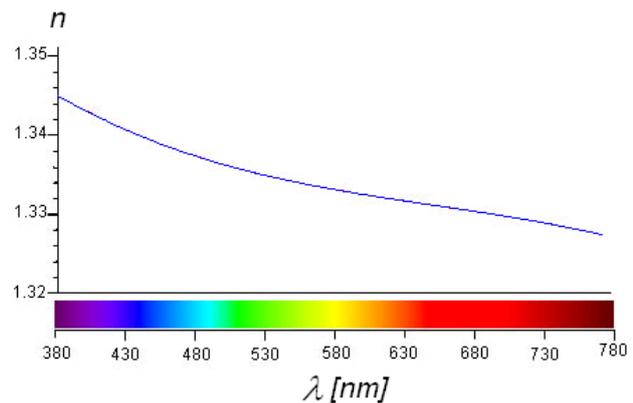
Si el Perla Negra se encuentra a $500m$ de la costa de la isla,

- c) ¿de qué tamaño se verá a través del catalejo una palmera que se encuentra en la orilla y a nivel del mar, y que tiene una altura de $6m$?

El índice de refracción de un material refringente como el vidrio no es único sino que depende de la longitud de onda de la luz. Así, se presenta el fenómeno conocido como aberración cromática.

Si las lentes del catalejo fuesen de un vidrio cuyo índice de refracción variara de acuerdo a la figura,

- d) ¿Cuál sería la longitud del intervalo que contendría las distancias focales de una de las lentes?



Instancias Locales Problemas Experimentales

Péndulo Simple. Determinación de la aceleración de la gravedad

Introducción:

Se denomina péndulo simple o péndulo matemático a un punto material suspendido de un hilo inextensible y sin peso, que puede oscilar en torno a una posición de equilibrio. La distancia del punto pesado al punto de suspensión se denomina longitud del péndulo simple. Nótese que un péndulo simple no tiene existencia real, ya que los puntos materiales y los hilos sin masa son entes abstractos. En la práctica se considera un péndulo simple un cuerpo de reducidas dimensiones suspendido de un hilo inextensible y de masa despreciable comparada con la del cuerpo.

El péndulo matemático describe un movimiento armónico simple en torno a su posición de equilibrio, y su periodo de oscilación alrededor de dicha posición está dado por la ecuación siguiente:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

donde L representa la longitud medida desde el punto de suspensión hasta la masa puntual y g es la aceleración de la gravedad en el lugar donde está instalado.

Objetivo: Determinar la aceleración de la gravedad a partir del periodo de un péndulo simple.

Materiales

- Péndulo simple.
- Cinta métrica o regla.
- Cronometro.

Procedimiento

1. Separar el péndulo de la posición vertical un ángulo pequeño (menor de 10°) y dejarlo oscilar libremente, teniendo cuidado de verificar que la oscilación se produce en un plano vertical.
2. Se pone en marcha el cronómetro y se cuentan N oscilaciones completas a partir de la máxima separación del equilibrio (se aconseja tomar a partir de $N = 20$, bien entendido que una oscilación completa dura el tiempo de ida y vuelta hasta la posición donde se tomó el origen de tiempos). El periodo del péndulo es igual al tiempo medido dividido por N .
3. Se repite la medida anterior con el mismo péndulo para distintos números de oscilaciones.

Consignas

1. Mida la longitud del péndulo.
2. Preparar una tabla de tres columnas, en donde se deben anotar el número de oscilaciones, el tiempo medido, el periodo del péndulo correspondiente a dicha medición.
3. Calcula la aceleración gravedad para cada una de las mediciones a partir de la formula

$$g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$$

4. Determine el valor de g con su correspondiente incertidumbre.
5. Presentar todo lo pedido en los puntos anteriores de forma escrita.

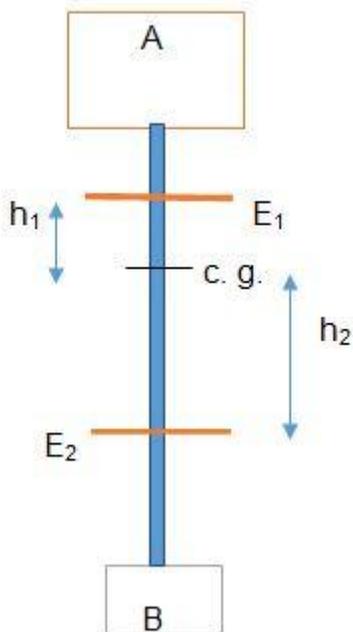
Péndulo de Kater

Introducción

Determinar la aceleración de la gravedad por medio del péndulo reversible de Kater.

Marco Teórico

El péndulo de Kater es un tipo de péndulo compuesto que está constituido por una barra que lleva en sus extremos dos masas de distinto valor A y B y una abrazadera que permite la suspensión del péndulo a lo largo de la barra.



Si se hace oscilar la masa B en una posición tal que la distancia entre el centro de suspensión E_1 y del centro de gravedad sea h_1 , siendo el periodo T_1 y luego invirtiendo la barra, se coloca la abrazadera en una posición tal que la distancia entre el nuevo centro de suspensión E_2 y el centro de gravedad, sea h_2 , y la masa A oscila con periodo T_2 igual de T_1 . Las expresiones de estos periodos, del péndulo compuesto, son iguales.

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{R_G^2 + h_1^2}{gh_1}}$$

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{R_G^2 + h_2^2}{gh_2}}$$

$$\text{De } T_1 = T_2 \quad h_1 h_2 = R_G^2$$

Y

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{h_1 + h_2}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Donde R_G es el radio de giro respecto al centro de gravedad y $l = h_1 + h_2$, la longitud del péndulo simple equivalente.

De la ecuación anterior

$$g = \frac{4\pi^2}{T^2} l$$

Para la aplicación de esta ecuación los periodos T_1 y T_2 deben ser iguales o por lo menos que su diferencia sea muy pequeña

Materiales

- Varilla rígida
- Masas A y B
- Soportes Universales
- Nueces
- Cronómetro

Procedimiento

- 1- Colocar las masas en los extremos de la varilla
- 2- Identificar el centro de gravedad suspendiendo la varilla, en forma de balanza sobre cualquier objeto delgado

- 3- Hacer oscilar la varilla lo mas cerca del extremo superior. Medir el tiempo t que tarda en realizar 10 oscilaciones. El periodo $T_1 = t/10$. Anotar la distancia h_1 , del centro de suspensión al de gravedad.
- 4- Invertir la barra y buscar una posición tal que el periodo de oscilación T_2 , sea muy próximo al valor anterior T_1 . Determinar T_2 , a partir del tiempo empleado en 10 oscilaciones. Anotar la nueva distancia h_2 , del centro de suspensión al de gravedad.
- 5- Calcular g
- 6- Repetir la experiencia por lo menos 5 veces con distintas posiciones

	h_1	h_2	l	T_1	T_2	g
1						
2						
3						
4						
5						

Valor de $g =$

PE3. Escuela Provincial de Educación Técnica Nro. 16 Dos de Mayo, Misiones.

Los secretos de la flotación fueron descubiertos por Arquímedes, un sabio griego que vivió hace más 2500 años. Se dice que fue tan grande su emoción al comprender por qué los cuerpos flotan, que salió corriendo desnudo por las calles gritando ¡Eureka! (que significa "lo encontré", en griego).

Más allá de las anécdotas, Arquímedes se dio cuenta de que, al sumergir un cuerpo en un líquido, aquél recibe del líquido una fuerza que lo empuja hacia arriba. A esa fuerza la llamó, precisamente, empuje.

La densidad de un material se puede determinar mediante la siguiente expresión: $\delta = \frac{m}{v}$

Donde m es la masa y v es el volumen.

El empuje es igual al peso del volumen de líquido desalojado

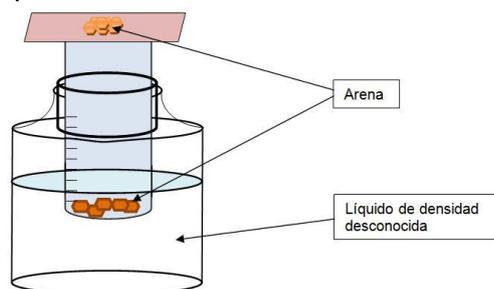
$$E = \delta \cdot v \cdot g$$

El **objetivo** de la siguiente actividad será determinar la densidad de un líquido utilizado los materiales disponibles.

Materiales:

- Recipiente plástico transparente con líquido desconocido
- Recipiente cilíndrico con graduación en milímetros
- Trozo rectangular de cartón
- Balanza digital
- Arena para utilizar como peso
- Regla graduada

1. Mide el radio del cilindro
2. Arma el siguiente dispositivo.



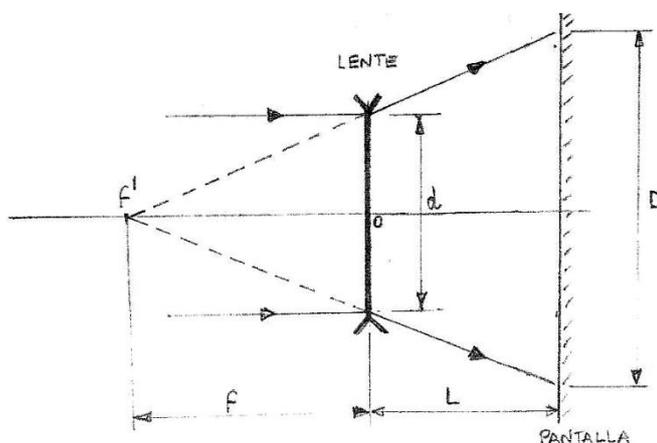
3. Registra el nivel que alcanza el líquido en el cilindro graduado
4. Agrega progresivamente masa sobre la plataforma de cartón y determina los volúmenes de líquido desalojado en cada caso.
5. Registra los datos en una tabla.
6. Elabora un gráfico que relacione la masa con el volumen de líquido desalojado.
7. Determina la densidad del líquido con su correspondiente error

PE4. Escuela Técnica Nro. 27 Hipólito Yrigoyen Ciudad de Buenos Aires.

Determinación de la distancia focal de una lente divergente y su potencia (Método de la distancia objeto infinita)

Elementos utilizados:

- Lente divergente
- linterna con colimador
- Pantalla
- Papel cuadriculado



Introducción:

Según la marcha de rayos en lentes, todo rayo que incide paralelo al eje principal, se refracta pasando por el foco imagen f' . Si se ilumina la lente con una luz lejana o haciendo que los rayos incidan paralelos al eje principal, éstos se refractarán pasando por el foco imagen f' , logrando una imagen virtual.

Colocando una pantalla a una distancia "L" de la lente, se obtiene un círculo luminoso de diámetro "D". La medida del diámetro "D" dependerá de la ubicación "L" de la pantalla

De la figura, por semejanza de triángulos se obtiene:

$$\frac{D}{|f|+|L|} = \frac{d}{|f|} \quad (\text{siendo } f < 0, \text{ lente divergente})$$

Siendo la potencia :Pot = 1/f (su unidad es la dioptría para f expresada en metros).

Desarrollo:

- 1) Colocar el colimador delante de la lámpara para que ilumine la lente.
- 2) Medir el diámetro “d” de la lente. (Apreciación de la regla ± 1 mm)
- 3) Ubicar la pantalla a 5 cm (aproximadamente) de la lente y medir “L” y “D”
- 4) Repetir para otras 4 posiciones de la pantalla
- 5) Completar la siguiente tabla, calculando los errores en cada medición y dar el resultado final de f

Medición	d	L	D	f ±Δf
1				
2				
3				
4				
5				

Resultado final: |f|±Δf =

- 6) Calcular la potencia de la lente con su error

**PE5. Colegio Juan Humberto Morán
Eduardo Castex, La Pampa.**

Campo magnetico.

Objetivo: Construir un electroimán. Verificar si el comportamiento del módulo del campo de inducción magnética producido por un dipolo magnético sobre el eje del mismo, responde a una ley del tipo 1/x³. Breve descripción:

Un electroimán es un dispositivo mediante el cual se obtiene un campo de inducción magnética B. Una configuración usual consiste en una barra de hierro (o algún otro material ferromagnético) sobre el cual se ha bobinado algún número de vueltas de alambre de cobre . Cuando la bobina se conecta a una fuente de tensión, la corriente eléctrica que circula por ella produce un campo de inducción magnética. El campo B que se consigue mediante un electroimán depende de la configuración geométrica utilizada; en el caso del descrito arriba (barra y bobina) es similar al de un dipolo magnético. El módulo del campo de inducción magnética, B, producido por un dipolo magnético de módulo Pm a lo largo de la dirección de eje del dipolo y a una distancia x, está dado por:

$$B = (\mu_0 P_m / 2 \pi) \cdot (1 / x^3)$$

La dirección del vector campo de inducción magnética en este caso es la del eje x. Una brújula es un instrumento mediante el cual se puede determinar la dirección norte-sur (N-S) sobre la superficie terrestre; en general, se puede usar para determinar la dirección, en un punto determinado, de un campo de inducción magnética cualquiera.

Consigna 1

- a) Realizar la construcción de un electroimán o también llamado solenoide, con una bobina de al menos 30 vueltas de alambre.
- b) Verificar su funcionamiento. Describir el procedimiento utilizado. Elementos que pueden resultar de utilidad – Una varilla de hierro 15cm de largo. - Alambre fino de cobre aislado (hilos de cables de electricidad, alambre esmaltado de bobinas, etc.), aproximadamente 1m. - Cinta adhesiva de papel. - Cables conductores para conexiones eléctricas. – Fuente con corriente continua de 1,5 V

Consigna 2

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

$$B \propto 1/x^3$$

Elementos que pueden resultar de utilidad

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

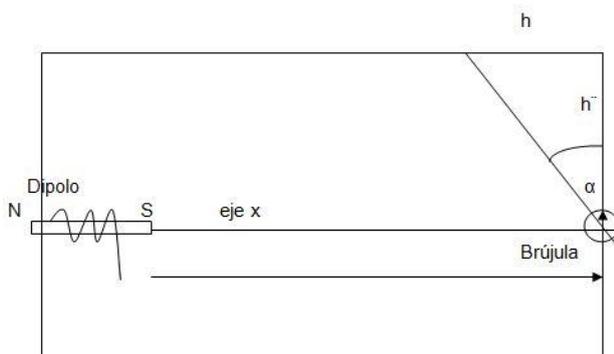
Para realizar la verificación ubique el eje del electroimán perpendicular al campo magnético terrestre y sobre un plano paralelo a la superficie terrestre. De esta manera, la presencia del campo del electroimán sumado vectorialmente al terrestre producirá una desviación de la aguja respecto de la dirección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

Procedimiento sugerido

a) Apoye la “brújula” sobre un extremo de una hoja de papel de tal manera que el lado corto quede alineado con la dirección N-S. Pegue, con cinta adhesiva, la hoja a la mesa y marque sobre la hoja el contorno de la cubeta de la brújula. b) Marque una recta que “contenga” a la aguja y una recta perpendicular que pase por el centro de la aguja y sea paralela al lado largo de la hoja (dirección E-O). El punto de intersección es el origen del sistema de coordenadas que se utilizará. c) Apoye el electroimán sobre la línea E-O, a una distancia x del centro de la aguja y enciéndalo. Verifique que la aguja se reorienta y marque la posición del electroimán. Trace una recta que “contenga” a la aguja. Para esto apoye la regla sobre la cubeta en la dirección de la aguja (no cometa errores de paralaje), desconecte el electroimán, marque la recta sobre el papel. e) A partir de los catetos (h y h^*) del triángulo determinado por la recta trazada en b) y por la trazada en d) y un borde de la hoja, determine la tangente del ángulo entre la dirección de la aguja en presencia del electroimán y la dirección N-S. Figura 4 f) Consigne en una tabla los valores de $\text{tg } \alpha$ y de x . Determine los errores correspondientes.

Repita el procedimiento de c), d), e) y f), para diferentes posiciones (x) del electroimán. g) Haga un gráfico ($1/x^3$ vs $\text{tg } \alpha$). Verifique si el comportamiento es lineal, en tal caso ajuste una recta. Para determinar la dirección de la aguja utilice la regla como guía y trace la recta que “contiene” a la aguja sobre el papel base. - Mida las distancias desde la cabeza de la barra y déjelas asentadas en el papel base. - Utilice cables de conexión al electroimán

suficientemente largos. - Desconecte la fuente luego de cada medición. - Trabaje sobre una mesa que no tenga partes ferromagnéticas, o con el electroimán y la brújula suficientemente alejados de dichas partes. Luego de cada medición verifique que la aguja de la brújula esté ubicada en la posición original (con el centro en el origen de coordenadas).



**PE6. Colegio Nacional Dr. Arturo U. Illia
Colegio Albert Einstein
Mar del Plata, Buenos Aires.**

Objetivo:

Caracterización de un movimiento a partir de mediciones

Procedimiento:

Se dispone de una varilla roscada con una serie de marcas que se coloca de forma rígida sobre un soporte, de forma que la varilla quede vertical. Se analizará el movimiento de una arandela que se dejará caer desde la parte superior por la varilla.

El objetivo de la experiencia es encontrar el tipo de movimiento que describe el centro de masa de la arandela en su descenso, para esto deberá medir la separación entre las marcas de la varilla y el tiempo que tarda la arandela en bajar.

Para esto le recomendamos tomar como inicio del movimiento la marca de la parte superior, (tiempo cero en el cronómetro) pero dejando caer la arandela desde el borde superior de la varilla para que se estabilice en la caída.

- a) Complete la siguiente tabla de datos

X	Δx	t	Δt

- b) A partir de los datos de la tabla realice un gráfico de posición en función del tiempo.
c) Describa el tipo de movimiento que realiza el centro de masa de la arandela a partir del gráfico realizado.
d) Si considera que el movimiento es a velocidad constante encuentre la velocidad del mismo con su error a partir del gráfico.
e) Si considera que el movimiento no es constante, explique cómo haría para construir el gráfico de velocidad en función del tiempo y como podría medir la aceleración del problema si fuera constante.
f) Explique claramente como consideró los errores en su experiencia.

**PE7. Instituto Educativo Génesis
Posadas, Misiones.**

Objetivo:

Comparar la presión atmosférica con la presión interior.

Breve descripción:

Al encender una vela, en el interior de los vasos se va llenando de gases desprendidos en el proceso de combustión (CO_2 , vapor de agua, otros), y también se observa aire caliente.

Al agotarse el oxígeno dentro del interior de los vasos la llama se apaga, por lo cuál disminuye la temperatura de los gases en el interior. De acuerdo con la ley de Gay-Lussac, a volumen constante la presión ejercida por una determinada masa de gas es directamente proporcional a la temperatura ($P \propto T$).

Elementos necesarios:

- Dos vasos de vidrios (del mismo tamaño y necesariamente que sean livianos).
- Una vela pequeña de té (las de base de aluminio)
- Una servilleta de papel (una hoja)
- Agua
- Fósforos.

Seguridad: El experimento involucra combustible (cera) en combustión, ser cuidadoso. Usar fósforos preferentemente.

Procedimiento:

- a) Se realiza un pequeño corte en el centro de la servilleta, y luego se lo humedece con agua.
- b) Se coloca la vela en el interior de uno de los vasos y se la enciende, tener cerca el otro vaso y la servilleta humedecida.
- c) Luego de unos 20 segundos, se cubre el vaso que contiene la vela empleando la servilleta húmeda, procurando que no aparezcan arrugas en el borde del vaso. Inmediatamente antes de que se apague la vela, se coloca el otro vaso encima de la servilleta húmeda; cuidando que los perímetros de los vasos sean coincidentes y que no exista "espacio" por el cuál pueda ingresar aire al interior de los vasos.
- d) Luego de que se apaga la vela, levantar cuidadosamente el vaso superior y observar lo que ocurre.

Evaluar:

- a) ¿Por qué los vasos se mantienen unidos luego de que la vela se apaga?
 - b) ¿Por qué cuesta separar a los vasos? Para separarlos, resulta más sencillo, ¿tirar de ellos ó realizar un movimiento de giro?
- ¿Cuál es la función que ejerce el agua en la servilleta?

**PE8. Escuelas Técnicas Raggio
Ciudad de Buenos Aires.**

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:

- 1) Esquema de los dispositivos experimentales utilizados
- 2) Descripción y fundamentación del diseño utilizado
- 3) Diagrama de cuerpo libre del cuerpo metálico macizo completamente sumergido en el líquido.
- 4) Cuadro de valores de las mediciones realizadas
- 5) Resultados obtenidos con sus correspondientes errores
- 6) Respuesta justificada a la pregunta: ¿Es posible que el líquido incógnita sea agua?
- 7) Tanto para la determinación el Empuje como la 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

Datos:

- La densidad del agua es $(1,00 \pm 0,03) \text{ g / cm}^3$
- La aceleración de la gravedad es $(9,80 \pm 0,01) \text{ m / s}^2$

**PE9. EPES Nro. 59 Prof. Pabla Idoyaga
Ciudad de Formosa.**

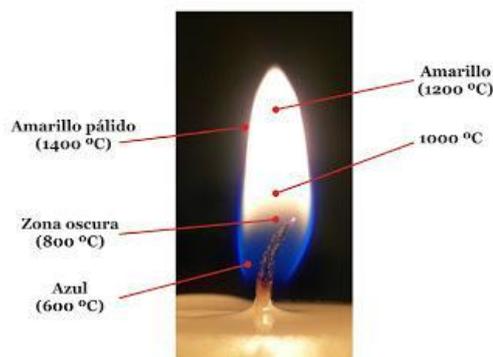
Objetivo:

- Estudiar la potencia calórica de una vela.

Breve descripción

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

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



El flujo de calor que emite la vela en la dirección de su eje (vertical) se puede estudiar mediante el dispositivo que se esquematiza en la Figura 2. El mismo consiste de un cubito de hielo,

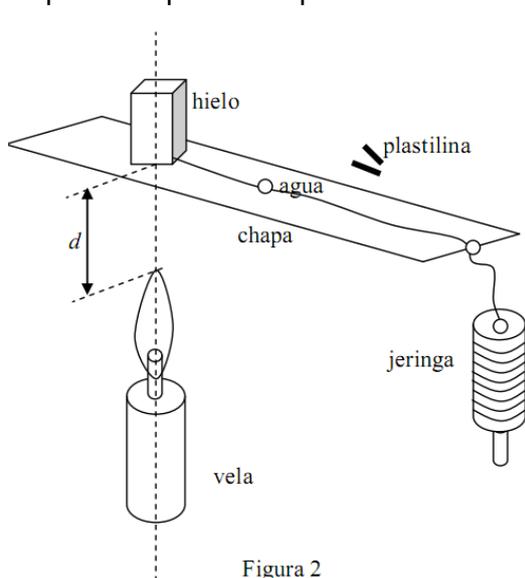


Figura 2

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

El agua producida por la fusión del hielo se recolecta en la jeringa y se determina su volumen V_a . Determinando V_a en función del tiempo (t) y sabiendo el calor latente del hielo (80 cal/g), se puede estimar la cantidad de energía por unidad de tiempo (potencia) que le ha llegado al hielo proveniente de la vela.

- a) Enuncie algunas de las hipótesis que se han realizado en la descripción previa y que no se han enunciado explícitamente. Algunas que involucran a la chapa y se relacionan con sus dimensiones. Otras que se relacionan con la temperatura del ambiente, del hielo, del agua.
- b) Mida la temperatura ambiente.
- c) Implemente el dispositivo propuesto.
- d) Mida el aporte de calor proveniente del ambiente. Determine si es despreciable o no.
- e) Realice las mediciones de V_a en función de t para, al menos, tres distancias chapa-llama (d) diferentes. Cada conjunto debe estar compuesto por no menos de diez pares (t, V_a).
- f) Haga un gráfico t vs *masa de hielo fundido*, correspondiente a cada distancia d . Verifique si el comportamiento es aproximadamente lineal, en tal caso ajuste una recta.
- g) A partir de los gráficos anteriores estime la potencia (P) recibida por el cubito de hielo en cada caso.
- h) Presente estos resultados en un gráfico (d vs P). Extrapole estos resultados al valor $d=0$ y determine un valor PM .

Elementos que pueden resultar de utilidad:

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

**PE10. Escuela Normal Superior Juan B. Alberdi
San Miguel, Tucumán.**

Comprobar el principio de conservación y efecto Joule ($- Q_E = Q_R, I^2 r$)

Materiales:

- 150 cm³ de H₂O
- Cronómetro
- Termómetro
- Fuente de Tensión
- Amperímetro
- Voltímetro
- Calorímetro
- Cables

Experiencia:

Coloque 150 cm³ de agua a temperatura ambiente en el calorímetro, proceda a registrar el valor de la temperatura inicial del agua, conecte el calorímetro a la fuente de alimentación durante 15 minutos, registre el valor de la temperatura final del agua.

Determine la temperatura final del agua mediante cálculos y su cota de error.

Compare el valor de la temperatura final obtenida de los cálculos con la registrada en el ensayo. Efectúe un análisis de los valores obtenidos indicando las posibles fuentes de error.

De las características de los instrumentos utilizados y el error de apreciación de los mismos.

“el calor”.

Objetivos

- Construcción de un Calorímetro para determinar calor de fusión y calor específico.

Breve Descripción:

El calor es la energía que se transmite de un cuerpo a otro, en virtud únicamente de una diferencia de temperatura entre ellos. El mismo se transmite de diferentes maneras ya sea por conducción, convección y radiación.

Si un cuerpo recibe una cantidad de calor ΔQ y su temperatura varía Δt , la capacidad térmica de este cuerpo está dada por

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Si dicho cuerpo tiene una masa m , y una capacidad térmica C , el calor específico c del material, que constituye el mismo está dado por

$$c = \frac{C}{m}$$

Relacionando las ecuaciones anteriores podemos obtener la cantidad de calor ΔQ absorbido o liberado por un cuerpo de masa m y calor específico c , cuando su temperatura varía en Δt , de manera tal que

$$\Delta Q = m.c.\Delta t$$

Cuando entra en calor un sólido o líquido, la temperatura de la muestra no se eleva necesariamente, ya que puede cambiar de fase o estado absorbiendo calor sin modificar su temperatura. La cantidad de calor por unidad de masa que debe transferirse para producir un cambio de fase recibe el nombre de calor latente.

$$\Delta Q = L.m$$

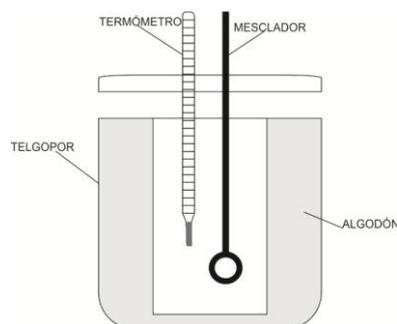
Un calorímetro es un instrumento que se usa para medir el calor intercambiado entre dos cuerpos. Teniendo en cuenta que el calor total liberado por los cuerpos que se enfrían, es igual que el calor total absorbido por los cuerpos que aumentan de temperatura.

Materiales

- Envase de telgopor
- Algodón
- Envase de plástico/metálico
- Varilla maleable
- Termómetro
- Balanza
- hielo
- Aceite.

Consigna 1

- Realice un montaje similar al de la figura. Para ello tome el recipiente de telgopor y en su interior coloque el envase. Llene con algodón el espacio entre ambos recipientes y realice dos orificios en la tapa del envase de telgopor. En uno de ellos introduzca una varilla con la punta encorvada (agitador) y en el otro un termómetro.
- Determinar la capacidad térmica del calorímetro. Para ello colocar una cantidad de agua (que ocupe aproximadamente la mitad del recipiente)



en el calorímetro y después de un determinado tiempo medir la temperatura. Luego agregar una cantidad de agua a 40°C y mezclar con el agitador. Después de unos minutos medir la temperatura de la mezcla y realizar los cálculos necesarios para poder determinar la capacidad térmica del recipiente.

Consigna 2

Utilizando el calorímetro construido, determinar el calor de fusión del hielo.

- Mida cierta masa de agua tibia (45°C), cuyo volumen sea aproximadamente la mitad del volumen del calorímetro.
- Coloque esta agua en dicho calorímetro, y observando el termómetro, espere hasta que se establezca el equilibrio térmico. Anote el valor de esta temperatura.
- Introduzca hielo (0°C) en el calorímetro, determinando previamente la masa del mismo (tener en cuenta que masa de hielo sea casi de 1/3 de la masa del agua) y luego de unos minutos de realizar esto anotar la temperatura de equilibrio en el interior del calorímetro.
- Con los datos que obtenga calcule el calor de fusión. Realice la medición al menos 5 veces.
- El valor obtenido ¿se aproxima razonablemente al valor establecido (80cal/g)? diga si son o no indistinguibles. (justifique)

Consigna 3

Determinar el calor específico del aceite.

- Mida cierta masa de agua fría, cuyo volumen sea aproximadamente la mitad del volumen del calorímetro. Coloque esta agua en dicho calorímetro, y observando el termómetro, espere hasta que se establezca el equilibrio térmico. Anote el valor de esta temperatura.
- Mida cierta masa de aceite (50°C), cuyo volumen sea aproximadamente mismo del volumen del agua. Coloque el aceite en dicho calorímetro, y observando el termómetro, espere hasta que se establezca el equilibrio térmico. Anote el valor de esta temperatura.

Con los datos que obtenga calcule el calor específico. Realice la medición al menos 5 veces.

**PE12. Colegio Padre Ramón de la Quintana
ENET Nro. 1 Prof. Vicente Aguilera
Colegio Del Carmen y San José
Instituto Superior FASTA Catamarca
Escuela Secundaria Gustavo G. Levene
Escuela Pre-Universitaria Fray Mamerto Esquiú
San Fernando del Valle, Catamarca.**

Determinacion del peso específico de un cuerpo.

Objetivo: Determinar experimentalmente el peso específico de un cuerpo.

Breve introducción:

El peso específico P_e de una sustancia se define como el cociente entre el peso del cuerpo macizo de dicha sustancia y su volumen, matemáticamente:

$$P_e = \frac{P}{V}$$

donde:

P= peso del cuerpo, V=volumen del cuerpo.

Materiales:

- Cuerpo de forma regular.

- Regla, calibre.
- Dinamómetro

Procedimiento:

- 1- Calcule el volumen del cuerpo geométrico. Las fórmula para el cálculo del volumen es:
- 2-

Cuerpo	Esquema	Volumen
Cilindro		$V = \pi r^2 \cdot h$

donde: r = radio - h = altura - $\pi=3,14159$

- 3- Mida el peso del cuerpo usando el dinamómetro.
- 4- Calcule su peso específico.
- 5- Realice varias mediciones.
- 6- Completar la siguiente tabla:
- 7-

Cuerpo	Peso (gf)	Volumen(cm ³)	Peso específico (gf/cm ³)
Cilindro			

Requerimientos:

- 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 y análisis de como influyen en el resultado final.
 - Resultado experimental de lo solicitado.
 - Conclusiones.
 - Comentarios que desee realizar referidos dificultades relacionadas a la realización de la experiencia.

**PE13. Colegio Padre Ramón de la Quintana
ENET Nro. 1 Prof. Vicente Aguilera
Colegio Del Carmen y San José
Instituto Superior FASTA Catamarca
Escuela Secundaria Gustavo G. Levene
Escuela Pre-Universitaria Fray Mamerto Esquiú
San Fernando del Valle, Catamarca.**

Calibración de un resorte.

Objetivo: Calibrar un resorte por el método estático.

Elementos

- Resorte
- Porta pesas
- Pesas
- Soporte universal
- Regla plástica calibrada en milímetros.

Teoría

En este trabajo de laboratorio se calibrará un aparato de medición: el resorte, elemento esencial de los dinamómetros. Como sistema de referencia se utilizarán objetos cuyas masas han sido cuidadosamente determinadas; el valor del peso de dichas masas de referencias se determinará utilizando la relación $P = m g$ (g es la aceleración de la gravedad).



Cuando un resorte es sometido a la acción de cargas crecientes, sufre deformaciones que, dentro del límite elástico del material, son proporcionales a las cargas aplicadas. Podemos expresar este comportamiento por la siguiente relación:

$$\frac{P_1}{\Delta L_1} = \frac{P_2}{\Delta L_2} = \frac{P_3}{\Delta L_3} = K$$

El cociente entre la carga aplicada (P) y el alargamiento producido (AL) se denomina constante elástica de resorte (K) y de acuerdo al sistema utilizado podrá ser expresada como la relación entre la unidad de fuerza y la de longitud.

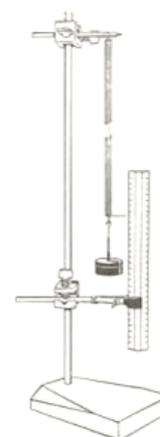
La representación gráfica corresponde a la recta de la ecuación

$P = K AL$ que pasa por el origen de coordenadas y cuya pendiente dependerá del valor de la constante k .

La constante elástica del resorte depende de las características geométricas del resorte y del material del mismo.

Procedimiento

- 1- Suspenda el resorte como se muestra en la figura 1. Luego agregue sucesivamente masas (m) en el portapesas.
- 2- Anote el alargamiento AL del resorte respecto a su longitud original, a medida que se van agregando las masas (n_i). 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 los pesos y alargamientos, construya el gráfico de peso en función del alargamiento. Para ello complete la siguiente tabla:
- 4- Ajuste la gráfica obtenida (dibuje la recta que mejor represente todos los puntos).
- 5- Calcule la pendiente de la recta con su correspondiente incertidumbre o error. ¿Qué representa el valor obtenido?



Masa m	Fuerza P	Alargamiento AL	Constante del resorte K

Requerimientos:

Sólo podrá utilizar los útiles de escritura y calculadora no programables 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.

PE14. Colegio Padre Ramón de la Quintana
ENET Nro. 1 Prof. Vicente Aguilera
Colegio Del Carmen y San José
Instituto Superior FASTA Catamarca
Escuela Secundaria Gustavo G. Levene
Escuela Pre-Universitaria Fray Mamerto Esquiú
San Fernando del Valle, Catamarca.

DETERMINACIÓN DE LA CONSTANTE DE PLANCK

OBJETIVO: Determinar experimentalmente el valor de la constante de Planck.

INTRODUCCIÓN

En Física existen constantes, denominadas constantes fundamentales, determinadas a lo largo de la historia de la Ciencia. Entre las que podemos enumerar están la constante de Gravitación Universal, propuesta por Newton y medida experimentalmente por Cavendish, la masa y la carga de un electrón, la permeabilidad magnética y eléctrica del vacío a partir de las cuales se escribe la velocidad de la luz y la constante de Planck, entre otras.

El surgimiento de estas constantes ha significado un momento de quiebre en la historia de la Ciencia. Su aparición y la determinación de su valor definitivamente marcaron un cambio de paradigma; la Física, la Ciencia y el pensamiento humano cambiaron para no volver a ser lo mismo.

Los valores de las distintas constantes físicas parecen estar finamente sintonizadas y como resultado de esa sintonización surge el Universo visible. Existe lo que se denomina el principio antrópico, es decir, la respuesta a la siguiente pregunta: ¿qué pasaría si los valores de las constantes fundamentales cambiaran sólo un poco? Los panoramas son diversos, pero la conclusión a la que llegan algunos científicos interesados en el tema es que, variando ligeramente una o dos de estas constantes los eventos posibles son tales que la existencia de la vida en un planeta como el nuestro sería imposible.

En particular, la constante de Planck da nacimiento a una nueva rama de la física: la Física Cuántica. Esta especialidad estudia y analiza la estructura y movimiento del mundo atómico y subatómico. En un intento por resolver las discrepancias entre la curva de energía de un cuerpo negro radiante medida y la predicha teóricamente, el físico Max Planck decide considerar la energía como una cantidad discreta y no continua como suponía el modelo teórico en vigencia. Es así que sugiere que la energía es proporcional a la frecuencia de las ondas estacionarias de la radiación, y la constante de proporcionalidad es la constante de Planck,

$$E \approx h \cdot f$$

donde E es la energía, f es la frecuencia y h es la constante de Planck. Mediante un trabajo numérico, él mismo determinó su valor (en el año 1900) de modo de establecer un mejor ajuste entre su modelo teórico y las observaciones; el resultado obtenido fue bastante cercano al valor vigente. El valor aceptado actualmente es:

$$h = 6,628 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

Marco teórico

Las ondas de radio, televisión, telefonía móvil, infrarroja, luz visible, ultravioleta, los rayos X y los rayos Gamma pertenecen a distintos rangos de la radiación electromagnética. Las ondas electromagnéticas abarcan un espectro extremadamente amplio de longitud de onda y frecuencia. Pese a la enorme diferencia en cuanto a usos y medios de generación, todas son ondas electromagnéticas que se propagan en el vacío con una velocidad aproximada de $c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$. Por medio de nuestro sentido de la vista podemos detectar sólo un pequeño segmento de ese espectro: llamamos a ese intervalo **luz visible**. Las diferentes partes del espectro visible evocan en los seres humanos las sensaciones de distintos colores.

En esta experiencia se montará un circuito eléctrico utilizando diodos LED de distintas longitudes de onda y a partir de la relación entre el voltaje de umbral y la frecuencia de la

luz emitida por el diodo montado en el circuito (Figura 1.a.) se determinará de manera aproximada la constante de Planck.

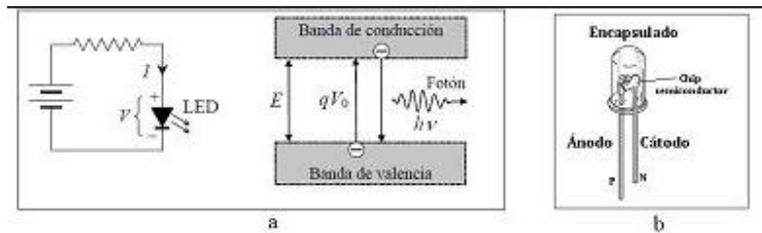


Figura 1: a. Circuito esquemático para el funcionamiento de un diodo LED. b. Aspecto físico de un diodo LED.

Un LED (de su sigla en inglés : Light-Emitting Diode) es un dispositivo optoelectrónico que emite luz cuando circula por él una corriente eléctrica i , (Figura 1.b.). Para que circule esta corriente es necesario que la diferencia de potencial entre sus terminales, V , sea superior a un cierto valor umbral, V_0 . En esencia, un LED es un semiconductor en el que los electrones se encuentran en niveles de energía muy próximos que forman *bandas*. La de menor energía es la *banda de valencia*, que está normalmente llena de electrones. Existe otra banda, con energía superior y que contiene pocos electrones, llamada *banda de conducción*. Ambas bandas están separadas por una *banda prohibida*, de energía E (Figura 1.a.).

Para que un electrón pueda excitarse desde la banda de valencia hasta la de conducción debe absorber, como mínimo, una energía igual a

$$E = q \cdot V_0$$

donde q es la carga elemental (valor absoluto de la carga del electrón, $e = 1,6 \times 10^{-19}$ J).

Esta energía es aportada por la batería que alimenta el circuito con el LED. Cuando el electrón se desexcita y regresa a la banda de valencia se emite un fotón de energía

$$E = h \cdot f$$

donde h es la constante de Planck y f la frecuencia de la radiación emitida. Por tanto, con este modelo simplificado, sería de esperar que se cumpliese la igualdad $qV_0 = h \cdot f$. En la práctica, se encuentra esta relación lineal entre V_0 y f , pero con un término independiente, C , aproximadamente constante, que no puede justificarse con este modelo, es decir

$$V_0 \approx C + h (f/q)$$

El diodo debe conectarse en el sentido adecuado dentro de un circuito, de lo contrario el diodo no conduce corriente.

El circuito que se propone para la determinación de la constante de Planck, es ligeramente diferente al de la Figura 1.a., ya que la resistencia a utilizar es un potenciómetro. En la Figura 2.a. se presenta el esquema eléctrico del equipo experimental. Un potenciómetro es una resistencia a la que se le puede modificar su valor óhmico desde cero hasta un valor máximo. En la Figura 2.b. se muestra la apariencia física de un potenciómetro, presenta tres terminales denominadas como "a", "b" y "c". El terminal central se conectará al diodo para suministrarle corriente.

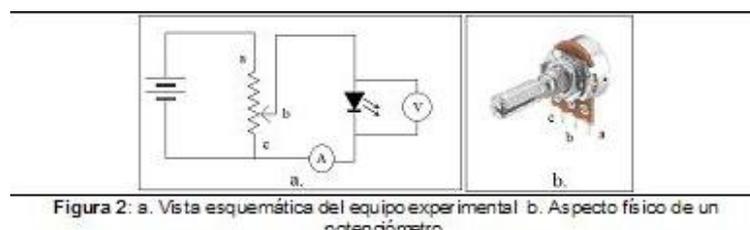


Figura 2: a. Vista esquemática del equipo experimental b. Aspecto físico de un potenciómetro.

Desarrollo experimental

Materiales para el montaje del circuito:

- LEDs de alta eficiencia de frecuencias diferentes (Infrarrojo, rojo, amarillo, azul, violeta)
- Pila de 9 V y su portapila.
- Un Potenciómetro.
- Dos multímetros.
- Pinzas cocodrilo, cables.

Instrucciones de montaje:

Teniendo en cuenta las características de los elementos explicados en el MARCO TEÓRICO realice los pasos para el montaje del circuito de la Figura 2.a.

- Verifique que el *potenciómetro* esté en la posición de *máxima resistencia*. De esta manera se anulará el paso de corriente hacia el diodo.
- Conecte el terminal “a” del potenciómetro a uno de los bornes de la batería sin cerrar el circuito.
- Conecte el terminal “b” del potenciómetro a la pata positiva del diodo.
- Conecte una punta de prueba del amperímetro al extremo negativo del diodo, y la otra al terminal “c” del potenciómetro.
- Conecte el voltímetro al diodo.
- Cuando comience a medir, deberá conectar el borne libre de la batería al terminal “c” del potenciómetro para cerrar el circuito.
- **Atención: para evitar que se agote la pila, mantenga el circuito abierto cuando no esté midiendo.**

Instrucciones para la medición de la constante de Planck:

1. Utilice en el circuito el LED infrarrojo. Conecte la pila y aumente la tensión de alimentación del LED, girando el tornillo del potenciómetro, hasta que circule una corriente de 0,010 mA ($10 \mu\text{A}$). Supondremos que, en estas circunstancias, la tensión indicada por el voltímetro es aproximadamente la tensión umbral para este diodo, V_0 . Anote su valor.
2. **Restableciendo cada vez el potenciómetro a su posición inicial**, repita la medida de V_0 para los otros LEDs: rojo, amarillo, azul y violeta. El aspecto exterior de estos LEDs es similar, pero los distinguirá al hacer pasar corriente. **No olvide desconectar el circuito cada vez que repita las mediciones y al finalizar esta serie de medidas.**
3. Traslade sus medidas a la Tabla N° 1, donde se indica la frecuencia de onda de emisión de cada LED.

Tabla N° 1: Registro del Potencial de umbral de cada diodo

COLOR DEL DIODO	FRECUENCIA ($\times 10^{14}$ Hz)	V_0 (V)
Infrarrojo	3,20	
Rojo	4,75	
Amarillo	5,06	
Azul	6,47	
Violeta	7,41	

4. Represente gráficamente los valores de V_0 (en ordenadas, eje vertical) frente a las frecuencias f (en abscisas, eje horizontal). Trace la mejor recta.
5. Obtenga el valor de la pendiente de la recta.
6. Realice una estimación de la incertidumbre del valor de h .
7. Escriba correctamente el valor obtenido de la medición.

Requerimientos:

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 y análisis de como influyen en el resultado final.
- Resultado experimental de lo solicitado.
- Conclusiones.
- Comentarios que desee realizar referidos dificultades relacionadas a la realización de la experiencia.



Fig 3: Tester o multímetro:

PE15. Instituto Jesús María Escuela Nueva Juan Mantovani Ciudad de Córdoba.

Objetivo:

Determinar indirectamente la aceleración gravitatoria "g" de la ciudad de Córdoba.

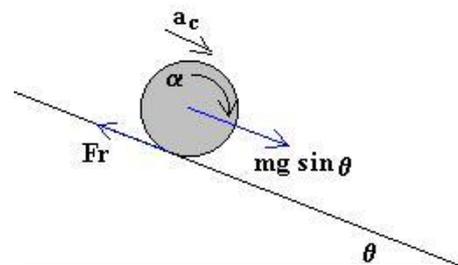
Materiales:

- Plano inclinado de madera con barreras en sus extremos
- Taco de madera
- Cilindro de sección circular de madera
- Cinta métrica o regla
- Cronómetro digital o de teléfono celular
- Lápiz

Introducción y justificación teórica:

Examinaremos el movimiento de caída de un cilindro macizo que rueda sin deslizar a lo largo de un plano inclinado, con el fin de calcular la aceleración gravitatoria "g" de la ciudad de Córdoba.

Las fuerzas que actúan sobre el centro de masa (c.m.) del cilindro son su peso, la reacción del plano inclinado y la fuerza de rozamiento en el punto de contacto entre el cilindro y el plano, las cuales producen una aceleración del c.m. que llamaremos a_{cm} .



Descomponemos el peso en direcciones paralela y perpendicular al plano inclinado a fin de obtener las ecuaciones del movimiento siguientes:

$$\text{- Movimiento de traslación del c.m: } mg \sin \theta - F_r = ma_{cm} \quad (1)$$

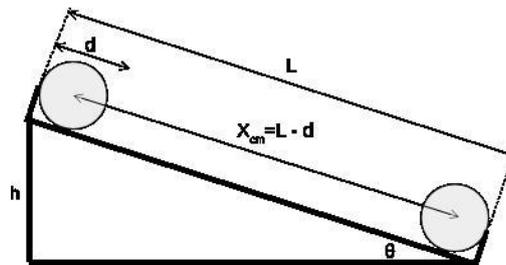
- Movimiento de rotación alrededor de un eje que pasa por el c.m.: $F_r R = I_c \alpha$ (2)

donde I_c es el momento de Inercia del cilindro, $I_c = \frac{1}{2} m R^2$ y α es la aceleración angular.

- Condición de rodadura (relación entre el movimiento de traslación y rotación sin deslizar): $a_{cm} = \alpha R$ (3)

Combinando las ecuaciones anteriores tenemos $a_{cm} = \frac{2}{3} g \text{sen}\theta$ (4)

expresión que nos indica que la aceleración es independiente de la masa (recordar a Galileo!)



Por otro lado, para evitar medir ángulos, tenemos $\text{sen}\theta = \frac{h}{L}$ (5) y $X_{cm} = L - d$ (6) es la distancia que recorre el c.m. del cilindro en el plano inclinado.

Usando las ecuaciones del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, tenemos que la distancia X_{cm} que se desplaza el c.m. del cilindro en un tiempo "t" es:

$$X_{cm} = \frac{1}{2} a_{cm} t^2 = \frac{1}{3} g \text{sen}\theta t^2$$

combinando las ecuaciones anteriores, finalmente tenemos:

$$(L - d) = \frac{1}{3} g \left(\frac{h}{L} \right)^2 t^2 \quad (7)$$

Expresión relaciona el desplazamiento $L-d$ y los tiempos de rodamiento t .

Procedimiento y Actividades:

- Hallar una expresión para calcular "g" a partir de la ecuación (7).
- Usando la ecuación hallada en a) y sus conocimientos en propagación de errores, encontrar la expresión del error relativo $\frac{\Delta g}{g}$ en función de los errores relativos $\frac{\Delta d}{d}$, $\frac{\Delta L}{L}$, $\frac{\Delta h}{h}$ y $\frac{\Delta t}{t}$, a fin de usar Δg como el error de "g". Analizando los errores relativos, ¿qué magnitud debe medirse con mayor precisión?
- Colocar el equipo como muestra la figura 2 y medir la longitud L del plano, la altura h del plano, el diámetro d del cilindro y consignarlos en la tabla adjunta.

Dejar caer al menos 20 veces el cilindro por el plano inclinado, desde el tope superior hasta el tope inferior, midiendo el tiempo "t" que invierte en recorrer esta longitud y consignarlos en la tabla adjunta.

Determine el valor de "g" con su incerteza correspondiente.

PE16. Escuela Técnica ORT Nro. 2 Ciudad de Buenos Aires.

El péndulo simple y la gravedad.

Objetivo:

Al soltar un objeto sujetado a un hilo con el otro extremo fijo en un punto de suspensión, vemos que este comienza a oscilar debido al peso del objeto. El objetivo

en este experimento es determinar de que factores depende el período de oscilación T del péndulo simple, es decir el tiempo que tarda en completar una oscilación, y la obtención experimental del valor de la aceleración gravitatoria.

Lista de materiales:

- Dos pesitas de diferente masa
- Hilo
- Hojas de papel milimetrado
- Regla milimetrada
- Cinta métrica
- Transportador
- Cronómetro

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
- 4) Aclare cualquier cambio o desvío respecto de las instrucciones, junto con una breve explicación de su motivo.
- 5) Trate de ser prolijo.

Parte 1: Armado del péndulo

Sujete un extremo del hilo a la pesita. Busque un soporte para el otro extremo del hilo. Idee una manera de poder manipular los elementos del péndulo fácilmente obteniendo el menor error posible. Explique el método.

Parte 2: Los elementos del péndulo

- 1) En un mismo péndulo varíe la amplitud: el ángulo que forma el hilo con la vertical cuando el péndulo está en una de sus posiciones extremas. Utilizar ángulos entre 0° y 20°
- 2) Haga lo mismo, pero ahora con la longitud: el largo del hilo desde el punto de suspensión hasta el centro de gravedad del objeto que oscila.
- 3) Ahora le toca el turno de variar a la masa: la masa del objeto suspendido.
- 4) Realice entre 5 y 10 mediciones diferentes del período T del péndulo en cada uno de los 3 casos anteriores y coloque los resultados en una tabla indicando las unidades y el error de medición.
- 5) Grafique los resultados del punto anterior y decida de que elementos depende el período del péndulo.

Ayudita: Para eliminar lo más posible el error en la medición de T , déjelo oscilar más de una vez y luego divida el tiempo obtenido por el número de oscilaciones

Nota: Al variar uno de los elementos, todos los demás deben permanecer constantes.

Parte 3: Cálculo de la aceleración de la gravedad

Otro elemento que afecta al período del péndulo es la gravedad, pues esta determina el peso del objeto suspendido, el cual es la causa de movimiento del mismo (recuerden que la gravedad es más intensa en los polos que en el Ecuador) La relación obtenida experimentalmente es la siguiente: $|g| = 4\pi^2 L / T^2$ donde L es la longitud T

A partir de los datos obtenidos en el punto 2 de la Parte 2 calcule el valor de la gravedad en Buenos Aires y compárela con el valor standard de $9,82\text{m/s}^2$.

Grafique los resultados.

Parte 4: Confección de un informe

Escriba un informe de la experiencia realizada que posea la siguiente información:

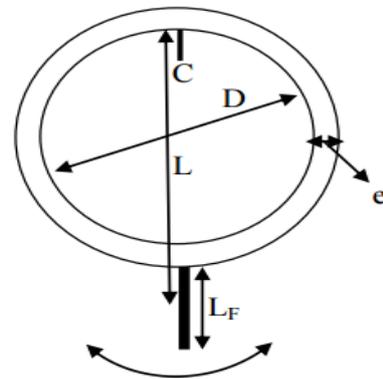
- Título
- Introducción (breve)
- Hipótesis
- Descripción del dispositivo experimental (texto y dibujo)
- Detalles acerca de cómo se realizaron las mediciones (texto y dibujo)
- Mediciones / Tablas
- Gráficos (en hoja milimetrada)
- Cálculos
- Cálculos de errores
- Resultados obtenidos
- Comentarios finales
- Conclusiones

Y cualquier información que considere relevante

**PE17. EPES Nro. 54 Gobernador Juan José Silva
Ciudad de Formosa.**

Introducción:

Consideremos el péndulo que se muestra en la Fig. 1, formado por un aro de masa M , diámetro interior D y espesor e , y un fiel de alambre de masa m y longitud L_F . El péndulo se encuentra suspendido de una cuchilla (C) como se muestra en la Figura.



Esquema del péndulo a utilizar para medir la aceleración de la gravedad local. Las cantidades están definidas en el texto. En el límite de pequeñas amplitudes de oscilación ($\theta_0 < 5^\circ$) el período T de oscilación de un péndulo físico se puede aproximar de la siguiente manera:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_T}{M_T g d}} \quad (1)$$

En donde hemos llamado I_T al momento de inercia del péndulo (aro + fiel) con respecto a su eje de rotación, d a la distancia entre el punto de suspensión y el centro de masa del péndulo, M_T a la masa total del péndulo y g a la aceleración de la gravedad local. Para el péndulo de la Fig. 1, escribiendo adecuadamente I_T , M_T y d en términos de las cantidades a medir directamente (masas y distancias), se llega a la siguiente expresión:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{D}{g} \frac{\left[1 + \frac{e}{D} + \left(\frac{e}{D}\right)^2 + \frac{m}{M} \left[\frac{1}{6} \left(\frac{L_F}{D}\right)^2 + 2 \left(\frac{L}{D}\right)^2 \right] \right]}{\left(1 + 2 \frac{m L}{M D} \right)}} \quad (2)$$

$$T = \sqrt{4\pi^2 \frac{(D+e)}{g}} \quad (3)$$

Objetivo:

Determinar experimentalmente la aceleración de la gravedad local y el espesor promedio de los aros.

Elementos disponibles

- Pie con espejo graduado y cuchilla

- 10 aros de madera de distinto diámetro y aproximadamente el mismo espesor
- Cronómetro
- Papel milimetrado
- Regla

Procedimiento

- a) Mida el diámetro D de cada aro.
- b) Mida el espesor e de cada aro. Asiente cada aro suavemente sobre la cuchilla (no lo clave). Recuerde que la oscilación se debe producir sobre el plano que contiene al aro. (Ver Figura)
- c) Haga oscilar de manera adecuada cada aro y mida el período T de oscilación. Informe en cada caso la amplitud máxima de oscilación (A).
- d) Construya un tabla que contenga e , A , D , T y T^2 .
- e) Grafique los datos experimentales de tal manera de obtener una relación lineal.
- f) A partir del gráfico determine el valor de g con su correspondiente incertidumbre.
- g) A partir del gráfico determine el valor de e con su correspondiente incertidumbre.
- h) A partir de los espesores medidos en el punto b, determine el espesor promedio y compárelo con el obtenido a partir de la gráfica indicando si estos valores son indistinguibles.
- i) Concluya cual de los dos métodos utilizados es mejor para determinar e . Justifique.

Datos útiles

- El error asociado a T^2 es: $\Delta(T^2) = 2 T \Delta T$.

PE18. Colegio San Jorge Quilmes, Buenos Aires.

En este experimento se estudiará la relación entre la presión y el volumen de un gas a presión constante.

Materiales

- Jeringa
- Pesas (25g)
- Manómetro de rama abierta

Procedimiento

Armar el equipo conectando la salida de la jeringa al manómetro de rama abierta (lleno en sus dos quintas partes por agua) utilizando una manguera. Se debe sostener en forma vertical a la jeringa por medio de una agarradera sujeta a un pié universal, de modo que se puedan colocar las pesas sobre el émbolo.

Se coloca una cantidad determinada de gas (aire) en el cilindro. Determinada dicha cantidad, se conecta el manómetro de modo que las dos ramas, inicialmente, estén a la misma altura.

Una vez finalizada la preparación del equipo, se comienza a colocar pesas sobre el émbolo, registrando el aumento en la columna de agua en la rama abierta del manómetro.

- a) Armar una tabla con los datos recolectados, incluyendo los errores.
- b) Repetir el procedimiento con dos cantidades iniciales distintas de gas.
- c) Graficar Presión vs. Volumen (Para la primera experiencia)

La Ley General de los Gases Ideales estipula la siguiente relación:

$$P.V = n.R.T$$

Donde P es la presión, V el volumen, n el número de moles, R la constante de los gases y T la temperatura absoluta.

- d) Graficar $\ln P$ vs $\ln V$ para las tres experiencias.
 e) Encontrar a partir del gráfico, el valor de $n.R$ y compararlo en cada caso con el volumen inicial del experimento.

Datos: densidad del agua = 1000 kg.m^{-3} . Se debe registrar la temperatura ambiente.

**PE19. Instituto Politécnico Superior General San Martín
Rosario, Santa Fe.**

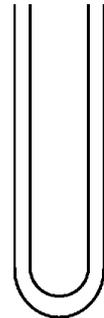
A jugar con bombuchas.

Desde chicos nos dedicamos a pasar parte del verano a jugar con “bombuchas”. Estos pequeños globos muchas veces los hemos llenado de agua pero, algunas otras, los inflamamos soplando. Es, desde aquellos años, que empezamos a experimentar que el aire es un gas que se puede comprimir.

Nuestro objetivo, en este encuentro, será estudiar el comportamiento del aire bajo compresión a partir del montaje experimental que se encuentra en la figura. El dispositivo consiste en un tubo en “U” con dos extremos abiertos.

Una vez colocada una cierta cantidad de agua inicial al tubo, si a uno de los extremos lo cerramos con una bombucha, y a la columna abierta a la atmósfera le agregamos agua, se observa una diferencia de altura entre las columnas de agua.

Como el proceso se hace a temperatura ambiente, entonces la expresión que rige al sistema de aire de la columna cerrada es:



$$p_i V_i = p_f V_f$$

donde p_i , la presión inicial, será la presión atmosférica. El volumen inicial de aire está compuesto por el que se encuentra contenido en el globo desinflado y el aire contenido en la columna. Si la columna de aire es lo suficientemente grande, se puede despreciar el aire contenido en el globo desinflado, quedando entonces:

$$V_i \cong V_{col\ ini} = A h_{ai} \quad \text{y} \quad V_f \cong V_{col\ fin} = A h_{af}$$

donde A representa el área transversal del tubo y h_{ai} y h_{af} representan la altura de la columna de aire inicial y final respectivamente.

Por otro lado es posible conocer la presión a la cual se encuentra sometido el aire que se ha comprimido, a través de la diferencia de altura entre las columnas de agua Δh_{H_2O} aplicando el Teorema Fundamental de la Hidrostática:

$$p_f = p_{atm} + \delta_{H_2O} g \Delta h_{H_2O}$$

Reuniendo las expresiones anteriores:

$$\begin{aligned} p_{atm} V_i &= p_f V_f \\ p_{atm} A h_{ai} &= (p_{atm} + \delta_{H_2O} g \Delta h_{H_2O}) A h_{af} \\ p_{atm} h_{ai} &= (p_{atm} + \delta_{H_2O} g \Delta h_{H_2O}) h_{af} \\ \frac{p_{atm}}{p_{atm} + \delta_{H_2O} g \Delta h_{H_2O}} h_{ai} &= h_{af} \\ \frac{1}{1 + \frac{\delta_{H_2O} g \Delta h_{H_2O}}{p_{atm}}} h_{ai} &= h_{af} \end{aligned}$$

Aprovechando la relación $\frac{1}{1+x} \approx 1 - x$ cuando $x \ll 1$

$$h_{af} = \left(1 - \frac{\delta_{H_2O} g \Delta h_{H_2O}}{p_{atm}} \right) h_{ai}$$

Llegando a la expresión final

$$\left[h_{af} = h_{ai} - \frac{\delta_{H_2O} g h_{ai}}{p_{atm}} \Delta h_{H_2O} \right]$$

Procedimiento

- Coloque agua en el tubo en U hasta tener dos columnas de agua. Deberá ser criterioso para adoptar el nivel de agua deseado.
- Coloque la bombucha en uno de los extremos del tubo.
- Agregue agua en el extremo abierto en etapas. En cada etapa mida la diferencia de altura del nivel de agua entre las columnas y la altura de la columna de aire del extremo cerrado. Deberá contar con, al menos, 6 mediciones.
- Realice una tabla con los resultados.
- Mientras agrega el agua, observe el comportamiento del globo.
- Realice una gráfica de h_{af} vs Δh_{H_2O} .
- A partir de la gráfica realizada, calcular la presión atmosférica.
- Compara tu resultado de la presión obtenida con el valor estándar de presión atmosférica.
- Si valor medido experimentalmente difiere del esperado, analice las posibles causas que pueden interferir tanto en lo experimental como en el modelo propuesto.
- De ser posible estime, cuanto afecta al valor obtenido, cada "fuente de error".

Datos

$$g = (9,8 \pm 0,1) m/s^2$$

$$\delta_{H_2O} = (1000 \pm 10) kg/m^3$$

$$p_{atm} = (1010 \pm 20) hPa$$

PE20. Colegio Universitario Central Gral. José de San Martín Ciudad de Mendoza.

Péndulo Real.

Objetivo: Determinar el momento de inercia de una varilla delgada

Breve Descripción

El momento de inercia representado, comúnmente por la letra "I", es una medida de la inercia rotacional de un cuerpo. Cuando un cuerpo gira en torno a uno de los ejes principales de inercia, la inercia rotacional puede ser representada como una magnitud escalar llamada momento de inercia. Refleja la distribución de masa de un cuerpo o de un sistema de partículas en rotación, respecto a un eje de giro, sólo depende de la geometría del cuerpo y de la posición del eje de giro; pero no de las fuerzas que intervienen en el movimiento.

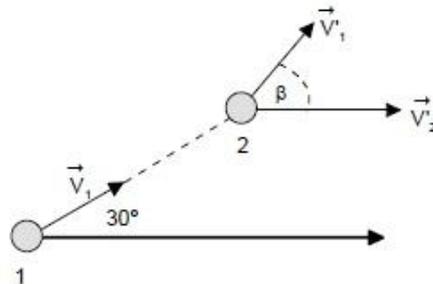
Dado un sistema de partículas y un eje arbitrario, el momento de inercia del mismo se define como la suma de los productos de las masas de las partículas por el cuadrado de la distancia r de cada partícula a dicho eje. Matemáticamente se expresa como

$$I = \sum m_i r_i^2$$

Este concepto desempeña en el movimiento de rotación un papel análogo al de masa inercial en el caso del movimiento rectilíneo y uniforme.

Para nuestra práctica nos valdremos de un método que se basa en la idea del péndulo físico. Por ello recordemos que se trata de un cuerpo rígido que gira libremente en torno a un eje fijo de rotación. Si las oscilaciones son pequeñas, el análisis de un péndulo real es

tan sencillo como el de uno simple. La figura 1 muestra un cuerpo irregular que puede girar sin fricción alrededor de un eje que pasa por el punto O. En la posición de equilibrio, el centro de gravedad está directamente abajo del pivote; en la posición mostrada en la figura 1, el cuerpo está desplazado de la posición de equilibrio un ángulo θ . La distancia de O al centro de gravedad es d . Cuando el cuerpo se desplaza como se muestra el peso causa una torca de restitución.



Realizando el análisis teórico correspondiente podemos determinar una ecuación que resulta sumamente útil para la determinación experimental del momento de inercia de un cuerpo.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}}$$

Donde T es el periodo del péndulo, I el momento de inercia, m la masa total del cuerpo y g la aceleración de la gravedad.

Consigna 1

- Determine el momento de inercia de la varilla entregada, basándose en el método del péndulo físico. Considere que la varilla es perfectamente homogénea por lo que su centro de masa coincide con su centro geométrico.
- Describa el procedimiento utilizado para determinar dicho valor, y las consideraciones que tuvo para que la práctica resulte exitosa.

Consigna 2

- Determine el error correspondiente al momento de inercia calculado en el punto anterior
- Analíticamente el momento de inercia de una varilla delgada que gira en torno a un eje que pasa por uno de sus extremos es:

$$I = \frac{1}{3} ML^2$$

Compare este valor con el obtenido experimentalmente en la consigna 1 a)

Consigna 3

Utilizando las varillas perforadas en diferentes puntos realice un gráfico que muestre la variación del período en función de la distancia del eje de giro al centro de masa.

PE21. Instituto Nuestra Señora de Lourdes
Porteña, Córdoba.

Objetivo:

Determinar si la masa y la longitud dependen en el período de un péndulo.

Materiales:

- 1 armazón con dos péndulos de igual longitud pero de distinta masa.
- 1 armazón con dos péndulos con igual masa y distintas longitudes.
- Regla
- Cronómetro
- Calculadora

Procedimiento:

1. Se busca un armazón con diferentes masas. Se aleja una misma amplitud los dos péndulos y se cronometra los tiempos a intervalos diferentes y se cuentan las oscilaciones dobles.
2. Se construye una tabla con los valores y se determinan los períodos.
3. Completar la tabla

tiempo	Oscilación (1)	Oscilación (2)	Período (1)	Período (2)

4. Observar las dos últimas columnas y extraer conclusiones.
5. Enumerar los errores que se pudieron cometer
6. Enunciar la conclusión.
7. Utilizar el otro armazón y medir las longitudes, y a diferentes tiempos contar las oscilaciones dobles de los péndulos y completar el cuadro:

Tiempo	Oscil.(1)	Oscil.(2)	Período1	Período2	T_1 / T_2	$\sqrt{L_1}/\sqrt{L_2}$

8. Observar las dos últimas columnas y extraer conclusiones.
9. Enumerar los errores que se pudieron cometer
10. Enunciar la conclusión.
11. Generalizar las dos leyes.

PE22. EPET Nro. 4 Juan Agustín Larrus
Colegio Secundario Valle Argentino
General Acha, La Pampa.

Auto Desafío Eco.**Experiencia 1**

Determinar la densidad y el peso específico de los materiales permitido para el uso en la construcción del auto y que materiales son según la tabla1

Materiales necesarios

- 5 probetas geoméricamente cortadas pintadas
- 1 pie milimetrado
- 1 dinamómetro

- Hojas milimetradas

Tener en cuenta los errores. Graficar

AGUNOS EJEMPLOS DE DENSIDAD Y PESO ESPECIFICO DE SOLIDOS		
SOLIDO	DENSIDAD	PESO ESPECIFICO
	grs/cm ³	N/m ³
POLIURETANO	0,04	392
CORCHO	0,24	2.350
PINO	0,31 - 0,76	3.040-7.450
HAYA	0,66 - 0,83	6.470-8.135
ENCINA	0,69 - 1,03	6.760-10.100
ROBLE	0,81 - 1,07	7.940-10.485
HIELO	0,92	9.015
CAUCHO	0,95	9.310
MAGNESIO	1,74	17.050
LADRILLOS	1,84	18.030
ALABASTRO	2,3	22.540
HORMIGON	2,4 -2,5	23.520-24.500
VIDRIO	2,5	24.500
CUARZO	2,5 - 2,8	24.500-27.440
MARMOL ORDINARIO	2,5 - 2,85	24.500-27.930
GRANITO	2,51 - 3,05	24.600-29.890
ALUMINIO	2,7	26.460
DIAMANTE	3,52	34.496
ESTAÑO	7,31	71.640
BRONCE	7,4	72.520
ACERO	7,85	76.930
HIERRO	7,87	77.165
LATON	8,6	84.280
COBRE	8,96	87.810
PLATA	10,50	102.900
PLOMO	11,34	111.130
URANIO	19,05	186.690
ORO	19,3	189.140
PLATINO	21,45	210.700

Tabla 1

Experiencia 2

Determinar corriente y tensión de 1 autito armado con el juego lego

Materiales necesarios

- Juego lego
- 1 multímetro
- 2 transmisiones distintas
- Hojas milimetradas
- 1 balanza

Consigna

Armar el autito con una transmisión sacar valores de corriente y tensión del motor

Y hacer lo mismo con la otra. Realizarlo sin apoyarlo en el piso

Luego hacer lo mismo apoyado en el piso.

¿A que se debe el cambio de valores?

Cambiar el peso y hacer la misma experiencia

Con todo estos valores sacado que podemos decir del auto de Desafío eco que se debe tener en cuenta para mayor rendimiento

Tener en cuenta los errores. Graficar

PE23. Colegio Nicolás Avellaneda Aguilares, Tucumán.

Las pelotas “saltarinas”.

Dos niños juegan con pelotitas de goma, de diferente masa, que están colgadas de sendos hilos delgados de tal modo que están a la misma altura y están en contacto.

Las longitudes de los hilos no son las mismas. Las masas de las pelotitas son:

$m_1 = (8,0 \pm 0,2) g$ y $m_2 = (20 \pm 0,2) g$. La pelotita de masa m_1 es desviada en un ángulo de 60° y luego se suelta..

- Determina el ángulo máximo de las bolitas después de la colisión. Suponga que el choque es perfectamente elástico.
- Redacte un informe del trabajo realizado, donde debes explicar que objetivo tiene la experiencia y un planteo analítico.
- Método experimental utilizado para lograr el objetivo
- Realiza tabla de valores y graficas obtenidas
- También deje asentado consideraciones y supuestos que considere importante mencionar

Material:

- Regla milimetrada
- Metro
- Papel milimetrado
- Cronometro
- Bolitas de goma de diferente masa

**PE24. Escuela Técnica ORT - Sede Almagro
Ciudad de Buenos Aires.**

El oscilador armónico es el tipo de movimiento más estudiado en toda la física, el mismo está presente desde las interacciones moleculares y los circuitos eléctricos hasta los fenómenos cuánticos de la luz. En este experimento intentaremos comprender este sistema en una de sus maneras más fáciles: un resorte.

Un resorte está caracterizado por su dureza que se suele llamar k y la fuerza que ejerce el mismo sobre un cuerpo viene dada por:

$$F_{elastica} = -kx$$

En conjunto con la gravedad podemos obtener la posición de equilibrio para el sistema resorte-masa estático:

$$F_t = mg - kx = 0$$

$$x_{equilibrio} = \frac{mg}{k}$$

Al poner en movimiento el sistema aparece una fuerza viscosa debido a la presencia del aire:

$$F_v = -bv$$

Donde v es la velocidad de la masa y b es el coeficiente de viscosidad cinemática del aire. Esta fuerza aumenta con la velocidad y es la que genera la existencia de una velocidad límite en los casos de caída libre. Para poder resolver este sistema es necesario ubicar el origen de coordenadas del sistema en la posición de equilibrio del sistema (como se puede ver en la figura 1).

El balance de fuerzas en esta situación dinámica queda:

$$ma = -kx - bv$$

Una vez hecho esto podemos resolver la ecuación correspondiente y obtener la posición de la masa en función del tiempo.

$$X(t) = x_i e^{-\frac{bt}{2m}} \cos(\omega t + \phi)$$

En donde x_i es la posición inicial de la masa. Esta ecuación nos da una oscilación armónica amortiguada como se puede ver en la figura 2.

En un sistema oscilante también se puede definir un factor de calidad adimensional o factor Q que dice que tan amortiguado está el sistema y el ancho de las resonancias del mismo. Dicho parámetro viene dado por:

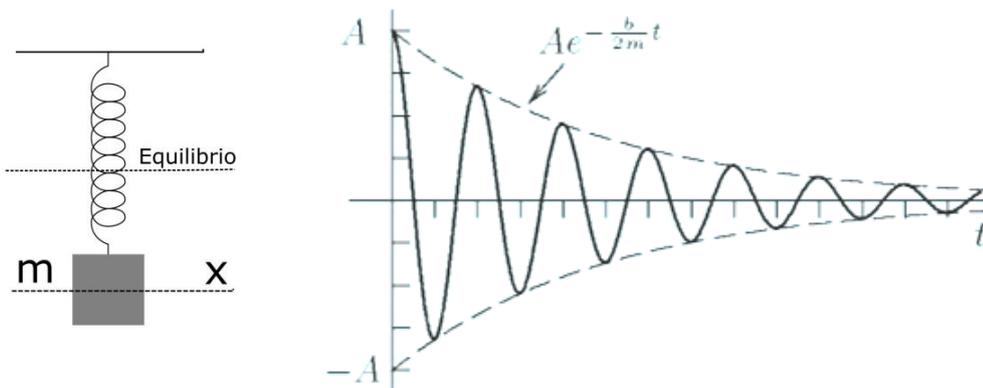
$$Q = \frac{\sqrt{km}}{b}$$

En este experimento contarán con:

- Resorte.
- Masas.
- Balanza.
- Regla.
- Sensor de movimiento.

Se pide:

1. Medir la posición de equilibrio del resorte para distintas masas, ¿cuál es la constante elástica del resorte?
2. Realizar una medición dinámica para el resorte utilizando el sensor de movimiento. Escribir en una tabla los valores de amplitud máxima de la oscilación y el tiempo correspondiente.
3. Realizar un gráfico en hoja milimetrada de amplitud en función del tiempo. Linealizarlo y obtener el valor de la viscosidad dinámica.
4. Calcular el factor de calidad Q.



**PE25. Escuela Escocesa San Andrés
Olivos, Buenos Aires.**

Usted va a encontrar la masa desconocida, H, de una carga fija mediante el equilibrio contra una gama de masas conocido en una regla de metro.

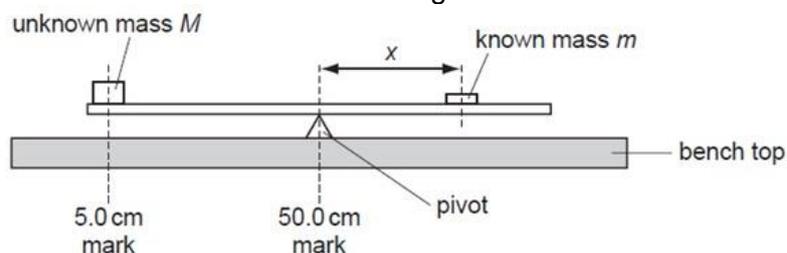


Fig. 2.1

La carga fija de masa M se ha fijado a la regla de metro. Su posición se fija con su centro sobre la marca de 5,0 cm. No intente mover esta masa durante el experimento.

- a)
 - i) tomar una masa m de 60 g y colocarlo en la regla. Ajuste su posición hasta que la regla es justo equilibrio con el pivote directamente debajo de la marca de 50,0 cm, como se muestra en el diagrama anterior.

Medir, a 0,1 cm, la distancia x desde el centro de la masa conocida de la marca de 50,0 cm en la regla. Registre esta distancia en la Tabla 2.1.

Table 2.1

mass, m /g	distance, x /cm	$\frac{1}{x}$
60		
70		
80		
90		
100		

- ii) Describa cómo se encuentra la posición del centro de la 60 g de masa antes de mide la distancia a la marca de 50,0 cm en la regla.
 - iii) Repetir el procedimiento descrito en (i), reemplazando el 60 g de masa m con una nueva masa de 70 g.
- Mida y registre la nueva distancia x en la Tabla 2.1. Repetir el procedimiento tres veces más, usando masas m de 80 g, 90 g y 100 g, la grabación de la distancia x en la Tabla 2.1 cada vez. [2]
- v) Para cada valor de x en la tabla, calcular el valor de $1/x$ y registrar estos valores de la Tabla 2.1 a 3 cifras decimales.

- b)
 - i) En la cuadrícula proporcionada, trazar un gráfico de m/g (eje vertical) frente a $1/x$ (eje horizontal).

Inicie el eje vertical a 60 g.

El eje horizontal no tiene que empezar desde cero.

Dibuje la mejor línea recta en forma.

- ii) Calcular la pendiente de la línea.

Mostrar todos de trabajo e indicar en el gráfico los valores que usted eligió para que el gradiente de calcularse.

- c) El gradiente de la línea está relacionada con la masa M de la carga fija, por la ecuación $M = 45,0 / \text{gradiente}$

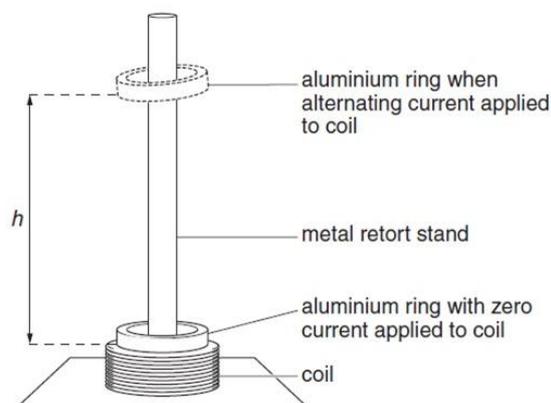
Determinar la masa M de la carga fija de 2 cifras significativas.

- h)
 - i) Describa dos fuentes de incertidumbre o limitaciones del procedimiento de este experimento.
 - ii) Describa dos mejoras que podrían introducirse en este experimento. Debes sugerir el uso de otros aparatos o procedimientos diferentes.

PE26. Escuela Escocesa San Andrés Olivos, Buenos Aires.

Un anillo de aluminio se coloca sobre una bobina con la varilla de un soporte vertical de metal pasa a través de sus centros, como se muestra en la Fig. 1.1.

Cuando se aplica una corriente alterna de la frecuencia f a la bobina, el anillo se eleva hasta que está en equilibrio a una altura h por encima de la bobina. Se sugiere que la relación entre h y f es



$$h = kf^n$$

donde k y n son constantes.

Diseñar un experimento de laboratorio para poner a prueba la relación entre H y F y determinar valores de k y n . Usted debe dibujar un diagrama, que muestra la disposición de su equipo.

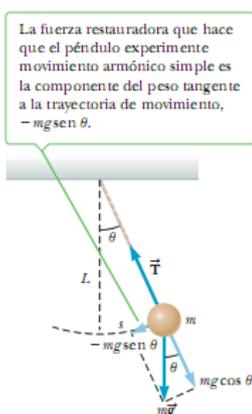
En su cuenta se debe prestar especial atención a

- el procedimiento que ha de seguirse,
- las medidas que deben adoptarse,
- el control de variables,
- el análisis de los datos,
- las precauciones de seguridad que deban tomarse.

**PE27. Instituto Tecnológico del Comahue
Escuela Provincial de Educación Técnica Nro. 14
Ciudad de Neuquén.**

¿Cómo podemos medir la aceleración de la gravedad?

Utilizando un péndulo físico se puede medir la gravedad en un determinado sitio sin tener muchos equipos y aparatos sofisticados. Su teoría se basa en lo siguiente (resumidamente):



La fuerza restauradora que hace que el péndulo experimente movimiento armónico simple es la componente del peso tangente a la trayectoria de movimiento, $-mg \sin \theta$.

Comparando este sistema con el de un resorte con una masa, en el cual:

$$\omega = \sqrt{k/m}$$

Y realizando algunas aproximaciones matemáticas llegamos a:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

Contando con los siguientes elementos: hilos de diferente largo, pesas, cinta métrica, cinta de papel y cronómetro debes medir la aceleración de la gravedad.

- ¿El método tiene hipótesis simplificadoras? SI – No- Justificar
- Determinar la aceleración de la gravedad para cada largo de hilo realizando al menos cinco mediciones para cada hilo.

Largo Hilo =	Largo Hilo =	Largo Hilo =
Grav:	Grav:	Grav:

**PE28. Instituto María Auxiliadora
Comodoro Rivadavia, Chubut.**

Objetivo: determinar el coeficiente de rozamiento dinámico entre dos placas de melanina.

Elementos:

- Una placa de melanina de 25cm de ancho y 1,15m de largo.
- Una placa de melanina de la misma calidad de la anterior de 25cm por 15cm.
- Un apoyo vertical de 31 cm de altura.
- Tiza blanca.
- Una regla de al menos 15cm de longitud.
- Una franela limpia.
- Cronómetro.
- Hojas de papel, lapicera, calculadora.

Teoría:

Por la segunda Ley de Newton cuando sobre un cuerpo actúa una fuerza o un sistema de fuerzas cuya resultante no es nula, este cuerpo adquiere una aceleración. En particular, cuando un cuerpo se apoya sobre un plano inclinado, el peso se descompone en dos direcciones. La componente perpendicular al plano, P_y , se equilibra con la fuerza que el plano ejerce sobre el cuerpo, llamada Normal (N). La componente paralela al plano P_x es la que provoca que el cuerpo se deslice sobre el plano. Pero esta no es la única fuerza que actúa sobre el cuerpo en esa dirección, ya que al existir dos superficies en contacto en el momento del desplazamiento actúa una fuerza de rozamiento F_r que depende de la Normal de un coeficiente μ_d , llamado coeficiente de rozamiento dinámico, depende de cuales sean las superficies en contacto.

Esto implica que la sumatoria de fuerzas en la dirección del plano inclinado es igual al producto de la masa M por la aceleración a , y que, como todas las fuerzas que intervienen en esta ecuación tienen como uno de sus factores a la masa del cuerpo, la aceleración no dependerá de la cantidad de materia del cuerpo que se desliza.

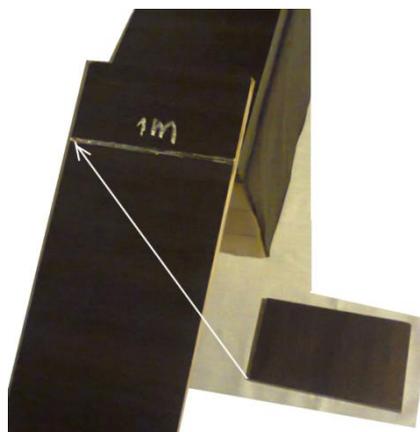
El movimiento del cuerpo sobre el plano es M.R.U.A. lo que establece una relación entre el espacio recorrido y tiempo empleado en recorrerlo que permite calcular la aceleración a .

Luego de conocer el valor de la aceleración, utilizando la ecuación $P_x - F_r = M \cdot a$ se podrá hallar el valor del coeficiente de rozamiento dinámico entre las superficies en contacto,



Procedimiento:

1. Marque en la placa de 1,15 de largo, una línea paralela al lado menor que esté a 1m del lado opuesto.
2. Forme la rampa como se muestra en la figura. Esta constituirá el plano inclinado.
3. Coloque la placa de menor tamaño sobre la placa mayor, de forma tal que coincidan los bordes y que el lado que está en la posición inferior esté sobre la línea que indica 1m.
4. Sostener con la regla en esta posición.
5. Sacar la regla para que la placa menor deslice sobre la grande y medir el tiempo que tarda en llegar al suelo, usando el cronómetro.
6. Repetir la experiencia al menos 10 diez veces, limpiando con la franela ambas superficies luego realizar cada una de ellas.



- Complete el cuadro de la hoja de respuestas con los valores de los registrados.
- Determine un valor de \bar{t} , (**el promedio** a partir de los registrados), el desvío standart de la muestra **s** y establecer un intervalo de confianza para el valor del tiempo.
- Escribir la ecuación que relaciona espacio, aceleración y tiempo. Expresando la aceleración en función de las demás.
- Calcule la aceleración usando el valor de **t** determinado.
- Utilizando la relación entre la sumatoria de fuerzas y la aceleración, halle la expresión que permite determinar el coeficiente de rozamiento en función de la aceleración.
- Halle el valor numérico del coeficiente de rozamiento dinámico entre las placas de melanina.

**PE29. Escuela Técnica Nro. 9 Ing. Luis A. Huergo
Ciudad de Buenos Aires.**

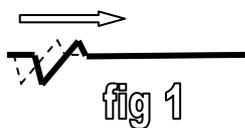
Medición de la velocidad de propagación de una onda.

1. Propuesta de la experiencia.

Hablando en términos generales, el movimiento ondulatorio implica la propagación de un *estado*. Si colocamos de pie fichas de dominó alineadas y tumbamos la primera, se inicia un tren de sucesos que acaba con todas las fichas tumbadas. La velocidad con que se movido el estado de caída se denomina *velocidad de propagación*.

En este problema experimental, se propone generar una onda transversal en un resorte (fig1) y medir su velocidad de propagación. La medición se hará de dos maneras distintas:

- 1) midiendo la distancia recorrida por el pulso y el tiempo empleado y haciendo



$$[1] \quad V_{[1]} = d / t \quad \text{y}$$

- 2) mediante la ecuación

$$[2] \quad V_{[2]} = \sqrt{T / \mu}$$

Donde T es la tensión que estira el resorte a través del cual se propaga el pulso y μ es la densidad lineal de masa o masa por unidad de longitud, calculable por:

$$[3] \quad \mu = m / L \quad (m = \text{masa de la cuerda}, L = \text{longitud})$$

De la simple inspección de la fórmula [3] se deduce que, cuanto T sea pequeña y μ , grande, (es decir, cuanto menos se tense el resorte y más masivo por unidad de longitud sea) más lentamente se propagará el pulso y será por lo tanto más fácilmente medible y con menos error. También será importante permitir que el pulso viaje una larga distancia d (dentro de lo que permita nuestro lugar de trabajo) porque así, para una velocidad dada, el tiempo t de tránsito será mayor y el de nuestra reacción al pulsar el cronómetro, introducirá menos incerteza en la medida.

La mejor combinación que conseguimos en el laboratorio de nuestra escuela, fue producir el pulso viajero dando un golpe seco, no muy fuerte, con un vástago de acero (un "φ10 corto"). Éste último mide unos 15cm de largo y 1cm de diámetro y se golpea una cadena de acero cerca del extremo. Los eslabones de aquella son algo más pequeños que los de las que se usan para amarrar bicicletas. Se la tendió horizontalmente, como una cuerda para secar ropa. La magnitud a variar en la experiencia es la tensión de la cadena. Eso se hace mediante una polea y pesas, como se muestra en la fig2.

2. Ejecución de la experiencia.

Antes de armar el equipo, se deben medir la longitud y la masa de la cadena, como indican 2.1) y 2.2)

2.1. Medida de la longitud (l) de la cadena.

Con la cinta métrica. Se anota en la planilla de “valores medidos y calculados”

2.2. Medida de la masa (m) de la cadena.

Usando la báscula de platillos de almacén (reliquia) del laboratorio de física. Pesada de Gauss: se pone primero el cuerpo en el platillo izquierdo y las pesa en el derecho y luego se pasa el cuerpo al platillo derecho y se vuelve a pesar. Si P y P' son los valores de la 1ª y la 2ª pesadas, se calcula

$$P_{\text{prom}} = \sqrt{P \cdot P'}$$

Con P_{prom} se calcula la masa m de la cadena. Se anota m en la planilla de “valores medidos y calculados”.

2.3. Cálculo de la masa por unidad de longitud (μ) de la cadena.

Se hace

$$\mu = (m / L)$$

Se anota

2.4. Armado del equipo.

(Luego de armar el equipo, el alumno llamará al Comité de Problemas, que evaluará “in situ” este ítem antes de comenzar las mediciones)

Observá atentamente la fig 2.

- i. Colocá un banco (detalle 1) y sobre él, el portapesas con pesas (detalle 2), para un total de 2 kgf
- ii. Insertá un extremo de la cadena en el manguito que está sujeto a un barrote de la ventana. Lo indica el detalle 3. Ése será el extremo fijo de la cadena
- iii. Enganchá el extremo de la tanza que unirá portapesas y cadena como muestra el detalle 4
- iv. Verificá que la tanza pasa correctamente por la polea de menor radio y que ésta puede girar libremente.
- v. Retirá con cuidado el banco que sostenía al portapesas, para que la cadena se tense.
- vi. El equipo está armado. Llamá al profesor para que evalúe cómo lo hiciste.

2.5. Antes de comenzar a medir.

- i. Practicá un par de veces dónde y cómo golpear la cadena (detalle 5 de fig2). Usá el vástago $\phi 10$ corto que está en la caja del equipo. Si golpeás adecuadamente, a unos 10cm del extremo de la cadena, vas a lograr que el pulso haga los 5 (cinco) idas y vueltas que se proponen sin que se extinga la onda.
- ii. Para frenar el pulso una vez tomado el tiempo podés probar de apretar la cadena con la mano. Ensayá esto también, para trabajar más rápido.
- iii. Por último probá generar el pulso como en i), midiendo a la vez el tiempo para 5 (cinco) idas y vueltas (al aumentar la distancia y por lo tanto, el tiempo, el error será menor)

Objetivo: cuando empieces a medir y anotar, por más apuro que tengas, no olvides qué estás haciendo. Estarás produciendo una onda mecánica con diferentes tensiones y midiendo su velocidad de dos maneras distintas. Una, como cociente $v_{[1]} = d / t$ y la otra, como $v_{[2]} = \sqrt{T / \mu}$. Querremos ver si $v_{[1]} = v_{[2]}$.

Así no olvidarás nada.

2.6. Mediciones.

Los siguientes pasos se repiten exactamente igual, pero variando la tensión de la cadena con los siguientes valores de T (en kgf): 2; 2,5; 3; 3,5 y 4. Por eso las instrucciones, las tablas para que anotes los valores medidos y los cálculos a realizar son similares.

2.6.1. Tensión de la cadena: T = 2kgf

- a) ajustar la tensión de la cadena a 2kgf mediante las pesas que muestra el detalle 2 de la fig2.
- b) producir el pulso y medir el tiempo de tránsito para 5 (cinco) idas y vueltas del mismo. Anotar el tiempo en la “Planilla de Valores Medidos y Calculados (PVMC)”
- c) repetir el paso b) anterior otras 4 veces
- d) calcular el tiempo promedio que pide la PVMC y anotarlo

- e) calcular la velocidad $V_{[1]} = d / t = 10 \text{ L} / t_{\text{prom}}$ donde $d = 10 \text{ L}$ [¿por qué?] ($L =$ largo de la cadena). Anotar el valor de $V_{[1]}$ en la PVMC
- f) calcular la $V_{[2]} = \sqrt{T / \mu}$ (¡Elegí adecuadamente las unidades!). Anotar en la PVMC
- g) compará $V_{[1]}$ y $V_{[2]}$

2.6.2. Tensión de la cadena: T = 2,5 kgf

- a) ajustar la tensión de la cadena a 2,5 kgf mediante las pesas que muestra el detalle 2 de la fig2.
- b), c), d), e), f) y g) similares a **2.6.1)**

2.6.3. Tensión de la cadena: T = 3 kgf

- a) ajustar la tensión de la cadena a 3 kgf mediante las pesas que muestra el detalle 2 de la fig2.
- b), c), d), e), f) y g) similares a **2.6.1)**

2.6.4. Tensión de la cadena: T = 3,5 kgf

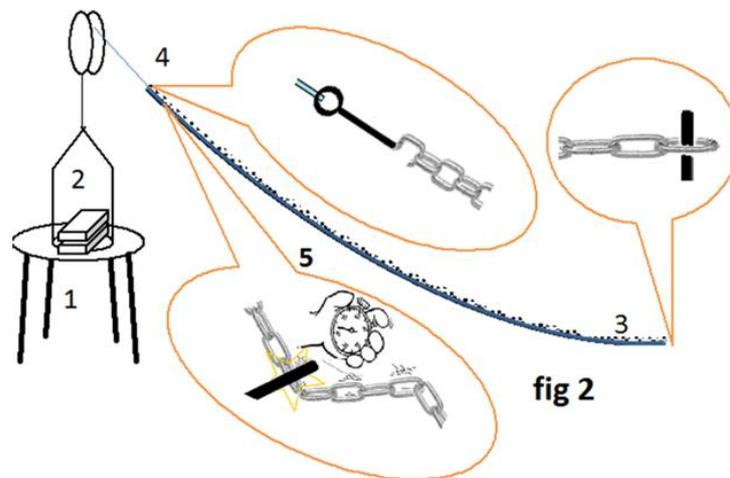
- a) ajustar la tensión de la cadena a 3,5 kgf mediante las pesas que muestra el detalle 2 de la fig2.
- b), c), d), e), f) y g) similares a **2.6.1)**

2.6.5. Tensión de la cadena: T = 4 kgf

- a) ajustar la tensión de la cadena a 4 kgf mediante las pesas que muestra el detalle 2 de la fig2.
- b), c), d), e), f) y g) similares a **2.6.1)**

2.7. Gráfico.

Usando la hoja de papel milimetrado, representar Velocidad del pulso en función de la Tensión de la cadena. En un solo gráfico conjunto, marcar los puntos de $V_{[1]} = f(T)$ y $V_{[2]} = f(T)$ con los valores de la PVMC



**PE30. Escuela de Biología Marina y Laboratorista Nro. 1 Atlántico Sur
Caleta Olivia, Santa Cruz.**

Objetivo: Determinar el diámetro de una bolita de telgopor.

Elementos:

- Calibre
- Bolita de telgopor.

Determinar el diámetro de la bolita de telgopor indicando el valor de incerteza. Realizar como mínimo diez mediciones.

**PE31. Escuela de Biología Marina y Laboratorista Nro. 1 Atlántico Sur
Caleta Olivia, Santa Cruz.**

Objetivo: Determinar la densidad de los perdigones de plomo contenidos en un paquete encontrado en el laboratorio.

Elementos:

- Balanza
- Probeta
- Bolsa conteniendo perdigones de plomo.

Determinar la densidad de los perdigones de plomo de la muestra entregada valiéndose de los elementos disponibles. Indicar también el valor de incerteza.

**PE32. Instituto Industrial Luis A. Huergo
Ciudad de Buenos Aires.**

Objetivo: Determinar la constante elástica de un resorte (**K**).

Elementos:

- Resorte con su soporte
- Juego de pesas
- Regla
- Cronómetro

Procedimiento:

1. **Método estático:** Colgamos el resorte del soporte y medimos su longitud en reposo. Registramos el valor de la masa **M** y la longitud que tiene el resorte. Cambiamos la masa **M** varias veces y vamos anotando las masas y las longitudes. Determine el valor de **K** mediante el ajuste de una recta con al menos cinco puntos.
2. **Método dinámico:** Registramos el valor de la masa **M**. Tensamos ligeramente el sistema elástico, luego lo soltamos y conseguimos de este modo un movimiento armónico simple. Medimos el tiempo que tarda el sistema en realizar 10 oscilaciones. Cambiamos la masa **M** varias veces y se repite el proceso. La expresión que relaciona el período de las oscilaciones con la constante elástica del resorte es:

$$T^2 = 4\pi^2 \cdot M / K$$

3. Si tenemos en cuenta la masa del resorte (**m**), el tiempo de oscilación responde a la siguiente expresión: $T^2 = 4\pi^2 \cdot (M + fm) / K$ donde **f** es una cierta fracción. Determine el valor de **K** y el valor de **f** mediante el ajuste de una recta, utilizando al menos cinco masas diferentes.
4. Para una masa que considere adecuada, determine el cambio de la amplitud de oscilación en función del tiempo. Muestre su comportamiento gráficamente y proponga una fórmula analítica de ajuste. Encuentre para algunas de las diferentes amplitudes medidas el valor de **K** y compárelos con los que encontró en el punto anterior.

**PE33. Colegio Nacional de Monserrat
Ciudad de Córdoba.**

Ascenso capilar.

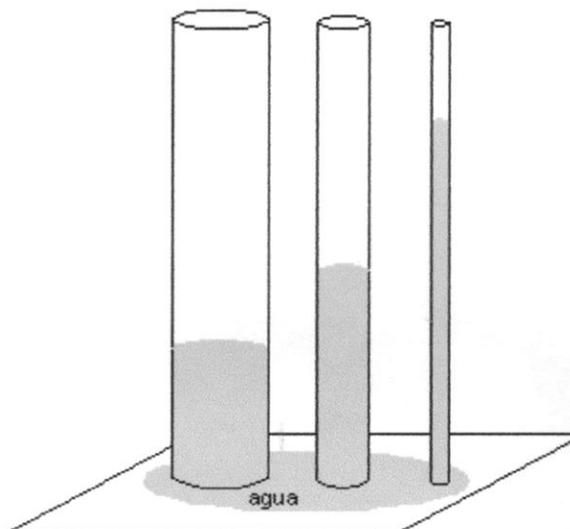
Objetivo: Determinar la relación entre el radio de un capilar y la altura del agua en el mismo

Materiales: tubos capilares de vidrio transparentes de distinto radio un recipiente para el agua o una superficie de vidrio lisa.

Procedimiento:

1. Prepara un recipiente con agua destilada o vierte cierta cantidad de agua sobre una superficie de vidrio horizontal (sin que se derrame al piso).
2. Ordena los tubos capilares según su radio.
3. Toma los tubos y apóyalos sobre la superficie del agua como se indica en la figura

Observa el nivel de agua dentro de los tubos y compara con el nivel de agua del recipiente. Registra los resultados.



**PE34. Escuela Técnica Alfredo Passera
Mocoretá, Corrientes.**

Polea fija.

Objetivo: Determinar si este tipo de polea permite ahorrar fuerza y determinar la tensión de la cuerda en cada caso.

En los terrenos de obras podemos observar cómo una carga es tirada sobre una polea montada firmemente. ¿Es posible de esta manera ahorrar fuerza, es decir, tirar con una fuerza menor a la fuerza del peso de la carga?

Material:

- 1 Riel de soporte
- 1 Nuez
- 1 Bulón con cojinetes
- 1 Polea
- 1 Dinamómetro 2 N
- 1 Platillo para pesos de ranura
- 3 Pesas de ranura 50 g
- 2 Pesas de ranura 10 g
- 1 Cordón
- 1 Tijeras

Introducción:

Por definición, cuando una fuerza actúa sobre un cuerpo (F) y lo desplaza una cierta distancia (r) se dice que se realiza un trabajo mecánico.

$$L=F*r$$

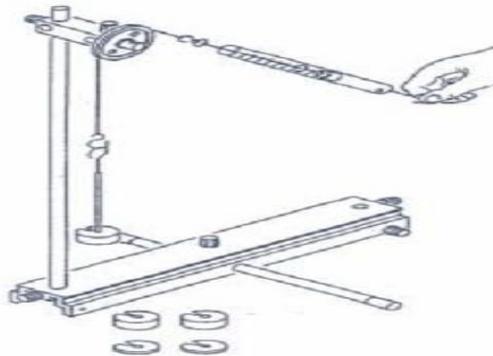
Para tirar un material, rescatar una persona herida o un compañero que ha caído en una grieta se ejerce un trabajo mecánico, ya que desplazamos un peso (peso como una masa bajo la influencia de la gravedad, $P=m*g$) una cierta distancia. Las poleas fijas se utilizan para modificar la dirección del movimiento y reducir el rozamiento de la cuerda en los cambios de sentido. Con este tipo de poleas no se disminuye la fuerza, sólo se desvía. En este caso la distancia que recorre el peso es el mismo que la distancia de tiro.

$$F=P$$

La ventaja de utilizar poleas fija viene del hecho que podemos ayudarnos de nuestro propio peso corporal para ejercer la fuerza de tiro.

Desarrollo experimental:

Preparación: ilustración.



- 1) Insertamos una varilla de soporte 25 cm. a través de la perforación transversal del riel de soporte.
- 2) Ajustamos la varilla de soporte con ayuda del tornillo.
- 3) Colocamos los capuchones de plástico a ambos extremos de la varilla de soporte.
- 4) Fijamos la varilla de soporte 50 cm. normal al riel de soporte y sobre el mismo. Fijamos la nuez a la varilla de soporte normal.
- 5) Aseguramos la polea en la nuez con ayuda del bulón de cojinetes.
- 6) Atamos gomas a ambos extremos de un cordón de aprox. 30 cm. Llevamos el cordón sobre la polea fija. Sostenemos verticalmente un dinamómetro (la parte móvil hacia arriba) y ajustamos el punto cero en esta posición.

Experimento

- 1) Preparamos sucesivamente las cargas.
- 2) Suspendemos cada carga del extremo del cordón y la sostenemos con ayuda del dinamómetro, el cual lo suspendemos de la goma del otro extremo del cordón.
- 3) Trasladamos a la tabla la fuerza de tracción indicada por el dinamómetro.

Tenemos que sostener el dinamómetro inclinado. Así no es posible que se den errores, ya que no hemos ajustado el punto cero para esta posición.

- 1) ¿Cuál es la fuerza de tracción?
- 2) A modo de conclusión que nos puedes relatar sobre la misma.
- 3) Determine la tensión de la cuerda en cada caso.

Segunda ley de Newton $F = m \cdot a$

Sobre el peso actúan la fuerza de 10N que se aplica y el peso de 5N pero con sentido contrario a la fuerza:

$$F - P = m \cdot a$$

Donde $m = p/g$

Hacia arriba:

- 1) $a > 0 \rightarrow T - P = m \cdot a$. Por lo tanto $T = m(g + a)$
- 2) $a = 0 \rightarrow T - P = 0$. Por lo tanto $T = P$.
- 3) $a < 0 \rightarrow T - P = m \cdot (-a)$. Por lo tanto $T = m(g - a)$.

Hacia abajo:

- 1) $a > 0 \rightarrow P - T = m \cdot a$. Por lo tanto $T = m \cdot (g - a)$
- 2) $a < 0 \rightarrow P - T = m \cdot (-a)$. Por lo tanto $T = m \cdot (g + a)$

Se rompe el cable:

$$a = g \rightarrow P - T = m \cdot g \text{ Por lo tanto } T = m \cdot (g - g) = 0.$$

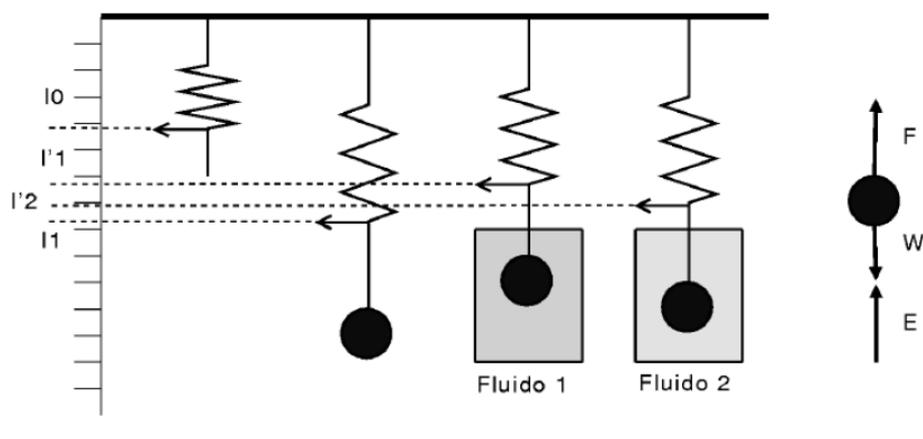
TENSION 1	
TENSION 2	
TENSION 3	

**PE35. Escuela Industrial Superior
Ciudad de Santa Fe.**

Objetivos: Determinar la densidad relativa de un fluido, e indirectamente su densidad absoluta.

Elementos: Soporte metálico, fluido de comparación: Agua, Fluido a medir: Alcohol etílico, elemento de lectura, Resorte y objeto a sumergir (esfera plástica).

La balanza de Jolly, es un dispositivo de diseño sencillo que consta de una varilla metálica sobre la cual corre un tornillo sin fin. Sobre dicho soporte se cuelga un resorte, y sobre el mismo, mediante un elemento que facilite el proceso de toma de medición, se coloca enganchado un objeto de tamaño determinado a sumergir. Todo el sistema se enfrenta con una regla graduada que permite medir la elongación del resorte en cuestión.



Consigna 1: Es conocido que para trabajar con un resorte, es necesario siempre conocer su constante de elasticidad. Partiendo de que la densidad relativa se calcula de la siguiente manera, plantee el diagrama de cuerpo libre para el caso en que el objeto se encuentre sumergido, y luego, empleando las ecuaciones que considere necesarias, demuestre **por qué no es necesario conocer la constante de elasticidad, ni el volumen del cuerpo a emplear.**

$$D_r = \frac{\rho_{\text{Líquido 2}}}{\rho_{\text{Líquido 1}}}$$

Respetar las variables asignadas para el gráfico de la página anterior:

L0 = Elongación natural del resorte.

L1 = Elongación con el cuerpo suspendido en el aire.

L1' = Elongación con el cuerpo suspendido en Líquido 1.

L2' = Elongación con el cuerpo suspendido en Líquido 2.

Consigna 2: Mediante la expresión obtenida en la Consiga 1, evalúe sumergiendo el cuerpo en las soluciones otorgadas, la elongación del resorte en la balanza de Jolly, registrando las medidas en una tabla de valores que contenga **por lo menos diez mediciones.**

Consigna 3: Calcule, realizando un tratamiento de datos adecuado, el cálculo de la densidad relativa de la sustancia incógnita, **acompañando dicho resultado con su respectivo error.**

Consigna 4: Conociendo la densidad relativa de la solución incógnita, e indirectamente su densidad absoluta, diseñe una manera de evaluar el empuje que ofrece el líquido al objeto sumergido en las condiciones del experimento.

**PE36. Escuela Superior de Comercio Gral. José de San Martín
Monteros, Tucumán.**

Se pide determinar el índice de refracción del material de un prisma recto utilizando sólo los elementos provistos.

Elementos provistos:

1. Un prisma recto de sección rectangular, de material transparente y con dos caras paralelas pulidas. Sus dimensiones aproximadas: 20mm x 30mm x 40mm
2. Alfileres
3. Una regla milimetrada
4. Un transportador
5. Una plancha de telgopor

Sugerencias:

- a) Enuncie o indique las leyes de la óptica que considere aplicables al problema.
- b) Si puede proponer más de un método para medir el índice, descríbalos a todos. Use uno por lo menos para realizar la medición, y si tiene tiempo, más de uno.
- c) Mencione posibles causas de errores experimentales
- d) Dé una estimación del error experimental de la medición realizada.
- e) Anote todas las observaciones mientras trabaja y redacte prolijamente un breve informe aunque no llegue a concretar una medición del índice.

El informe del trabajo realizado, debe consignar:

- I. Objetivos - Planteo analítico
- II. Experiencia realizada - Método experimental utilizado
- III. Valores, tablas y/o gráficas obtenidas.
- IV. Fuentes de errores y análisis de cómo influyen en los resultados finales acotados.
- V. Consideraciones y supuestos que considere relevantes para el informe.

Todo aquello que considere relevante para su informe.

**PE37. Escuela de Educación Técnica Alberto Einstein - Colegio San Alfonso
Colegio San Pablo - Colegio Del Milagro - Colegio Victorino de la Plaza
Instituto de Educación Media Arturo Oñativia - Colegio Belgrano
Colegio 5095 - Colegio Juan Manuel Estrada - Colegio Sagrada Familia
Colegio Arturo Illia - Colegio San Agustín - Colegio Teresa de Calcuta
Colegio UZZI COLAGE - Escuela Parroquial de la Merced
Colegio Del Huerto - EET Martín Miguel de Güemes
Colegio 11 de Setiembre - Colegio de Jesús - Colegio Secundario 5037
Colegio CODESA - Colegio Padre Gabriel Tomassini
Colegio Divina Misericordia
Ciudad de Salta.**

Determinación del Índice de Refracción.

El índice de refracción de un material transparente es uno de sus parámetros físicos más importantes.

Existen varios métodos para determinarlo, un grupo de investigadores de la Universidad de la Conchinchina públicos en el Journal Optical Society of America en 1939 una relación funcional que indagaba la dependencia entre la altura H del material transparente y el diámetro D de un círculo que se observa cuando se hace incidir en él un haz perpendicular de luz actuando un papel en la base del material transparente como difusor de luz (fig. 1 y 2) .

Lo que los investigadores propusieron que la dependencia funcional era de la forma:

$$H = \alpha \cdot D^\lambda \quad (1)$$

Donde α y λ son dos constantes a determinar.

Tres años después en la misma revista aparece el método de Pfund que permite la medición del índice de refracción.

Hoy en muchos laboratorios podemos medir el índice de refracción de un material transparente usando un haz de luz láser .

Básicamente este método consiste en hacer incidir un haz de luz láser de manera perpendicular a la superficie de la placa transparente, que reposa sobre una superficie difusora. La luz se difunde en todas direcciones desde el punto de incidencia del haz en esta superficie, y llega a la superficie superior de la placa transparente bajo todos los ángulos, desde 0 hasta 90°.

Como sabemos un fenómeno importante en la propagación de la luz entre dos medios es la reflexión interna total, caracterizada por un ángulo límite (o crítico). Si la radiación difundida en el fondo alcanza la superficie superior de la placa, con ángulos de incidencia menores que el ángulo límite, una parte se transmitirá al aire y otra parte será reflejada. Pero si la radiación difundida desde el fondo incide en la superficie superior de la placa con un ángulo mayor que el ángulo límite, no existirá luz transmitida.

Como consecuencia, desde la parte superior de la placa se observa un punto luminoso originado por la incidencia directa del haz, rodeado de un círculo de intensidad mucho menor (Figura 1). El diámetro de este círculo está relacionado con el índice de refracción de la placa.



Figura 1

Para la determinación del índice de refracción de la placa se utiliza la ley de Snell:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2, \quad (2)$$

Si D es el diámetro del círculo (Figura 1) que se forma sobre la superficie difusora (papel), y H es el espesor de la placa (Figura 2), a partir de la ley de Snell y de la condición de reflexión total, es posible obtener la dependencia de α de la ecuación 1 con n

$$\alpha = \frac{(n^2 - 1)^{1/2}}{8}$$

De la ecuación 1 con este valor de α y conociendo λ , midiendo D para varios valores de H, es posible calcular el índice de refracción de la placa.

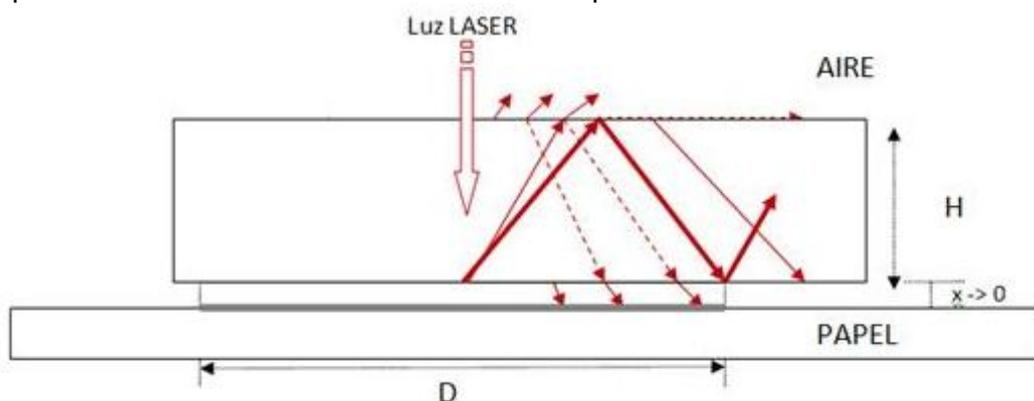


Figura 2

Los materiales de los cuales se dispone para este experimento son:

- Cuatro placas de vidrio de espesores: 3,0; 4,0;5,0 y 6,0 mm
- Láser rojo
- Papel milimetrado (superficie difusora) y papel log –log

Actividades

0. Encuentre el valor de α y λ realizando las medidas que usted considere necesarias.
1. Determine el índice de refracción del vidrio y estime su incertidumbre, a partir de las medidas obtenidas para las cuatro placas individuales.
2. Mida los diámetros (D) al combinar las placas, en ese orden y en el orden inverso, sin humedecer la superficie de contacto. Explique sus resultados.
3. Mida los diámetros (D) al combinar las placas, en ese orden y en el orden inverso, humedeciendo la superficie de contacto. Explique sus resultados.
4. Compare los diámetros (D) obtenidos para valores iguales de H, y la combinación de placas unidas humedeciendo la superficie de contacto. Explique sus resultados.
5. Determine el índice de refracción del vidrio y estime su incertidumbre a partir de las medidas obtenidas con las placas y con combinaciones de ellas, humedeciendo las superficies de contacto.

PE38. Colegio San Ignacio Río Cuarto, Córdoba.

Este experimento consiste en estudiar las oscilaciones de una cadena de clips.

a.

- i. Coloque firmemente un gancho, con la ayuda de una abrazadera, entre dos pedazos de madera en un pie universal como se indica en la Figura 1.
- ii. Cuelgue del gancho una cadena de n clips (ver Figura 1). El valor inicial de n debe ser igual a 25 ($n = 25$).

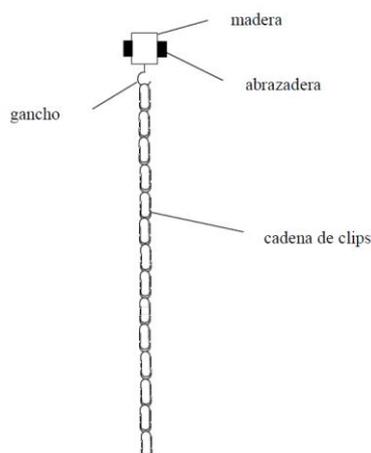


Figura 1: Esquema de la disposición experimental

- iii. Desplace la cadena de su posición de equilibrio moviendo la misma hacia a un costado usando para ello el clip que está más abajo. Cuando la cadena se está moviendo suavemente, mida el valor del tiempo t para veinte oscilaciones.
- iv. Estime la incerteza en la medición del valor de t y sugiera una manera para reducir la misma.

b. Cambie el valor de n y repita **a. iii.** hasta que tenga un número adecuado de mediciones de t y n .

Incluya los valores del período T y \sqrt{n} para cada valor de n en su tabla de resultados.

c. Para este oscilador se sugiere que las cantidades T y n están relacionadas por la expresión:

$$T = k \times \sqrt{n} + c,$$

en donde k y c son constantes.

- i. Grafique T vs. \sqrt{n} .
- ii. Determine los valores de k y c .
- iii. Explique el sentido físico de las constantes k y c .

d. Una grúa que se usa para levantar pesos hasta la parte superior de un edificio tiene una cadena de 700 eslabones como se ilustra en la Figura 2.

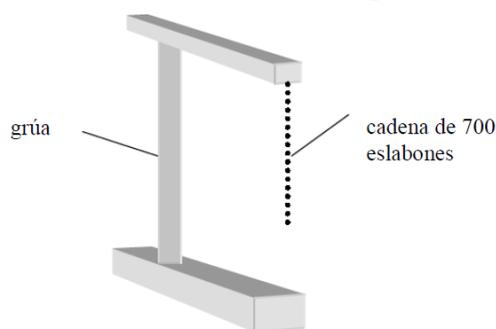


Figura 2: Ejemplificación del modelo de grúa.

- i. Use el modelo matemático propuesto y los valores obtenidos en c. iii. para calcular el período de oscilación para esta cadena.
- ii. Sugiera dos razones por las cuales la respuesta i. puede no ser válida.

PE39. Colegio Nacional de Buenos Aires Ciudad de Buenos Aires.

Objetivo: Determinar el índice de refracción del agua.

Elementos:

- Frasco o vaso cilíndrico de vidrio delgado transparente
- Agua a temperatura ambiente
- Calibre y/o regla
- Lápiz o palito de madera

Teoría

Cuando sumergimos un lápiz en posición vertical en un vaso que contiene agua, la posición del lápiz bajo el agua se ve desplazada con relación a la posición del lápiz por encima del agua y en consecuencia parece que el lápiz estuviese roto.

La deformación aparente es producida por la refracción de la luz proveniente del lápiz al pasar de un medio (agua) a otro con distinto índice de refracción (aire).

Asimismo, existe una posición (x) del lápiz para la cual su imagen bajo el agua se observa justo a continuación de la porción de lápiz por encima del agua (Figura 1)

Si se observa el vaso desde arriba (Figura 2) y se analiza la posición aparente del punto A del

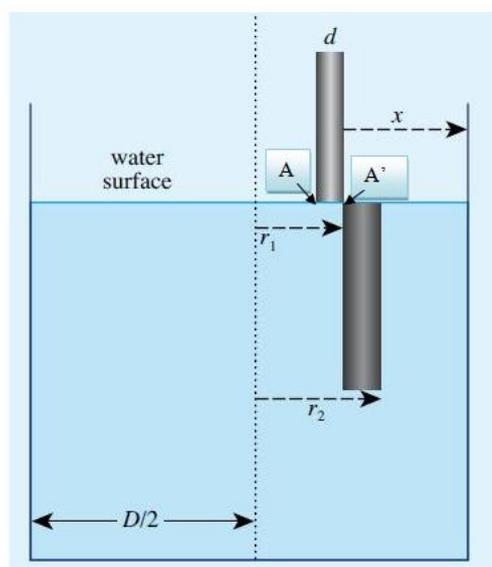


Figura 1

lápiz, es decir, A' , es posible deducir mediante la Ley de Snell una relación entre el diámetro del vaso (D), el diámetro del lápiz (d) y el índice de refracción del agua (n_a).

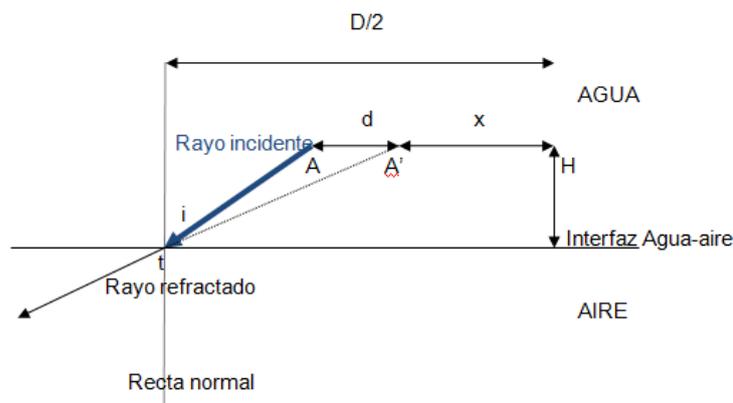


Figura 2

Con los elementos solicitados, se pretende determinar el coeficiente de refracción del agua (n_a). Para ello:

- Escriba una expresión para las tangentes de los ángulos i y t en función de D , x y d y H
- Usando la aproximación de pequeños ángulos ($\text{sen } i \sim \text{tg } i$ y $\text{sen } t \sim \text{tg } t$), escriba la ley de Snell correspondiente a la situación descrita en la Figura 2
- A partir de b), deduzca una expresión del índice de refracción del agua (n_a) en función de x , d y D
- Mida d y D y exprese correctamente los resultados.
- Mida x al menos 10 veces.
- A partir del análisis teórico realizado y de las mediciones, determine el valor de n_a con su incerteza.

PE40. Colegio Santísima Trinidad - Colegio Mariano Moreno - Instituto Ayelén Mar del Plata, Buenos Aires.

Objetivo: Crear un medidor temporal con una columna de agua. Hallar la relación entre la altura de la columna de agua y el tiempo de vaciado. Hallar la relación entre sección transversal del recipiente y el tiempo de vaciado.

Introducción: La medición del tiempo ha sido una inquietud de la humanidad desde la antigüedad. Es por eso que podemos hallar relojes de arena, relojes de Sol, etc. Como cualquier medidor, lo importante es hallar una relación entre la cantidad que se quiere medir (en este caso tiempo) y una cantidad propia de nuestro sistema experimental (altura del orificio). Una vez determinada la relación entre estas dos cantidades, ya se tiene calibrado nuestro instrumento. En este caso, construiremos un medidor de tiempo utilizando una columna de agua. Se define como tiempo de vaciado al tiempo que le toma a la columna de agua descender hasta el nivel del orificio. Una vez alcanzado este nivel el agua dejara de salir. Durante el tiempo de desagote el agua sale debido a que la presión en la columna de agua es mayor que en el exterior.

Se establece que a la altura del orificio la cara interna de la botella experimenta una presión igual a $a = P_{atm} + \delta \cdot g \cdot h$. En donde: $\delta = \text{densidad del liquido}$; $g = \text{gravedad}$; $h = \text{altura de la columna de liquido}$.

En la parte exterior, la presión será igual a P_{atm} . Cuando ambas presiones se equiparen el líquido dejara de fluir hacia el exterior.

Materiales:

- Una botella
- Regla
- Papel milimetrado/ Hoja cuadriculada
- Agua
- Clavo
- Cronometro

Procedimiento

1. Realizar un orificio a una determinada altura por encima de la base de la botella. Taparlo con una cinta. Llenar la botella hasta un nivel superior al del orificio realizado.
2. Destapar el orificio y medir con el cronometro el tiempo que tarda la botella para desagotarse.
3. Repetir este procedimiento 5 veces para este orificio.
4. Repetir los puntos del 1-3 para 5 orificios distintos ubicados a distintas alturas.
5. Volcar los datos en una tabla.
6. Escribir todos los datos de las variables que permanecen fijas durante el experimento.
7. Sacar los valores promedios de tiempo para cada orificio.
8. Realizar un gráfico de tiempo vs. Altura de la columna.
9. Establecer la relación que se encuentra a partir del grafico anterior, junto con su incerteza.
10. Repetir las medidas anteriores en una botella con distinta sección transversal. (realizar una sola medición por altura)
11. Graficar los datos obtenidos en el grafico del punto 7.
12. Establecer como es la dependencia del tiempo de llenado con la sección transversal de la botella, junto con su incerteza. Justificar
13. Establecer los alcances y las limitaciones del experimento. Se puede extrapolar los datos obtenidos? Que se asumió al realizar las mediciones?

Recuerde tomar las incertezas de cada medición y representarlas en el grafico mediante barras de error.

PE41. Escuela Superior de Comercio Carlos Pellegrini Ciudad de Buenos Aires.

Ley de Torricelli.

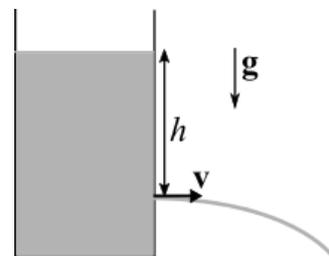
Objetivo

En mecánica de fluidos, la **ley de Torricelli** describe la velocidad a la que sale un líquido por un orificio practicado en un recipiente muy ancho. Su expresión analítica es:

$$v^2 = 2gh$$

(ecuación 1) donde v es la velocidad a la que sale el chorrillo de líquido por el orificio, g es la aceleración de la gravedad y h es la altura de la superficie libre del líquido medida desde el orificio.

En este trabajo queremos aplicar la ley de Torricelli para hallar g , y para ello se propone medir indirectamente la velocidad v con la que salen chorrillos de líquido por un orificio en un recipiente con agua, y relacionarla con la altura h .



Materiales

- Botella plástica de capacidad ≥ 2 l
- Bandeja metálica
- Juego de alfileres

- Cinta adhesiva plástica
- Probeta graduada
- Cinta métrica o regla milimetrada
- Cronómetro manual
- Tornillo micrométrico o calibre

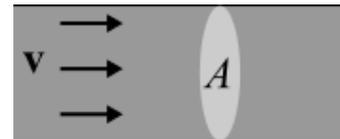
Comentarios generales

1. Antes de comenzar, lea **todas** las instrucciones.
2. Agregue en el informe 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

La ley de Torricelli es una consecuencia de la ley de Bernoulli, que expresa la conservación de la energía mecánica en un fluido ideal (sin fricción viscosa), incompresible y estacionario (cuya velocidad en cada punto del espacio no cambia en con el tiempo), sujeto a la acción de la gravedad. La fórmula dada anteriormente (ecuación 1) vale cuando la presión de la superficie libre del líquido es igual a la del entorno hacia el cual sale el chorro.

En mecánica de fluidos, se define el **caudal** Q de un flujo estacionario a través de una superficie como el volumen V de fluido que atraviesa esa superficie por unidad de tiempo: $Q = V/t$. Si A es el área de la superficie y v es la velocidad con la que el flujo la atraviesa, el caudal se puede calcular equivalentemente según $Q = A \cdot v$.



Por lo tanto, si A es el área de la sección transversal del chorro que sale por el orificio, al aplicar la ley de Torricelli se obtiene que $Q^2 = 2gA^2 \cdot h$ (ecuación 2).

Experimento

Parte 1: mediciones

1. Llene lo más posible la botella con agua.
2. Cerca de la base de la botella, en un punto donde la pared de la botella sea vertical, practique un orificio con un alfiler. Mientras no esté midiendo, cúbralo con cinta adhesiva para evitar perder agua.
3. Para medir el caudal, mida con el cronómetro cuánto tiempo tarda el chorro en llenar la probeta con un cierto volumen de agua.
4. Mida la altura del nivel del agua en la botella respecto del orificio, para el caudal que acaba de medir. Trate de que el nivel no haya cambiado significativamente mientras midió el caudal.
5. Repita los pasos 3 y 4 para distintos niveles de agua en la botella. No se conforme con menos de 10 mediciones. Tenga en cuenta que puede poner más agua en la botella si es necesario.
6. Mida el diámetro del alfiler con el tornillo micrométrico o el calibre.

Parte 2: análisis

- 1) Para cada altura para la que midió, calcule el caudal Q , y Q^2 , con sus incertezas.
- 2) Estime el área transversal del chorro con su incerteza.
- 3) ¿Cómo calcularía la velocidad con la que sale el agua por el orificio, en base a sus datos?
- 4) Grafique Q^2 en función de h . Si la ley de Torricelli es correcta, y por lo tanto la ecuación 2, ¿qué características espera que tenga el gráfico?
- 5) A partir del análisis del gráfico, obtenga la aceleración de la gravedad g con su incerteza.

Parte 3: confección 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 con errores
- Justificación de los errores presentados
- Gráficos (en hoja milimetrada)
- Cálculos
- Resultados obtenidos
- Comentarios finales
- Conclusiones

Y cualquier información que considere relevante

PE42. Instituto Primo Capraro San Carlos de Bariloche, Río Negro.

Objetivo:

- Determinar el módulo de Young, E , de una regla de plástico.

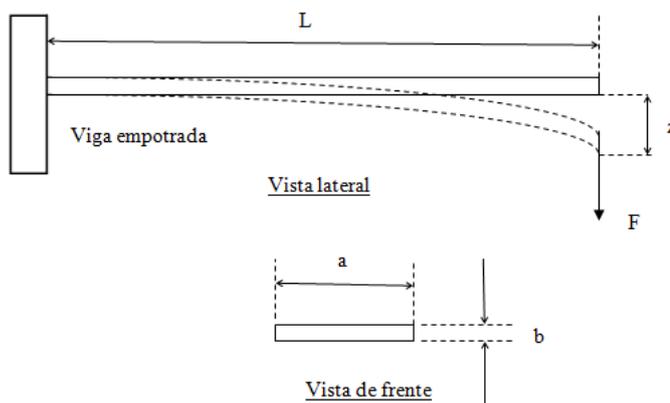
Breve descripción

Una viga empotrada por uno de sus extremos y en voladizo, experimenta esfuerzos que producen su flexión; esto es, la viga se arquea, se deforma. Si la viga soporta, además de su propio peso, una carga extra, la flexión que experimenta se incrementa. Los esfuerzos aplicados deforman la viga, según sea su geometría y el material que la compone, pero si son tales que las deformaciones son elásticas (límite elástico), entonces cuando cesan la viga retoma su forma original.

Supongamos una viga "sin peso" de sección rectangular y longitud L , empotrada, a la que se le aplica en el extremo libre una fuerza F (ver figura). La viga se deforma, perdiendo su horizontalidad, y su extremo libre desciende una cantidad z (flecha). Se puede demostrar que:

$$z = \frac{FL^3}{3EI}$$

Con $I = \frac{ab^3}{12}$: donde a y b son las dimensiones de la sección de la viga, E es el módulo de Young correspondiente al material del cual está compuesta la viga.



Consigna

- Implementar un dispositivo similar al de la *Figura* utilizando como viga una regla plástica de al menos 30 cm de longitud.
- Utilizando diferentes masas conocidas, determinar la "flecha" z correspondiente a diferentes longitudes de "vuelo" (L). Determinar el coeficiente de elasticidad correspondiente al plástico con el que está construida la viga.

Elementos provistos para la experiencia:

- Dos reglas plásticas.
- Hilos finos y resistentes o tanza de pesca (mojarritas) aproximadamente 0,5 m.
- Cinta adhesiva de papel.

- Prensa tipo nuez o un sistema de reemplazo que puede ser un contrapeso formado por libros o ladrillos, etc.
- Recipiente plástico que actuará como contenedor de agua para ejercer la carga en la viga y jeringa graduada para conocer el valor de la carga.

Nota: Es importante garantizar que las reglas (la utilizada como viga y la de referencia) estén siempre al mismo nivel en ausencia de carga.

Sugerencias

- Realice mediciones de la flecha cuando somete a una viga al efecto de diferentes fuerzas; utilice 5 fuerzas distintas. Construya una tabla con los resultados.
- Confeccione un gráfico *fuerza vs flecha* y determine el valor del modulo de Young del plástico (nómbrelo E_1).
- Con cada uno de las fuerzas que utilizó, realice mediciones de la flecha para “vigas” de diferentes longitudes; utilice 5 longitudes. Construya una tabla con los resultados.
- Confeccione gráficos (cuantos sean necesarios) de *longitud a la tercera potencia vs flecha* y determine el valor del modulo de Young del plástico (nómbrelo E_2).
- Construya una tabla con los productos $F L^3$ y confeccione un grafico $F L^3$ vs *flecha*. Determine el valor del módulo de Young del plástico (nómbrelo E_3).
- Compare los valores del módulo de Young que encontró con sus correspondientes incertezas y diga si son o no indistinguibles y por qué.

PE43. Colegio Pablo Apóstol¹ - Colegio Del Sol² Yerba Buena¹ - San Miguel², Tucumán.

Difracción por una rendija.

La *difracción* es un fenómeno característico de las ondas, que es observable cuando una onda pasa a través de un obstáculo cuyas dimensiones son similares a la longitud de la onda. La onda, al atravesar la ranura, se abre y en lugar de seguir la dirección del rayo incidente, se forman gran número de rayos abriéndose en abanico. La difracción ocurre en todo tipo de ondas, desde ondas sonoras, ondas en la superficie de un fluido y ondas electromagnéticas como la luz visible y las ondas de radio.

El caso más sencillo corresponde a la llamada *Difracción de Fraunhofer*, en la que el obstáculo es una rendija estrecha y larga de modo que podemos ignorar los efectos de los extremos. Suponemos que las ondas incidentes son normales al plano de la rendija, y que el observador se encuentra a una distancia grande en comparación con la anchura de la misma.

Cuando la luz láser atraviesa la rendija estrecha, y la imagen se recoge en una pantalla, aparece una figura de difracción (llamado patrón de difracción) formada por una zona central fuertemente iluminada llamada *máximo central*. Este patrón es altamente simétrico a izquierda y derecha del máximo central. Las zonas luminosas constituyen máximos secundarios que están separados entre sí por zonas oscuras o de mínimos nulos. La intensidad de los máximos secundarios disminuye a medida que nos alejamos del centro del máximo principal y terminan por perder tanta intensidad que no pueden distinguirse más.

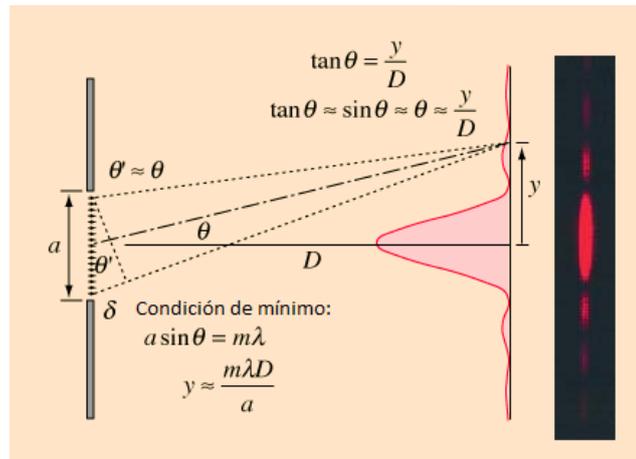
Puede probarse que la condición de intensidad cero para la difracción de luz monocromática por una rendija de ancho a es:

$$a \sin \theta_{\min} = m\lambda \quad m = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$

Siendo m el “orden” de mínimo nulo a considerar.

En la mayoría de los casos, cuando se estudia la Difracción de Fraunhofer, observamos el patrón de interferencia sobre una pantalla a una distancia D muy alejada de la rendija. El ángulo θ en el que llegan los rayos que van a interferir en un punto a una distancia y del máximo central, es lo suficientemente pequeño para poder aproximar su seno por su tangente, con lo que las posiciones y_{\min} sobre la pantalla para intensidad nula son:

$$m\lambda = a \sin \theta_{\min} \approx a \frac{y_{\min}}{D} = m\lambda \Rightarrow y_{\min} = \frac{m\lambda D}{a}$$



Objetivo:

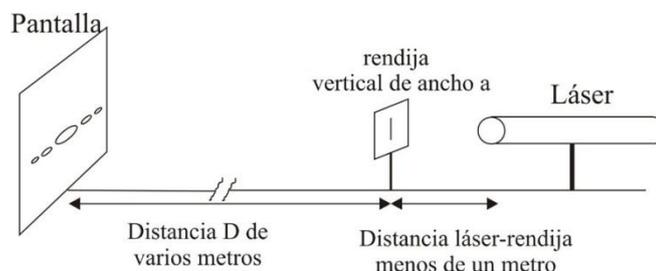
Determinar el ancho de la rendija a partir de un experimento de difracción de Fraunhofer por rendija única

Instrumentos Disponibles:

- Láser rojo de longitud de onda $\lambda = (630 \pm 1) \text{ nm}$
- Rendija vertical de ancho a desconocido
- Pantalla
- Ruletas para medir distancias

Procedimiento Experimental:

1. Armar un dispositivo experimental como el de la figura:



2. Medir las posiciones de los mínimos de intensidad y_{\min} para una distancia D conocida.
3. Graficar la relación $y_{\min}(\text{m})$ y determinar, a partir de su pendiente, el valor del ancho a con su respectiva incerteza.
4. Repetir para otras 2 distancias D .
5. Discutir resultados

PE44. Escuela Nacional Ernesto Sábato
Colegio Sagrada Familia - Colegio San Ignacio
Tandil, Buenos Aires.

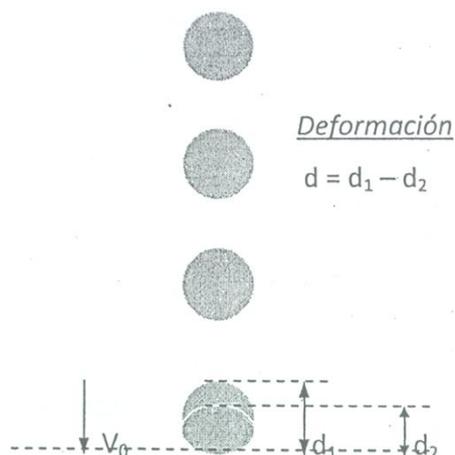
Objetivo:

Estimar la magnitud de las fuerzas producidas por el impacto de cuerpos en movimiento.

Breve descripción

Es sabido que muchos cuerpos caen al suelo desde una determinada altura se deforman y, con frecuencia se rompen, porque en el choque se llegan a producir fuerzas muy grandes. La magnitud de este tipo de fuerzas se puede estimar.

Será necesario contar con una bola de plastilina de aproximadamente 1 cm de radio. Se deberá ubicar a una altura h cercana al techo y luego soltarla. La bolita cae, toca el suelo con una velocidad v_0 y, transcurrido un tiempo muy corto, acaba por detenerse un poco aplastada. Midiendo los diámetros de la bolita antes y después del choque es posible conocer el valor d de deformación de la misma.



Elementos que pueden resultar de utilidad:

- Bolas de plastilina.
- Regla para medir el diámetro de las bolas. (si se dispone de un calibre, mejor)
- Cinta métrica para medir la altura de la cual se deja caer la bola.

Consigna

- a) Dejar caer la bola de plastilina desde una altura h previamente especificada varias veces midiendo el diámetro de la bola deformada para cada una.
- b) Calcular el valor promedio del diámetro de la bola deformada y luego hallar la el parámetro d .
- c) Calcular la velocidad de la bola antes de tocar el piso.
- d) Aproximar la aceleración de la bola en el proceso de deformación como constante y calcularlo.
- e) Hallar el tiempo que emplea la bola en recorrer la distancia d .
- f) Calcular el módulo de la fuerza que deforma la bola y expresarla respecto del peso de la misma.

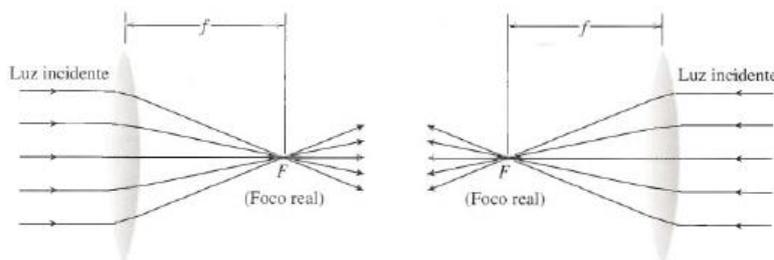
PE45. Instituto Eduardo L. Holmberg Quilmes, Buenos Aires.

Distancia focal en lentes convergentes.

Introducción.

Una *lente* es un objeto transparente que altera la forma de un frente de ondas que pasa a través de él. Las lentes generalmente se construyen de vidrio y se les da forma de modo que la luz refractada forme imágenes de diferentes características.

Una lente convergente es la que refracta y hace converger la luz paralela en un punto focal situado más allá de la propia lente.

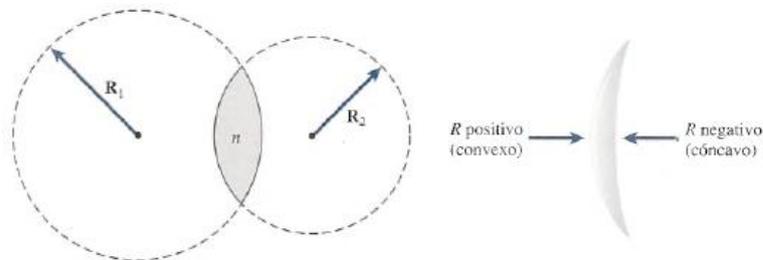


Una lente se considera "delgada" si su espesor es pequeño comparado con sus otras dimensiones. La formación de imágenes por lentes delgadas es una función de la longitud focal f .

Puesto que los rayos de luz son reversibles, una fuente de luz que se coloque en cualquier foco de la lente convergente resulta en un haz de luz paralelo.

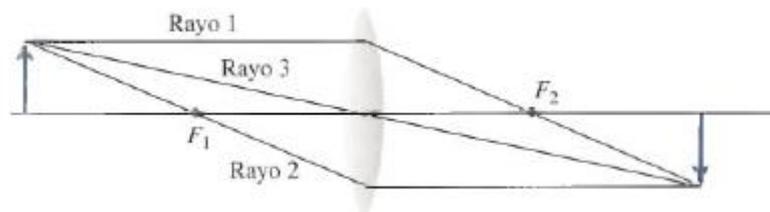
La longitud focal de una lente depende del índice de refracción n del material con el que este fabricada. También está determinado por los radios de curvatura R_1 y R_2 de sus superficies.

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$



La ecuación anterior es conocida como la *ecuación del fabricante de lentes*.

Para entender cómo se forman las imágenes por medio de lentes hay que presentar ahora métodos de trazado de rayos.



Rayo 1: Es un rayo paralelo al eje que se refracta pasando por el segundo punto focal F_2 de una lente convergente.

Rayo 2: Un rayo que pasa por el primer punto focal F_1 de una lente convergente se refracta paralelamente al eje.

Rayo 3: Un rayo que pasa por el centro geométrico de una lente no se desvía.

La intersección de cualquiera de estos rayos (o sus extensiones) que provienen de un objeto puntual representa la imagen de ese punto.

Las características, el tamaño y la ubicación de las imágenes pueden también determinarse analíticamente a partir de la *ecuación de las lentes*. Esta importante relación se puede deducir aplicando la geometría plana. La ecuación de las lentes puede escribirse:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q}$$

Donde p = distancia al objeto
 q = distancia a la imagen
 f = distancia focal de la lente

Objetivo

El objetivo de esta investigación es determinar la distancia focal de una lente convergente, con la que se formarán imágenes de un objeto luminoso.

Elementos disponibles

- Pié universal.
- Grapa con nuez.
- Lente convergente.
- Regla.
- Vela.
- Pantalla.

Procedimiento

1. Disponer la vela y la pantalla a ambos lados de la lente.
2. Regular las distancias tanto del objeto (p) como de la pantalla donde se formará la imagen (q) hasta que la imagen se vea nítida.
3. Registrar los valores de p y de q en una tabla incluyendo las incertidumbres de cada medida.
4. Cambiar la posición del objeto y enfocar la nueva imagen. Registrar los nuevos valores de p y q .
5. Repetir este procedimiento hasta obtener diez mediciones.
6. Obtener en cada caso el valor de la distancia focal y calcular un promedio. El resultado final deberá expresarse con su correspondiente incertidumbre.

Se prefiere que la determinación de la distancia focal f sea a través de un gráfico, donde se representan adecuadamente las variables y el valor de f surge de la pendiente de la recta hallada.

PE46. Instituto de Enseñanza San Jorge - Colegio La Asunción
Escuela Normal Superior Gral. Manuel Belgrano
Colegio Hermano Hermas de Bruijn - Colegio San Francisco de Asís
Ciudad de Santiago del Estero.

Objetivo:

Determinar el coeficiente de rozamiento estático entre dos superficies.

Lista de Materiales:

- Regla
- monedas.
- Fichas de plástico.
- Bandas elásticas.
- Sorbete

Descripción:

“La fuerza de rozamiento no es más que la componente tangencial de la fuerza de contacto entre dos superficies. Su origen es electromagnético. En efecto, podemos pensar que los átomos superficiales de ambos lados tienen electrones que se encuentran anclados a los átomos y que se repelen entre sí, prácticamente de forma electrostática”². La fuerza de rozamiento o fricción entre dos cuerpos aparece aún sin que exista movimiento relativo entre ellos. Cuando así sucede actúa la fuerza de rozamiento estático cuyo valor máximo depende de la fuerza Normal y de una constante relacionada con las superficies.

$$f_r = \mu N \quad (1)$$

Dado que el objeto está en reposo, a partir del diagrama de fuerzas y utilizando las leyes de Newton se encuentran las siguientes ecuaciones:

$$\sum F_y = 0, \quad N - mg \cos \theta = 0, \quad N = mg \cos \theta \quad (2)$$

$$\sum F_x = 0, \quad mg \sin \theta - f_s = 0, \quad mg \sin \theta = f_s \quad (3)$$

Sustituyendo la ecuación (1) en la ecuación (3) se obtiene:

$$mg \sin \theta = \mu_s N \quad (4)$$

Sustituyendo la ecuación (2) en la ecuación (4) se obtiene:

² Predicción, Experimentación y Simulación en la Enseñanza de la Fuerza de Rozamiento, Herson Obdulio Hincapié Martínez, Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Bogotá, Colombia 2011.

$$mg \sin \theta = \mu_s mg \cos \theta$$

$$\sin \theta = \mu_s \cos \theta$$

$$\frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \mu_s$$

$$\tan \theta = \mu_s \quad (5)$$

Por lo tanto, el coeficiente de rozamiento estático es igual a la tangente del ángulo del plano inclinado, en el que el cuerpo se mantiene en equilibrio sin deslizarse; ello permite calcular el coeficiente de rozamiento estático, simplemente colocando un cuerpo sobre un plano inclinado y aumentando el ángulo de inclinación progresivamente hasta observar el momento en el que el cuerpo comienza a deslizarse, la tangente de este ángulo es el coeficiente de rozamiento.

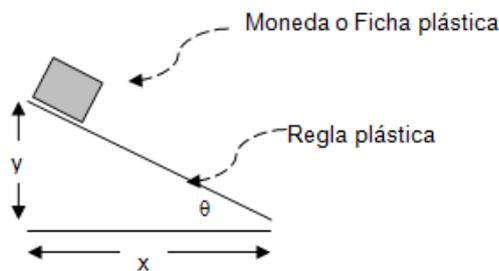


Figura 1. Plano inclinado para calcular el coeficiente de rozamiento estático³.

De la figura 1, se puede se puede expresar que: $\tan \theta = \frac{y}{x}$ y como $\tan \theta = \mu_s$, entonces $\mu_s = \frac{y}{x}$

Es decir que el coeficiente de rozamiento estático (μ_s) es igual al cociente entre la altura (y) y la distancia horizontal (x) del cuerpo en el momento en que este empieza a deslizarse.

Procedimiento:

- 1) Realiza el montaje de la experiencia empleando la regla como rampa.
- 2) Coloca una moneda sobre la rampa y elévala suavemente, mide la altura y la distancia horizontal con la cual el bloque empieza a deslizarse. Vuelca los datos en una tabla.
- 3) Repite el paso 2) al menos 10 veces, modificando la posición inicial de la moneda sobre la regla.
- 4) Calcula el coeficiente de rozamiento estático entre la regla plástica y la moneda a partir de los datos de la tabla.
- 5) Realiza otras

Requerimientos:

- a) Realiza el montaje de la experiencia en forma correcta, prolija y ordenada minimizando las posibles causas de errores.
- b) Efectúa una tabla de mediciones incluyendo: Altura (y), distancia horizontal (x), cociente Y/X y coeficiente de rozamiento estático.
- c) Determina el coeficiente de rozamiento estático entre la regla y la moneda con su correspondiente incerteza.

³ Fuente: **LEYES DE NEWTON, CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE ROZAMIENTO ESTÁTICO Y DINÁMICO.** Víctor Agrono, Diego Alegría, Christian Marín y Carlos Paramo. Maestría en Enseñanza de las Ciencias Naturales y Exactas. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. Colombia

- d) Analiza y detalla las fuentes de error que tienen mayor incidencia en el resultado obtenido.

PE47. Instituto de Enseñanza San Jorge - Colegio La Asunción
Escuela Normal Superior Gral. Manuel Belgrano
Colegio Hermano Hermas de Bruijn - Colegio San Francisco de Asís
Ciudad de Santiago del Estero.

Objetivo:

Medir el diámetro de un cabello humano con una regla.

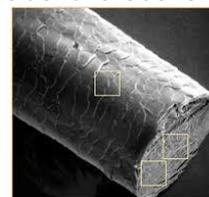
Lista de Materiales:

- 1 cabello humano
- 1 Regla

Descripción:

Cada cabello de la cabeza o cuerpo tiene una raíz en forma de bulbo bajo la piel y el tallo que es la parte que sale de la piel. Si cortamos un cabello cerca de la raíz y lo vemos al microscopio, se puede identificar una forma específica, o redonda o plana. Si la forma es redonda, significa que el cabello es liso; si es plano, significa que el cabello crece en diferentes proporciones en cada parte, haciéndolo ondulado o rizado.

Para realizar esta experiencia, deberemos utilizar preferentemente cabello liso, pues su forma aproximada es cilíndrica de diámetro d . Al rodar sobre una superficie N vueltas, el cabello recorre una distancia $D = N \cdot \pi \cdot d$. Entonces, sabiendo el número de vueltas realizadas y su recorrido en la superficie, se puede calcular su diámetro empleando la



expresión:
$$d = \frac{D}{N \cdot \pi}$$

Datos curiosos:

- Una persona tiene de 120.000 a 150.000 cabellos en toda la cabeza, es decir, 250 cabellos en promedio por cm^2 . Se pierden de 50 a 100 cabellos promedio cada día.
- Un cabello resiste 100 g, una cuerda hecha de 100 cabellos puede resistir un peso de 10 kg, si el cuero cabelludo fuera lo suficientemente fuerte una cabeza humana podría resistir 12 toneladas.

Procedimiento sugerido:

- 1) Coloca un cabello entre sus dedos y gírelo, desplazando un dedo con respecto al otro. Si lo hiciste bien notarás que una de las puntas libres del cabello rota como las aspas de un ventilador. Este movimiento perceptible a la vista te permitirá contar el número de vueltas que rueda sobre tus dedos.
- 2) Dibuja en tu dedo con un marcador marcas para el punto de inicio y fin de giro del cabello. Mide esa distancia y a partir de esta y el número de giros calcula el diámetro d .
- 3) Repite el paso anterior 10 veces como mínimo y organiza los datos en una tabla.
- 4) Determina el diámetro del cabello con su correspondiente incerteza.

Requerimientos:

- a) Efectúa una tabla de mediciones incluyendo: Número de vueltas, distancia recorrida y diámetro en forma clara.
- b) Determina el diámetro del cabello con su correspondiente incerteza.
- c) Analiza y detalla las fuentes de error que tienen mayor incidencia en el resultado obtenido.

Objetivo: determinar la constante de amortiguación de un sistema oscilante

Introducción

Bajo determinadas condiciones de oscilación, un péndulo presenta un movimiento oscilatorio amortiguado cuyas amplitudes instantáneas responden a la siguiente ley física

$$A(t) = A_0 \cdot e^{-\theta \cdot t}$$

Donde

- A_0 es la amplitud máxima
- θ es la constante de amortiguación

Materiales

- Soporte universal
- Péndulo
- Cronómetro

Procedimiento

- Describa un método para determinar la constante de amortiguación del sistema
- Realice un esquema del dispositivo asociado al método diseñado
- Determine las magnitudes que se necesitan medir y obtenga los valores correspondientes
- Confeccione un gráfico apropiado que le permita obtener el valor de θ