

27° Olimpiáda Argentina de Física

Cuadernillo de Pruebas 2017



El presente cuadernillo contiene todos los problemas que fueron presentados a los participantes de la **Olimpiada Argentina de Física 2017**.

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 **27ª Olimpiada Argentina de Física**, nuestro más sincero agradecimiento.

Comité Organizador Ejecutivo

Prueba Teórica - Nivel 1

Problema 1
Calor Humano

De acuerdo a la *Guía Alimentaria 2017* de la Organización Mundial de la Salud, un ser humano adulto debería consumir 2000 Kcal al día. De una forma u otra, toda esa energía termina convertida en calor y transmitida al medio circundante.

Suponiendo que un ser humano adulto consume esa cantidad de calorías por día,

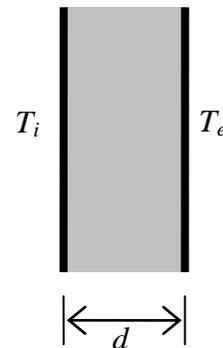
- a) calcule la potencia térmica (en W) entregada, al medio circundante, por ese ser humano adulto.

Según los manuales de la construcción, el flujo de calor q por unidad de área (en W/m^2), a través de un muro de espesor d , se expresa como

$$q = (T_i - T_e) \lambda d,$$

donde T_i es la temperatura interior, T_e es la temperatura exterior y λ es el coeficiente de conductividad térmica del material.

Un flujo positivo se interpreta como calor que sale a través del muro, y uno negativo como calor que entra.



Suponga que el aula de una escuela rural es un paralelepípedo de 3 m de altura, 5 m de ancho y 8 m de largo, que los muros son de ladrillo ($\lambda = 0,56 \text{ W m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$) de 30 cm de espesor, que el flujo de calor a través del piso y el techo puede despreciarse, y que el flujo de calor a través de puertas y ventanas es el mismo que si fueran parte de los muros. Suponga también que en el aula hay 20 alumnos (equivalentes cada uno a un adulto) y una maestra, y que cada uno consume la cantidad de calorías recomendada por la *Guía Alimentaria*. Si la temperatura exterior es constante, después de un tiempo relativamente breve, la temperatura en el interior del aula alcanzará un *estado estacionario*, es decir que ya no cambiará con el tiempo.

- b) Calcule la temperatura dentro del aula una vez alcanzado el *estado estacionario*, considerando los casos en que la temperatura exterior es de 0 °C, 10 °C, 20 °C, 30 °C y 40 °C.

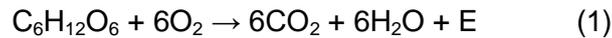
En un día con temperatura exterior de 0 °C, y bajo las mismas condiciones del punto (b), se desea mantener el interior del aula a una temperatura de 20 °C.

- c) Calcule la potencia térmica (en W) que debe entregar un calefactor para mantener dicha temperatura interior.

En un día con temperatura exterior de 40 °C, y bajo las mismas condiciones del punto (b), se desea mantener el interior del aula a una temperatura de 20 °C.

- d) Calcule la potencia térmica (en W) que debe entregar un acondicionador de aire para mantener dicha temperatura interior.

Ahora suponga que la energía obtenida del metabolismo de los alimentos procede de la reacción



Esta reacción indica que por cada mol de glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) se necesitan 6 moles de Oxígeno molecular (O_2), que se toman del aire, y que durante esta reacción se liberan 263Kcal de energía (E).

e) Calcule cuántos moles de oxígeno del aire consume un ser humano cada día.

Sabiendo que un mol de aire está compuesto por 0,78 moles de Nitrógeno molecular, 0,21 moles de O_2 y 0,01 moles de Argón y suponiendo al aire como un gas ideal diatómico,

f) calcule el caudal de aire en l/h (a presión de 1 atm) que debe ingresar al aula del punto (b) para satisfacer esta demanda de O_2 .

g) Si el aire del punto (f) ingresa por un conducto cilíndrico de 100 mm de diámetro, calcule la velocidad (en cm/s) del flujo de aire en el conducto.

Problema 2

Nota: Tomar a la aceleración de la gravedad como $g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$.

1ra. Parte

Robert Millikan y Hervey Fletcher realizaron, en 1909, uno de los experimentos más relevantes de la física del siglo XX. Estos investigadores lograron, con sus mediciones, determinar la carga eléctrica de un electrón; para ello, midieron la velocidad de gotas de aceite, cargadas eléctricamente, en presencia y ausencia de un campo eléctrico uniforme.

En sus experimentos, colocaban gotas de aceite dentro de una cámara formada por dos placas metálicas paralelas y horizontales, separadas una distancia $d=10 \text{ mm}$. Esas placas, estaban conectadas a una fuente de voltaje como se esquematiza en la figura 1. Para generar las gotas de aceite cargadas eléctricamente, los investigadores utilizaban un rociador.

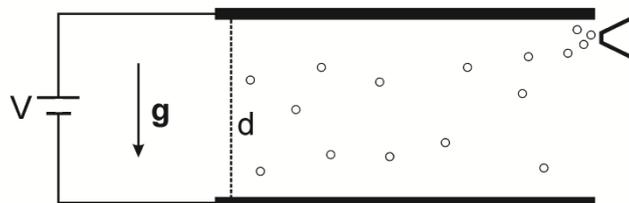


Figura 1. Esquema del dispositivo de Millikan y Fletcher.

Si suponemos a las gotas como esferas que están cargadas negativamente, es posible determinar la carga de un electrón midiendo la carga eléctrica de dichas gotas.

Dado que las gotas son muy pequeñas, es necesario tener en cuenta el efecto del aire sobre las mismas. Es decir, las gotas se mueven en un fluido (aire) que ejerce, además del empuje, una fuerza de fricción debido a la viscosidad del aire, esta fuerza tiene un sentido opuesto al movimiento de la gota y su módulo es proporcional a su velocidad.

Para un cuerpo esférico, la fuerza de fricción está dada por,

$$\mathbf{F}_D = -6 \pi r \eta \mathbf{v}$$

donde η es la viscosidad del fluido y r es el radio de la gota.
 Para el aire, $\eta = 1,8 \times 10^{-5} \text{ Pa s}^{-1}$.

Como la fuerza de fricción se opone al movimiento, se llega a una situación donde la aceleración de la gota es cero y alcanza (la gota) una velocidad constante llamada *velocidad terminal*.

En la situación que estamos planteando, se asume que los movimientos horizontales son despreciables, es decir: la gota realiza solo un movimiento vertical.

Para el caso en que el voltaje aplicado a las placas es cero, se observa que una gota cae con velocidad terminal $v_1 = 0,095 \text{ cm s}^{-1}$.

- Realice un diagrama de cuerpo aislado de la gota de aceite.
- Sabiendo que el aceite tiene una densidad $\rho = 0,92 \text{ g cm}^{-3}$ y que la densidad del aire es $\rho_a = 0,0013 \text{ g cm}^{-3}$, determine el radio r de la gota de aceite.

Si se aplica un voltaje de 5000 V a las placas, y se observa que, la misma gota del punto anterior, se mueve hacia arriba con una velocidad terminal $v_2 = 0,010 \text{ cm s}^{-1}$.

- Determine el campo eléctrico generado entre las placas.
- Realice un diagrama de cuerpo aislado de la gota de aceite para este caso.
- Determine la carga q de la gota de aceite.

2da Parte

Anteriormente a las investigaciones de Millikan y Fletcher, Thompson realizó, en 1897, un experimento donde pudo determinar la relación entre la carga (e) y la masa del electrón (m_e), denominada carga específica (ε). Para ello, midió la desviación que sufren los electrones mientras se mueven en un campo magnético.

En la actualidad, para determinar la carga específica del electrón, se utiliza el *Tubo de Rayo Electrónico Filiforme*. En este dispositivo, los electrones son generados por emisión termoiónica y acelerados por un potencial eléctrico U , ingresando, luego, a una región donde existe un campo magnético uniforme generado mediante un sistema de bobinas de Helmholtz. Un esquema del dispositivo puede observarse en la figura 2.

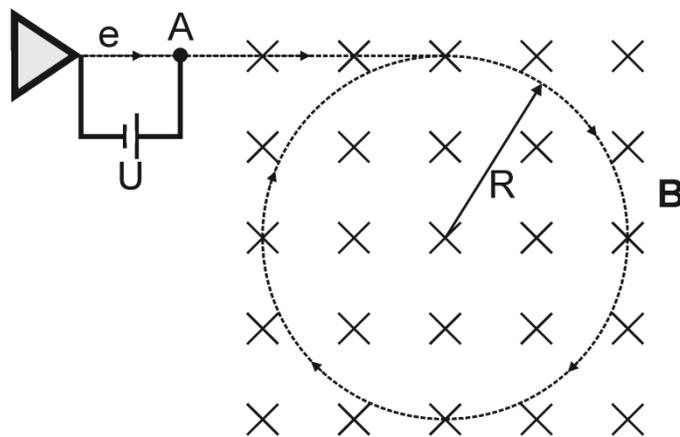


Figura 2. Esquema del *Tubo de Rayo Electrónico Filiforme*.

- Escriba una expresión para la velocidad de los electrones en el punto A, de la figura 2, en términos de la carga específica del electrón ε y del potencial U .

El campo magnético B generado por un par de bobinas de Helmholtz es proporcional a la corriente I que circula por la mismas, es decir $B = k I$. Utilizando mediciones de la magnitud del campo magnético, generado por las bobinas de Helmholtz, y de la corriente que circula por ellas, se realizó el gráfico de la figura 3.

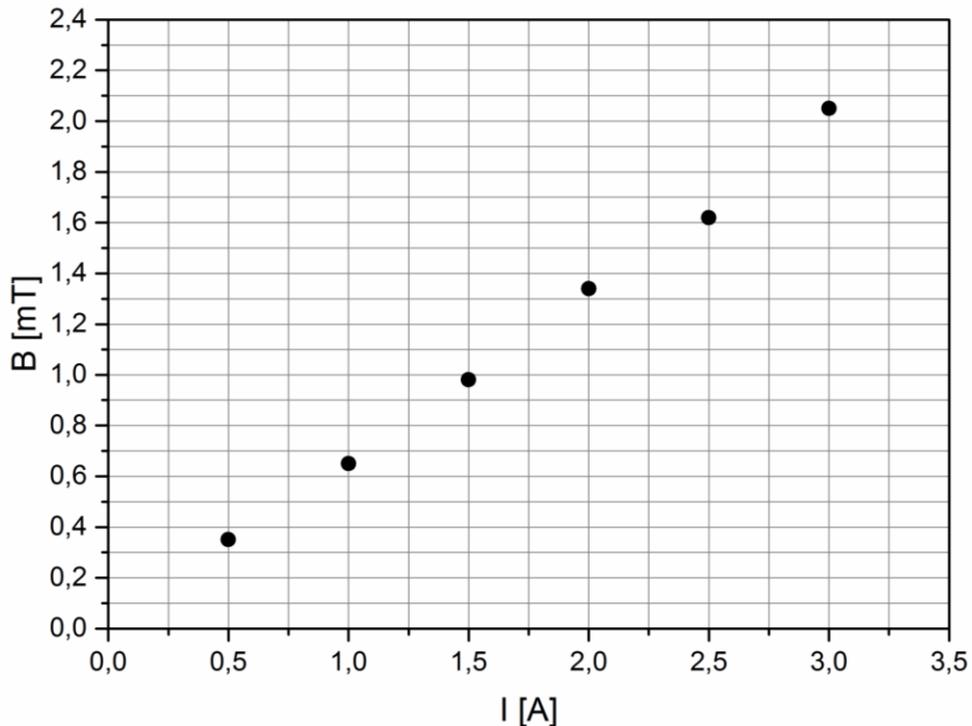


Figura 3. Magnitud del campo magnético en función de la corriente que circula por las bobinas de Helmholtz.

g) A partir del gráfico de la figura 3, determine la constante de proporcionalidad k .

Problema 3

Oposición Planetaria

El 21 de agosto pasado ocurrió un fenómeno astronómico que se dió a conocer en la prensa como el “Eclipse del Siglo”. Algunos periódicos hasta informaron que el peso de las personas sobre la Tierra iba a ser afectado. Esta noticia nos hizo pensar... ¿y si hacemos un problema de Astronomía e interacción gravitatoria?

En Astronomía, se denomina **Oposición** al fenómeno en el cual dos astros se encuentran, en relación a la Tierra, en dos puntos del cielo diametralmente opuestos. La figura 1 muestra a Marte en **Oposición** al Sol.

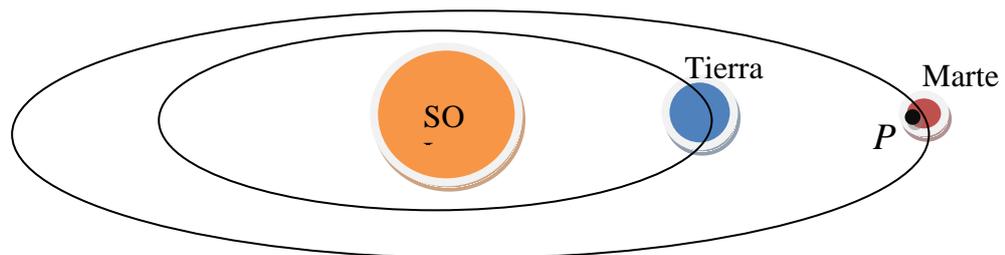


Figura 1: Marte en **Oposición** al Sol

A lo largo de este problema, haremos uso de las leyes de Kepler y de la ley de interacción gravitatoria de Newton. Las *Leyes de Kepler* son

Primera ley

Todos los planetas se desplazan alrededor del Sol describiendo órbitas elípticas. El Sol se encuentra en uno de los focos de la elipse.

Segunda ley

El radio vector que une un planeta y el Sol barre áreas iguales en tiempos iguales.

Tercera Ley

Se cumple que para todos los planetas, la razón entre el periodo de revolución al cuadrado y el semieje mayor de la elipse al cubo se mantiene constante. Esto es:

$$\frac{T^2}{a^3} = C$$

Donde T es el periodo orbital (tiempo que tarda en dar una vuelta alrededor del Sol), a es la distancia media del planeta con el Sol y C la constante de proporcionalidad.

Nota: en nuestro problema, consideraremos que las órbitas son circulares y los focos de la elipse coinciden en el centro del círculo. Además las órbitas de los planetas considerados están ubicadas en un mismo plano.

Resuelva los siguientes puntos:

- a) Si la última vez que Marte estuvo en Oposición al sol, ocurrió el 22 de mayo de 2016, ¿Cuándo ocurrirá la próxima Oposición al sol?
- b) ¿Cuál es el radio de la órbita del planeta Marte?
- c) ¿Cuál es su peso en la superficie de Marte de un astronauta que en la Tierra pesa 700 N?
(no tenga en cuenta efectos debidos a la rotación de los planetas sobre sus propios ejes).

Suponga que, estando Marte en Oposición al sol, el astronauta se encuentra en el punto P de la Figura 1.

- d) ¿Cuál es el cambio que experimenta en su peso debido a la máxima proximidad de la Tierra respecto de Marte?

Datos útiles para el problema

Masa de Marte: $6,39 \times 10^{23}$ kg

Periodo orbital de Marte: 687 días

Periodo orbital de la Tierra: 365 días

Masa de la Tierra: $5,972 \times 10^{24}$ kg

Masa del Sol: $1,989 \times 10^{30}$ kg

Radio de la Tierra: 6371 km

Radio de Marte: 3390 km

Velocidad de la luz: 300000 km s⁻¹

Constante universal de la gravitación: $G = 6,674 \times 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2}$

Prueba Experimental - Nivel 1

Interferencia por una Doble Rendija

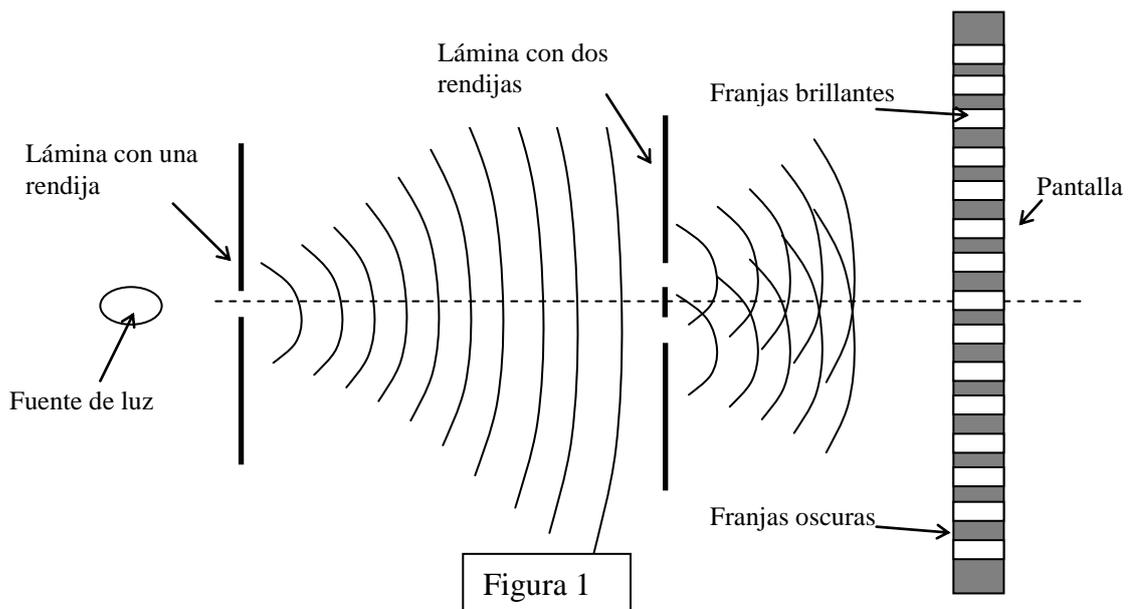
Objetivo General

Verificar experimentalmente la naturaleza ondulatoria de la luz mediante la observación del *patrón de interferencia* generado por una doble rendija.

Introducción

En 1801 Thomas Young realizó un experimento de óptica, cuyo resultado sólo puede explicarse considerando que la luz se comporta como una onda, en contraposición de la teoría tradicional que sostenía que la luz estaba formada por una corriente de finas partículas.

Para realizar el experimento, Young utilizó una fuente de luz monocromática, esto es de un sólo y determinado color. A la luz proveniente de esta fuente la hizo incidir sobre una lámina no transparente que tenía una rendija delgada, único lugar por el que podía pasar la luz. Luego de pasar por esta rendija, la luz incidió sobre otra lámina no transparente que tenía dos rendijas delgadas y muy próximas entre sí, como se muestra en la Figura 1. Grande fue la sorpresa de Young cuando observó que la luz captada sobre una pantalla, esto es la luz que “emanaba” de las dos rendijas, producía un patrón de franjas brillantes y oscuras.



Interpretación

Para poder interpretar estos resultados, Young tuvo que suponer un comportamiento ondulatorio de la luz:

- La luz se comporta como una onda, cuya *longitud de onda* asociada está relacionada con el color de la luz que se observa. Esto es, el color rojo tiene una *longitud de onda* diferente a la del amarillo o a la del verde.
- La luz emerge de las rendijas como *ondas cilíndricas*, esto es que tiene frentes de onda cilíndricos (Figura 1).
- Los frentes de onda que inciden sobre la lámina con la *doble rendija* emergen con la misma *fase*, es decir: las ondas son *coherentes*.
- Las diferencias de *fase* entre dos ondas está relacionada con la diferencia entre las distancias que han recorrido.
- Las ondas que “parten” de cada rendija de la segunda lámina (*doble rendija*) recorren diferentes distancias hasta alcanzar los puntos sobre la pantalla, por lo que arriban a cada punto con diferentes *fases*.

- Al superponerse, es decir: al sumarse ondas con diferentes *fases* se produce un *patrón de interferencia* (patrón de franjas brillantes y oscuras).

Análisis

En la Figura 2 se muestra esquemáticamente la disposición geométrica del experimento y la diferencia Δ entre las distancias que recorren los frentes de onda hasta alcanzar un punto de una pantalla muy lejana.

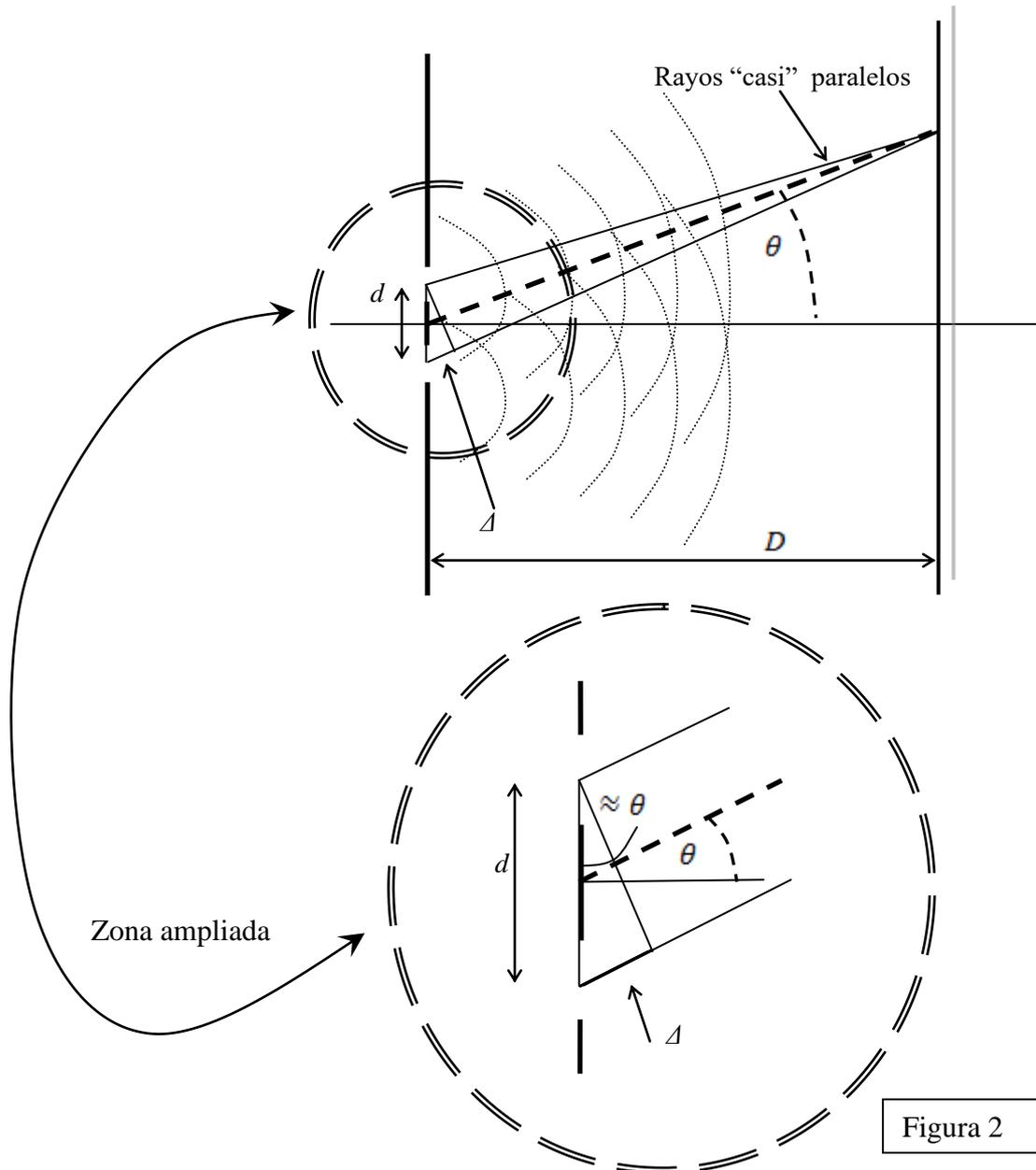


Figura 2

La condición de muy lejana es necesaria para tratar los rayos que alcanzan la pantalla como *rayos casi paralelos* y facilitar los cálculos matemáticos. Así, se puede considerar que la diferencia de "camino recorrido" Δ entre los rayos que emergen de una rendija y los que emergen de la otra rendija es:

$$\Delta = d \sin \theta$$

Donde d es la distancia de separación entre las rendijas y θ es el ángulo que posiciona al punto considerado sobre la pantalla.

Para no tener que poner una pantalla lejana, se suele usar una lente "delgada", mediante la cual se consigue que los rayos paralelos converjan en el foco de la misma, en donde

se ubica la pantalla. O realizar este experimento usando nuestro ojo, sistema “cornea-cristalino”, como lente y nuestra retina como pantalla. Si ponemos la doble rendija muy próxima a nuestro ojo, podemos esquematizar la situación como se muestra en la Figura 3.

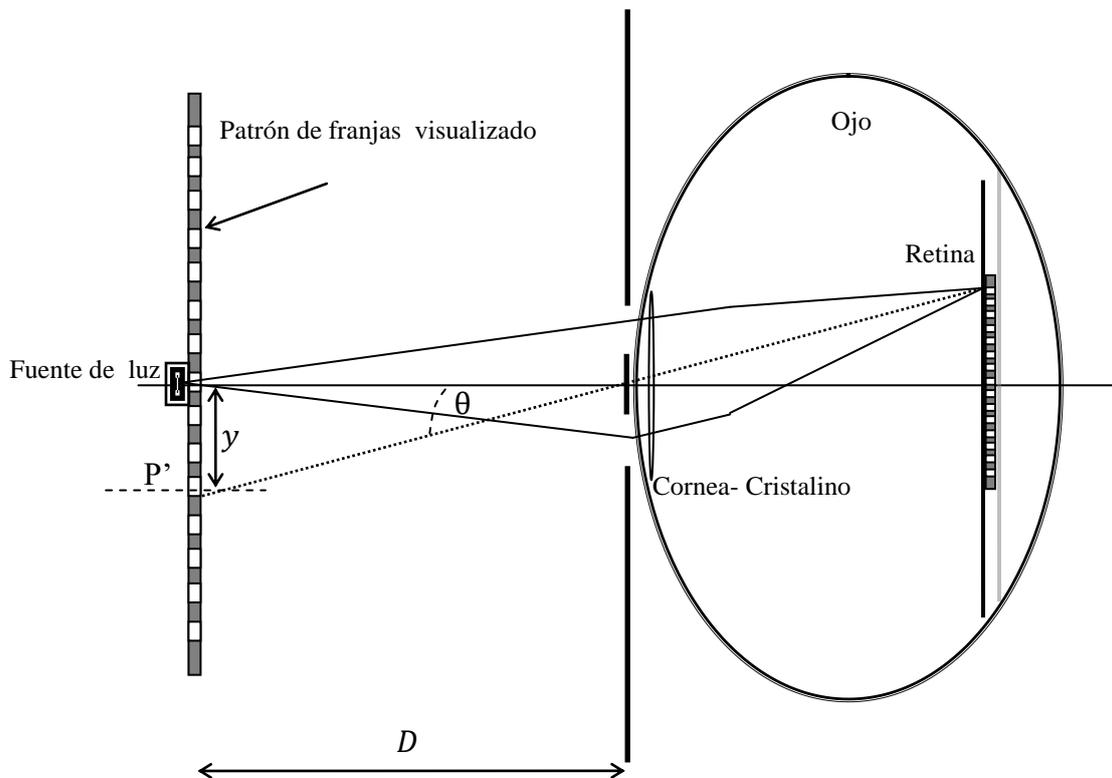


Figura 3

Como se indica en la figura 3 se percibirá a los rayos que alcanzan nuestra retina, como provenientes de franjas brillantes ubicadas en el mismo plano en donde se encuentra la fuente de luz. Por ejemplo, parecerán “provenir” del punto P' ubicado a una distancia y del eje horizontal y sobre el plano en donde se ubica la fuente de luz y con una inclinación θ .

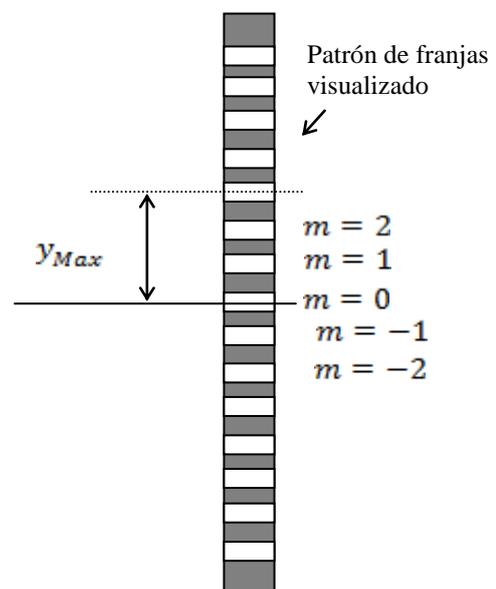
Si el ángulo θ es pequeño (menor a 15°) se puede considerar:

$$\Delta \cong d \operatorname{tg} \theta \cong d \frac{y}{D}$$

En este caso, considerando la diferencia de camino “recorrido” por los rayos originados en cada rendija y considerando θ pequeños, la posición de las regiones brillantes (*máximos de interferencia*) estará dada por:

$$y_m = m \lambda \frac{D}{d}$$

donde λ es la longitud de onda de la luz que incide sobre la doble rendija y m es el número de orden de máximo considerado. **Esto es:** $m = 0$ (central y coincidente con la fuente de luz), $m = \pm 1$ (primeras franjas: a derecha y a izquierda de la central), $m = \pm 2$ (segundas franjas) y así sucesivamente.



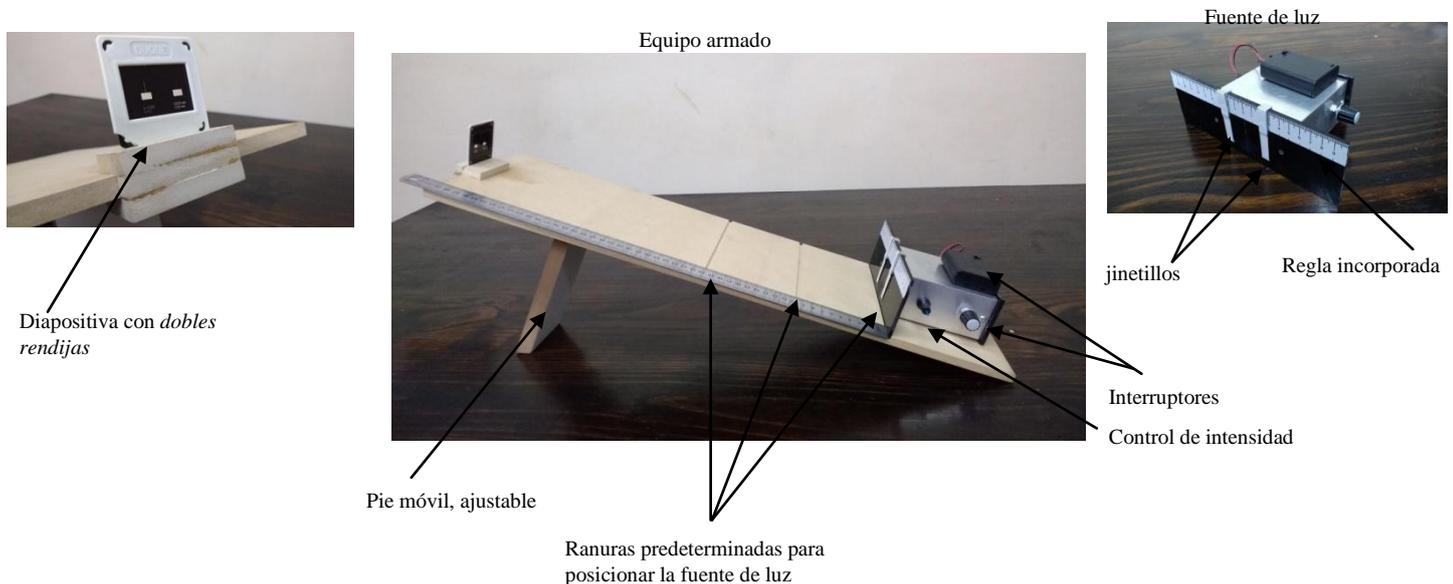
Nota: En el análisis realizado no se ha considerado el fenómeno de difracción, el cual hace que la intensidad de las regiones brillantes no sean las mismas y que se desvanezcan a medida que se incrementa el orden del máximo considerado.

Propuesta Experimental

Elementos disponibles

- ✓ Diapositivas con *dobles rendijas*. Se ha escrito la separación entre las primeras *doble rendijas* d_1 y el ancho de las rendijas a_1 y, también la separación entre las segundas *doble rendijas* d_2 y el ancho de las rendijas a_2 . En la diapositiva INCOGNITA no se consignan datos.
- ✓ Dispositivo a pilas, con tres fuentes de luz (roja, verde y azul) con sistema para controlar la intensidad de luz, encendido y apagado. Con regla incorporada. **Notas:** la luz de color verde NO será utilizada en esta práctica; si tenés problemas para reconocer los colores: llamá al bedel.
- ✓ Dos “jinetillos” para ser ubicados sobre la regla incorporada en la fuente de luz.
- ✓ Tabla con pie y ranuras para ubicar el dispositivo de luz.
- ✓ Porta diapositivas adaptado a la Tabla provista.

Nota: cuando no esté realizando mediciones apague la fuente de luz (ponga el interruptor en “off”).



Objetivo experimental:

Realizar las mediciones necesarias para determinar la longitud de onda de una fuente de luz a partir del fenómeno de interferencia, utilizando el dispositivo provisto y teniendo en cuenta la configuración descrita en la Figura 3.

Desarrollo de las mediciones:

- 1) Arme el dispositivo en la mesa de trabajo.

- 2) Mida las distancias (D_i), previstas en el equipo, entre la diapositiva (*doble rendija*) y la fuente de luz (*una rendija*).

Encienda la luz **ROJA** y observe el *patrón de interferencia* producido por la *doble rendija*. Debido al fenómeno de difracción, la intensidad de las franjas de luz decrece a partir del máximo central ($m = 0$) a medida que el orden (m) crece, alcanzando un valor próximo a cero en m_{\max} .

Utilizando la *doble rendija 1* ($d_1 = 0,13$ mm) y la *doble rendija 2* ($d_2 = 0,065$ mm)

- 3) Identifique el valor de m máximo (m_{\max}) y mida la distancia entre las franjas correspondientes a $-m_{\max}$ y m_{\max} (Δy_{\max}).
- 4) Determine la distancia que separa los máximos $-m$ y m ($\Delta y_m = y_m - y_{-m}$) al menos para 3 valores de m (incluida la distancia correspondiente a m_{\max}) para cada una de las posiciones D_i la fuente de luz.

Presente los resultados en una tabla (TABLA 1) y agregue el valor de x definido por:

$$x = m \frac{D_i}{d_i}$$

Modelo de TABLA sugerido.

d_i	D_i	m	Δy_m	x

Nota: confeccione la TABLA con las filas que considere necesarias. Recuerde consignar las *incertezas* correspondientes.

- 5) A partir de los datos recopilados en la TABLA 1, confeccione un gráfico (GRAFICO 1) Δy_m en función de x .
- 6) Ajuste los puntos del GRAFICO 1 mediante una recta y determine la pendiente de la misma.
- 7) A partir del valor de la pendiente, determine la longitud de onda λ correspondiente al color ROJO (λ_R).

Determine la separación entre las rendijas de la diapositiva denominada INCÓGNITA (d_{IR})

Prueba Teórica - Nivel 2

Problema 1 Calor Humano

De acuerdo a la *Guía Alimentaria 2017* de la Organización Mundial de la Salud, un ser humano adulto debería consumir 2000 Kcal al día. De una forma u otra, toda esa energía termina convertida en calor y transmitida al medio circundante.

Suponiendo que un ser humano adulto consume esa cantidad de calorías por día,

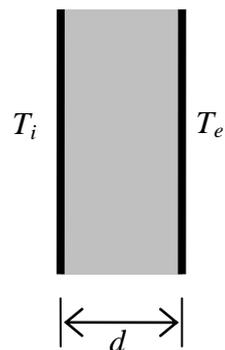
- a) calcule la potencia térmica (en W) entregada, al medio circundante, por ese ser humano adulto.

Según los manuales de la construcción, el flujo de calor q por unidad de área (en W/m^2), a través de un muro de espesor d , se expresa como

$$q = (T_i - T_e) \lambda d,$$

donde T_i es la temperatura interior, T_e es la temperatura exterior y λ es el coeficiente de conductividad térmica del material.

Un flujo positivo se interpreta como calor que sale a través del muro, y uno negativo como calor que entra.



Suponga que el aula de una escuela rural es un paralelepípedo de 3 m de altura, 5 m de ancho y 8 m de largo, que los muros son de ladrillo ($\lambda = 0,56 \text{ W m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$) de 30 cm de espesor, que el flujo de calor a través del piso y el techo puede despreciarse, y que el flujo de calor a través de puertas y ventanas es el mismo que si fueran parte de los muros. Suponga también que en el aula hay 20 alumnos (equivalentes cada uno a un adulto) y una maestra, y que cada uno consume la cantidad de calorías recomendada por la *Guía Alimentaria*. Si la temperatura exterior es constante, después de un tiempo relativamente breve, la temperatura en el interior del aula alcanzará un *estado estacionario*, es decir que ya no cambiará con el tiempo.

- b) Calcule la temperatura dentro del aula una vez alcanzado el *estado estacionario*, considerando los casos en que la temperatura exterior es de $0 \text{ }^\circ\text{C}$, $10 \text{ }^\circ\text{C}$, $20 \text{ }^\circ\text{C}$, $30 \text{ }^\circ\text{C}$ y $40 \text{ }^\circ\text{C}$.

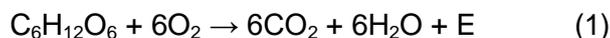
En un día con temperatura exterior de $0 \text{ }^\circ\text{C}$, y bajo las mismas condiciones del punto (b), se desea mantener el interior del aula a una temperatura de $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

- c) Calcule la potencia térmica (en W) que debe entregar un calefactor para mantener dicha temperatura interior.

En un día con temperatura exterior de $40 \text{ }^\circ\text{C}$, y bajo las mismas condiciones del punto (b), se desea mantener el interior del aula a una temperatura de $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

- d) Calcule la potencia térmica (en W) que debe entregar un acondicionador de aire para mantener dicha temperatura interior.

Ahora suponga que la energía obtenida del metabolismo de los alimentos procede de la reacción



Esta reacción indica que por cada mol de glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) se necesitan 6 moles de Oxígeno molecular (O_2), que se toman del aire, y que durante esta reacción se liberan 263Kcal de energía (E).

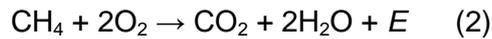
- e) Calcule cuántos moles de oxígeno del aire consume un ser humano cada día.

Sabiendo que un mol de aire está compuesto por 0,78 moles de Nitrógeno molecular, 0,21 moles de O_2 y 0,01 moles de Argón y suponiendo al aire como un gas ideal diatómico,

- f) calcule el caudal de aire en l/h (a presión de 1 atm) que debe ingresar al aula del punto (b) para satisfacer esta demanda de O_2 .

- g) Si el aire del punto (f) ingresa por un conducto cilíndrico de 100 mm de diámetro, calcule la velocidad (en cm/s) del flujo de aire en el conducto.
- h) Si el aire del punto (f) ingresa a la temperatura del exterior, calcule cuánto debe incrementarse la potencia térmica del calefactor del punto (c), y cuánto debe incrementarse la del acondicionador de aire del punto (d), para mantener la temperatura deseada.

Suponga que el calefactor del punto (c) es de tiro balanceado, y quema gas natural (metano) con oxígeno del aire exterior en la reacción



Esta reacción indica que por cada mol de metano (CH_4) se necesitan dos moles de Oxígeno molecular (O_2) y se liberan 210 Kcal de energía (E).

Suponga que el gas natural es un gas ideal y es suministrado a una presión de 1,02 atm a la temperatura del exterior.

- i) Calcule cuántos metros cúbicos de gas natural por hora consume este calefactor para satisfacer los requerimientos del punto (h).

Suponga ahora que el calefactor del punto (c) es eléctrico y está alimentado por una central termoeléctrica, que quema metano como se describe en la reacción (2). En este caso, el 35% del calor liberado en la reacción se convierte en energía eléctrica que es transmitida sin pérdidas al calefactor; el cual la convierte en calor por efecto Joule. Suponga que este calefactor eléctrico no pierde calor al exterior.

- j) Calcule cuántos metros cúbicos de gas natural por hora consume la central para que el calefactor eléctrico pueda satisfacer los requerimientos del punto (h).
- k) Calcule la intensidad (en A) de la corriente eléctrica suministrada al calefactor eléctrico, a una tensión (r.m.s.) de 220 V.

Problema 2

Nota: Tomar a la aceleración de la gravedad como $g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$.

1ra. Parte

Robert Millikan y Hervey Fletcher realizaron, en 1909, uno de los experimentos más relevantes de la física del siglo XX. Estos investigadores lograron, con sus mediciones, determinar la carga eléctrica de un electrón; para ello, midieron la velocidad de gotas de aceite, cargadas eléctricamente, en presencia y ausencia de un campo eléctrico uniforme.

En sus experimentos, colocaban gotas de aceite dentro de una cámara formada por dos placas metálicas paralelas y horizontales, separadas una distancia $d=10 \text{ mm}$. Esas placas, estaban conectadas a una fuente de voltaje como se esquematiza en la figura 1. Para generar las gotas de aceite cargadas eléctricamente, los investigadores utilizaban un rociador.

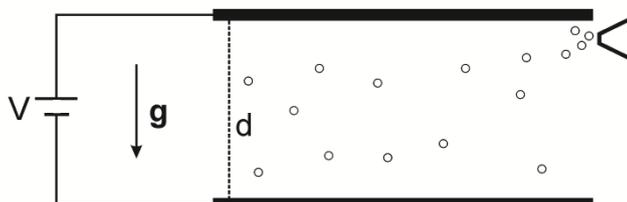


Figura 1. Esquema del dispositivo de Millikan y Fletcher.

Si suponemos a las gotas como esferas que están cargadas negativamente, es posible determinar la carga de un electrón midiendo la carga eléctrica de dichas gotas.

Dado que las gotas son muy pequeñas, es necesario tener en cuenta el efecto del aire sobre las mismas. Es decir, las gotas se mueven en un fluido (aire) que ejerce, además del empuje, una fuerza de fricción debido a la viscosidad del aire, esta fuerza tiene un sentido opuesto al movimiento de la gota y su módulo es proporcional a su velocidad.

Para un cuerpo esférico, la fuerza de fricción está dada por,

$$F_D = -6 \pi r \eta v$$

donde η es la viscosidad del fluido y r es el radio de la gota.

Para el aire, $\eta = 1,8 \times 10^{-5} \text{ Pa s}^{-1}$.

Como la fuerza de fricción se opone al movimiento, se llega a una situación donde la aceleración de la gota es cero y alcanza (la gota) una velocidad constante llamada *velocidad terminal*.

En la situación que estamos planteando, se asume que los movimientos horizontales son despreciables, es decir: la gota realiza solo un movimiento vertical.

Para el caso en que el voltaje aplicado a las placas es cero, se observa que una gota cae con velocidad terminal $v_1 = 0,095 \text{ cm s}^{-1}$.

a) Realice un diagrama de cuerpo aislado de la gota de aceite.

b) Sabiendo que el aceite tiene una densidad $\rho = 0,92 \text{ g cm}^{-3}$ y que la densidad del aire es $\rho_a = 0,0013 \text{ g cm}^{-3}$, determine el radio r de la gota de aceite.

Si se aplica un voltaje de 5000 V a las placas, y se observa que, la misma gota del punto anterior, se mueve hacia arriba con una velocidad terminal $v_2 = 0,010 \text{ cm s}^{-1}$.

c) Determine el campo eléctrico generado entre las placas.

d) Realice un diagrama de cuerpo aislado de la gota de aceite para este caso.

e) Determine la carga q de la gota de aceite.

2da Parte

Anteriormente a las investigaciones de Millikan y Fletcher, Thompson realizó, en 1897, un experimento donde pudo determinar la relación entre la carga (e) y la masa del electrón (m_e), denominada carga específica (ε). Para ello, midió la desviación que sufren los electrones mientras se mueven en un campo magnético.

En la actualidad, para determinar la carga específica del electrón, se utiliza el *Tubo de Rayo Electrónico Filiforme*. En este dispositivo, los electrones son generados por emisión termoiónica y acelerados por un potencial eléctrico U , ingresando, luego, a una región donde existe un campo magnético uniforme generado mediante un sistema de bobinas de Helmholtz. Un esquema del dispositivo puede observarse en la figura 2.

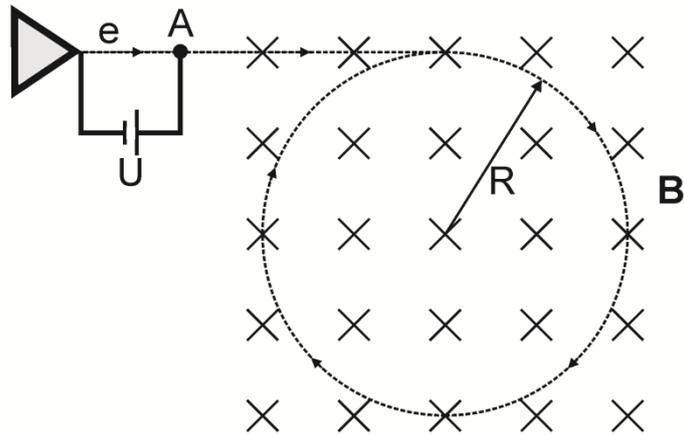


Figura 2. Esquema del *Tubo de Rayo Electrónico Filiforme*.

- f) Escriba una expresión para la velocidad de los electrones en el punto A, de la figura 2, en términos de la carga específica del electrón ε y del potencial U .

El campo magnético B generado por un par de bobinas de Helmholtz es proporcional a la corriente I que circula por la mismas, es decir $B = k I$. Utilizando mediciones de la magnitud del campo magnético, generado por las bobinas de Helmholtz, y de la corriente que circula por ellas, se realizó el gráfico de la figura 3.

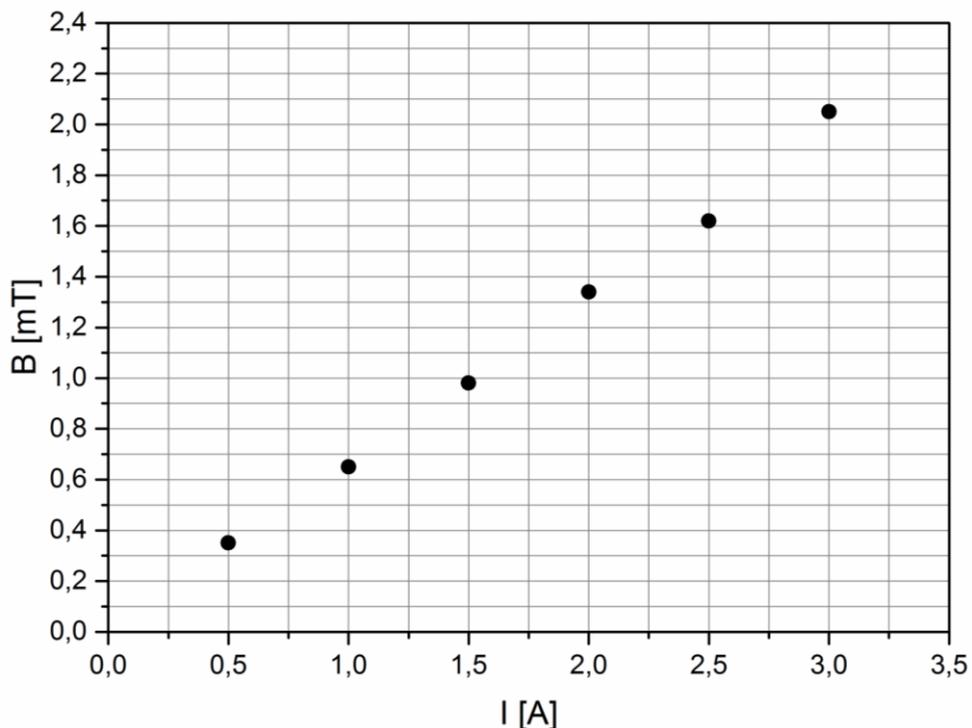


Figura 3. Magnitud del campo magnético en función de la corriente que circula por las bobinas de Helmholtz.

- g) A partir del gráfico de la figura 3, determine la constante de proporcionalidad k .

En el campo magnético, se observa que los electrones realizan un movimiento circular uniforme de radio $R = 4 \text{ cm}$, como se esquematiza en la figura 2, cuando el potencial de aceleración es $U = 300 \text{ V}$ y la corriente que circula por las bobinas de Helmholtz es $I = 2,15 \text{ A}$.

h) Determine la carga específica de los electrones.

Replicando el experimento de Millikan y Fletcher (1ra. Parte) se obtuvieron los siguientes valores para la carga de tres gotas distintas,

$q_1 = -9,63 \times 10^{-19} \text{ C}$	$q_2 = -4,78 \times 10^{-19} \text{ C}$	$q_3 = -1,28 \times 10^{-18} \text{ C}$
---	---	---

i) Sabiendo que las cargas medidas son múltiplos enteros de la carga del electrón, es decir que $q = n e$ donde n es un número entero mayor que cero, determine el valor de la carga del electrón a partir de estos valores medidos.

j) Determine el valor de la masa de un electrón m_e .

Problema 3

Oposición Planetaria

El 21 de agosto pasado ocurrió un fenómeno astronómico que se dió a conocer en la prensa como el "Eclipse del Siglo". Algunos periódicos hasta informaron que el peso de las personas sobre la Tierra iba a ser afectado. Esta noticia nos hizo pensar... ¿y si hacemos un problema de Astronomía e interacción gravitatoria?

En Astronomía, se denomina **Oposición** al fenómeno en el cual dos astros se encuentran, en relación a la Tierra, en dos puntos del cielo diametralmente opuestos. La figura 1 muestra a Marte en **Oposición** al Sol.

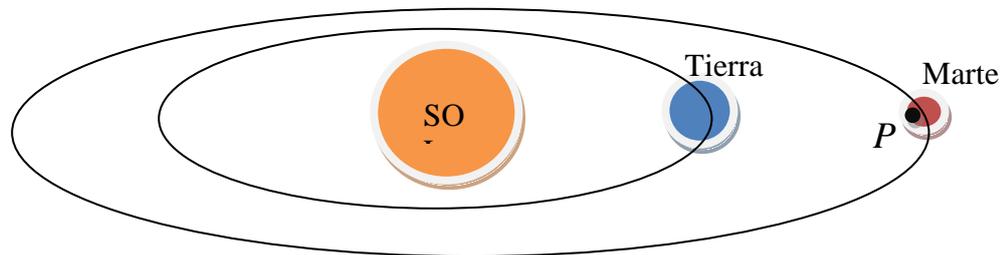


Figura 1: Marte en **Oposición** al Sol

A lo largo de este problema, haremos uso de las leyes de Kepler y de la ley de interacción gravitatoria de Newton. Las *Leyes de Kepler* son

Primera ley

Todos los planetas se desplazan alrededor del Sol describiendo órbitas elípticas. El Sol se encuentra en uno de los focos de la elipse.

Segunda ley

El radio vector que une un planeta y el Sol barre áreas iguales en tiempos iguales.

Tercera Ley

Se cumple que para todos los planetas, la razón entre el periodo de revolución al cuadrado y el semieje mayor de la elipse al cubo se mantiene constante. Esto es:

$$\frac{T^2}{a^3} = C$$

Donde T es el periodo orbital (tiempo que tarda en dar una vuelta alrededor del Sol), a es la distancia media del planeta con el Sol y C la constante de proporcionalidad.

Nota: en nuestro problema, consideraremos que las órbitas son circulares y los focos de la elipse coinciden en el centro del círculo. Además las órbitas de los planetas considerados están ubicadas en un mismo plano.

Resuelva los siguientes puntos:

- Si la última vez que Marte estuvo en Oposición al sol, ocurrió el 22 de mayo de 2016, ¿Cuándo ocurrirá la próxima Oposición al sol?
- ¿Cuál es el radio de la órbita del planeta Marte?
- ¿Cuál es su peso en la superficie de Marte de un astronauta que en la Tierra pesa 700 N?
(no tenga en cuenta efectos debidos a la rotación de los planetas sobre sus propios ejes).

Suponga que, estando Marte en Oposición al sol, el astronauta se encuentra en el punto P de la Figura 1.

- ¿Cuál es el cambio que experimenta en su peso debido a la máxima proximidad de la Tierra respecto de Marte?

Júpiter, el mayor planeta de nuestro sistema solar, es un planeta gaseoso. Su período de rotación, alrededor de su eje, es el menor entre todos los correspondientes a los planetas del sistema solar (es menor a 10 hs). Cabe aclarar que, por ser gaseoso, tiene distintas velocidades a distintas latitudes.

Por otro lado, el espectro de radiación proveniente de Júpiter, que llega a la Tierra, es prácticamente idéntico al del Sol; esto es, funciona como un “espejo rotante” para la luz solar. Cada trece meses Júpiter se encuentra en **Oposición** al Sol, lo que es una buena ocasión para realizar mediciones sobre él; en particular, para medir su velocidad de rotación.

Para realizar las mediciones de la velocidad de rotación de Júpiter, se utiliza el *efecto Doppler*; es decir, la variación de la longitud de onda debido al movimiento de la fuente.

Si una fuente que emite en una longitud de onda λ se desplaza a una velocidad v la longitud de onda que percibirá un observador en reposo λ' cumplirá con

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \pm \frac{v}{c} \quad (1)$$

donde $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$ es el corrimiento de la longitud de onda, c es la velocidad de la luz y λ es la longitud de onda de la radiación medida en un laboratorio en reposo. El signo (+) corresponde a la situación en la que la fuente se aleja del observador y el signo (−) corresponde a la situación en la que la fuente se acerca al observador.

Suponga que desde una fuente F se emite luz de longitud de onda λ que incide y se refleja sobre un espejo perfecto que se mueve con velocidad v (Figura 2).

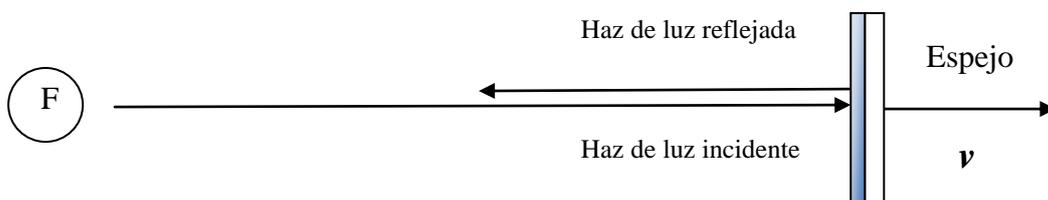


Figura 2: Radiación sobre un espejo en movimiento alejándose de la fuente.

Considerando que el movimiento del espejo es a lo largo de la dirección x y la incidencia del rayo es normal al mismo:

- e) calcule la variación en la longitud de onda ($\Delta\lambda$) de la radiación, al reflejarse en el espejo en movimiento.

Recuerde que, según el postulado de la relatividad, la velocidad de la luz es la misma para todo observador. Supondremos además que la velocidad del espejo es muy baja comparada con la velocidad de la luz.

En la figura 3 se muestra el espectro de radiación proveniente de Júpiter, tomado a la altura de su ecuador. Se observan dos líneas espectrales levemente inclinadas y bien marcadas, que corresponden a un doblete del Sodio (Na_1 y Na_2). También, se observan dos líneas perfectamente verticales, de origen terrestre, correspondientes al vapor de agua de nuestra atmósfera (T_1 y T_2).

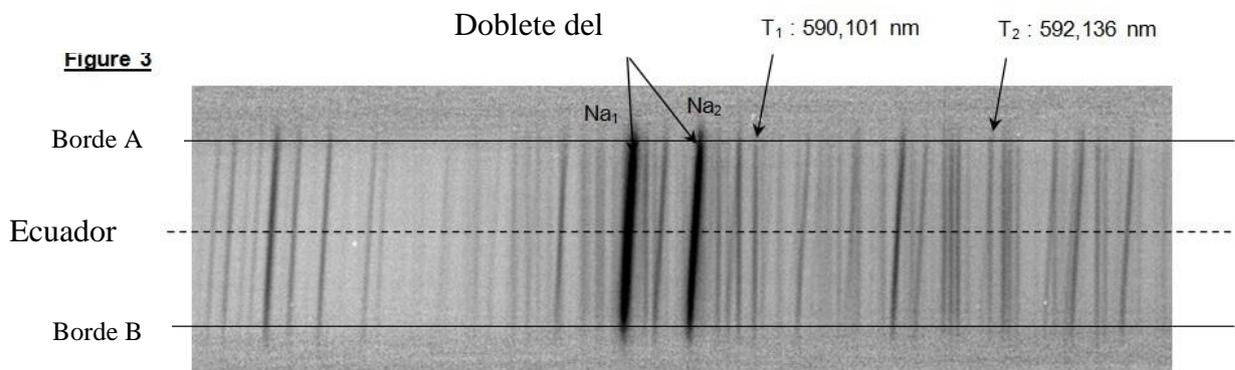


Figura 3: Espectro del planeta Júpiter tomado a la altura de su ecuador

La leve inclinación en las líneas Na_1 y Na_2 se debe a la rotación de Júpiter. La longitud de onda de la radiación proveniente del borde A, que se “aleja” de un observador terrestre, aumenta. Por otro lado, la radiación proveniente del borde B, que se “acerca” a un observador terrestre, disminuye. Ver figura 4.

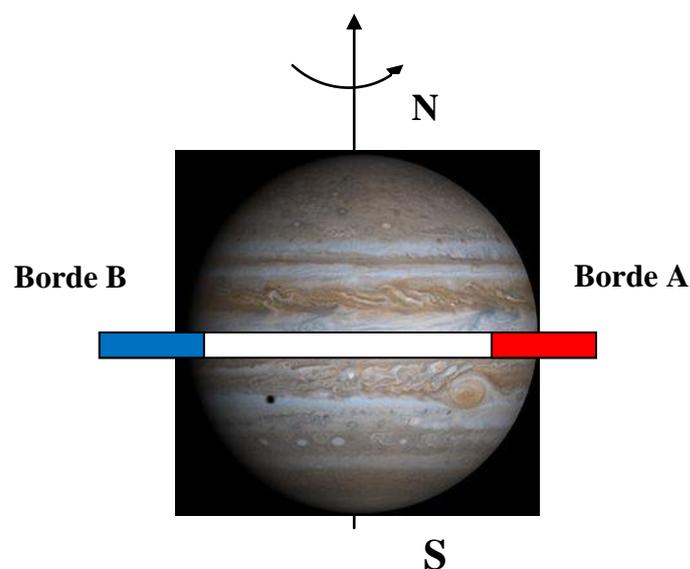


Figura 4: Representación esquemática de la rendija del espectrómetro apuntando al ecuador de Júpiter.

Teniendo presente lo calculado en el punto anterior (e) y que se ha determinado que las líneas del doblete de sodio tienen una longitud de onda $\lambda_{\text{Na1}} = 588.995 \text{ nm}$ y $\lambda_{\text{Na2}} = 589.592 \text{ nm}$ y que la diferencia de longitud de onda entre la radiación proveniente del borde A y la proveniente del borde B, para ambas líneas, es $8,96 \times 10^{-2} \text{ nm}$:

f) determine la velocidad de rotación de Júpiter.

Para resolver este punto también puede serle útil la expresión (1).

Datos útiles para el problema

Masa de Marte: $6,39 \times 10^{23} \text{ kg}$

Periodo orbital de Marte: 687 días

Periodo orbital de la Tierra: 365 días

Masa de la Tierra: $5,972 \times 10^{24} \text{ kg}$

Masa del Sol: $1,989 \times 10^{30} \text{ kg}$

Radio de la Tierra: 6371 km

Radio de Marte: 3390 km

Velocidad de la luz: 300000 km s^{-1}

Constante universal de la gravitación: $G = 6,674 \times 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$

Prueba Experimental - Nivel 2

Interferencia por una Doble Rendija

Objetivo General

Verificar experimentalmente la naturaleza ondulatoria de la luz mediante la observación del patrón de interferencia generado por una doble rendija.

Introducción

En 1801 Thomas Young realizó un experimento de óptica, cuyo resultado sólo puede explicarse considerando que la luz se comporta como una onda, en contraposición de la teoría tradicional que sostenía que la luz estaba formada por una corriente de finas partículas.

Para realizar el experimento, Young utilizó una fuente de luz monocromática, esto es de un sólo y determinado color. A la luz proveniente de esta fuente la hizo incidir sobre una lámina no transparente que tenía una rendija delgada, único lugar por el que podía pasar la luz. Luego de pasar por esta rendija, la luz incidió sobre otra lámina no transparente que tenía dos rendijas delgadas y muy próximas entre sí, como se muestra en la Figura 1. Grande fue la sorpresa de Young cuando observó que la luz captada sobre una pantalla, esto es la luz que “emanaba” de las dos rendijas, producía un patrón de franjas brillantes y oscuras.

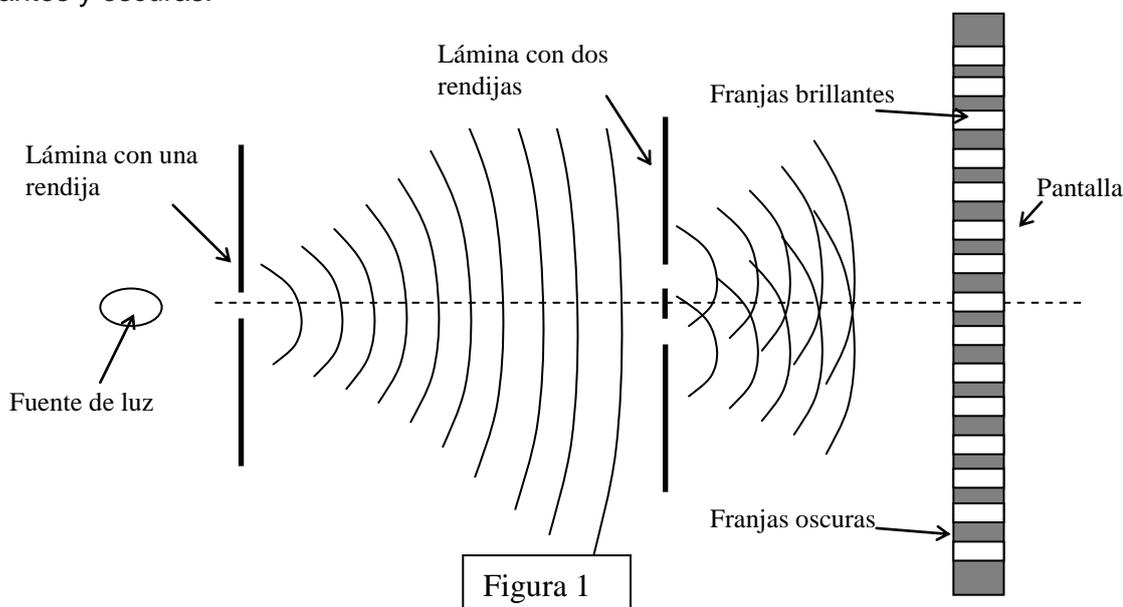


Figura 1

Interpretación

Para poder interpretar estos resultados, Young tuvo que suponer un comportamiento ondulatorio de la luz:

- La luz se comporta como una onda, cuya *longitud de onda* asociada está relacionada con el color de la luz que se observa. Esto es, el color rojo tiene una *longitud de onda* diferente a la del amarillo o a la del verde.
- La luz emerge de las rendijas como *ondas cilíndricas*, esto es que tiene frentes de onda cilíndricos (Figura 1).
- Los frentes de onda que inciden sobre la lámina con la *doble rendija* emergen con la misma *fase*, es decir: las ondas son *coherentes*.
- Las diferencias de *fase* entre dos ondas está relacionada con la diferencia entre las distancias que han recorrido.
- Las ondas que “parten” de cada rendija de la segunda lámina (*doble rendija*) recorren diferentes distancias hasta alcanzar los puntos sobre la pantalla, por lo que arriban a cada punto con diferentes *fases*.
- Al superponerse, es decir: al sumarse ondas con diferentes *fases* se produce un *patrón de interferencia* (patrón de franjas brillantes y oscuras).

Análisis

En la Figura 2 se muestra esquemáticamente la disposición geométrica del experimento y la diferencia Δ entre las distancias que recorren los frentes de onda hasta alcanzar un punto de una pantalla muy lejana.

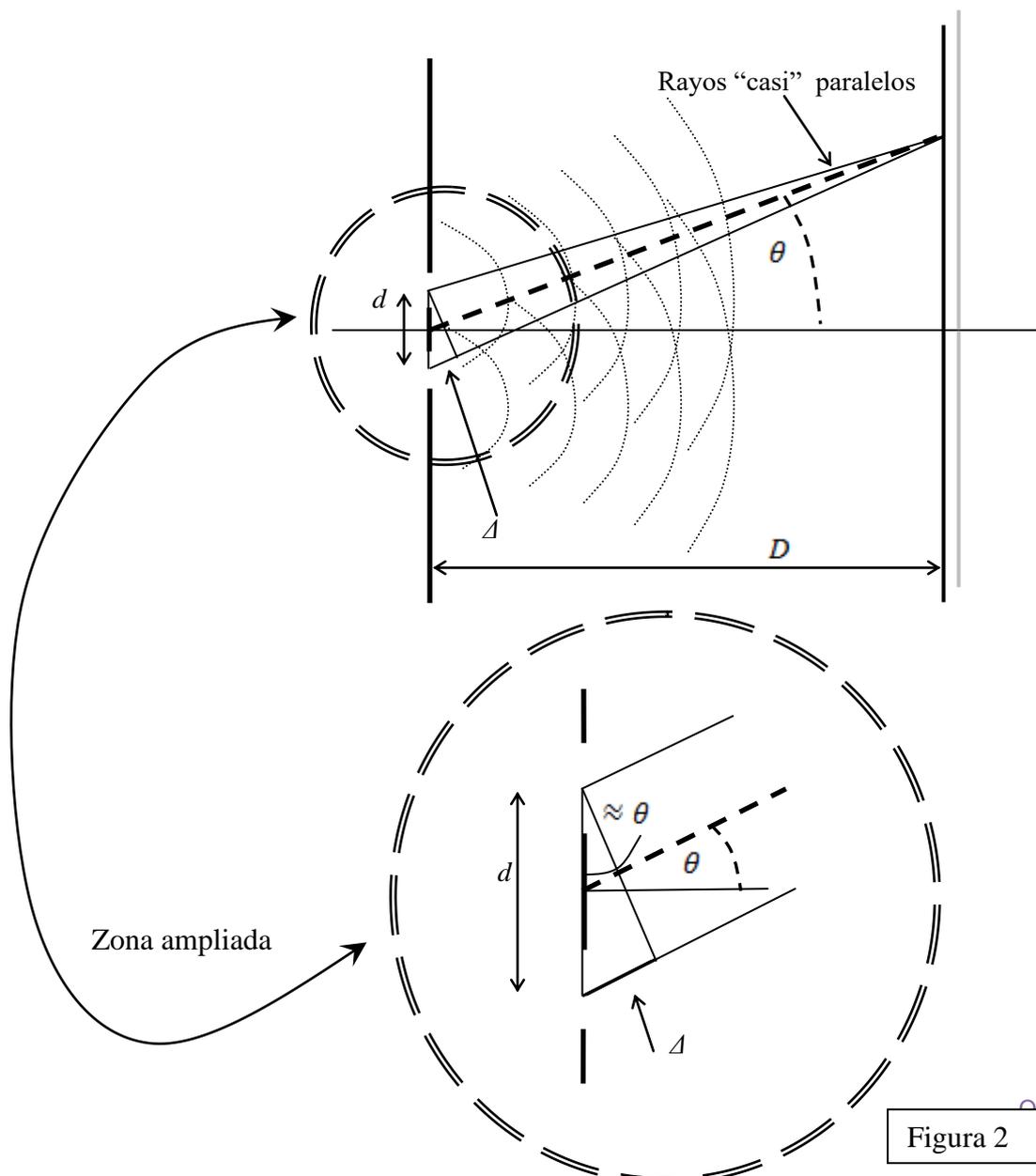


Figura 2

La condición de muy lejana es necesaria para tratar los rayos que alcanzan la pantalla como *rayos casi paralelos* y facilitar los cálculos matemáticos. Así, se puede considerar que la diferencia de “camino recorrido” Δ entre los rayos que emergen de una rendija y los que emergen de la otra rendija es:

$$\Delta = d \sin \theta$$

Donde d es la distancia de separación entre las rendijas y θ es el ángulo que posiciona al punto considerado sobre la pantalla.

Para no tener que poner una pantalla lejana, se suele usar una lente “delgada”, mediante la cual se consigue que los rayos paralelos converjan en el foco de la misma, en donde se ubica la pantalla. O realizar este experimento usando nuestro ojo, sistema “cornea-cristalino”, como lente y nuestra retina como pantalla. Si ponemos la doble rendija muy próxima a nuestro ojo, podemos esquematizar la situación como se muestra en la Figura 3.

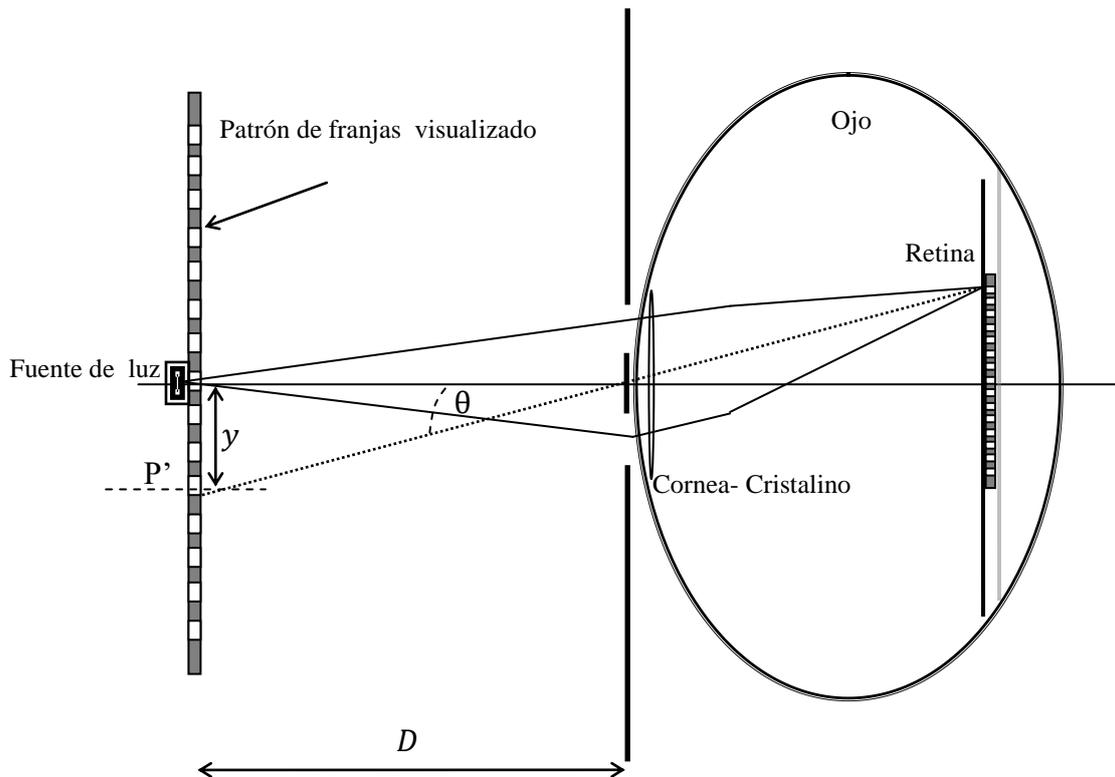


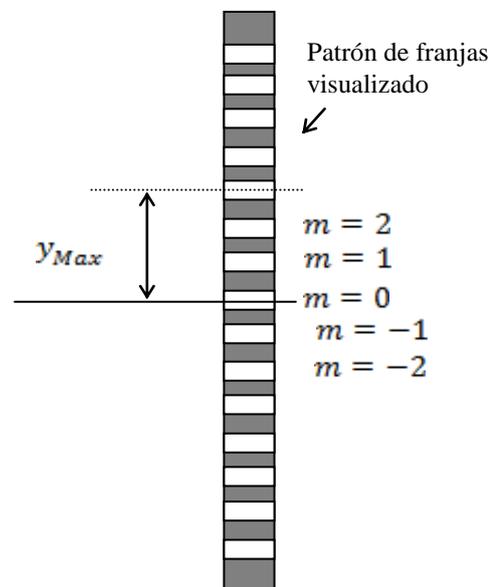
Figura 3

Como se indica en la figura 3 se percibirá a los rayos que alcanzan nuestra retina, como provenientes de franjas brillantes ubicadas en el mismo plano en donde se encuentra la fuente de luz. Por ejemplo, parecerán “provenir” del punto P' ubicado a una distancia y del eje horizontal y sobre el plano en donde se ubica la fuente de luz y con una inclinación θ .

Si el ángulo θ es pequeño (menor a 15°) se puede considerar:

$$\Delta \cong d \operatorname{tg} \theta \cong d \frac{y}{D}$$

En este caso, considerando la diferencia de camino “recorrido” por los rayos originados en



cada rendija y considerando θ pequeños, la posición de las regiones brillantes (*máximos de interferencia*) estará dada por:

$$y_m = m \lambda \frac{D}{d}$$

donde λ es la longitud de onda de la luz que incide sobre la doble rendija y m es el número de orden de máximo considerado. **Esto es:** $m = 0$ (central y coincidente con la fuente de luz), $m = \pm 1$ (primeras franjas: a derecha y a izquierda de la central), $m = \pm 2$ (segundas franjas) y así sucesivamente.

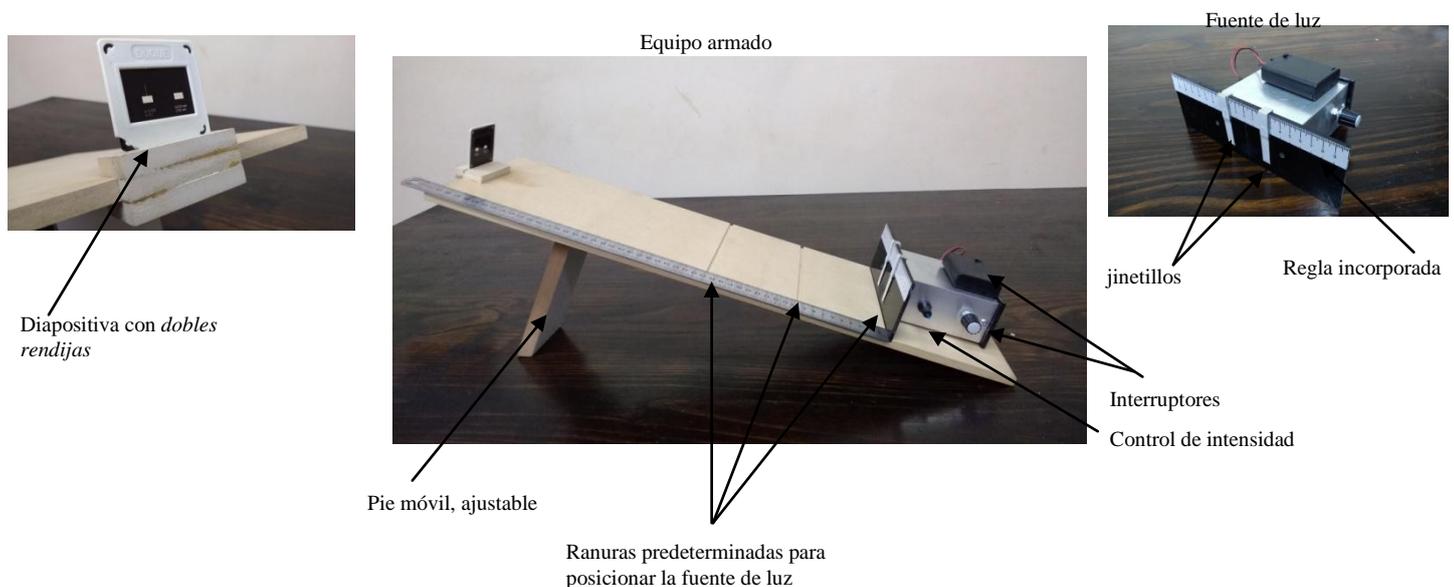
Nota: En el análisis realizado no se ha considerado el fenómeno de difracción, el cual hace que la intensidad de las regiones brillantes no sean las mismas y que se desvanezcan a medida que se incrementa el orden del máximo considerado.

Propuesta Experimental

Elementos disponibles

- ✓ Diapositivas con *dobles rendijas*. Se ha escrito la separación entre las primeras *doble rendijas* d_1 y el ancho de las rendijas a_1 y, también la separación entre las segundas *doble rendijas* d_2 y el ancho de las rendijas a_2 . En la diapositiva INCOGNITA no se consignan datos.
- ✓ Dispositivo a pilas, con tres fuentes de luz (roja, verde y azul) con sistema para controlar la intensidad de luz, encendido y apagado. Con regla incorporada. **Notas:** la luz de color verde NO será utilizada en esta práctica; si tenés problemas para reconocer los colores: llamá al bedel.
- ✓ Dos "jinetillos" para ser ubicados sobre la regla incorporada en la fuente de luz.
- ✓ Tabla con pie y ranuras para ubicar el dispositivo de luz.
- ✓ Porta diapositivas adaptado a la Tabla provista.

Nota: cuando no esté realizando mediciones apague la fuente de luz (ponga el interruptor en "off").



Objetivo experimental:

Realizar las mediciones necesarias para determinar la longitud de onda de una fuente de luz a partir del fenómeno de interferencia, utilizando el dispositivo provisto y teniendo en cuenta la configuración descrita en la Figura 3.

Desarrollo de las mediciones:

- 8) Arme el dispositivo en la mesa de trabajo.
- 9) Mida las distancias (D_i), previstas en el equipo, entre la diapositiva (*doble rendija*) y la fuente de luz (*una rendija*).

Encienda la luz **ROJA** y observe el *patrón de interferencia* producido por la *doble rendija*. Debido al fenómeno de difracción, la intensidad de las franjas de luz decrece a partir del máximo central ($m = 0$) a medida que el orden (m) crece, alcanzando un valor próximo a cero en m_{\max} .

Utilizando la *doble rendija 1* ($d_1 = 0,13 \text{ mm}$) y la *doble rendija 2* ($d_2 = 0,065 \text{ mm}$)

- 10) Identifique el valor de m máximo (m_{\max}) y mida la distancia entre las franjas correspondientes a $-m_{\max}$ y m_{\max} (Δy_{\max}).
- 11) Determine la distancia que separa los máximos $-m$ y m ($\Delta y_m = y_m - y_{-m}$) al menos para 3 valores de m (incluida la distancia correspondiente a m_{\max}) para cada una de las posiciones D_i la fuente de luz.

Presente los resultados en una tabla (TABLA 1) y agregue el valor de x definido por:

$$x = m \frac{D_i}{d_i}$$

Modelo de TABLA sugerido.

d_i	D_i	m	Δy_m	x

Nota: confeccione la TABLA con las filas que considere necesarias. Recuerde consignar las *incertezas* correspondientes.

- 12) A partir de los datos recopilados en la TABLA 1, confeccione un gráfico (GRAFICO 1) Δy_m en función de x .
- 13) Ajuste los puntos del GRAFICO 1 mediante una recta y determine la pendiente de la misma.
- 14) A partir del valor de la pendiente, determine la longitud de onda λ correspondiente al color ROJO (λ_R).
- 15) Determine la separación entre las rendijas de la diapositiva denominada INCOGNITA (d_{IR}).
- 16) Repita los incisos 3 y 4 utilizando la luz de color AZUL.

Presente los resultados en una tabla (TABLA 2)

- 17) A partir de los datos recopilados en la TABLA 2, confeccione un gráfico (GRAFICO 2) Δy_m versus x .

- 18) Ajuste los puntos del GRAFICO 2 mediante una recta y determine la pendiente de la misma.
- 19) A partir del valor de la pendiente, determine la longitud de onda λ correspondiente al color AZUL (λ_A).
- 20) Determine la separación entre las rendijas de la dispositiva denominada INCOGNITA (d_{IA}).

Compare los valores obtenidos de d_{IR} y de d_{IA} . Diga cuál es el más preciso y si son indistinguibles.

Pruebas Preparatorias

Primer Prueba Preparatoria: Mecánica

Problema Teórico 1.

De un grifo caen gotas de agua, de igual masa, a intervalos iguales de tiempo. Cuando una determinada gota de agua (gota A_1) comienza su caída libre, la gota precedente (gota A) ha descendido ya 0.3 m.

Suponga despreciable el roce de las gotas con el aire.

Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.

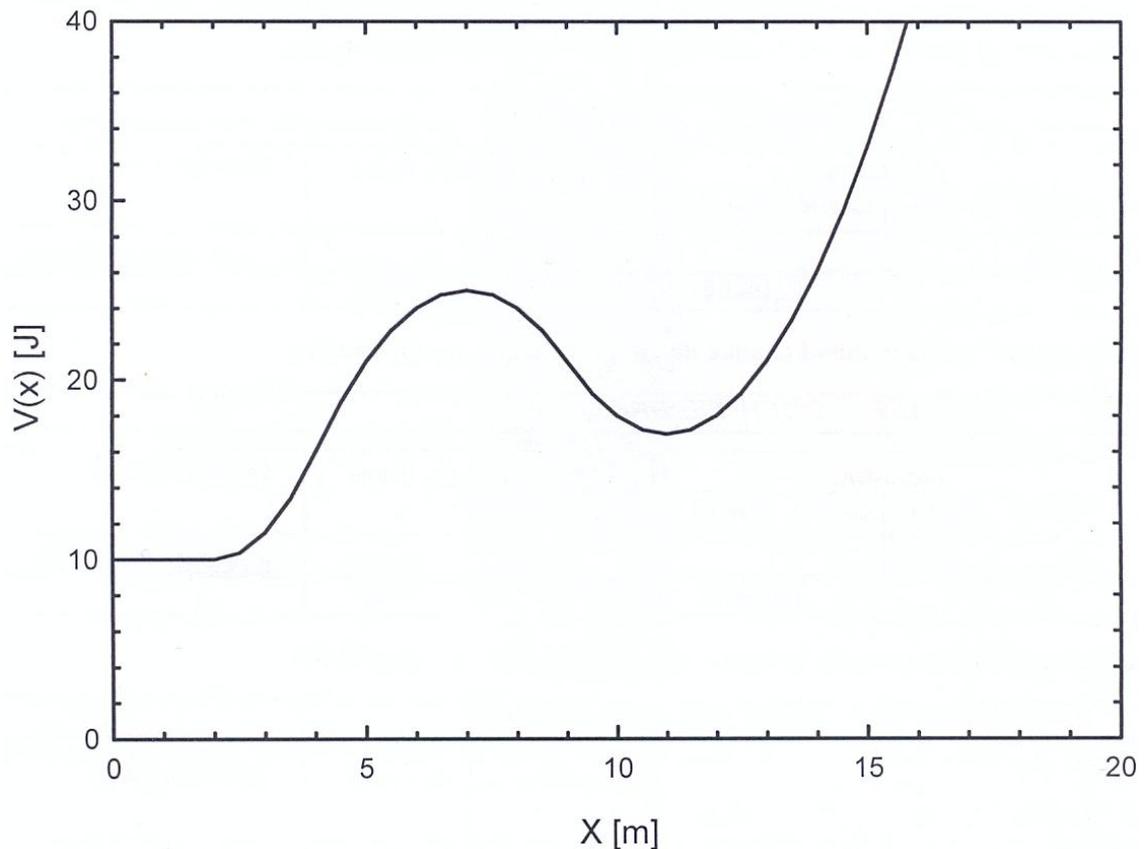
- Escriba la función de posición de la gota A. Considere como instante inicial ($t=0$) al instante en que la gota A comienza su caída.
- ¿Cuánto tiempo después que la gota A salió del grifo lo hace la gota A_1 ?
- Escriba la función de posición de la gota A_1 .
- Cuando la distancia entre A y A_1 es de 0.9 m: ¿qué tiempo transcurrió desde que salió la gota A del grifo?
- ¿Dónde se encuentran, respecto del grifo, las gotas A y A_1 en el tiempo calculado en el punto anterior?

Problema Teórico 2.

En la figura está representada la energía potencial $V(x)$ de un cuerpo de 3 Kg de masa, que realiza un movimiento unidimensional.

El cuerpo se mueve, inicialmente, en dirección creciente de la coordenada x (de izquierda a derecha en el gráfico) partiendo de $x = 0$.

Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Si la energía total de cuerpo es 30 J y no hay fuerzas disipativas actuando sobre el mismo:

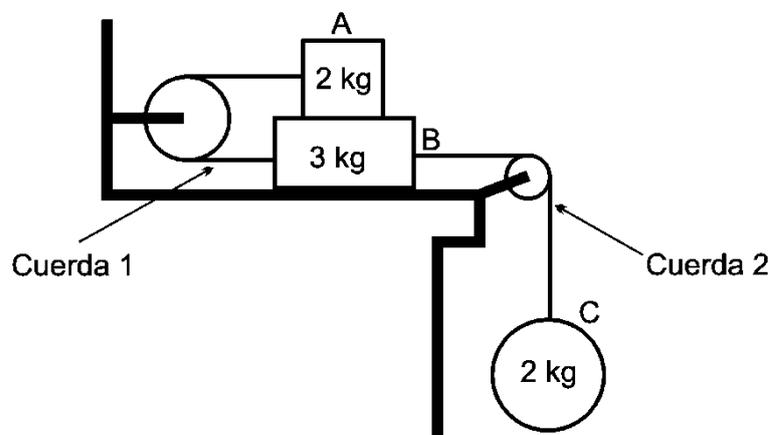
- ¿Cuál será la velocidad del cuerpo en el intervalo $[0 - 2]$ m?
- ¿Cuál es la velocidad del cuerpo en $x = 7$ m?
- ¿Cuál es la posición más alejada que alcanzará el cuerpo respecto al origen? Esta posición es un *punto de retorno*.
- Al pasar por $x = 10$ m, el cuerpo pierde repentinamente 9 J de energía. Describa y justifique el movimiento que realizará el cuerpo.

Si la energía total de cuerpo sigue siendo 30 J, pero ahora entre $x = 0$ m y $x = 20$ m existe una fuerza de rozamiento tal que el cuerpo pierde energía a razón de 2 J/m:

- ¿Cuál es el punto de retorno del cuerpo?

Problema Teórico 3.

Considere el sistema de cuerpos mostrado en la siguiente figura.



En ese sistema:

- entre los cuerpos A y B existe una fuerza de fricción.
 - la superficie horizontal y las poleas no tienen fricción; las cuerdas son consideradas sin masa e inextensibles.
 - los cuerpos se encuentran en reposo.
 - considere $g = 10 \text{ m/s}^2$
- Dibuje un diagrama de cuerpo aislado para cada cuerpo.
 - Determine el mínimo valor del coeficiente de fricción estático, para que los cuerpos permanezcan en reposo.
 - Encuentre la tensión (T_1 y T_2) en las cuerdas 1 y 2.

Problema Experimental.

Objetivo: Determinar el coeficiente de rozamiento estático entre un trozo de madera y una mesa.

Breve descripción: La mayoría de las superficies, aún las que se consideran pulidas, son extremadamente rugosas a escala microscópica. Esto es evidente cuando uno ejerce una fuerza para mover un cuerpo: es posible notar una oposición al movimiento relativo entre ambas superficies.

Si el cuerpo está inicialmente en reposo e incrementamos paulatinamente la fuerza que ejercemos sobre él, vemos que dicho cuerpo continuará en reposo hasta que la intensidad de la fuerza que ejercemos supere un valor límite, entonces el cuerpo comenzará a moverse.

A la fuerza que ejerce la superficie, y que se opone al movimiento del cuerpo que está en reposo, se la denomina *fuerza de rozamiento estático*. El valor máximo de esta fuerza, es proporcional al módulo de la fuerza normal que ejerce la superficie. La constante de proporcionalidad (μ_e) entre las dos fuerzas, depende de los materiales y características de las superficies en contacto.

$$F_{\text{roce máxima}} = \mu_e N$$

Montaje experimental

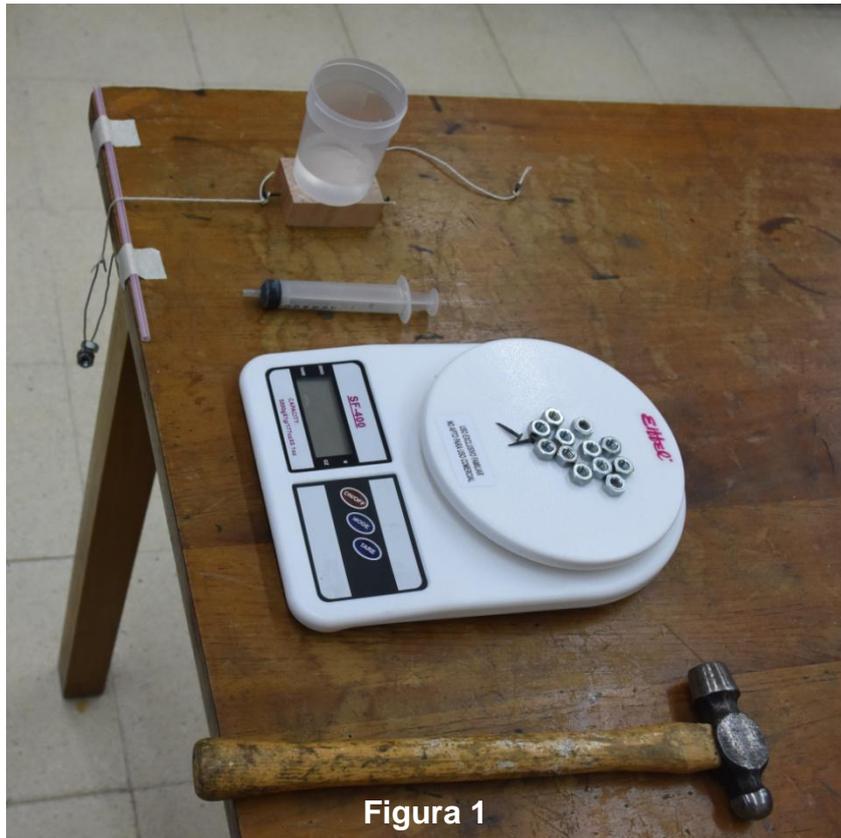


Figura 1

Elementos necesarios

- Un trozo de madera (tabla).
- Vaso plástico.
- Pesas o sistema de reemplazo: como ser tuercas, un recipiente contenedor de agua ("graduado" o graduable mediante una jeringa graduada).
- Balanza de cocina
- Jeringa hipodérmica
- Hilo de algodón o piolín
- Trozo de alambre (maleable)
- Un sorbete
- Cinta adhesiva
- Tachuelas
- Martillo

Desarrollo del experimento:

- Sobre dos caras opuestas del trozo de madera clave las tachuelas, como se indica en la Figura 2, a una altura de la base del orden del diámetro del sorbete.

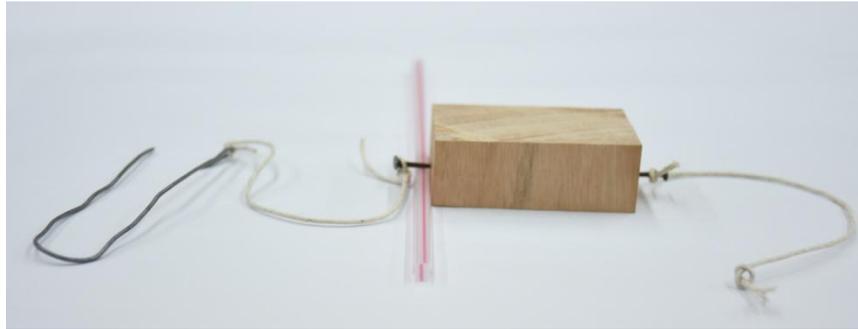


Figura 2

- Ate a cada tachuela un trozo de hilo de algodón de aproximadamente 15 cm de largo.
- En el extremo de uno de los hilos coloque un gancho hecho con el alambre.
- Clave una tachuela en la mesa de madera y ate allí el extremo del otro hilo (ver Figura 1).
- Sobre el borde de la mesa y con la ayuda de la cinta pegue la sorbete.
- Disponga el sistema como se muestra en la Figura 1 y coloque el vaso de plástico sobre el trozo de madera.
- Con la ayuda de la balanza determine el peso de las pesas o sistema de reemplazo.
- Utilice la jeringa para ir agregando agua al vaso plástico (Considere densidad del agua igual a 1 g/cm^3).

Consignas:

- a) Mida la fuerza máxima necesaria para que el sistema “cuerpo de madera + vaso con agua”, se empiece a mover. Realice esto para distintas masas de agua (al menos diez). Construya una tabla.
Sugerencia: Comience con 10 cm^3 de agua en el vaso y coloque de a una pesa en el soporte de alambre, hasta que el cuerpo se empiece a mover de una posición determinada (marcada previamente en la mesa). Incremente de a 10 cm^3 de agua.
- b) Grafique la masa de las pesas vs la masa de agua.
- c) En el gráfico del punto anterior, ajuste una recta y determine el valor del coeficiente de rozamiento estático.
- d) Explique a que se debe que la recta tenga una ordenada al origen.

Segunda Prueba Preparatoria: Termodinámica, Electricidad y Magnetismo

Problema Teórico 1.

El Primer Principio de la Termodinámica postula que la energía se conserva; es decir, en cualquier proceso termodinámico, la energía mecánica, eléctrica, magnética, o de cualquier otra naturaleza, se convierte en energía interna del sistema o en calor, siendo este último energía que fluye de un cuerpo a otro.

Teniendo ese principio en cuenta, considere el siguiente problema.

Una cantimplora de aluminio adiabática, cuya masa es de 500 g, contiene 750 g de agua y 100 g de hielo; ese sistema, está en *equilibrio térmico*.

Se deja caer la cantimplora desde un globo aerostático, que se encuentra a cierta altura por encima de la superficie terrestre. Después de que la cantimplora impacta contra la

tierra, la temperatura del sistema resultante es de 25°C , encontrándose el mismo en *equilibrio térmico*. Suponga que el rozamiento del aire es despreciable.

- Si durante el impacto no se transfiere energía al suelo, ¿cuál es la velocidad de la cantimplora justo antes de golpear la tierra?
- Si la velocidad inicial de la cantimplora es igual a 0: calcule a qué altura se encuentra el globo, en el momento en que se lanza la cantimplora.

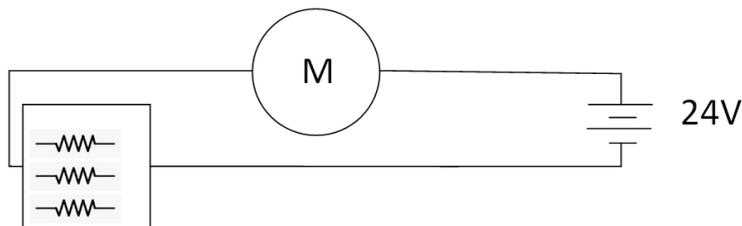
Datos:

- Calor específico del aluminio: $0,21 \text{ cal/g } ^{\circ}\text{C}$
- Calor específico del agua: $1 \text{ cal/g } ^{\circ}\text{C}$
- Calor latente de fusión del hielo: $79,7 \text{ cal/g}$
- El equivalente mecánico del calor es: $4,186 \text{ J} = 1 \text{ cal}$.

Problema Teórico 2.

Un motor eléctrico de corriente continua de 24 V , alcanza su velocidad máxima (1450 revoluciones por minuto -RPM-), cuando circula por él una corriente de 36 A . Considere que hay una relación lineal entre el número de RPM y la corriente que circula por el motor.

Se desea controlar la velocidad del motor con un conjunto de resistencias, no más de tres, colocadas en paralelo; los valores de dichas resistencias se encuentran en un rango de $0,5 \Omega$ a 1Ω . En el circuito puede usar llaves que permitan que la corriente circule por las distintas resistencias.



- Proponga circuitos adecuados para hacer funcionar el motor a la mitad de su velocidad máxima y a un tercio de esa velocidad.
- Determine qué potencia se disipa en cada una de las resistencias, cuando el eje del motor gira a un tercio de su máxima velocidad.
- ¿Cuál es el máximo torque que puede proveer este motor?

Problema Teórico 3.

Una campana de buzo de forma cilíndrica, con una altura de $2,50 \text{ m}$ y un diámetro de 1 m , está cerrada en la parte superior y abierta en la parte inferior.

La campana se baja desde la superficie del océano (donde el aire está a una presión de 1 atm y a una temperatura de 20°C) al agua de mar. La campana desciende hasta una profundidad, medida desde el fondo de la campana, de $82,3 \text{ m}$. A esa profundidad, la temperatura del agua es de 4°C y la campana está en *equilibrio térmico* con el agua. Suponga al aire como un gas ideal.

- Determine el número de moles de aire dentro de la campana.

- b) A la profundidad alcanzada: ¿cuánto subirá el nivel del agua dentro de la campana?
- c) Calcule la presión mínima necesaria del aire, dentro de la campana, para sacar el agua que entró.

Datos:

Densidad del agua de mar $\rho = 1,025 \text{ g cm}^{-3}$
 $1 \text{ atm} = 1,01325 \times 10^5 \text{ Pa}$

Problema Experimental.

Tensión superficial

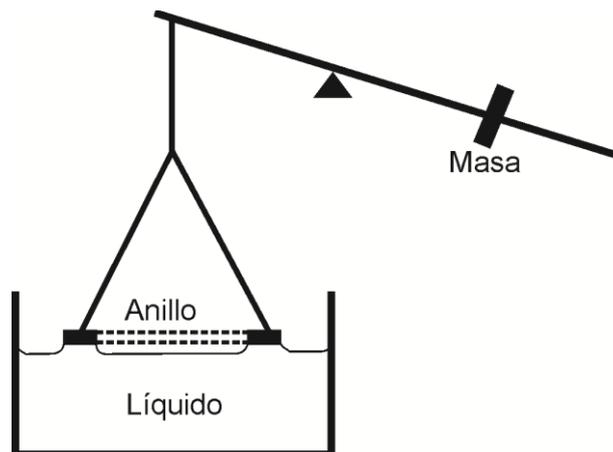
Las fuerzas cohesivas entre las moléculas de un líquido son las responsables del fenómeno conocido como tensión superficial.

En una interface líquido-gas, las moléculas del líquido que están justo en la superficie sienten fuerzas hacia los lados (en direcciones tangentes a la interface) y hacia el seno del líquido, pero no hacia afuera del mismo. El resultado, es que las moléculas que se encuentran en la superficie son atraídas hacia el interior de éste.

Para determinar el coeficiente de tensión superficial se puede utilizar el Tensímetro de Lecomte du Noüy. Este tensímetro, que se esquematiza en la figura, consta de un anillo suspendido de una balanza. Al sumergir el anillo en un líquido, se puede medir la fuerza ΔF necesaria que hay que ejercer, sobre el anillo, justo en el momento en el que la lámina de líquido se va a romper.

La tensión superficial del líquido (γ) se determina a partir del radio R del anillo y del valor de la fuerza ΔF mediante,

$$\gamma = \frac{\Delta F}{2(2\pi R)}$$



Elementos disponibles

- Recipiente
- Alambre, hilo, cable
- Palito de helado
- Regla
- Pinza, tijera
- Plastilina

- Agua
- Detergente
- Balanza de uso común

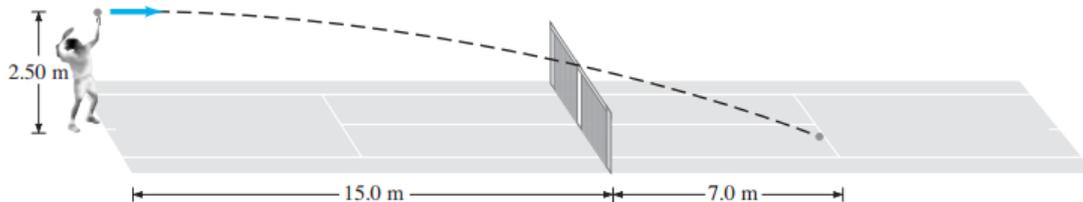
Actividades

- Construya un tensímetro con los elementos disponibles.
- Mida la tensión superficial del agua y de una mezcla de agua con detergente.

Problemas Teóricos

PT1. EPES N° 67 Emilio Puchini Ciudad de Formosa.

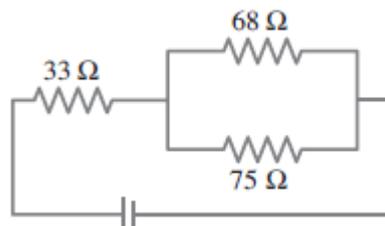
Durante el servicio, un jugador de tenis apunta para golpear la pelota horizontalmente. Observe la figura 1, determinar:



- Realizar el esquema y el sistema de referencia elegido.
- Escriba las ecuaciones de aceleración, velocidad y posición de la pelota en función del tiempo.
- ¿Qué rapidez mínima se requiere para que la pelota libre la red de 0.90 m de alto aproximadamente a 15.0 m del jugador, si la pelota es "lanzada" desde una altura de 2.50 m?
- ¿Dónde caerá la pelota si apenas libra la red (y el servicio será "bueno" si la pelota cae dentro de los 7.0 m a partir de la red)?
- ¿Cuánto tiempo estará en el aire?
- La magnitud y dirección de la velocidad de la pelota justo antes de tocar el piso.
- La posición horizontal y vertical a los 0,2 s.

PT2. EPES N° 67 Emilio Puchini Ciudad de Formosa.

En el circuito que se representa en la figura 1, el resistor (R_1) de 33Ω disipa 0.80 W. Datos: $R_2: 68 \Omega$; $R_3: 75 \Omega$.



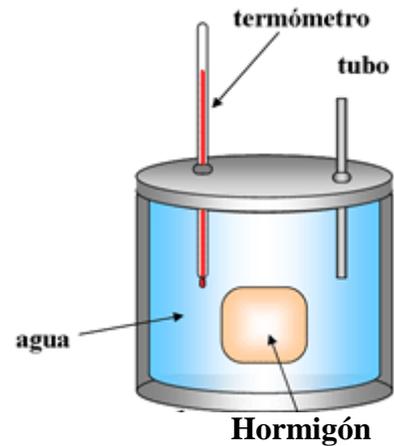
Determinar:

- Utilizando sus conocimientos sobre circuitos eléctricos, realiza los cálculos necesarios y responder: ¿Cuáles el voltaje de la batería?

PT3. EPES N° 67 Emilio Puchini Ciudad de Formosa.

Un concepto esencial de la termodinámica es el de sistema macroscópico, que se define como un conjunto de materia que se puede aislar espacialmente y que coexiste con un entorno infinito e imperturbable. El estado de un sistema macroscópico en equilibrio

puede describirse mediante propiedades medibles como la temperatura, la presión o el volumen, que se conocen como variables termodinámicas. Ahora bien, en el análisis de sistemas tiene vital importancia la cuantificación del "calor", el cual se refiere a la transferencia de energía de una parte a otra de un cuerpo, o entre diferentes cuerpos, en virtud de una diferencia de temperatura. En un bloque de Hormigón de 2 kg de masa, a una temperatura inicial de 104 °F y calor específico de 0,2 kcal/kg °C se introduce en un litro de agua (1l = 1 kg) a temperatura $t = 293\text{K}$ y calor específico $C_e = 1.0 \text{ kcal/kg. } ^\circ\text{C}$



Determinar:

- Expresar la temperatura inicial del hormigón en $^\circ\text{C}$ y K .
 - Determinar la temperatura final de equilibrio.
- ¿Qué cantidad de calor cedió el bloque al agua?

PT4. IPETAyM N° 65 Juan Antonio de Mena Vicuña Mackenna, Córdoba.

Un verdadero proyecto sobre ruedas.

Nuestra escuela, por ser técnica, tiene como proyecto final la construcción de un pequeño auto. Para ello los alumnos deben utilizar lo aprendido en las asignaturas de aula y de taller.

Ahora bien, la física tiene un papel central en esta tarea y los alumnos deben poner a prueba lo que saben.

Una vez que el auto estuvo terminado, los neumáticos (que tienen la forma semejante a un toro o anillo cilíndrico, cuyos diámetros son: $D_{\text{mayor}} = 0,8\text{m}$ y $d_{\text{menor}} = 0,15\text{m}$) eran una preocupación para los chicos, ya que la temperatura se eleva y estos podrían romperse. Antes de probar el auto, midieron la presión de los neumáticos con un manómetro, resultando esta en 270 kPa a 28°C , después de correr a alta velocidad, se constató que la presión en los neumáticos subió a 340 kPa.

Los neumáticos del auto fueron inflados con un compresor que se encuentra en el taller de la escuela, y se conoce que este trabaja con un pistón, forzando un volumen de aire de $0,5\text{m}^3$ dentro de un cilindro contra una presión opuesta de 689 kPa.

- Calcule cual será la temperatura del aire de un neumático después de la prueba del auto. Considere la presión atmosférica como 101 kPa.
- Teniendo en cuenta la densidad del aire, averigüe la masa de aire dentro de un neumático.
- ¿Los neumáticos absorbieron o liberaron calor, después de la prueba de velocidad? Encuentre la cantidad de calor en Joules.
- Averigüe la cantidad de trabajo que realiza el pistón del compresor para inflar a los neumáticos.

Datos:

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

$$V_{\text{toro}} = (\pi^2/4) \cdot D \cdot d^2$$

$$\text{Calor específico del aire. } C_{e_{\text{aire}}} = 0,24 \text{ Cal/g. } ^\circ\text{C}$$

**PT5. IPETAyM N° 65 Juan Antonio de Mena
Vicuña Mackenna, Córdoba.**

¡La prueba accidentada!

Durante las pruebas del auto armado por los alumnos de séptimo año, se dedicaron a medir datos técnicos de las prestaciones del auto, para ello realizaron algunas pruebas de velocidad. Observa con cuidado en este enunciado, que aunque parezcan pocos los datos que se tienen del auto, puedes ser capaz de encontrar muchas conclusiones importantes para la seguridad de los alumnos.

El auto tiene una masa de 910 kg y se está desplazando sobre una calle asfaltada a 28,3 m/s y de repente el piloto aplica una frenada brusca de aproximadamente $5,5 \text{ m/s}^2$, de valor absoluto, para no chocar con un automóvil que circulaba en el mismo sentido pero a menor velocidad que el nuestro. Los datos técnicos del motor que tiene el vehículo son su potencia de 180 cv y que además sabemos que recorre 100 m en 7 s. El auto de los alumnos era pilotado por uno de ellos, siendo la masa del piloto 49 kg.



- Encuentre el peso y realiza el diagrama de cuerpo libre del auto, mostrando todas las fuerzas actuantes.
- Calcule la distancia a la cual se detuvo por completo el auto.
- ¿Cuál será la fuerza que realiza el motor del vehículo? Encuentre el coeficiente dinámico de fricción entre los neumáticos del auto y el asfalto.
- ¿Qué trabajo realiza la fuerza de fricción sobre el vehículo?
- Utilizando el teorema del trabajo y la energía cinética, calcule la fuerza promedio que ejerce el cinturón de seguridad sobre el piloto del auto, cuando este se detuvo.

Datos:

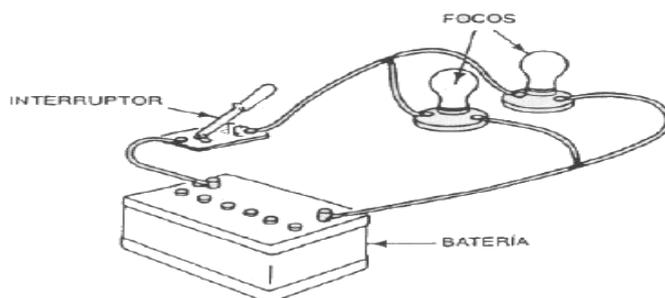
$$1 \text{ cv} = 745,7 \text{ W}$$

**PT6. IPETAyM N° 65 Juan Antonio de Mena
Vicuña Mackenna, Córdoba.**

La seguridad ante todo.

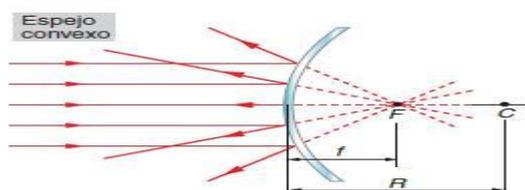
Una parte importante del auto es el sistema eléctrico, ya que sirve para alimentar el sistema de alumbrado, la bocina, los circuitos de encendido, de arranque y de carga (que sirve para mantener la batería siempre con la carga adecuada). Los circuitos en paralelo se utilizan en casi todos los componentes eléctricos automotrices, por ejemplo: las luces exteriores son todas controladas por el interruptor de los faros y están conectadas en paralelo. Si estuvieran conectadas en serie, y se fundiera un foco, ambos faros se apagarían debido al circuito abierto causado por el foco defectuoso. Esto no ocurre en un circuito en paralelo, si alguno de los focos está defectuoso la corriente fluye todavía a través de las otras resistencias (focos) como si nada hubiese pasado.

Supongamos para simplificar que el circuito de las luces delanteras de nuestro auto tiene la siguiente forma:



La batería del auto es de 12 V y las lámparas tienen una resistencia de $2,6 \Omega$ cada una. Como datos extras de los fabricantes, se conoce que las lámparas consumen 95 W (entre las dos) y que la batería puede proporcionar una energía equivalente a 150 A de corriente por 1h.

El auto está equipado con dos espejos retrovisores convexos, como se muestran en la figura, se sabe que el radio del espejo es de 20 cm y la imagen virtual que se forma está a 50 cm del espejo.



- Calcule la resistencia equivalente del circuito eléctrico de iluminación del vehículo.
- Averigüe la intensidad de corriente que atraviesa el circuito eléctrico.
- ¿Cuánto tiempo tardarán en agotarse los 12 V de la carga total de la batería del auto?
- ¿A qué distancia del espejo se localiza un alumno que se encuentra trabajando en el auto?

**PT7. ET N° 27 Hipólito Yrigoyen
Ciudad de Buenos Aires.**

En las profundidades del océano.

Para obtener datos del fondo del mar, se utiliza una sonda de forma esférica. Su volumen es de $5,045 \text{ m}^3$ y tiene una masa de 5150 kg.

Se quiere investigar una fosa marina de 2,5 km de profundidad. La temperatura en la superficie es de 20°C y desciende 1°C cada 180 m de profundidad. Además, la densidad del agua de mar en la superficie es de 1020 kg/m^3 y su coeficiente de dilatación volumétrica es $1,202 \times 10^{-4} \text{ } 1/^\circ\text{C}$. (Se supone que la sonda no se dilata).

- Calcular la aceleración de la sonda en la superficie, cuando se la coloca totalmente sumergida en el agua.
- Calcular la densidad del agua de mar en el fondo de la fosa.
- ¿Hasta qué profundidad puede descender la sonda?
- ¿Qué volumen de agua deberá ingresar para llegar al fondo de la fosa?

**PT8. ET N° 27 Hipólito Yrigoyen
Ciudad de Buenos Aires.**

Acerca del movimiento de un electrón.

Un electrón ingresa en una zona (punto A), con una velocidad vertical cuyo módulo es $V_A = 1 \times 10^7$ m/s, donde existe un campo magnético uniforme **B** entrante al plano del dibujo. Al salir de esa zona (punto C) su velocidad es horizontal. Despreciando el campo gravitatorio, determinar:

- a) La ubicación del punto C (calcular x e y)

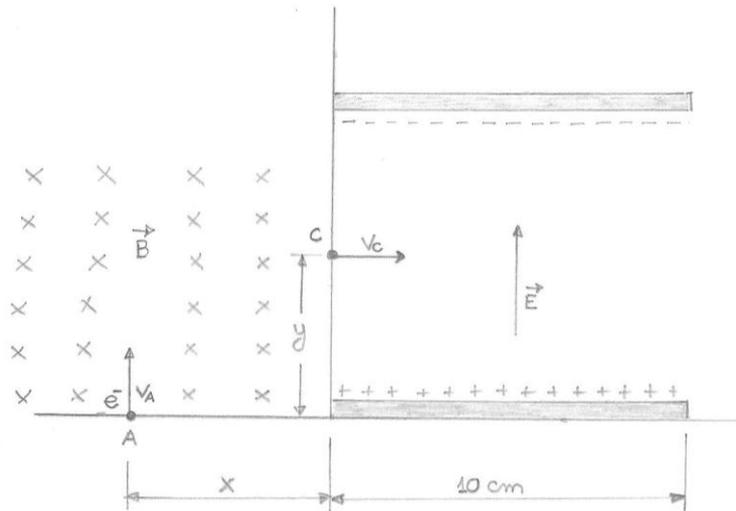
Inmediatamente pasa a otra región donde hay un campo eléctrico uniforme **E**, creado por dos placas conductoras, cada una de longitud 10 cm

- b) ¿Cuánto tiempo necesita el electrón para desplazarse desde C hasta salir de esta región?
c) Calcular la desviación transversal del electrón al atravesar el espacio entre las placas
d) Calcular el ángulo que forma respecto a la horizontal, al salir de esta región.

Datos: Relación carga-masa del electrón = $-1,76 \times 10^{11}$ C/kg.

Intensidad del campo magnético **B** = $1,13 \times 10^{-3}$ T

Intensidad del campo eléctrico entre las placas: $E = 2 \times 10^3$ N/C



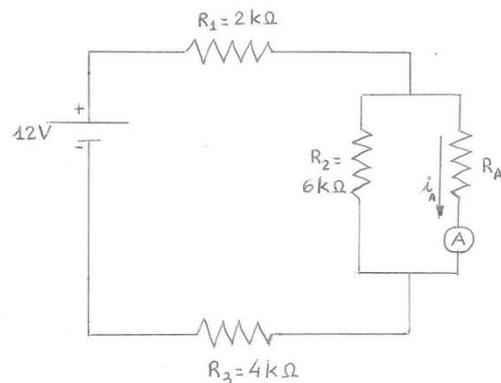
**PT9. ET N° 27 Hipólito Yrigoyen
Ciudad de Buenos Aires.**

¡¡Uno de circuitos!!

En el circuito de la figura, el amperímetro indica una corriente de 1 mA. Determinar:

- a) El valor de la resistencia R_A .
b) El valor de la corriente que circula por la fuente.
c) El valor de la resistencia equivalente R_e que disipa la misma energía por unidad de tiempo que las cuatro resistencias del circuito.

La cantidad de calor por unidad de tiempo generada en R_A .



PT10. IPET N° 266 General Savio
Río Tercero, Córdoba.

Un pequeño avión de 760 kg de masa requiere 120 m de pista para despegar por sí mismo. (120m es el desplazamiento horizontal del avión justo antes de separarse de la pista, no la longitud total de la pista).

Como un modelo simplificado, ignore la fricción y la fuerza de resistencia al avance y suponga que el motor del avión ejerce, una fuerza constante hacia adelante sobre el avión. Si el avión remolca un planeador cuya masa es de 330 kg,

- Dibuje un diagrama de cuerpo aislado para cada cuerpo.
- ¿qué distancia horizontal necesitará ahora recorrer sobre la pista para poder despegar?
- Considerando que la rapidez del avión justo antes de elevarse es 28 m/s (rapidez necesaria para poder despegar). Calcule la tensión en el cable con el cual remolca el planeador a lo largo de la pista.

PT11. IPET N° 266 General Savio
Río Tercero, Córdoba.

Un protón se mueve en una órbita circular de 14 cm de radio en un campo magnético uniforme de 0,35 T perpendicular a la velocidad del protón.

- Determine la rapidez lineal del protón.
- Si fuese un electrón que se mueve perpendicular al mismo campo magnético a esa misma rapidez lineal, ¿cuál sería el radio de su órbita?

PT12. IPET N° 266 General Savio
Río Tercero, Córdoba.

El aire a 20 °C en el cilindro de un motor diésel se comprime desde una presión inicial de 1 atm y volumen de 800 cm³ hasta un volumen de 60 cm³. Suponga que el aire se comprime adiabáticamente como un gas ideal con $\gamma = 1,4$.

- Dibuje un esquema que represente la situación planteada.
- Calcule la presión final a la que se encontrará el aire.

Calcule la temperatura final del aire.

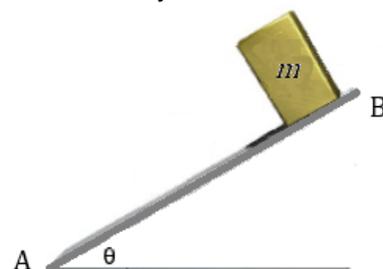
PT13. Colegio Nacional Dr. Arturo U. Illia
Instituto Albert Einstein - Colegio Mar del Plata
Mar del Plata, Buenos Aires.

Un bloque desde el reposo, desliza y a veces vuelca.

Un bloque rectangular homogéneo de 750 g de masa, 50 cm de altura y 20 cm de ancho, descansa sobre una tabla AB.

Si se eleva lentamente el extremo B de la tabla, tal como se muestra en la figura, al llegar a $\theta = 17^\circ$ el bloque comienza a deslizar hacia abajo y alcanzará, en ese instante, una altura de 2 m respecto del piso.

Se sabe que la relación entre el coeficiente de roce cinético y estático entre la tabla y el bloque es $\mu_c / \mu_e = 0,8$.



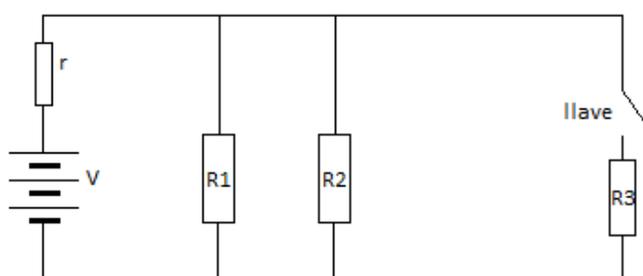
- Realice un diagrama de cuerpo aislado para el instante que alcanza un ángulo de 17° la tabla y un momento después.
- Calcular el coeficiente de roce estático entre el bloque y la tabla.

- c) Calcular el trabajo de la fuerza peso hasta la base del plano.
- d) ¿Qué velocidad alcanza el bloque en la base del plano?
- e) ¿Cuánta energía se perdió en calor en este movimiento?
- f) Si se reemplaza la tabla AB por otra cuyo coeficiente de roce estático es 0,5, y se ubica el bloque en su posición inicial, al incrementarse el ángulo, en un momento dado el bloque vuelca ¿Qué ángulo respecto a la horizontal alcanzó la tabla antes de volcar?

**PT14. Colegio Nacional Dr. Arturo U. Illia
 Instituto Albert Einstein - Colegio Mar del Plata
 Mar del Plata, Buenos Aires.**

En la casa de campo.

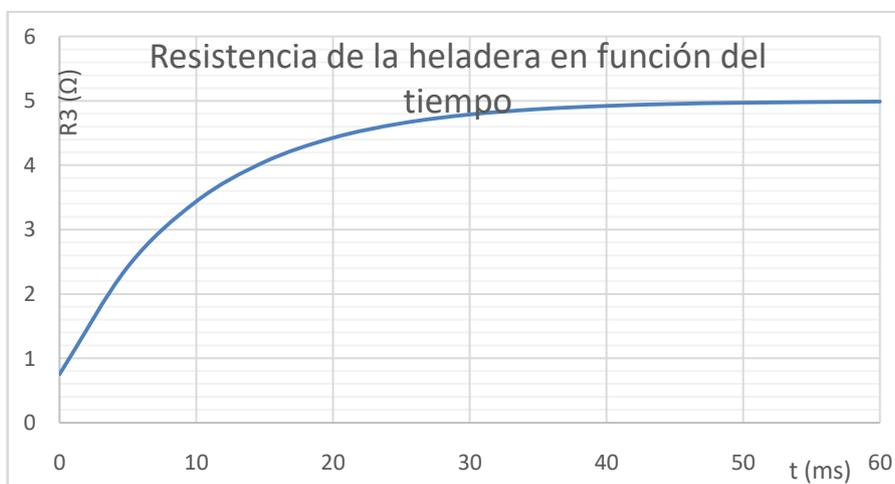
En una casa de campo se dispone de una batería con tensión $V=24V$ como fuente de alimentación. La misma se utiliza para alimentar dos focos ($R1$ y $R2$) de 8Ω y una pequeña heladera ($R3$). El diagrama del circuito se muestra en la figura.



La batería es una fuente real, por lo cual tiene naturalmente ciertas pérdidas, las mismas pueden representarse como una resistencia pequeña $r=0,25 \Omega$ en serie con la batería.

- a) En la situación de la figura, con la llave abierta (heladera desconectada), diga la corrientes que circula por la batería y por cada foco. Calcule además la potencia que se disipa en cada foco.
- b) Si los cables de la instalación resisten una corriente máxima de 20 A ¿cuál sería la mínima resistencia que puede tener la heladera para que al conectarla no se quemen los cables?

En realidad la heladera es una resistencia particular. Al conectarla a la línea, durante unos breves instantes toma un valor muy bajo, con lo cual la corriente que circula por ella es grande. Luego de un cierto tiempo su resistencia se eleva hasta quedar constante. Para la heladera de la figura la resistencia en función del tiempo puede modelarse como se indica en la figura.



- c) Al conectarse la heladera, debido a la gran corriente, se produce un parpadeo en las luces (como si se apagaron durante unos pocos milisegundos). Calcule la caída de tensión en los focos durante ese instante y explique por qué motivo se observa el parpadeo.
- d) Calcule la potencia que disipa la heladera una vez que ha pasado un tiempo largo desde que está conectada.
- e) Aunque la corriente que circula por los cables es más de 20 A al conectar la heladera (ver inciso (b)) los cables no se queman. Explique por qué ocurre esto.

**PT15. Colegio Nacional Dr. Arturo U. Illia
Instituto Albert Einstein - Colegio Mar del Plata
Mar del Plata, Buenos Aires.**

Los problemas del Nitrógeno y la temperatura.

El nitrógeno, es el principal componente del aire en la atmósfera. A presión atmosférica tiene un punto de ebullición sumamente bajo (77 K), por lo cual es usual encontrarlo en estado gaseoso. Sin embargo, el nitrógeno líquido tiene una gran diversidad de aplicaciones y puede obtenerse en una veterinaria o una química. Uno de los problemas del nitrógeno líquido es la dificultad para transportarlo y almacenarlo, por encontrarse a temperaturas tan bajas.

- a) Considere un termo bien aislado que se encuentra a 20°C inicialmente. La parte interna del termo (la que contacta directamente con el nitrógeno) consta de una pared fina de acero de 300 gramos aproximadamente, el calor específico del acero es 1,46 J/gK. Si se vierte nitrógeno líquido a 77K en el termo calcule cuánto se evapora para que la pared de acero se enfríe hasta el equilibrio. El calor de vaporización del nitrógeno líquido es 199 J/g.

La transferencia de calor del termo con el ambiente es esencialmente por conducción, la potencia (calor por unidad de tiempo) puede calcularse de la siguiente manera:

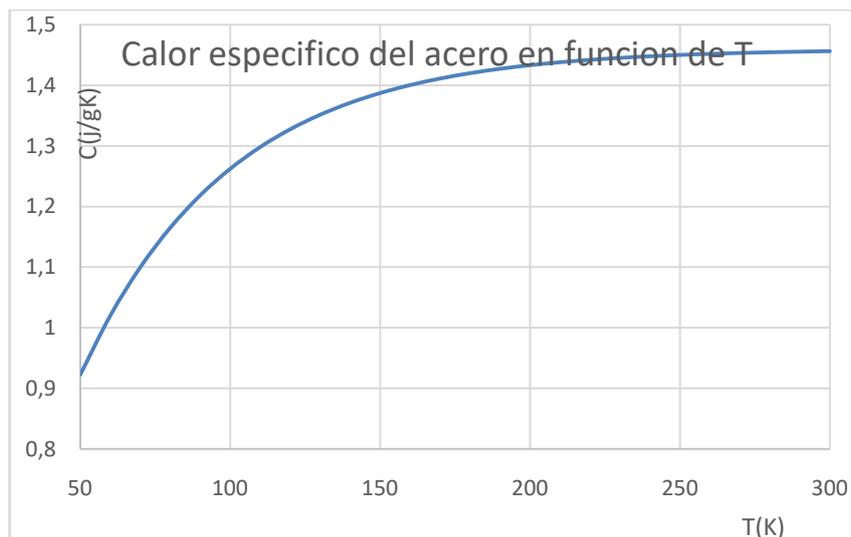
$$P = \frac{A k}{e} (T - T_a)$$

Donde P es la potencia, e el espesor del aislante del termo de conductividad térmica k, A el área de transferencia de calor, T la temperatura interna del termo y T_a la temperatura ambiente.

- b) El termo utilizado es esencialmente un cilindro de 10 cm de diámetro y 25 cm de alto. El espesor de aislante es de 1.5 cm y su conductividad térmica es 0,003 W/mK. Si se coloca dentro de este 1 kg de nitrógeno líquido ¿cuánto demorará en evaporarse todo? Considere la temperatura del ambiente 20°C.

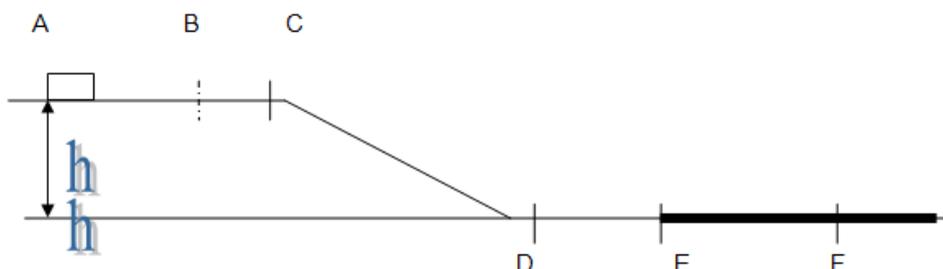
La construcción del termo es sumamente complicada puesto que debe resistir un brusco cambio de temperatura. Uno de los problemas es la contracción del acero. El coeficiente de expansión lineal del mismo es $1.7 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$.

- c) Diga cuánto disminuye el volumen del termo al colocarle adentro el nitrógeno líquido.
- d) En realidad el calor específico del acero no es un valor constante, sino que cambia con la temperatura. El gráfico a continuación muestra esta variación. En base a esta información diga si la respuesta correcta del inciso (a) es mayor, menor o igual a la calculada anteriormente. Justifique cualitativamente.



**PT16. Colegio Juan Humberto Morán
Eduardo Castex, La Pampa.**

En una pista sin fricción, Carlos empuja con una fuerza de 200 Newtons a Roberto que esta sentado sobre un carro y tiene una masa de 50 kg partiendo del reposo durante 3 segundos, recorriendo una distancia A-B, luego lo suelta y sigue el movimiento hasta C donde cae por una rampa. Llegando finalmente al punto E que encuentra una superficie rugosa con coeficiente de fricción de $\mu = 0.35$ que lo termina deteniendo en el punto F. Datos: $h = 3$ m. (Usar $g = 10$ m/s²).



Calcular:

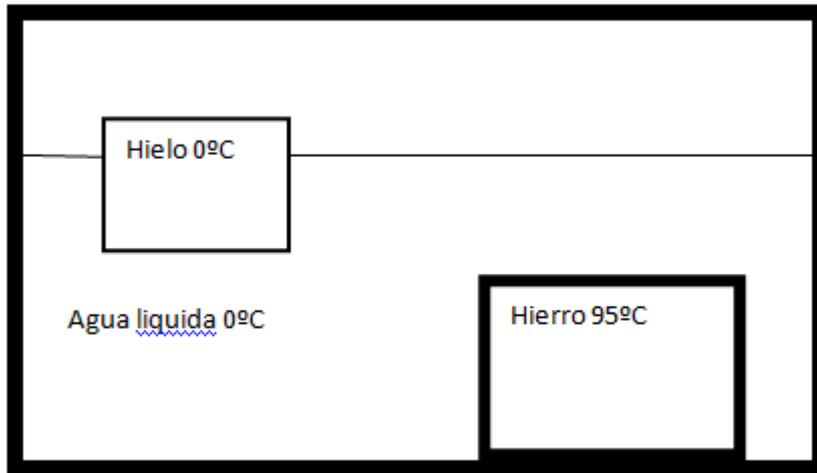
- Velocidad en B.
- distancia A-B.
- Energía Mecánica en C.
- Velocidad en D.
- Distancia E-F.

**PT17. Colegio Juan Humberto Morán
Eduardo Castex, La Pampa.**

En un calorímetro hay 350 cc agua líquida junto con 120 grs de hielo ambos a cero grado C°.

Se colocan 1,8 Kgrs de hierro a una temperatura inicial de $T_{ih} = 95$ C°. Sacar de la tablas los coeficientes.

- Calcular si se logra fundir el hielo completamente.
- En caso positivo determinar la temperatura de equilibrio final de la mezcla.



**PT18. Colegio Juan Humberto Morán
Eduardo Castex, La Pampa.**

Un tanque de agua cilíndrico vacío, se va llenando con un caudal $Q = 0.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$ constante.

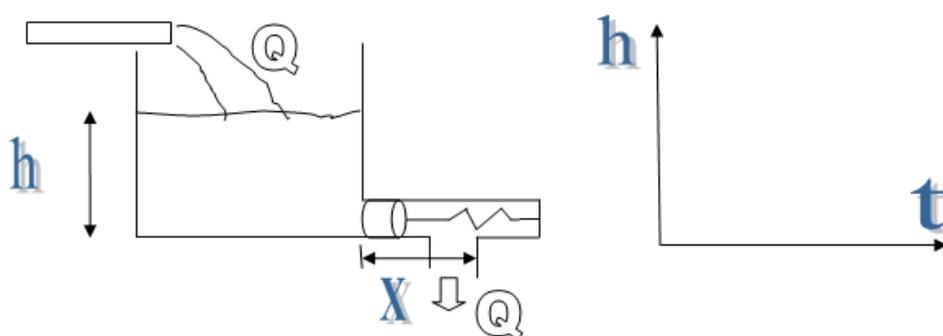
En el fondo tiene un cilindro con un pistón sostenido por un resorte de constante $K = 2000 \text{ N/m.}$

A medida que aumenta la altura h del agua el mismo retrocede por presión hasta llegar a un tubo vertical

de descarga a $x = 10 \text{ cm}$ de distancia, que al abrirse eroga un caudal también Q . Calcular:

- Para que altura h comienza la descarga
- El tiempo que tarda en hacerlo.
- Graficar h en función de t desde $t=0$ antes de abrirse el tubo y después de la apertura
- Cual será el radio del tubo de descarga para mantener h constante?

Datos: radio de pistón $r = 0.05 \text{ m}$, radio del tanque $R_t = 1.2 \text{ m}$ peso específico del agua $\rho = 10000 \text{ N/m}^3$.



**PT19. Escuela PreUniversitaria Fray Mamerto Esquiú
ENET N° 1 Prof. Vicente Aguilera - Colegio del Carmen y San José
Secundaria N° 3 Gustavo G. Levene - Colegio Padre Ramón de la Quintana
Instituto Pía Didoménico - Instituto Superior FASTA Catamarca
Instituto Privado Enrique G. Hood - Escuela Munic. N° 1 Fray Mamerto Esquiú
San Fernando del Valle, Catamarca.**

En el marco de la Semana de la Ciencia organizada por la *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNCA*, Ud. y sus compañeros de clases son invitados al laboratorio de

Física a realizar un experimento de dilatación térmica. Al ingresar, Ud. observa que el termómetro que indica la temperatura del laboratorio marca 68°F y el termómetro que indica la temperatura del horno que se utilizará en la experiencia marca 788°F (considere que el horno está perfectamente aislado y no transmite calor al ambiente). Ud. observa también que en unas de las paredes del laboratorio hay un panel de tablas de valores y formulas varias, entre las cuales se hallan las siguientes:

Coefficiente de dilatación lineal

Sustancia	$\alpha(^{\circ}\text{C}^{-1})$
Aluminio	23×10^{-6}
Cobre	17×10^{-6}
Invar	0.7×10^{-6}
Vidrio Común	9×10^{-6}
Cinc	25×10^{-6}
Vidrio Pyrex	3.2×10^{-6}
Tungsteno	4×10^{-6}
Plomo	29×10^{-6}
Silicio	0.4×10^{-6}
Acero	11×10^{-6}
Diamante	0.9×10^{-6}

Tabla N° 1

Tabla de densidades (a 20°C)

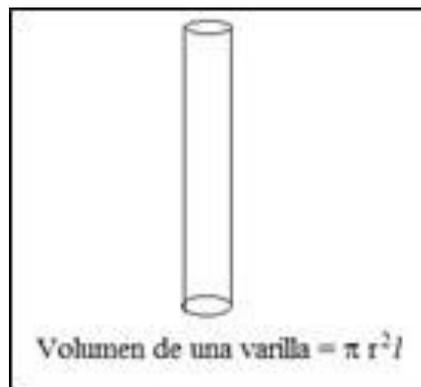
Sustancia ó Material	densidad (gr/cm^3)
Aire	0.0012
Etanol	0.81
Benceno	0.90
Hielo	0.92
Agua	1.0
Agua de mar	1.03
Sangre	1.06
Glicerina	1.26
Hormigón	2
Aluminio	2.7
Hierro, Acero	7.8
Latón	8.6
Cobre	8.9
Plata	10.5
Plomo	11.3
Mercurio	13.6
Oro	19.3
Platino	21.4

Tabla N°2

El experimento consiste en observar cuánto se dilata una varilla (de material hasta ahora desconocido) sometida a un cambio de temperatura, y para ello deberá medir su longitud a dos temperaturas diferentes. Ud. toma un alambre (varilla) de los que tienen disponibles para la experiencia, mide 1,5000 m de longitud y 3mm de diámetro antes de ingresar al horno y 1,5175m de longitud después de haber alcanzado la temperatura del mismo.

a) ¿Cuál es el cambio de la longitud del alambre? Exprese su resultado en cm.

- b) Exprese las lecturas de los termómetros en °C. ¿En cuántos °C se ha elevado la temperatura del alambre?
- c) Calcule el coeficiente de dilatación lineal del alambre y demuestre que está fabricado de plomo. Use la TABLA N° 1 para justificar su respuesta.
- d) ¿Qué volumen tiene el alambre antes de ingresar al horno? Exprese su resultado en cm^3 .
- e) Determine la masa de la varilla. Obtenga de la TABLA N° 2 el dato necesario.
- f) Suponiendo que el diámetro del alambre no ha cambiado sustancialmente su valor al alcanzar la temperatura del horno, calcule el volumen de la varilla a la temperatura del horno.
- g) ¿Cuál es la densidad del alambre a la temperatura del horno?



PT20. Escuela PreUniversitaria Fray Mamerto Esquiú
ENET N° 1 Prof. Vicente Aguilera - Colegio del Carmen y San José
Secundaria N° 3 Gustavo G. Levene - Colegio Padre Ramón de la Quintana
Instituto Pía Didoménico - Instituto Superior FASTA Catamarca
Instituto Privado Enrique G. Hood - Escuela Munic. N° 1 Fray Mamerto Esquiú
San Fernando del Valle, Catamarca.

Frente a un semáforo en rojo, un automóvil (A1) está detenido sobre el carril derecho de una calle despejada de una sola mano. En el momento de cambio de rojo a verde el automóvil se pone en marcha con una aceleración de $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Cinco segundos después, es alcanzado por un segundo automóvil (A2) que venía circulando por el carril izquierdo a velocidad constante igual a $36 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Responda las siguientes preguntas suponiendo que la calle estará libre de obstáculos en todo momento y que la aceleración de (A1) y la velocidad de (A2) se mantienen constantes a lo largo de su trayecto.

- a) Escriba la ecuación horaria $x_1=f(t)$ del auto (A1), usando unidades de $x=[\text{m}]$ y $t=[\text{s}]$.
- b) ¿En qué posición se encuentran los automóviles? Exprese en $[\text{m}]$.
- c) Calcule la posición (en unidades de $[\text{m}]$) del auto (A2) en el instante en el que el auto (A1) comienza su movimiento.
- d) Escriba la ecuación horaria $x_2=f(t)$ de (A2), usando unidades de $x=[\text{m}]$ y $t=[\text{s}]$.
- e) Represente gráficamente las ecuaciones horarias de ambos automóviles en un mismo par de ejes.
- f) ¿Cuál de los dos automóviles llegará primero a la posición 75m ? Resuelva analíticamente.
- g) ¿En qué instante y posición se vuelven a encontrar los automóviles? Resuelva analíticamente.

PT21. Escuela PreUniversitaria Fray Mamerto Esquiú
ENET N° 1 Prof. Vicente Aguilera - Colegio del Carmen y San José
Secundaria N° 3 Gustavo G. Levene - Colegio Padre Ramón de la Quintana
Instituto Pía Didoménico - Instituto Superior FASTA Catamarca
Instituto Privado Enrique G. Hood - Escuela Munic. N° 1 Fray Mamerto Esquiú
San Fernando del Valle, Catamarca.

En la planta de empaque de una fábrica de muebles se cuenta con una rampa que permite elevar los paquetes de muebles necesarios hacia un entrepiso elevado a 3m . La rampa está construida con los mismos principios de una máquina de correr, un motor hace girar una cinta transportadora de caucho. Las dimensiones de la rampa y la

disposición de la cinta y el motor se muestran en la Figura (1). Se busca recubrir los paquetes con el material adecuado de manera que los mismos no resbalen hacia abajo al ser elevados. Use $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.



Figura (1)

- a) Suponga que el motor está apagado de manera que la cinta transportadora esté en reposo y que un bloque descansa sobre la rampa. Construya un diagrama de cuerpo libre y establezca las ecuaciones válidas en este problema. Luego, elija uno de los siguientes materiales para recubrir el bloque y así evitar un deslizamiento hacia abajo: lona, concreto, madera.

Coefficientes de rozamiento estático:

- caucho – lona = 0,5
- caucho – madera = 0,75
- caucho – concreto = 0,9

- b) Calcule el trabajo que debe realizarse en contra de la gravedad a fin de elevar hasta el entre piso bloques de 7,5 kg, de 37,5 kg y de 112,5 kg.
- c) Si el tiempo previsto para que un bloque de cualquier masa ascienda hasta el entre piso está establecido en 5 (cinco) segundos, determine la potencia a la que deberá trabajar el motor en cada uno de los casos del inciso b.
- d) El circuito de alimentación del motor que mueve la cinta transportadora cuenta con una fuente de voltaje continua de 15 V y la corriente máxima de trabajo del motor es de 50 A. ¿Será necesario desarmar alguno de los paquetes del inciso b. a fin de no dañar el motor?
- e) Establezca los valores de la corriente mínima necesaria para trasladar por la rampa hacia el entre piso cada uno de los bloques del inciso b. (de a uno por vez), suponiendo que la fuente de alimentación permanece fija siempre en 15 V.
- f) Ernesto, el encargado del funcionamiento de la rampa, bien podría mantener la corriente de trabajo del motor en 50 A, sin importarle el peso de los bloques de muebles que debe llevar al entre piso. Sin embargo, Ernesto quiere que el motor funcione sin derroche de energía y para ello se propone conectar en el circuito de alimentación las resistencias que sean necesarias entre la fuente de alimentación y el motor para limitar el paso de la corriente hacia el mismo. Indique el valor de la resistencia necesaria para cada uno de los casos del inciso e. Si Ernesto cuenta con una gran cantidad de resistencias, todas ellas de 2Ω , establezca el número y el tipo de conexión de las resistencias necesario. Use la Figura (2) para esquematizar cada uno de los circuitos.

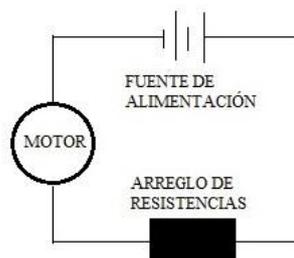
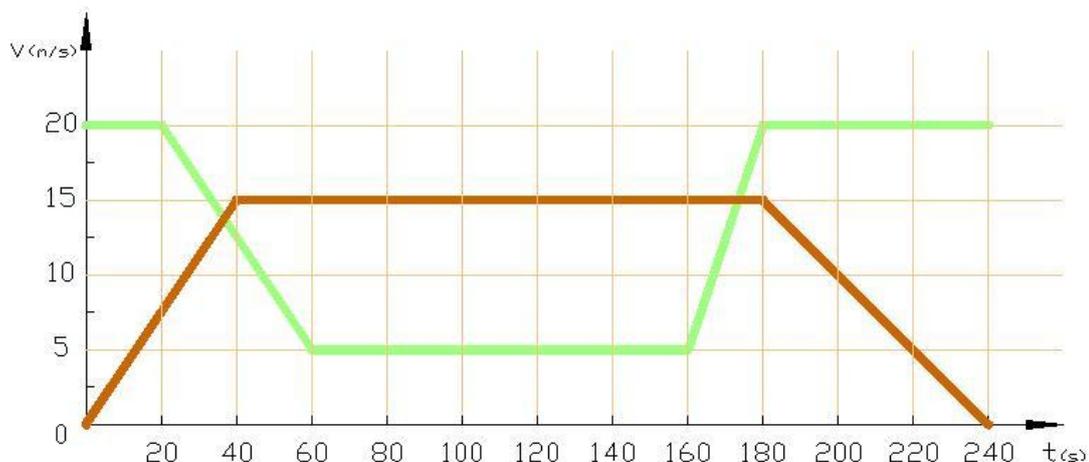


Figura (2)

**PT22. Escuela Técnica N° 9 Luis A. Huergo
Ciudad de Buenos Aires.**

Se tiene el siguiente gráfico de $v(t)$ para dos móviles que parten de la misma posición y recorren el mismo camino.

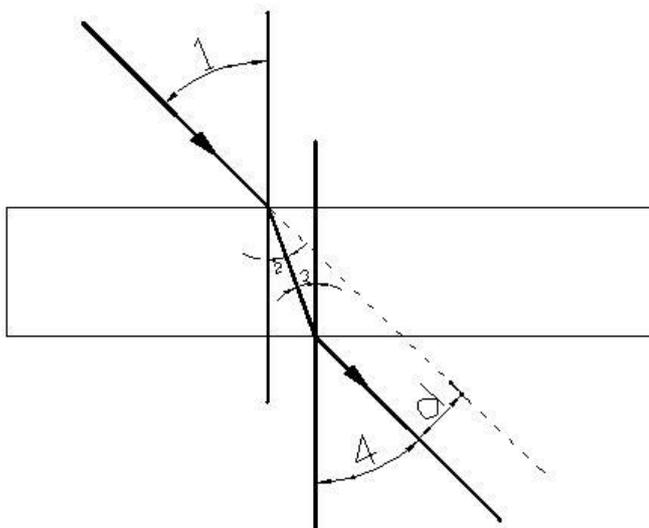


Se solicita,

- Calcular el desplazamiento de a tramos y total de ambos móviles.
- Calcular la velocidad media de cada móvil.
- Encontrar las ecuaciones de $v(t)$ para el movimiento de cada cuerpo.
- Encontrar las ecuaciones de $x(t)$ para el movimiento de cada cuerpo.
- Calcular cada posición de encuentro de los móviles.

**PT23. Escuela Técnica N° 9 Luis A. Huergo
Ciudad de Buenos Aires.**

Una lámina de caras plano paralelas de índice de refracción $n_2 > 1$ se encuentra rodeada por aire, de $n_1 = 1$.



Se solicita:

- Efectuar un gráfico similar al representado en la figura, indicando nombres de los ángulos, construcciones auxiliares, y demás detalles relativos a la resolución del problema.

- b) Si se conocen los índices de refracción n_1 y n_2 , obtener la expresión para calcular el ángulo con el cual emerge el rayo de la última cara. Especificar, en caso de ser necesario, la existencia de otras variables o características utilizadas.
- c) Con similares consideraciones que en b), calcular el desplazamiento del rayo emergente respecto de la trayectoria del rayo primitivo.
- d) Efectuar el gráfico pedido en a) si el índice de refracción del medio que rodea la lamina fuera $n_1 > n_2$.

**PT24. Escuela Técnica N° 9 Luis A. Huergo
Ciudad de Buenos Aires.**

Un resorte se deforma 5 cm al colgarse de él un cuerpo de masa = 2 kg. El cuerpo, colgando del resorte anterior, se apoya sobre un resorte de $k = 300 \text{ N/m}$, que se encuentra vertical en el fondo de un recipiente vacío. La elongación del resorte del que cuelga la masa es en este caso 3 cm. Luego se llena el recipiente con agua, quedando el cuerpo sumergido. Se observa que en este caso los resortes se deforman, respecto de su longitud natural, 2 cm el inferior y 0,5 cm el superior. Se sabe que el cuerpo está compuesto de dos sustancias de densidades $\delta_1 = 1,2 \text{ g/cm}^3$ y $\delta_2 = 1,8 \text{ g/cm}^3$.

- a) Calcular la constante elástica del resorte que sostiene la masa.
- b) Calcular la deformación del resorte inferior al serle apoyada la masa.
- c) Calcular la densidad del cuerpo sumergido.
- d) Calcular que porcentaje de masa aporta cada sustancia.

**PT25. Colegio Hermano Hermas de Bruijn - Colegio San Francisco de Asís
ET N° 3 Ing. Santiago Maradona - Instituto de Enseñanza San Jorge
Ciudad de Santiago del Estero.**

Un niño está debajo de un naranjo y en un determinado momento arroja una piedra a una naranja que está en la rama del naranjo. La piedra sale con una velocidad de 5 m/s en una dirección que forma un ángulo de 37° respecto del suelo. En el mismo instante que arrojó la piedra, la naranja se desprendió del árbol y luego de 0,3 segundos la piedra impactó con la naranja.

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

- a) Esquematice la situación planteada. (Desprecie la altura del niño)
- b) Determine la velocidad de la naranja al momento del impacto.
- c) ¿Cuáles son las coordenadas del punto de encuentro de la piedra y la naranja?
- d) ¿Desde qué altura cayó la naranja?
- e) Si la piedra no hubiera impactado en la naranja, ¿a qué distancia del niño hubiera caído la piedra sobre el suelo?
- f) Realice las graficas de velocidad $v(x)$ y $v(y)$ de la piedra.

**PT26. Colegio Hermano Hermas de Bruijn - Colegio San Francisco de Asís
ET N° 3 Ing. Santiago Maradona - Instituto de Enseñanza San Jorge
Ciudad de Santiago del Estero.**

En la sucursal del BSE de la calle Olaechea dejó de funcionar un cajero automático. La empresa responsable fue a reemplazarlo por uno nuevo. El nuevo cajero está embalado en una caja de madera sin ruedas que tiene un peso de 1500 N. Los técnicos decidieron arrastrar la caja por la rampa de discapacitados ejerciendo una fuerza paralela a la superficie de la rampa. La rampa forma un ángulo de 30° con la horizontal. De acuerdo a la situación planteada, y teniendo en cuenta que las superficies no son rugosas, responda:

- El diagrama de cuerpo libre de la caja que contiene el cajero automático.
- ¿Qué fuerza ejercieron los técnicos sobre la caja, si lograron desplazarla con una aceleración de 20 m/s^2 hasta llegar al extremo superior de la rampa.
- Si realizaron un trabajo de 15000 Nm , desde la base hasta el final de la rampa, ¿qué longitud tiene la rampa?
- ¿Cuál es la energía potencial de la caja en el extremo superior de la rampa?
- En una maniobra desafortunada, el cajero se libera de los técnicos que lo soportan y se desliza por la rampa hasta llegar al suelo. En el instante que llega al final de la rampa (suelo), ¿qué velocidad tenía la caja?
- Haciendo la misma fuerza, ¿hubieran logrado subir el cajero automático si la rampa tenía pegada una goma en su superficie?

Coeficiente de roce estático madera-goma = $0,80$

Coeficiente de roce cinético madera-goma = $0,60$

**PT27. Colegio Hermano Hermas de Bruijn - Colegio San Francisco de Asís
ET N° 3 Ing. Santiago Maradona - Instituto de Enseñanza San Jorge
Ciudad de Santiago del Estero.**

Un día de verano en Santiago del Estero, Alejandro tiene sed y se sirve un vaso de agua de la canilla ($V_{\text{agua}}=250 \text{ cm}^3$). Al tomar el agua detecta que su temperatura es igual a la del ambiente, es decir 40° . En ese momento se dirige a la heladera y extrae un cubito de hielo ($V=12 \text{ cm}^3$) del freezer que está a -4°C . Lo coloca en vaso y luego de un momento Alejandro disfruta del vaso de agua, aplacando el calor intenso de la siesta santiagueña.

De acuerdo a lo ocurrido, responda:

- ¿Qué cantidad de calor absorbió el cubito de hielo para llegar a 0°C ?
- ¿Cuántas calorías debe quitársele al agua para que su temperatura descienda 1°C ?
- ¿El hielo se funde completamente?, ¿Por qué?
- ¿Cuál es la temperatura final que alcanza la mezcla de agua con el cubito de hielo?
- ¿Qué hubiera ocurrido si se hubiesen colocado 2 cubitos en lugar de 1?

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 cal/g

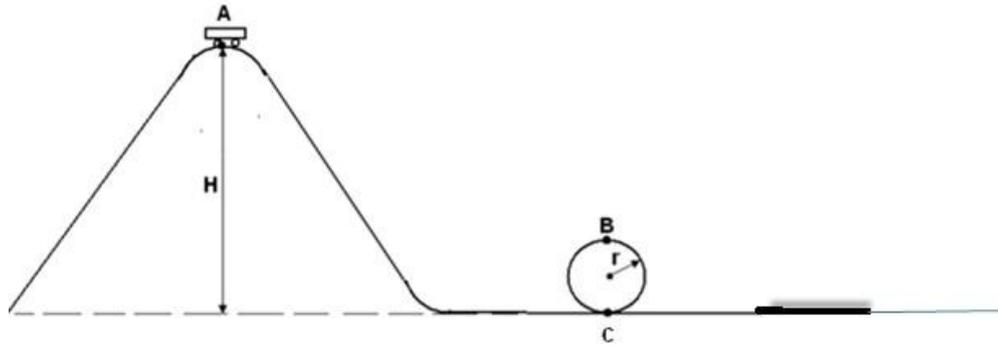
Densidad del Agua: 1 g/cm^3

Densidad del Hielo: $0,92 \text{ g/cm}^3$

Nota: Idealmente ninguno de los elementos intercambia calor con el medio que lo rodea. Desprecie la masa del vaso.

**PT28. Escuela Normal Juan P. Pringles
Ciudad de San Luis.**

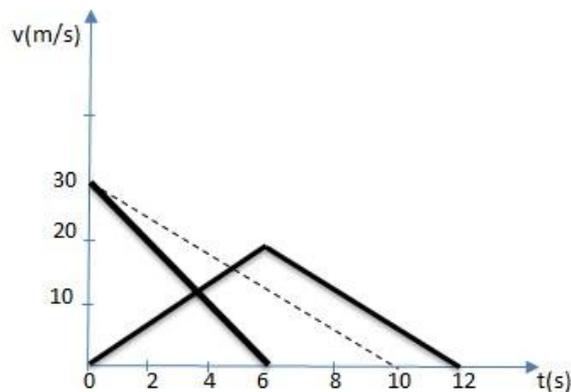
En el día del niño le regalaron a tu hermanito una mini montaña rusa de juguete, luego de armarla y probarla te resultó más interesante el juguete a ti que a tu hermanito y empezaste a tomar mediciones de lo cual resultó que el carrito de la montaña rusa tiene una masa de $1,5 \text{ kg}$, el punto A se encuentra a una altura de 1 m por encima del punto más bajo de la pista. Luego de pasar por el punto A el carrito se desliza cuesta abajo y sigue la pista alrededor de un bucle con un radio de 25 cm , en todo este tramo la fricción es despreciable pero el carrito continúa su recorrido pasando por una zona en donde la superficie tiene fricción y cubre unos 50 cm y encuentra por internet que el coeficiente de fricción entre las dos superficies en contacto es de $0,22$.



- ¿Cuánto trabajo se necesita para que el carrito alcance el punto A?
- Calcule la rapidez del carro en el punto C.
- Dibuje y describa las fuerzas que actúan sobre el carro cuando se encuentra en el punto C.
- Calcule la velocidad del carrito en el punto B.
- Dibuje y describa las fuerzas que actúan sobre el carrito cuando se encuentra invertido en el punto B.
- Cuando el carrito pasa por la zona de fricción, ¿Cómo le afecta a su movimiento? ¿Qué fuerza neta experimenta? ¿Logra superar la zona de fricción el carrito? y si es así, ¿Con qué velocidad continúa después?

**PT29. Escuela Normal Juan P. Pringles
Ciudad de San Luis.**

Los movimientos de tres autos A, B y C, en una calle, están representados en el diagrama $v(t)$ de la figura de este problema. En el instante $t=0$, los tres coches se hallan uno al lado del otro, a una distancia de 140 m de una señal que dice que “No hay paso”.



Móvil A

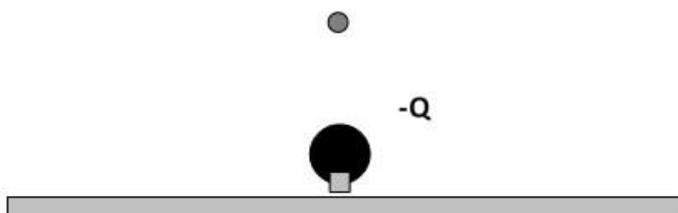
Móvil B

Móvil C

- Describa el movimiento de cada auto Y compare.
- Empleando el gráfico, verifique si alguno de ellos rebasó la señal.
- Calcula a partir del gráfico la aceleración que experimenta cada móvil.
- Escribe la ecuación de movimiento de cada móvil.
- Realiza los gráficos de posición versus tiempo de cada móvil en el mismo eje de coordenadas.

**PT30. Escuela Normal Juan P. Pringles
Ciudad de San Luis.**

En una de las clases de Física los llevan al Laboratorio de Física de la Universidad Nacional de San Luis en donde los profesores han armado un experimento de electrostática. Se puede observar una esfera metálica apoyada en la mesada de trabajo, la misma contiene una carga en exceso de $-6 \mu\text{C}$ y se encuentra aislada, pero lo que más llama la atención es que una gota de aceite de 6gr levita por encima de la esfera y la misma no se apoya sobre nada ni tiene cuerdas que la sostengan, como se muestra en la imagen de este problema.



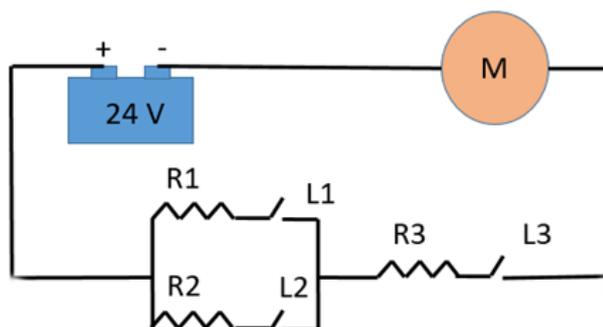
Le proponen:

- Explicar lo que sucede con la gota a partir de los pocos datos que le dieron. Si es necesario hacer el diagrama de cuerpo libre de la gota. Y deducir ¿Cuál es el signo de la carga de la gota?
- Medir la distancia a la que se encuentra levitando la gota respecto del centro de la esfera (les da 15cm) y encontrar la magnitud de la carga de la gota.
- Le proponen que deduzca que pasaría si duplicamos la carga en la gota ¿Cuál será su aceleración inicial? Justifique.
- Si se cambia la carga de a esfera por una del mismo valor pero con signo positivo ¿Qué es lo que cambia? Justifique

**PT31. EPET N° 4 OEA
Puerto Iguazú, Misiones.**

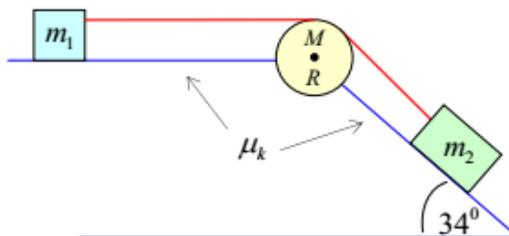
A continuación, se muestra el circuito de la caja de cambios de un auto eléctrico. La misma permite obtener 3 marchas hacia adelante. Mediante un ensayo se determinó que cuando el motor gira a 1500 rpm, consume 52,5 A (considere una relación lineal entre la velocidad de giro del motor y la corriente eléctrica que por él circula). Se le pide que:

- Seleccione las resistencias e indique las llaves que deben cerrarse o quedar abiertas para que el motor gire a 500, 788.2 y 1000 rpm. Las resistencias disponibles son $0,37 \Omega$, $0,5 \Omega$ y 2Ω . Considere al motor como ideal.
- ¿Cómo haría para el motor gire al revés?
- ¿Cuál es la corriente máxima que debe entregar la batería y la potencia máxima que disipan las resistencias por efecto Joule?



PT32. EPET N° 4 OEA
Puerto Iguazú, Misiones.

El sistema mostrado en la figura está formado por dos bloques de masas $m_1=12$ kg y $m_2=38$ kg que se mueven hacia la derecha. Los bloques están unidos por una cuerda ideal que pasa por una polea de masa $M=146$ kg y radio $R=0,7$ m. Un bloque se mueve sobre un plano inclinado y el coeficiente de fricción en todas las superficies vale $\mu_k=0,17$.



Calcular:

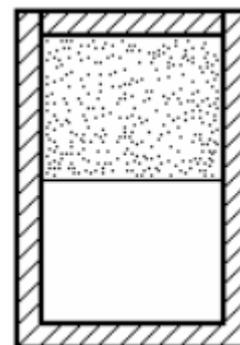
- 1) La aceleración tangencial de un punto del borde de la polea de radio R y masa M , cuyo momento de inercia con respecto a su eje de giro vale

$$I = \frac{MR^2}{2}$$

- 2) La aceleración lineal de cada masa.
- 3) Las tensiones en la cuerda.

PT33. EPET N° 4 OEA
Puerto Iguazú, Misiones.

Un cilindro vertical de paredes adiabáticas y 100 cm de altura está dividido en dos partes por una membrana impermeable que se encuentra a 50 cm de la base. La parte superior del cilindro está encerrada por un pistón adiabático sobre el que se ejerce una presión exterior constante. Inicialmente la parte inferior está vacía, mientras que la superior contiene un mol de gas ideal monoatómico a 300 K, encontrándose el pistón a 100 cm de altura. En un momento determinado se rompe la membrana y, en consecuencia, el pistón desciende. Determine la altura a la que se detiene el pistón una vez que se ha alcanzado el equilibrio, y el trabajo realizado sobre el gas.



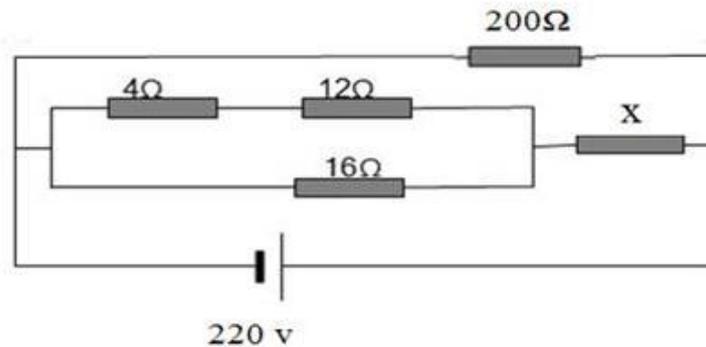
PT34. EPET N° 16
Dos de Mayo, Misiones.

Sobre un plano inclinado de 5 metros se desliza un cuerpo cuya masa es de 3kg. El ángulo de inclinación del plano es de 60° con respecto a la horizontal. Al final del plano hay una superficie horizontal de 1 metro, luego de la cual el cuerpo cae libremente hasta el suelo que se encuentra 5 metros más abajo.

- a) Determina la aceleración que adquiere el cuerpo suponiendo que el rozamiento es despreciable.
- b) ¿Qué energía potencial tiene antes de comenzar el descenso?
- c) ¿Con qué velocidad llega el cuerpo al final de la superficie inclinada?
- d) ¿Cuánto tiempo emplea el cuerpo en llegar al suelo?
- e) ¿A qué distancia (medida horizontalmente) cae el cuerpo?
- f) Suponiendo que el coeficiente de rozamiento es $\mu=0,15$ ¿qué aceleración recibe el cuerpo mientras desciende por la superficie inclinada?

PT35. EPET N° 16
Dos de Mayo, Misiones.

El siguiente circuito eléctrico está conectado a una fuente de 220 voltios (que consideraremos sin resistencia interna), con una resistencia total desconocida y una potencia de 500 Watts



- Determina el valor de la resistencia total
- Calcula la intensidad en cada rama del circuito
- ¿Cuál debe ser valor de la resistencia **X**
- ¿Qué cantidad de energía consume el circuito si permanece conectado durante una hora?
- En **X** está conectado un motor que en esas condiciones tiene una velocidad de rotación de 1500 r.p.m. Determinar el torque del mismo

PT36. EPET N° 16
Dos de Mayo, Misiones.

Dos moles de un gas monoatómico de comportamiento ideal realizan una expansión isotérmica desde 1000 cm^3 hasta 6000 cm^3 a 350 K.

- Calcular el trabajo realizado, si el proceso es irreversible con una presión exterior de 8,2 Atm
- Calcular el trabajo si el proceso es reversible
- Determina a qué velocidad cambia la presión interna cuando el volumen es 4000 cm^3 si en ese momento el incremento de volumen es $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$

PT37.
Resistencia, Chaco.

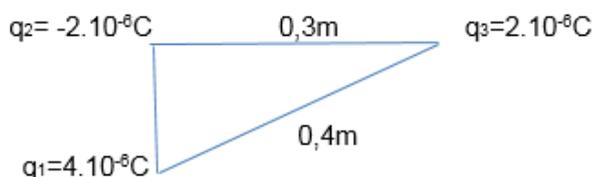
Tiro oblicuo.

Desde un avión se tira un proyectil horizontalmente desde una altura de 200 m con una velocidad de 15 m/s.

- Ubiquen un sistema de referencia para el fenómeno descripto.
- Hallar las componentes de la velocidad.
- Calcular el tiempo que tarda en tocar el suelo.
- Calcular el alcance.

PT38.**Resistencia, Chaco.****Electroestática.**

Tres cargas puntuales q_1 , q_2 y q_3 , se encuentran ubicadas en los vértices de un triángulo rectángulo sabiendo que el ángulo sobre el vértice de la q_3 es de 30° como muestra la figura:



- Calcular la F_{13} .
- Calcular la F_{23} .
- Calcular la fuerza resultante sobre q_3 .
- Calcular el ángulo de la fuerza resultante.

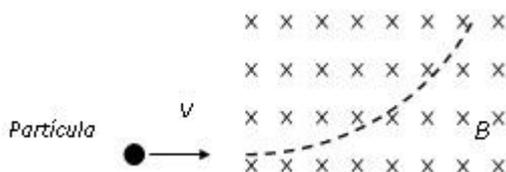
PT39.**Resistencia, Chaco.****Termodinámica.**

Se tiene contenido en un recipiente un gas ideal que posee $0,015 \text{ m}^3$ de volumen, está a una temperatura de 321K y a una presión de $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Si el gas se expande, hasta ocupar un volumen de $0,025 \text{ m}^3$ y la presión disminuye a $8 \cdot 10^4 \text{ Pa}$:

- Calcular el número de moles del gas.
- Calcular la temperatura final del sistema.

**PT40. Instituto Eduardo L. Holmberg
Quilmes, Buenos Aires.**

En un laboratorio científico se está analizando una partícula subatómica nueva para determinar sus propiedades. En un primer experimento se dispara una de estas partículas en dirección perpendicular a un campo magnético, tal como se ve en el esquema de abajo. Lo primero que se ve es que la partícula adopta una trayectoria circular cuando entra al campo magnético.



- ¿Qué se puede deducir sobre las propiedades de la partícula al ver que adopta una trayectoria circular?
- Jaime, el científico encargado de este experimento, dice que el radio de la trayectoria circular es un dato muy importante para conocer las características de la partícula. Demostrar que la expresión para el radio de giro de la partícula es

$$r = \frac{m v}{B q}$$

donde B es la densidad de flujo del campo magnético; v , m y q son la velocidad, la masa y la carga de la partícula, respectivamente.

- c) El campo magnético tiene una densidad de flujo de 0,12 T y es producido por una bobina de 40 cm de diámetro con 2200 espiras, ubicada en una cámara de vacío. Determinar la intensidad de la corriente que fluye por la bobina.
- d) ¿Cuál es la longitud del alambre usado en esta bobina? No considerar la parte de alambre usada en los contactos.
- e) Si la tensión usada para generar la corriente en la bobina es de 380 v, ¿cuál es la resistencia del alambre de esta bobina?
- f) Si el alambre de la bobina es de cobre ($\rho = 1,72 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$), ¿cuál es el diámetro del alambre?
- g) Jaime logró determinar la masa de la partícula a partir de la medición de los siguientes datos:
 radio de giro ($r = 9,964 \times 10^{-4} m$); velocidad ($v = 2,1 \times 10^7 m/s$);
 carga ($q = 1,6 \times 10^{-19} C$).
 ¿Cuál es la masa de esta partícula?
- h) Si la partícula giró tal como se ve en la línea punteada del diagrama, ¿cuál es el signo de su carga?

**PT41. Instituto Eduardo L. Holmberg
Quilmes, Buenos Aires.**

Jaime, el científico del problema anterior, siguió haciendo experimentos dentro del laboratorio. Primero quiso averiguar algunos detalles del movimiento de la partícula que estaba analizando.

- a) Sabiendo que fue acelerada por un dispositivo llamado acelerador de partículas que mide 36 m de longitud, que acelera las partículas en línea recta y considerando los datos del problema anterior, calcular:
 - i) la aceleración lineal de la partícula.
 - ii) el valor de la fuerza que la aceleró hasta alcanzar esa rapidez.
 - iii) el tiempo que duró esa aceleración dentro del acelerador lineal de partículas.
- b) Jaime continuó haciendo experimentos, pero esta vez aceleraba otras partículas y las hacía chocar contra partículas alfa (núcleos de helio: 4_2He). En uno de los choques que logró producir, un protón que viajaba a $3,6 \times 10^6 m/s$ chocó contra una partícula alfa que estaba en reposo. Luego del choque ambas partículas quedaron unidas. Determinar:
 - i) la rapidez de las partículas luego del choque.
 - ii) la energía cinética del protón antes de la colisión.
 - iii) la energía cinética de las partículas luego de la colisión.
 - iv) la cantidad de energía perdida en la colisión. Expresar el resultado en porcentaje.
- c) Jaime reconoció que se perdía mucha energía cinética en estas colisiones, por lo que se puso a pensar qué se podría hacer con esta energía. Se le ocurrió que se podría calentar agua para tomar mate. Entonces, determinar la cantidad de colisiones necesarias para que se pueda calentar 0,75 litros de agua desde 15 °C hasta 82 °C.

Jaime hizo todos estos experimentos sin considerar los efectos de la relatividad en sus cálculos. Por lo tanto, su jefe lo despidió y Jaime comenzó a buscar nuevo trabajo.

**PT42. Instituto Eduardo L. Holmberg
Quilmes, Buenos Aires.**

En los bares y confiterías es muy común calentar leche con vapor de agua. En el proceso, el vapor se condensa entregando calor a la leche y se incorpora en forma de agua líquida hasta alcanzar una temperatura de equilibrio con la leche.

- Jaime está aprendiendo el oficio de mozo en un bar y tiene que calentar 250 ml de leche que sacó de la heladera a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta $92\text{ }^{\circ}\text{C}$ usando este método. La leche se encuentra en una jarra de acero de 100 g. Si el vapor de agua de la máquina sale a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, ¿qué cantidad de vapor será necesaria? Considerar que el calor específico de la leche es igual al del agua; despreciar las pérdidas de calor.
- Jaime quedó muy impresionado con la forma de calentar la leche y decidió hacer un experimento. Tomó un trozo de hielo del freezer de 240 g que estaba a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, y usando una jarra de acero igual a la anterior, comenzó a tirarle vapor de agua a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ para ver cómo se derretía. En medio del proceso, su jefe le llama la atención e interrumpe su experimento cuando solo parte del hielo se había fundido. Jaime había agregado solo 20 g de vapor. ¿Qué cantidad de hielo se había fundido? Expresar el resultado en porcentaje.
- Jaime hizo otro experimento usando la misma jarra de acero de antes, que tiene una capacidad de 0,5 litros. La llenó al ras de agua a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ y comenzó a calentarla sobre una hornalla. Rápidamente observó que el agua comenzaba a desbordar la jarra y cuando la temperatura era de $72\text{ }^{\circ}\text{C}$ entró nuevamente su jefe y le llamó la atención. ¿Cuánta agua se derramó? Expresar el resultado en cm^3 .

Jaime fue despedido nuevamente y prometió buscar otro trabajo, pero no ahora. Será el año próximo.

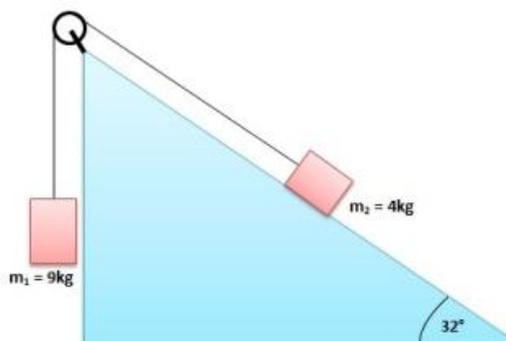
Datos

$c_{\text{hielo}} = 2093\text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$; $c_{\text{agua}} = 4186\text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$; $L_{\text{F agua}} = 3,34 \times 10^5\text{ J/kg}$;
 $L_{\text{V agua}} = 2,26 \times 10^6\text{ J/kg}$; $c_{\text{acero}} = 480\text{ J/kg }^{\circ}\text{C}$; $\alpha_{\text{acero}} = 1,2 \times 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$; $\beta_{\text{agua}} = 2,1 \times 10^{-4}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

**PT43. Instituto Educativo Génesis
Posadas, Misiones.**

En la siguiente figura se pueden observar dos bloques que se encuentran conectados por medio de una cuerda sin masa que pasa por una polea sin fricción y masa despreciable. La aceleración del sistema es de 2.5 m/s^2 hacia la izquierda y la superficie sobre el plano inclinado es rugosa. Considerando que la aceleración de la gravedad es 9.8 m/s^2 .

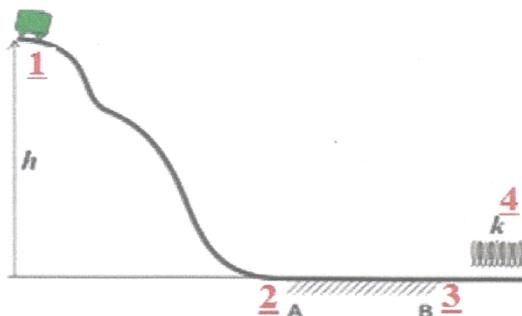
- Realizar el diagrama de cuerpo libre de cada uno de los bloques. Indicar claramente las fuerzas que actúan en cada uno.
- Escribir las ecuaciones de movimiento de los bloques.
- Calcular la tensión en la cuerda.
- Calcular la fuerza normal sobre el bloque de masa 2.
- Determinar la fuerza de fricción dinámica sobre el bloque que corresponda.
- Determinar el coeficiente de fricción entre el bloque correspondiente y la superficie.



**PT44. Instituto Educativo Génesis
Posadas, Misiones.**

Un carrito de 6 kg ubicado a 5 m respecto al suelo se suelta, al llegar al tramo A el mismo descende su velocidad dado que el tramo AB de 2.5 m posee una rugosidad de 0.20, sabiendo que la constante del resorte es de 5200 N/m.

- Indicar que energías se producen en cada tramo 1-2-3-4.
- Calcular la energía en el punto 1.
- Calcular la velocidad en el punto 2.
- Indicar el trabajo que se produce en el tramo AB.
- Calcular cuánto se comprime el resorte al chocar el carrito con el mismo.



**PT45. Instituto Educativo Génesis
Posadas, Misiones.**

Se tiene un recipiente, el cual se puede considerar como adiabático (no intercambia calor con el medio ambiente que lo rodea). El recipiente contiene 1kg de agua a temperatura ambiente. Un termómetro de mercurio dentro del recipiente indica que la temperatura del sistema es de 28 °C.

En el recipiente se vierte agua en estado de ebullición, y cuando la temperatura del agua se estabiliza, el termómetro indica que la temperatura del sistema es de 50°C.

Consideraciones: La transferencia de calor al recipiente se puede despreciar.

Calcular

- ¿Cuál es la masa de agua en estado de ebullición que se agregó al recipiente?

Datos: $C_{\text{agua}} = 1 \text{ cal}/(^{\circ}\text{C g})$ y la masa equivalente de agua para el termómetro es $m_{\text{eq}} = 10\text{g}$

- Luego, se extrae de un freezer 4 cubitos de hielo de 20g de masa cada uno y a una temperatura de -15°C , y se agregan al recipiente. Calcular la temperatura que indicará el termómetro cuando el sistema alcance el equilibrio.

Datos generales:

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

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

**PT46. Escuela Técnica ORT N° 2
Ciudad de Buenos Aires.**

El Esquiador.

Un esquiador de 80 kg se deja caer por una colina de 30 metros de altura, partiendo con una velocidad inicial de 6 m/s. No se impulsa con los bastones y se puede despreciar el rozamiento con la nieve y con el aire.

- ¿Cuál es la energía mecánica inicial del esquiador? ¿Cambia este valor a lo largo del recorrido? Justifique su respuesta analizando las fuerzas que actúan sobre el esquiador.
- ¿Con qué velocidad llega el esquiador al pie de



- la colina?
- c) ¿Qué debería hacer el esquiador para llegar al pie de la colina con una velocidad de 30 m/s? Justifique su respuesta sobre la base de consideraciones dinámicas y energéticas (dé valores numéricos).
- d) Si quisiera llegar con una velocidad de 15 m/s ¿Qué tipo de trabajo debería realizar? ¿De qué valor?

**PT47. Escuela Técnica ORT N° 2
Ciudad de Buenos Aires.**

Tierra y la Luna.

La luna gira alrededor de la Tierra cumpliendo una revolución en 27,4 días. La distancia entre los centros de los planetas es de 384.000 km. Suponga que el movimiento es circular.

- a) Calcule la velocidad angular y la velocidad tangencial de la luna en su órbita. A partir de estas calcule la aceleración y la fuerza centrífuga que sufre la luna. Claramente la luna siente una fuerza de atracción hacia la Tierra, que es la que la mantiene en órbita y es exactamente igual a la fuerza centrífuga descrita por su movimiento circular. Esta fuerza viene dada por la Ley de Gravitación de Newton:

$$F = \frac{GmM}{D^2}$$

donde G es la constante de gravitación universal y D la distancia entre los centros de los cuerpos. M y m son las masas de los dos cuerpos que interactúan.

- b) Calcule la constante de gravitación universal con sus respectivas unidades. Si introducimos otro cuerpo entre la Tierra y la Luna, este sufrirá dos fuerzas atractivas.

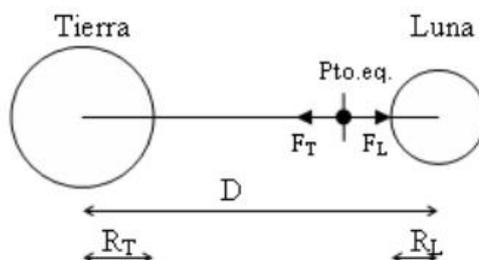


Figura 1

- c) Encuentre el punto de equilibrio donde un cuerpo de masa m no sentiría ninguna fuerza, es decir, no "caería" ni a la Tierra ni a la Luna. La fuerza gravitatoria terrestre tiene una energía potencial asociada. Esta es:

$$V = \frac{-GmM_T}{D}$$

Un cuerpo m a una distancia D del centro de la Tierra tendrá esa D energía. Para poder escapar de la atracción terrestre se le debe dar a un cuerpo de masa m una velocidad muy grande. Suponga ahora que no se encuentra la Luna.

- d) ¿Qué velocidad mínima se le debe dar a un cuerpo de masa m para que pueda escapar de la atracción terrestre? Se considera que ocurre esto si la energía potencial final es nula y la velocidad también. Utilice la conservación de la

energía. Vuelva a las condiciones normales y coloque a la Luna de vuelta en su lugar

- e) ¿Cuál es la velocidad de escape en esta circunstancia? Ayuda: para escapar ahora el cuerpo debe poder llegar al punto de equilibrio calculado en c) con velocidad nula

Datos

$M_{Tierra} = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ - $M_{Luna} = 7,34 \cdot 10^{22} \text{ kg}$

$\text{Radio}_T = 6370 \text{ km}$ - $\text{Radio}_L = 1740 \text{ km}$

PT48. Escuela Técnica ORT N° 2 Ciudad de Buenos Aires.

La Lámpara de Lava.

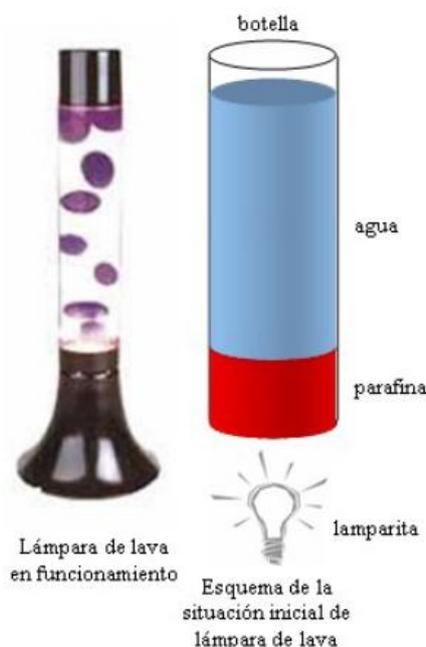
Una lámpara de lava es un lindo artefacto decorativo de iluminación donde entran en juego varias leyes físicas. Cuando está en pleno funcionamiento se ven burbujas de lava subiendo y bajando dentro de la lámpara en un hermoso baile. La clave en este dispositivo son los ingredientes que se colocan en el interior de la botella que forma la lámpara. Es necesario que la parafina y el agua que posee en su interior tengan densidades muy cercanas. La botella se calienta por debajo con una lamparita, que además de calor provee la iluminación. Veamos como funciona. La botella es de vidrio y posee 254,25g de parafina y 750g de agua. La base posee un área interior de 25cm^2 , y las paredes un espesor de 2mm. Está llena en un 95% de su capacidad.

Utilice el esquema de la figura para ver la distribución de agua y parafina.

- a) ¿Cuál es la masa de vidrio de la botella?
¿Cuál es la altura de la columna de agua en su interior? Al calentarse los ingredientes, la densidad de la parafina disminuye, lo que le permite flotar. Se prende a 20°C . La densidad del agua no cambia apreciablemente en estas temperaturas.
- b) ¿Cuál es el volumen que debe adquirir la parafina para comenzar a flotar y cuál es su volumen inicial? Para llegar a disminuir su densidad, la parafina se dilata aumentando su volumen. Esto lo hace sólo en estado líquido, teniendo un punto de fusión de 40°C .
- c) ¿A qué temperatura consigue el volumen necesario para flotar?

El estado final de trabajo de la lámpara es cuando la parafina adquiere una temperatura de 60°C . Suponemos que la columna de agua posee un gradiente térmico lineal que va de la temperatura de la parafina en el fondo y 40°C arriba de todo.

- d) ¿Cuál es la cantidad de calor que tuvo que suministrarse a la botella para llegar a esta situación? Para simplificar suponemos que todo el vidrio alcanza una temperatura constante en el punto medio entre la de la parafina y la temperatura ambiente. Llegado a este punto, la bola de lava (parafina líquida a 60°C) se desprende del fondo y comienza a subir. Asumimos que no varía la temperatura hasta llegar arriba de todo y que luego de 5 seg vuelve a tener 40°C y recién en ese momento comienza a bajar también manteniendo esa temperatura.



- e) ¿Cuánto tiempo tarda en subir y bajar? La potencia suministrada por la lamparita es de 40W y se aprovecha un 80% de la energía consumida.
- f) ¿Cuánto tarda en llegar la lámpara a pleno funcionamiento?

Datos

$$1J = 0,24cal$$

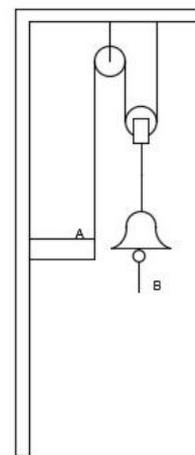
$$L_{fusión\ parafina} = 34\ cal/g \quad \delta_{agua} = 1\ g/cm^3 \quad g = 9.82m/s^2 \quad c_{agua} = 1Cal/g^{\circ}C$$

$$\delta_{vidrio} = 8\ g/cm^3 \quad c_{parafina\ líq} = 0,55\ cal/g^{\circ}C \quad \delta_{parafina\ a\ 20^{\circ}C} = 1,017\ g/cm^3$$

$$c_{parafina\ sól} = 0,52\ cal/g^{\circ}C \quad \lambda_{parafina\ líq} = 6,2 \cdot 10^{-4}\ 1/^{\circ}C \quad c_{vidrio} = 0,2\ cal/g^{\circ}C$$

PT49. Escuela N° 4-016 Ing. Antonio M. Arboit Junín, Mendoza.

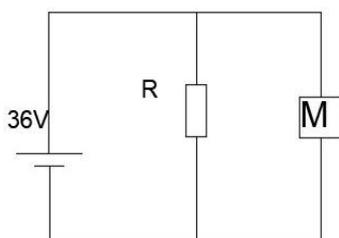
Una campana cuelga de un cable de acero (Coeficiente de dilatación $\alpha = 1,2 \times 10^{-5}\ ^{\circ}C^{-1}$) que se sujeta de una polea, y durante la noche la temperatura del lugar desciende $10^{\circ}C$. En el punto "A" la tensión de la cuerda es de 200 N cuando nadie toca la campana.



- Determinar el peso de la campana
- Hallar la longitud del cable durante la noche.
- Suponga que ahora el cable de acero del que cuelga la campana es reemplazado por un resorte. La longitud del resorte cuando soporta solo la campana es de 80 cm y cuando se ejerce una fuerza adicional de 100 N es de 90 cm. Determine la constante elástica del resorte
- Cuál es la longitud original del resorte (es decir cuando no se ejerce ninguna fuerza y tampoco soporta la campana).

PT50. Escuela N° 4-016 Ing. Antonio M. Arboit Junín, Mendoza.

El siguiente circuito tiene como fin accionar un motor malacate para levantar una caja que pesa 500 N a un ritmo de 3 m/min.



- Considerando que la eficiencia del motor es de 85%, calcular la potencia entregada del motor malacate y la potencia consumida.
- Que valor tendrá R para que por ella circule la misma corriente que por el motor.
- Calcular la potencia disipada por la resistencia.

PT51. Escuela N° 4-016 Ing. Antonio M. Arboit Junín, Mendoza.

Un cubo de hielo de 30 g y a $-3^{\circ}C$ se coloca en una placa de cobre de 900 g que tiene una temperatura de $400^{\circ}C$. Ambos se encuentran en un recipiente adiabático y a una presión de 1 atmósfera.

- Determinar la temperatura la temperatura final del agua.

- b) ¿Qué volumen ocupará el agua luego de alcanzar la temperatura final?
 c) Determine la temperatura máxima a la que debería estar la placa de cobre para que el hielo nunca se descongele.

Datos

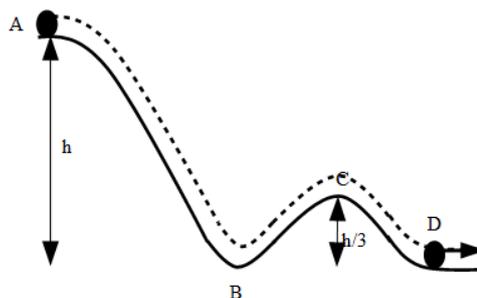
Calor latente de fusión del agua: 334 J/g
 Calor latente de vaporización del agua: 2260 J/g
 Calor específico del hielo c_{H_2O} =2,09 J/(g·K)
 Calor específico del agua c_{H_2O} =4,18 J/(g·K)
 Calor específico del vapor de agua: 1,84 J/(g·K)
 Calor específico del cobre: 0,39 J/(g·K)
 Constante de los gases $R=0,082$ L atm/mol K
 Peso Molecular del Agua= 18 g/mol

PT52. ESRN N° 123

San Carlos de Bariloche, Río Negro.

Una bola de 2kg se desliza sin fricción, por el tobogán ABCD. En A, la energía cinética de la esfera es de 10J y su energía potencial de 54J. Cuáles de las siguientes afirmaciones son ciertas y cuáles no. Explica claramente en que leyes o principios basas tus respuestas.

- a) La energía cinética de la bola al pasar por B es de 64J.
 b) La energía potencial de la bola en C es de 18J.
 c) La energía cinética de la bola en C vale 46J.
 d) La energía mecánica en D es de 64J.
 e) La velocidad de la bola en D es de 8m/s



PT53. ESRN N° 123

San Carlos de Bariloche, Río Negro.

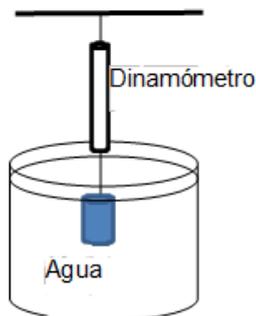
En un recipiente cuya capacidad térmica es de 20 cal/°C y se encuentra a 10 °C, se colocan 300 g de agua a 10 °C.

- a) Se desea calentar el conjunto hasta llegar a 50 °C. Calcular la cantidad de Calor necesario, en Joules y calorías.
 b) Si en las condiciones iniciales se agregan otros 100 g de hielo a 0 °C, calcular la cantidad de calor necesario.
 c) Si para lograrlo se utiliza un calentador eléctrico cuya resistencia es de 300 ohm, conectado a la red domiciliaria, determinar la potencia del aparato.
 d) Calcular el tiempo necesario para realizar la operación.

C_e del agua = 1 cal/g.°C Calor de Fusión del hielo = 80 cal/g

PT54. ESRN N° 123
San Carlos de Bariloche, Río Negro.

Determina la medición del dinamómetro



h del cilindro 15 cm
diámetro del cilindro 30 cm
 δ del aluminio $2,7 \text{ g/cm}^3$
 δ del agua 1 g/cm^3

PT55. Colegio Del Cerro - Bachillerato Humanista Moderno
Instituto parroquial San Alfonso - Instituto Modelo
Instituto de Educación Media Dr. Arturo Oñativia
Colegio José Manuel Estrada - Colegio 5095 - Colegio de Jesús
Escuela Técnica Alberto Einstein - Colegio Santa Teresa de Jesús
Ciudad de Salta.

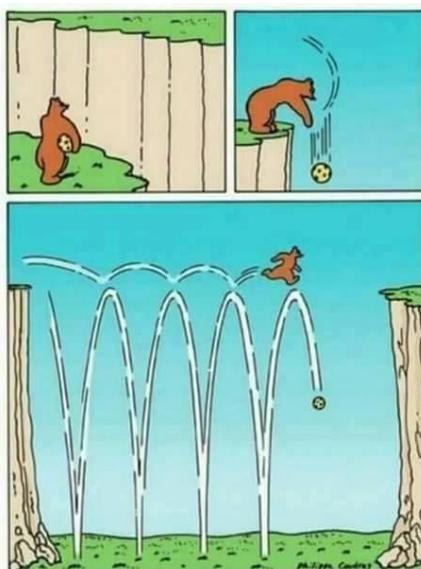
El coyote y la pelota ACME.

Wile E. el coyote caza-correcaminos pretende comprobar su última adquisición, una pelota, marca ACME de choques elásticos.

Parado en el borde de un precipicio de 60 metros de alto, el coyote realizará algunas pruebas, antes de lanzarse a la fase final de su plan.

1. Inicialmente lanza la pelota horizontalmente con velocidad $v_x = 1 \text{ m/seg}$. Si no hay gasto energético con el aire ni en el rebote en el suelo, describa el movimiento que tendrá.
2. Luego de recuperar la pelota, la lanza con velocidad de componentes horizontal y vertical (V_y , V_x respectivamente), hacia adelante y hacia abajo, respectivamente. Describa el nuevo movimiento.
3. Calcule la altura máxima a la que llegará la pelota.

Una vez hechas estas pruebas, inicia la segunda parte, donde utilizara la pelota para avanzar sobre el precipicio, saltando cuando la bola llega a la altura inicial del lanzamiento.



Fotos aportadas por el oso Yogui para mostrar el funcionamiento de la pelota.

- Después de la mentalización preparatoria para la hazaña, el coyote corre hacia el precipicio a velocidad v_x (misma componente que la pelota). Lanza la pelota y salta.

Si la idea es llegar a la pelota cuando ésta vuelve a la altura de lanzamiento, y su velocidad vertical (v_c del coyote es de 2m/s), calcular la velocidad inicial neta de la pelota.

- Suponiendo choques elásticos entre la pelota y el coyote, calcular la velocidad de éste luego de cada choque, sabiendo que solo “se impulsa” hacia arriba sobre la pelota en dicha interacción.
- Como no podía ser de otra forma, por ser Acme, la pelota empieza a fallar, y pierde 10% de su velocidad vertical en cada rebote con el piso. Calcular cuántos “pasos” podría dar el coyote.
- Luego de su inevitable y rotundo fracaso, prueba otro producto de la misma compañía (de dueño Roadrunner): una silla que le permitiría evitar daños al caer desde una gran altura. El procedimiento es el siguiente: durante la caída, se para sobre la silla, y cuando llegue a estar a 2 m del suelo, se impulsa hacia arriba, transfiriéndole su energía cinética a la silla, como sus patas le permitan. Si realiza esto con el acantilado anteriormente tratado, calcule la velocidad con la que la silla llegaría al suelo (masa de la silla 5 Kg)
- Suponiendo que la altura máxima de salto de un coyote en condiciones normales es de 2.5 m; calcule la velocidad con la que el pobre canino llegaría al suelo durante este último ensayo.



Datos

- Masa del coyote: 15 kg
- Gravedad: 9.8 m/seg^2
- Altura del precipicio: 60 m

PT56. Colegio Del Cerro - Bachillerato Humanista Moderno
Instituto parroquial San Alfonso - Instituto Modelo
Instituto de Educación Media Dr. Arturo Oñativia
Colegio José Manuel Estrada - Colegio 5095 - Colegio de Jesús
Escuela Técnica Alberto Einstein - Colegio Santa Teresa de Jesús
Ciudad de Salta.

El profesor de física GokuResaka de la universidad de Salsipuedes, Japón, propone dos problemas a sus alumnos:

1. Se tiene dos barras de metal, una barra de aluminio de longitud L_1 , cuyo coeficiente de dilatación lineal es de $2.3 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, y otra barra de acero de longitud L_2 , cuyo coeficiente de dilatación lineal es $1.1 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Cada barra es sometida a una diferencia de temperatura $DT=200^\circ\text{C}$ y cada una **llega** a medir una longitud L .

Suponiendo que tuviéramos unidas las dos barras de un extremo, la longitud total aumenta 0.3cm.

- a) Hacer un esquema explicativo
- b) Determinar L_1 y L_2

La Figura P.2 ilustra un esquema de un péndulo cuya longitud l no sea afectado por la dilatación térmica. Las tres barras claras de la figura tienen la misma longitud l_1 y son de acero. Mientras que las dos barras oscuras del péndulo, de misma longitud l_2 , son de aluminio

- c) Hacer un esquema explicativo
- d) Determine l_1 y l_2 de forma de mantener $l=0.5m$.

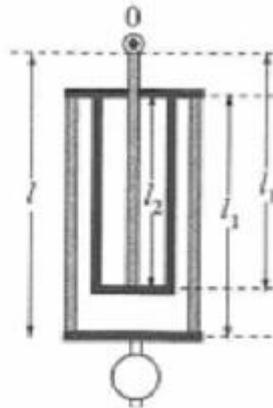


Figura P.2

2. La Figura P.5 muestra un recipiente cilíndrico de acero contiene mercurio sobre el cual flota un bloque cilíndrico de latón. A una temperatura de $20^{\circ}C$, el nivel de mercurio en el depósito está a una altura $h_0=0.5m$ en relación al fondo y la altura a_0 del cilindro de latón es de $0.3m$. A esa temperatura la densidad del latón es de $8.6g/cm^3$ y la densidad del mercurio es de $13.55g/cm^3$

- a) A que altura H_0 esta la parte superior del bloque de latón en relación con el fondo del recipiente a $20^{\circ}C$.
- b) El coeficiente de dilatación lineal del latón es $1.9 \times 10^{-5} / ^{\circ}C$. El coeficiente de dilatación volumétrica del mercurio es $1.8 \times 10^{-4} / ^{\circ}C$. Calcule la variación dH de altura H_0 (en mm) cuando la temperatura es $80^{\circ}C$. Suponer el radio del cilindro de latón $r=0.15m$ y el radio del recipiente de acero de $0.4m$.

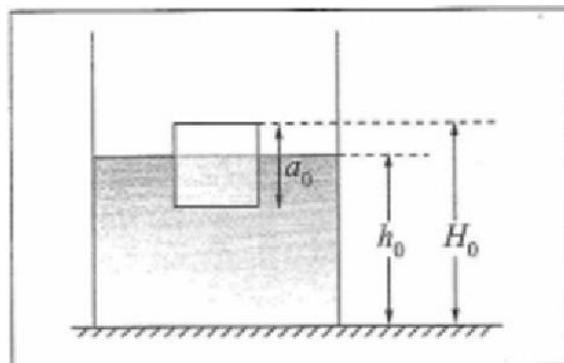


Figura P.5

**PT57. Colegio Del Cerro - Bachillerato Humanista Moderno
Instituto parroquial San Alfonso - Instituto Modelo
Instituto de Educación Media Dr. Arturo Oñativia
Colegio José Manuel Estrada - Colegio 5095 - Colegio de Jesús
Escuela Técnica Alberto Einstein - Colegio Santa Teresa de Jesús
Ciudad de Salta.**

Thor, el hacedor de tormentas.

Thor, el semi-dios asgardiano, fiel seguidor de las tradiciones de su gente; está en una cruenta batalla contra los gigantes de hielo.

Si bien su desarrollo neuronal no es grandioso, sus músculos sí, logrando que sea un gran guerrero. Pero su martillo, Mjolnir, es en gran parte, la clave de sus éxitos; capaz de convocar grandes tormentas y rayos.

En el clímax de la batalla, el futuro rey de Asgard, arremete contra el suelo con su arma, generando una diferencia de potencial de 10 000 voltios con respecto al suelo, en un radio de 300 metros; logrando así rayos de 650 metros de alto.

1. Calcule la resistencia del aire al momento de producirse las descargas a tierra. Grafique la situación (no a Thor, sino el fenómeno eléctrico)
2. Calcule la corriente que fluye en la situación descrita.
3. Considerando que los 9826 gigantes de hielo (Loki los contó) miden 3 metros, y "ocupan" (con la misma resistividad que el aire) el campo alrededor del héroe, calcule el voltaje al que están sometidos.
4. Calcule la potencia entregada a cada uno de los gigantes de hielo.
5. ¿Habría sido diferente el valor anterior si los gigantes gélidos decidían hacerse cococho (subirse a los hombros de un gigante amigo)? ¿Les habría convenido?
6. El potencial eléctrico establecido genera, magia mediante, una particularidad en el aire de la zona de guerra: ¡modifica la visibilidad! Esto, sumado al polvo y humedad del ambiente, hace que el aire tenga un índice de refracción igual a 2 (dos). Tomando en cuenta la velocidad media a la que viaja un rayo, calcular el tiempo máximo y mínimo que le tomaría a cada rayo alcanzar al héroe en el centro de la épica batalla.
7. ¿Cuánta carga atraviesa a cada uno de los enormes de hielo?

Constantes

- Resistividad del aire: $16 \Omega \cdot m$
- Velocidad media de un rayo: 440 km/seg

**PT58. Escuela Escocesa San Andrés
Escuela Municipal Paula Albarracín de Sarmiento
Olivos, Buenos Aires.**

Graciela, de 1,79 metros de altura, se encuentra lanzando los tiros libres en un partido de básquetbol. El primero lo erra. El segundo lanzamiento, que lo hace extendiendo sus brazos unos 50 cm por sobre la altura de sus hombros y a 30 cm hacia delante: ¿lo encestará?

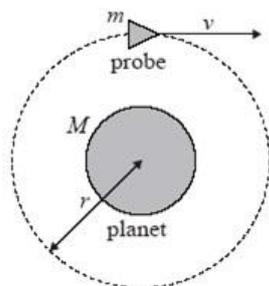
- a) Calcular el ángulo de inclinación del lanzamiento con el brazo extendido, y la altura de la pelota al momento de ser lanzada medida desde el suelo, entendiendo que la altura de los hombros al suelo es de 1,55 metros.
- b) El aro se encuentra reglamentariamente a 3,05 metros de altura, ¿con qué velocidad se debería lanzar la pelota para que demore su vuelo 1,2 segundos y resulte convertido el lanzamiento?
- c) Si al embocarse la pelota ésta atraviesa el aro y se atora unos instantes a unos diez centímetros por debajo del aro por enredarse con la red, para luego caer libremente al suelo: ¿cuál será la pérdida de energía mecánica si posteriormente

al rebote contra el suelo se eleva tan solo la pelota unos 2,3 metros? La masa de la pelota es de 550 gramos.

PT59. Escuela Escocesa San Andrés
Escuela Municipal Paula Albarracín de Sarmiento
Olivos, Buenos Aires.

Esta pregunta es sobre una sonda en órbita.

Una sonda de masa m está en un órbita circular de radio r alrededor de un planeta esférico de masa M .



a) Deduzca que para la sonda en órbita su

i) rapidez es $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$.

ii) energía total es $E = -\frac{GMm}{2r}$.

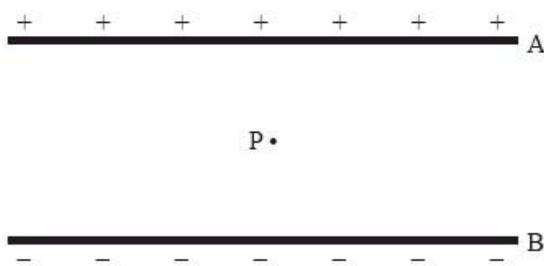
c) Ahora se necesita colocar a la sonda en una órbita más alejada del planeta. Para hacerlo se deben prender los motores de la sonda por un breve tiempo.

Diga y explique si el trabajo realizado sobre la sonda será positivo, negativo o cero.

PT60. Escuela Escocesa San Andrés
Escuela Municipal Paula Albarracín de Sarmiento
Olivos, Buenos Aires.

Esta pregunta es sobre campos eléctricos y circuitos eléctricos.

a) Dos placas metálicas cargadas y paralelas A y B están en un vacío.



En un momento en particular un electrón se encuentra en el punto P.

En el diagrama, dibuje

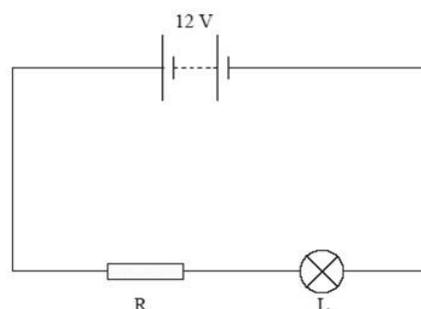
i) el campo eléctrico debido a las placas.

ii) una flecha para representar la dirección de la fuerza sobre el electrón en P.

b) La aceleración del electrón en P es $8.8 \times 10^{14} \text{ m s}^{-2}$. Determine la magnitud del campo eléctrico en P.

c) El potencial eléctrico del electrón cambia por $1.9 \times 10^{-17} \text{ J}$ cuando se mueve de una placa a la otra. Muestre que la diferencia de potencial (voltaje) entre las placas es de 120 V.

- d) Una Resistencia R y una lámpara de filamento L están conectadas en serie con una batería. La batería tiene una fem (fuerza electromotriz) de 12 V y una resistencia interna de 4.0 Ω . La diferencia de potencial sobre la lámpara de filamento es de 3.0 V y la corriente es de 0.25 A.



- i) Calcule la potencia total suministrada por la batería.
- ii) Calcule la potencia total disipada en el circuito externo.
- iii) Determine la resistencia R.

PT61. Escuela Escocesa San Andrés
Escuela Municipal Paula Albarracín de Sarmiento
Olivos, Buenos Aires.

Esta pregunta es sobre combustible para calentar.

Un calentador hogareño quema combustible líquido y los siguientes datos están disponibles.

Densidad del combustible líquido = $8.0 \times 10^2 \text{ kg m}^{-3}$

Energía producida por 1 m^3 del combustible = $2.7 \times 10^{10} \text{ J}$

Velocidad de consumo del combustible = 0.13 g s^{-1}

Temperatura a la que entra el aire al calentador = $12 \text{ }^\circ\text{C}$

Temperatura a la que sale el aire del calentador = $32 \text{ }^\circ\text{C}$

Calor específico del aire = $990 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

- i) Use los datos para calcular la potencia de salida del calentador, ignorando la potencia necesaria para convertir el combustible líquido en gas.
- ii) Toda la energía del calentador sube la temperatura del aire que pase por él. Use los datos para calcular la masa de aire que se mueve por el calentador **en un segundo**.

PT62. Escuela Escocesa San Andrés
Escuela Municipal Paula Albarracín de Sarmiento
Olivos, Buenos Aires.

Esta pregunta es sobre energía interna, calor y gases ideales.

- a) La energía interna de un pedazo de cobre aumenta al calentarse. El pedazo de cobre tiene una masa de 0.25 kg. El aumento de la energía interna del cobre es de $1.2 \times 10^3 \text{ J}$ y el aumento de temperatura es de 20 K. Estime el calor específico del cobre.
- b) Un gas ideal se mantiene en un cilindro por un pistón que es libre de moverse. El gas se calienta tal que su energía interna aumenta y la presión se mantiene constante. Use el modelo molecular de los gases ideales para explicar:
 - i) el aumento en la energía interna.
 - ii) cómo la presión se mantiene constante.

PT63. Escuela Escocesa San Andrés
Escuela Municipal Paula Albarracín de Sarmiento
Olivos, Buenos Aires.

Esta pregunta es sobre paneles solares para calentar.

Un pueblo consiste de 120 casas. Se propone el uso de paneles solares para proveer de agua caliente a las casas. Se dispone de los siguientes datos:

Potencia promedio necesaria por casa para calentar agua = 3.0 kW

Intensidad solar promedio en la superficie = 650 W m^{-2}

Eficiencia de conversión energética de un panel solar = 18 %

Calcule la mínima superficie de los paneles solares para proveer toda la potencia necesaria para calentar toda el agua.

PT64. Instituto Jesús María
Ciudad de Córdoba.

En un recipiente cuya capacidad térmica es de $20 \text{ cal/}^\circ\text{C}$ y se encuentra a 10°C , se colocan 200 g de agua a 10°C y otros 100 g de hielo a -5°C .

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

- Calcular la cantidad de Calor necesario, en Joule y calorías.
- Si para lograrlo se utiliza un calentador eléctrico cuya resistencia es de 500 ohm, conectado a la red domiciliaria, determinar la potencia del aparato.
- Calcular el tiempo necesario para realizar la operación.
- Volumen Final del líquido.

Ce del agua = $1 \text{ cal/g.}^\circ\text{C}$

Ce del Hielo = $0,55 \text{ cal/g }^\circ\text{C}$

Calor de Fusión del hielo = 80 cal/g

Coef de dilatación del agua $1 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

PT65. Instituto Jesús María
Ciudad de Córdoba.

- Una esfera hueca de aluminio que pesa 1 N se sumerge completamente en un gran tanque de agua, ambos a 20°C , quedando en suspensión.
Cuál es el volumen del cuerpo?
- Si esa misma esfera se la sumergiera a 200°C en el agua a 20°C , en el instante inicial y antes que se enfríe, ¿seguiría en suspensión? Justifique.
- Calcule el nuevo Empuje.
- Si la presión del gas contenido en la esfera era de 1,5 atm en la situación a), ¿cuánto valdrá a 200°C ?

Coef de Dilatación Lineal del Aluminio: $23 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

Coef.de Dilatación volumétrica del agua: $1 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

Considere despreciable el Peso del Gas contenido en la esfera.

PT66. Instituto Jesús María
Ciudad de Córdoba.

Dos pequeñas esferas metálicas iguales de 1 g de masa, se encuentran inicialmente separadas 10 cm en el vacío y cargadas ambas con $1 \mu\text{C}$.

- Calcule la Fuerza entre ambas.
- Calcule la aceleración inicial de las esferas.

- c) Confeccione una tabla aceleración X distancia hasta 1 m de separación.
- d) Trace la Gráfica de la función anterior.
- e) Calcule las velocidades en cada punto de la tabla anterior.
- f) Confeccione una tabla Energía Cinética X distancia en los mismos puntos.
- g) Trace la gráfica de la función anterior.
- h) Analice las gráficas y elabore conclusiones.

$$K_0 = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$$

**PT67. Escuela Industrial Superior
Ciudad de Santa Fe.**

Un furgón cargado tiene una masa de 950 kg y rueda sobre rieles con fricción despreciable. Parte del reposo y un cable conectado a una malacate lo tira hacia arriba por el túnel de una mina. EL cable forma un ángulo de 30° con la horizontal. El furgón acelera de manera uniforme a una rapidez de 2,20 m/s en 12 s y después continúa con rapidez constante.

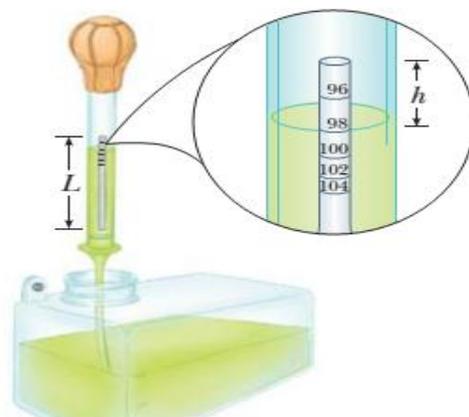
- a) ¿Qué potencia debe proporcionar el motor del malacate cuando el furgón se mueve con rapidez constante?
- b) ¿Qué potencia máxima debe proporcionar el motor del malacate?
- c) ¿Qué energía total transfirió el motor mediante trabajo para cuando el furgón salió de la pista que tiene 1250 m de largo.
- d) ¿Cuáles serían los valores de los items a), b) y c) si el coeficiente de rozamiento de la pista es $\mu = 0,2$?

**PT68. Escuela Industrial Superior
Ciudad de Santa Fe.**

La determinación de la densidad de un fluido tiene muchas aplicaciones importantes. La batería de un automóvil contiene ácido sulfúrico, para el que la densidad es una medida de concentración; la batería funciona adecuadamente si la densidad esta dentro de un intervalo especificado por el fabricante. De igual modo la efectividad del anticongelante en el refrigerante del motor de un automóvil depende de la densidad de la mezcla (por lo general etilenglicol y agua).

Cuando usted dona sangre, su tamizado incluye la determinación de la densidad de la sangre, porque mayor densidad se relaciona con mayor contenido de hemoglobina.

- a) Un densímetro es un instrumento que se usa para determinar la densidad de los líquidos. En la figura se muestra uno simple. El bulbo de una jeringa se presiona y libera para dejar que la atmosfera eleve una muestra del líquido de interés, en un tubo que contiene una barra calibrada de densidad conocida. La barra, de longitud "L" y densidad promedio ρ_0 , flota parcialmente sumergido en el fluido de densidad ρ . Una longitud "h", de la barra sobresale de la superficie del líquido. Demuestre que la densidad del líquido es:



$$\rho = \frac{\rho_0 L}{L - h}$$

b) Se quiere construir un densímetro como el de la figura con una barra cilíndrica flotante. Se colocaran 9 marcas a lo largo de la barra para indicar densidades que tenga valores de: 0.98 g/cm^3 , 1.00 g/cm^3 , 1.02 g/cm^3 , 1.04 g/cm^3 ... 1.14 g/cm^3 . La hilera de marcas comenzará 0.200 cm desde el extremo superior de la barra, y terminara 1.80 cm desde el extremo superior.

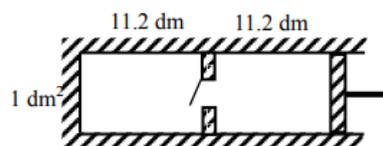
b₁) ¿Cual es la longitud requerida de la barra?

b₂) ¿Cual debe ser su densidad promedio?

b₃) ¿Las marcas, deben estar igualmente espaciadas? Explique su respuesta.

PT69. Escuela Industrial Superior Ciudad de Santa Fe.

Como investigadores, quisimos realizar una experiencia sencilla con gases. Las paredes de un cilindro de base 1 dm^2 , el pistón y la pared divisoria interna son aisladores térmicos perfectos (Figura derecha). La válvula en la pared divisoria se abre si la presión sobre el lado derecho es mayor que en el lado izquierdo. Inicialmente hay 12 g de Helio en el lado izquierdo y 2 g Helio en el lado derecho. Las longitudes de ambos lados son de $11,2 \text{ dm}$ cada una y la temperatura es $0 \text{ }^\circ\text{C}$. Fuera tenemos una presión de 100 kPa . El calor específico a volumen constante es $C_v = 3,15 \text{ J/gK}$ y a presión constante es $C_p = 5,25 \text{ J/gK}$. El pistón es empujado **lentamente** hacia la pared divisoria. Cuando la válvula abre (Sólo abre cuando la presión ejercida es mayor a la que ejerce el propio gas en el interior!) **nos detenemos** y seguimos empujando **despacio** hasta que se alcance la pared.



- Sabiendo que 2 g de gas Helio es igual a un mol de Helio, ¿cuál es el volumen molar del compartimiento izquierdo?
- Calcula el volumen final que alcanza el compartimiento derecho antes de que se abra la compuerta central, y la temperatura que alcanza el gas tras dicha acción.
- ¿Se modificará la temperatura cuando la compuerta central se abra y las dos masas de gas se mezclen? En caso afirmativo, calcúlala de ser posible (recuerda que un gas puede ser considerado un fluido).
- ¿Cuál será la temperatura final tras que el pistón llegue a la posición final?
- Calcula el trabajo total entregado al sistema por parte de los investigadores.

PT70. EESOPi N° 3060 San Jorge Rosario, Santa Fe.

Engañando al Capitán.

El capitán de un barco en el que Ud. es tripulante le comenta que debe mantener rumbo Norte para no chocar con los arrecifes que se encuentran al este y el oeste del recorrido. Ud, modestamente, le recuerda al capitán que hay una corriente de Oeste a Este que lo desviará del curso y lo hará chocar contra los arrecifes, preguntándole si no debería fijar rumbo NordOeste para compensar dicha corriente y así navegar al norte.

El capitán hace caso omiso de su recomendación, y ante el peligro de un naufragio Ud. decide engañar al capitán.

Decide instalar bajo la brújula, un conductor eléctrico paralelo a la dirección de movimiento del barco de tal modo que cuando el capitán vea que la embarcación está moviéndose en la dirección del Norte (en la dirección de la aguja de la brújula), realmente esté navegando con el rumbo corregido para evitar la colisión.

La idea consiste en que la corriente que circule por el conductor, genere un campo magnético B_i , de tal modo que cuando el barco apunte a la dirección deseada por Ud, la suma del campo magnético terrestre B_t más el campo B_i , den un campo magnético resultante paralelo a la dirección de movimiento del barco.

No se asuste, vamos a resolver juntos el problema:

- 1) Si el módulo de velocidad del barco, medido respecto del agua, es de 30 km/h, y la velocidad de arrastre del agua es de 5 km/h en la dirección Oeste-Este ¿Cuál tendría que ser el ángulo, medido desde el norte, en que debería el capitán apuntar la embarcación, para que la misma avance en la dirección sur-norte respecto a la tierra? Indique los grados y si deben medirse hacia el este o el oeste respecto al norte. Ej: 32°E respecto al N ó 32°O respecto al norte
- 2) El circuito que Ud., diseña para engañar al capitán es un alambre de cobre por el que circula una corriente I , de tal modo que se genere un campo magnético que, al sumarse con el de la tierra, la suma de ambos campos apunte en la dirección que Ud quiere que vaya el barco. Si Ud. dispone el conductor paralelo a la dirección de movimiento del barco (es decir, de popa a proa) ¿En qué dirección se genera el campo magnético del alambre? ¿Paralelo o Perpendicular al alambre?
- 3) Conocido el ángulo calculado en (1), y suponiendo que en el lugar de la tierra donde Ud. se encuentra, el campo magnético terrestre es de $3,00E-5$ Tesla en la dirección Norte ¿Qué intensidad tendría que tener el campo B_i generado por su circuito, de tal modo que cuando la embarcación esté orientada en el ángulo que Ud. calculó, la aguja de la brújula apunte en esa dirección (en lugar del norte)?
- 4) Si el alambre de cobre, se oculta 1 cm por debajo de la aguja de la brújula ¿Cuál debería ser la Intensidad y el sentido de circulación de la corriente eléctrica (de proa a popa o de popa a proa) necesaria para que genere el campo magnético calculado en el punto anterior.
- 5) Si cuenta con una fuente de 12V de corriente continua ¿Qué valor de resistencia R debería usar para generar la corriente calculada en el punto anterior?

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

PT71. EESOPi N° 3060 San Jorge Rosario, Santa Fe.

Exoplanetas.

El 10 de mayo de 2016, el telescopio espacial Kepler descubrió 2 planetas en torno a la estrella Kepler-712, por el método de tránsito. En dicho método, se detecta la existencia de planetas por ligeras variaciones regulares de la luz emitida por una estrella, como consecuencia del eclipse parcial que el planeta produce a su paso. Si se cuenta el tiempo entre dos pasadas consecutivas del planeta puede conocerse el período orbital del mismo. Así se detectaron los planetas: Kepler-712-b, con un período orbital de 21,02 días terrestres, y el Kepler-712-c con un período orbital de 226,89 días terrestres.

Conociendo que la masa de la estrella Kepler-712 es de 0,89 veces la masa solar. Lo invitamos a contribuir con los científicos a encontrar los radios orbitales de ambos planetas:

- 1) Deduzca la ley de Kepler a partir de la Ley de Gravitación Universal de Newton para órbitas circulares (puede hacerlo a partir de la expresión de la fuerza centrípeta del movimiento circular para la gravitación de Newton, o a partir de la relación entre E_c y E_p para órbitas circulares, ambos caminos son válidos).
- 2) Usando la relación encontrada en el punto anterior, calcule los radios de las órbitas de cada exoplaneta.
- 3) Se define como "Zona de Vida" al intervalo de distancia a una estrella, donde el agua puede existir en estado líquido. En el caso de la estrella Kepler-712 la Zona de vida la constituye cualquier órbita que se encuentre entre los 0,65 UA y los 1,23 UA. Determine si alguno de los dos exoplanetas se encuentra en dicha zona.

Constante de Gravitación Universal = $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 / \text{kg}^2$

Unidad Astronómica. 1 UA = $1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$ - Masa Solar = $1,989 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

PT71. EESOPÍ N° 3060 San Jorge
Rosario, Santa Fe.

Termodinámica

Suponga el caso ideal en que tiene una máquina de Carnot, la que usará para levantar un cuerpo de 200 kg hasta una altura de 10 cm.

El ciclo de la máquina de Carnot se representa en la figura 3-1. Suponga que la menor temperatura de su ciclo es de 20°C y la mayor es de 100°C.

El ciclo inicia en A, con presión 1 atm y volumen 1 metro cúbico. Comprimiéndose isotérmicamente hasta la mitad del volumen en B. De tal modo que $V_B = 0,5 V_A$

- 1) Suponiendo que el gas se comporta como GAS IDEAL en todo momento, complete la siguiente tabla de los valores de Presión P, Volumen V, temperatura T y número de moles n, correspondientes a cada uno de los estados A, B, C y D del ciclo de Carnot graficado arriba. Los valores que ya se encuentran en la tabla, transfórmelos al SI de unidades.

Estado	P	V	n	T
A	1 atm	1 m ³		20°C
B		$V_A / 2$		
C		$V_D / 2$		
D		0.547 m ³		100°C

- 2) Suponiendo que el gas es diatómico, y tomando como convención a W como el trabajo que el sistema realiza sobre el medio, y Q como el calor que el sistema absorbe de medio, de tal modo que los signos de la primera ley de la termodinámica queda $\Delta U = Q - W$, complete la siguiente tabla:

Transformación	ΔU	Q	W	ΔS
Isotérmica A → B				-0,240 J/K
Adiabática B → C				
Isotérmica C → D				
Adiabática D → A				
TOTAL (neto) es decir ciclo completo				

- 3) Calcule la Eficiencia del Ciclo de Carnot
 4) A partir del cálculo de Eficiencia ¿Cuanto calor Q debe suministrar el medio al sistema de tal modo de poder usar el W para elevar la carga de 200 kg una altura de 10 cm?
 5) ¿Cuántos ciclos necesita realizar la máquina de Carnot para lograr tal tarea?

Constante Universal de los Gases $R = 0,082 \text{ atm.}/\text{K.mol} = 8,31 \text{ J/K.mol}$.

1 atmósfera = 101,325 Pa

Logaritmos Neperianos Necesarios: $\ln(2) = 0.693$

**PT72. Instituto Primo Capraro - Colegio San Patricio
San Carlos de Bariloche, Río Negro.**

Al que madruga, Dios lo ayuda!!!!

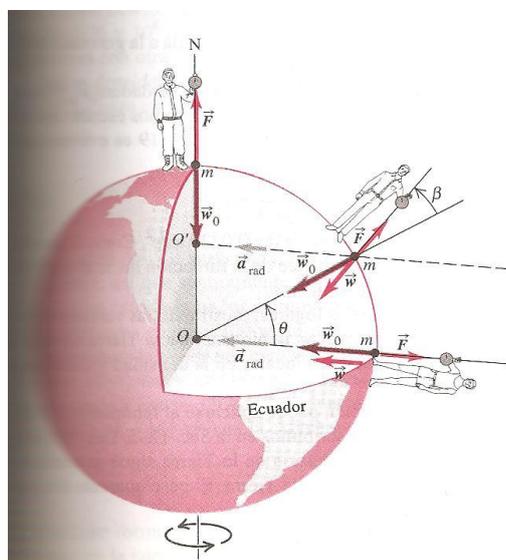
Juan es un alumno que habitualmente llega tarde a sus clases en la escuela a la que concurre. El motivo siempre es el mismo: “profesor perdí el tren de las 7:30”. Una mañana de invierno, cuando se acerca a la estación, nuevamente está a punto de perder el tren. En un desesperado intento, corre a una velocidad constante de 21.6 km/h. Cuando está a 32 m de la última puerta del vagón de cola, el tren arranca con una aceleración constante de $0,5 \text{ m/s}^2$.

- ¿Logrará nuestro viajero aprovechar su boleto o habrá perdido su pasaje, tiempo y aliento en un infructuoso intento, sumando otra llegada tarde a su curriculum? Para ello calcula, en forma analítica, en cuánto tiempo lo alcanzaría y, en ese caso, qué distancia debería correr para subirse al tren. Analiza los resultados.
- Representa los gráficos cartesianos de la velocidad en función del tiempo y la posición en función del tiempo, para ambos (Juan y el tren)
- ¿Cuál debería ser la mínima velocidad de Juan que le permitiría alcanzar el tren?
- En este último caso, ¿qué distancia deberá correr?

**PT73. Instituto Primo Capraro - Colegio San Patricio
San Carlos de Bariloche, Río Negro.**

El peso de las apariencias.

Como la Tierra gira sobre su eje, no es precisamente un marco de referencia inercial, ya que todo movimiento circular tiene aceleración. Por esta razón el peso aparente de un cuerpo en la Tierra no es exactamente igual a la atracción gravitatoria terrestre, a la que llamaremos peso verdadero W_0 del cuerpo. La figura es una vista recortada de la Tierra que muestra a tres observadores. Cada uno sostiene una balanza de resorte de la que pende un cuerpo de masa m . Cada balanza aplica una fuerza de tensión F al cuerpo, y la lectura de cada una es la magnitud F de dicha fuerza. Si los observadores no son conscientes de la rotación de la Tierra, cada uno piensa que la lectura de la báscula es igual al peso verdadero del cuerpo porque cree que éste está en equilibrio. Así cada observador piensa que a la tensión F debe oponerse una fuerza igual y opuesta W , a la que llamamos peso aparente. Pero si los cuerpos giran junto con la Tierra, no están precisamente en equilibrio. Nuestro problema es encontrar la relación entre el peso aparente W y el peso verdadero W_0 .



Supondremos que la Tierra es esféricamente simétrica de radio R , masa M_T y de densidad uniforme. Para esta situación determinar:

- El peso verdadero de una masa de 10 kg colocada en la báscula de resortes, para cualquiera de los tres observadores, utilizando la Ley de Gravitación Universal.

Pero como la Tierra gira a razón de una vuelta por día (no consideraremos el pequeño aporte de su órbita alrededor del Sol), calcular

- La rapidez de rotación de la Tierra en unidades del SI.
- La rapidez tangencial de cada uno de los tres observadores, considerando que uno de ellos se encuentra en el Polo Norte, el último en el Ecuador y el del medio a 41° de latitud (lo mismo que en Bariloche) y todos sobre el nivel del mar.
- La aceleración centrípeta de cada observador
- La fuerza neta que actúa sobre la masa de 10 kg en cada caso
- Dibuja el diagrama vectorial de las fuerzas que actúan sobre la masa en cada caso y calcula el peso aparente de la masa en el Polo, en el Ecuador y en la latitud 41° .

Datos

$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 / \text{kg}^2$ (constante de gravitación universal)

$R = 6370 \text{ km}$ (radio de la Tierra)

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

PT74. Instituto Primo Capraro - Colegio San Patricio San Carlos de Bariloche, Río Negro.

¡A no calentarse tanto!

En una nota periodística del mes de junio del año pasado, se especifica que la OMS (Organización Mundial de la Salud) retiró al mate y al café del listado de posibles cancerígenos. Sin embargo, hizo una salvedad que deja a los argentinos en el ojo de la tormenta: el mate no debería tomarse a una temperatura de más de 65°C . Es que en nuestro país, estamos acostumbrados a tomar el mate con el agua cerca del punto de hervor.

En los últimos años, los hábitos de los argentinos se fueron modificando gracias a una mayor difusión de campañas que invitan a cebar bien el mate y poder disfrutar de una buena infusión.

“Hace 10 años estábamos en que casi todos los argentinos, tomaba el mate con el agua hervida. Estaba esa idea del mate a punto de hervir”, cuenta en la nota una sommelier especialista en cata de yerba mate. “Hace 5 años ya hubo un cambio y mejoró notablemente la forma de consumo. Y se nota que hay un cuidado con la temperatura del agua, hoy la relación podría ser que el 70% todavía toma mate con agua casi hervida y un 30% que ya adoptó esta buena costumbre del agua no tan caliente como un hábito”, añade. Y se sincera: “Cuando la mayoría de los argentinos cree que el agua está bien, ya está pasada”.



La sommelier considera que una temperatura de alrededor de 70°C es una buena temperatura para la infusión y no hace daño a la salud. “Los argentinos no estamos como deberíamos estar, pero cada vez se está cuidando más el tema del agua y el consumo de la yerba mate”, reconoce la sommelier.

Una manera de calentar el agua durante un viaje largo en automóvil, es utilizar los calentadores eléctricos de inmersión conectados a 12 V, como el que se observa en la figura de la izquierda. También es muy

práctico para el que realiza el viaje conduciendo el vehículo y sin acompañante, utilizar un mate listo como los de la figura de la derecha.

La capacidad de un mate listo es de 500 cm^3 , se encuentra lleno de agua a una temperatura inicial de 20°C y nuestro objetivo es elevar la misma hasta los 70°C , de acuerdo a las recomendaciones de la OMS. Suponiendo el mate listo adiabático y toda la energía eléctrica se utiliza para elevar la temperatura del agua, se pide:



- a) Calcular la cantidad de calor necesaria para tener la temperatura del agua ideal para tomar mate.

El calentador eléctrico del que disponemos tiene una potencia media de 87.2 W entre las temperaturas de trabajo (tanto la potencia, como la intensidad de corriente y la resistencia eléctrica, varían con la temperatura). Suponemos que la diferencia de potencial eléctrico es constante de 12 V .

- b) Determinar el tiempo necesario para que el agua alcance los 70°C .
- c) Calcular la intensidad de corriente media que pasa por el calentador.
- d) Determinar la resistencia eléctrica promedio del calentador a inmersión.

La resistencia eléctrica de un material conductor aumenta con la temperatura en forma aproximadamente lineal, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$R(T) = R_0[1 + \alpha(\Delta T)]$$

Donde $R(T)$ es la resistencia del conductor a una determinada temperatura

$R_{(0)}$ es la resistencia del conductor a 293 K

α es el coeficiente de temperatura,

ΔT es la variación de temperatura

Considerando que el material con el que se construyó la resistencia del calentador tiene un α indicado en los datos al final del problema, se pide:

- e) Calcular la resistencia del calentador a 20°C (temperatura inicial del agua)
- f) Representar en forma aproximada, la resistencia en función de la temperatura entre los 20°C y 70°C
- g) Representar en forma aproximada, la intensidad de corriente eléctrica y la potencia eléctrica en función de la temperatura entre los 20°C y 70°C

Datos

Calor específico del agua $C_e = 4,186 \text{ J/g K}$ (lo suponemos constante en ese rango de temperaturas).

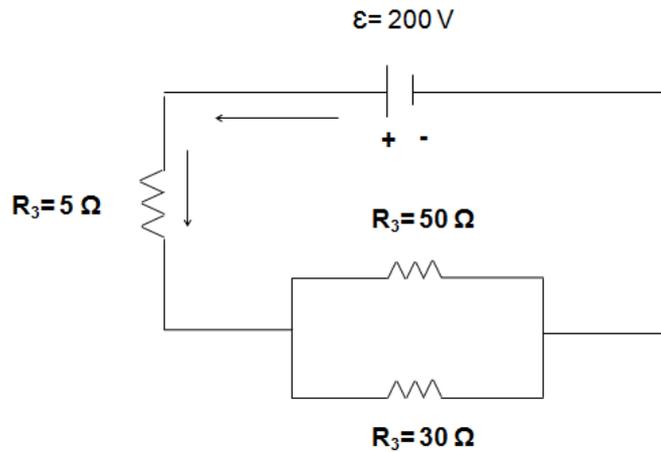
Coeficiente de temperatura $\alpha = 4 \cdot 10^{-3} \text{ 1/K}$ a 20°C

PT75. Instituto Privado Rivadavia Alderetes, Tucumán.

- a) Determina si es posible mover un bloque de 1000 Kg , arrastrándolo por el suelo durante 10 metros en 30 segundos, aplicando para ello una potencia motriz de 50 W . $\mu=0,1$.
- b) En caso de que la respuesta sea negativa, ¿qué potencia se debería aplicar para mover el bloque?

**PT76. Instituto Privado Rivadavia
Alderetes, Tucumán.**

Para el siguiente circuito, calcular:



- Las corrientes y tensiones
- La potencia de cada resistencia y la potencia total.
- El tiempo que demora la resistencia R_3 en calentar 2 litros de agua, desde 20°C hasta vapor a 100°C , si su rendimiento es del 80%.

**PT77. Instituto Privado Rivadavia
Alderetes, Tucumán.**

Al sumergir una piedra de 2,5 Kg en agua, comprobamos que tiene un peso aparente de 20 N. Calcular:

- El empuje que experimenta la piedra
- El volumen de la piedra
- La densidad de la piedra.

**PT78. Escuela de Agricultura
General Alvear, Mendoza.**

“Orbitando”.

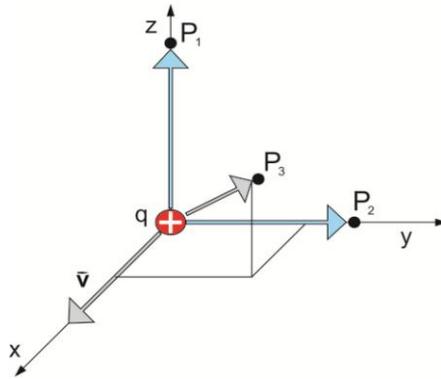
Un satélite de 300 kg de masa se encuentra en una órbita circular alrededor de la tierra a una altitud igual al radio medio de la tierra. Determina

- La rapidez orbital del satélite
- El periodo de su revolución
- La fuerza gravitacional que actúa sobre él?
- Realiza un diagrama de cuerpo libre del satélite

**PT79. Escuela de Agricultura
General Alvear, Mendoza.**

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

- $P_1: x=0, y=0, z=6\text{cm}$.
- $P_2: x=0, y=2\text{cm}, z=0$
- $P_3: x=2\text{cm}, y=2\text{cm}, z=2\text{cm}$.



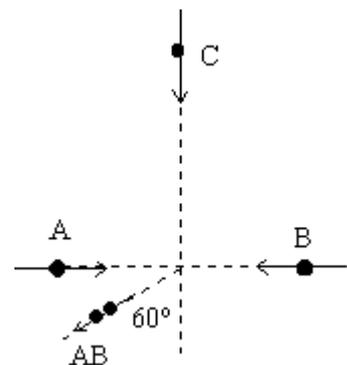
Si al desplazarse en dicha dirección se encuentra con un campo magnético (perpendicular) \mathbf{B} de $9 \cdot 10^{-4} \text{ T}$.

- d) ¿Cuál será la dirección de la carga?
- e) Realiza una gráfica del movimiento de la carga puntual.

**PT80. Escuela de Agricultura
General Alvear, Mendoza.**

“Choques”.

Tres partículas A, B y C de masas $m_A = m_B = m$ y $m_C = 2m$, respectivamente se están moviendo con velocidades cuyo sentido se indica en la figura y de valor $v_A = v_B = v$ y $v_C = 2v$. Se dirigen hacia el origen del sistema de coordenadas al que llegan en el mismo instante. Al colisionar A y B quedan adheridas y salen en la dirección indicada con velocidad $v/2$.



- a) ¿Qué principio aplicas para resolver el problema?
¿Por qué?
- b) Determina: la velocidad y dirección sale la partícula C.
- c) ¿Es un choque elástico? Fundamenta tu respuesta.
- d) Realiza una breve conclusión en base a lo obtenido

**PT81. Colegio San José de los Hermanos Maristas
Escuela Técnica Industrial Emilio Civit - Departamento de Aplicación Docente
Liceo Agrícola y Enológico Domingo F. Sarmiento
Maipú y Ciudad de Mendoza.**

Un objeto de masa 3 kg es tirado verticalmente hacia arriba, alcanzando una altura máxima de 20 m. (Considere despreciable la fricción)

- a) ¿Cuál es la velocidad con que debe lanzarse para que alcance esa altura?
- b) ¿En qué tiempo la alcanza?
- c) Determine la energía mecánica del objeto en el inicio del movimiento, cuando alcanza la altura máxima y cuando alcanza los 15m de altura. ¿Difieren estos valores? ¿Por qué?
- d) ¿A qué altura se encuentra 3,5 s después de su lanzamiento? Describa que ha ocurrido con el objeto.
- e) Realice una gráfica de posición en función del tiempo, para el intervalo de tiempo [0 s;5 s]
- f) Realice una gráfica de velocidad en función del tiempo, para el mismo intervalo de tiempo.

PT82. Colegio San José de los Hermanos Maristas
Escuela Técnica Industrial Emilio Civit - Departamento de Aplicación Docente
Liceo Agrícola y Enológico Domingo F. Sarmiento
Maipú y Ciudad de Mendoza.

Consideremos los dos sistemas más usuales para obtener agua caliente en el hogar: el termotanque y el calefón.

Un termotanque almacena agua caliente en un gran recipiente, aislado térmicamente del entorno de forma parcial. Supongamos que posee un sensor que encenderá un calentador cuando la temperatura del agua almacenada sea inferior a $T_i = 30\text{ }^\circ\text{C}$ y lo apagará cuando sea superior a $T_s = 45\text{ }^\circ\text{C}$.

Si el termotanque tiene forma cilíndrica, con 30 cm de radio y 150 cm de altura, resuelva lo siguiente:

- Justifique por qué un termotanque, para ser útil como tal, no puede ser un sistema aislado ideal.
- Calcule el calor necesario para calentar el termotanque lleno desde temperatura ambiente hasta T_s (desprecie pérdidas de calor hacia el ambiente).
- Si la potencia entregada por el calentador es 5000 cal/seg y se puede asumir el rendimiento del mismo igual al 100%. ¿Cuál es el tiempo necesario para realizar el proceso del inciso b)?

Supongamos ahora que el termotanque pierde calor a razón de 200 cal/seg.

- ¿Cuántas veces durante un día se encenderá el calentador para mantener la temperatura dentro del rango buscado?
- ¿Cuántas calorías consumirá el termotanque para proveer durante un día a una familia que consume 500 litros de agua caliente?

En el caso del calefón, el principio de funcionamiento es hacer circular el agua por una larga serpentina mientras que el calentador entrega el calor necesario para alcanzar la temperatura de salida.

Considerando una serpentina de 2 cm^2 de sección, una longitud de 2 m y un caudal de consumo de agua de 0,20 litros/seg.

- ¿Cuál es la velocidad del agua dentro de la serpentina? ¿Cuánto tarda un litro de volumen en recorrer la serpentina?
- Asumiendo el rendimiento del calentador en un 50% y la temperatura inicial del agua como $30\text{ }^\circ\text{C}$. ¿Cuál debe ser la potencia del mismo para alcanzar una temperatura de salida de $45\text{ }^\circ\text{C}$?
- ¿Cuántas calorías consumirá el calefón para proveer durante un día a la misma familia del inciso e)?

PT83. Colegio San José de los Hermanos Maristas
Escuela Técnica Industrial Emilio Civit - Departamento de Aplicación Docente
Liceo Agrícola y Enológico Domingo F. Sarmiento
Maipú y Ciudad de Mendoza.

Considere un circuito eléctrico como el que muestra la Figura 1. Si el valor del potencial (V) suministrado por la batería es 12 V y las resistencias tienen los valores $R_1 = R_3 = 10\ \Omega$ y $R_2 = 5\ \Omega$.

- Calcule el valor de la resistencia equivalente del circuito.
- ¿Cómo cambia el resultado del inciso (a) si ahora $R_1 = R_2 = R_3 = 10\ \Omega$?
- Determine la intensidad de corriente I que suministra la batería al circuito en cuestión.
- Determine la intensidad de corriente que atraviesa cada una de las resistencias.

- e) Repita el inciso (d) suponiendo ahora que $V = 24 \text{ V}$. ¿Cómo resulta cada una de las corrientes en relación a las obtenidas con la batería de 12 V ? Justifique este resultado.

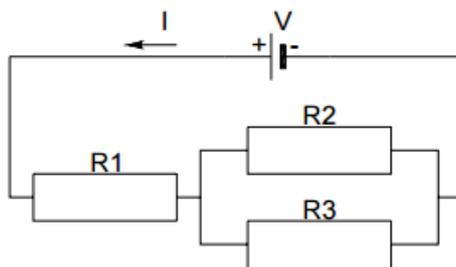


Figura 1

**PT84. EPET N° 4 Juan Agustín Larrús
General Acha, La Pampa.**

Autos eléctricos.

La EPET n° 4 de General Acha la pampa esta participando desde hace 3 años, en el campeonato argentino de auto eléctricos (desafío ECO).

Este año se ha modificado el reglamento, los motores eléctricos son de 48 volt que es alimentado con 4 baterías de 12 volt y 17 amper hora. Dichas baterias no pueden ser recargadas 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?
- El sistema de carrera es distinto a años anteriores y es así: se debe correr 15 minutos utilizando la máxima potencia y luego 1,30 horas con lo que queda de batería. Si el rendimiento del auto es óptimo, la potencia del motor es de 500 watt mas un 10 % por perdidas en rozamiento.
 - ¿cuanto sería la corriente utilizada en los primeros 15 minutos?
 - ¿qué corriente debería ir consumiendo en la segunda parte para llegar al final de la carrera?
- Si en la segunda parte el consumo fuera máximo ¿cuanto tiempo duraría las baterías? ¿llegará al final?
- ¿cual sería la resistencia que produce el motor en cada caso anterior?

**PT85. EPET N° 4 Juan Agustín Larrús
General Acha, La Pampa.**

Minibuses.

Hace un tiempo atrás cambio de dueño la línea de buses que une General Acha-Santa Rosa. Los choferes era nuevos, oriundo uno de cada lugar siendo 2 combis las que viajan a diario (retirando y llevando los pasajeros a su casa.).

Para mejorar el servicio y mas rápido decide el dueño de la empresa intercambiar los choferes en algunos viajes diarios, en la localidad de Ataliva Roca distante 38 km de la salida de Santa Rosa y a 65 km de General Acha.

La combi que sale de Sta. Rosa por el estado de las rutas viaja a una velocidad media de 80 km /h, demora 15 minutos para llegar de la terminal a la ruta con una velocidad de 20 km/h y tarda 5 segundo en llegar a la velocidad media

A la misma hora sale de General Acha otra combi que no pierde tiempo en tomar la ruta y viaja a una velocidad media de 90 km/h y parte de parado y demora 10 segundo a llegar a la velocidad media y a los 30 km debe disminuir la velocidad por tener que pasar

por un puesto caminero a 40 km/h demora 5 segundo en disminuir la velocidad y lo mismo para volver a esa velocidad

Calcular

- Aceleraciones de las combi
- Distancia que necesita para acelerar
- Tiempo que demora cada una en llegar a Ataliva Roca
- Si no cambiaran los choferes a que distancia de Sta. Rosa se cruzaría y cuanto tiempo de después
- ¿cual sera la velocidad media de cada una en su recorrido?
- A que velocidad tendrían que ir cada una para llegar juntas teniendo en cuenta que no pueden sobrepasar los 95 km/h
- Si hicieran el viaje de sin cambiar de choferes cuanto demora cada una

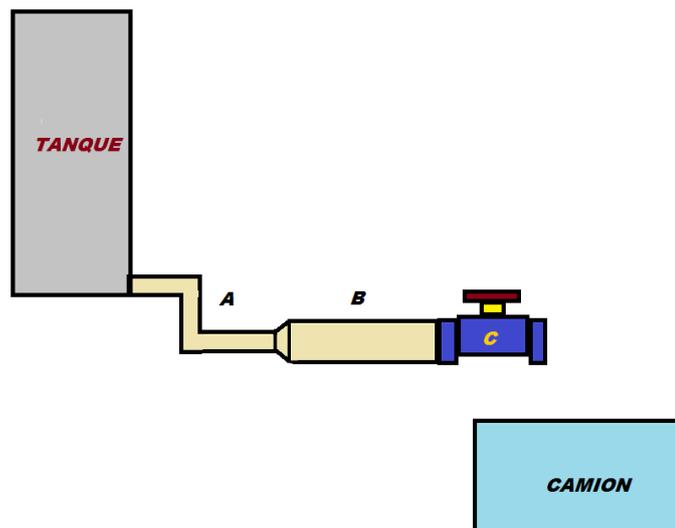
PT86. EPET N° 4 Juan Agustín Larrús General Acha, La Pampa.

Riego en pista de motocross.

En el circuito de motocross de General Acha se ha instalado un cisterna de agua para cargar rápido los camiones que riegan el circuito entre carreras.

La forma de la misma es cilíndrica con diámetro de 4 metros y una altura de 6 metros. Y se carga con una bomba que carga 8000 litros por hora

La cisterna se encuentra abierta a la atmósfera, alimenta a una cañería de sección variable que vierte agua en el camión.



Datos:

La presión atmosférica es de 1,013. 105 pa

El caudal con que fluye el agua, cuando la canilla **c** está abierta, es de 0,005 m³/s

El diámetro de la cañería en el punto **a** es $d_a = 10$ cm

El diámetro de la cañería en el punto **b** es $d_b = 25$ cm

La cañería, entre los puntos **a** y **b**, tiene una diferencia de altura 4m

El diámetro del recipiente del camión tiene un tanque de forma cilíndrica de 2 metros de diámetros por 4 ms de largo

- que tiempo necesita para llenarla
- ¿qué presión soporta el punto **b** cuando la canilla **c** está cerrada?
- ¿qué velocidad tiene el agua en el punto **a** cuando la canilla **c** está abierta?
- ¿qué presión soporta el punto **a** cuando la canilla **c** está abierta?

- e) ¿cuál es la presión hidrodinámica que soporta el punto b cuando la canilla c está abierta?
- f) ¿cuanto tiempo se tarda en llenar el camión?
- g) ¿cuántos m³ contiene el camión a los 10 segundos después de comenzar a llenarse?
- h) En una hora cuantos camiones se llenarían

**PT87. Colegio Santa Rosa
San Miguel, Tucumán.**

Mecánica.

En una plantación de pinos de hojas aciculares (en forma de aguja) ubicado en una pequeña ladera en el Cerro San Javier (Tucumán), durante el invierno, el suelo bajo los mismos cubiertos de estas hojas constituía una superficie lo suficientemente lisa como para que un grupo de niños descubrieran que se podían deslizar con facilidad sobre una tabla usada a la manera de trineo.

Si estimamos que la altura máxima de la ladera era de unos 15 metros, y la longitud total que se podía recorrer durante el deslizamiento hasta llegar a una cerca perimetral era de unos 30 m de longitud, determine:

- a) El ángulo de elevación de la ladera.
- b) La velocidad cuando recorre la mitad del camino.
- c) La velocidad al llegar a la cerca si usando una tabla muy lisa la fuerza de rozamiento se considera despreciable.

Generalmente quienes jugaban en este deslizadero eran niños de entre nueve y doce años. Consideramos un niño de 30kg, determine: ($g=9,8\text{m/s}^2$)

- d) La aceleración que experimenta durante el descenso.
- e) La energía cinética a la mitad de su camino.

Si usando una tabla nueva, cuya superficie es más rugosa, la velocidad final del niño se reduce a la mitad calcule:

- f) El coeficiente de roce dinámico entre la tabla y el piso cubierto de hojas.
- g) La aceleración que adquiere ahora en el descenso.
- h) Su energía cinética a la mitad del recorrido.
- i) Su energía potencial cuando le faltan 5 metros para llegar a la cerca.
- j) La variación de energía mecánica de este nuevo sistema.

**PT87. Colegio Santa Rosa
San Miguel, Tucumán.**

Calor.

Un día de tormenta de verano en el centro de San Miguel de Tucumán, un estudiante de física medir la temperatura del agua de lluvia, y descubre que esta tenía 1,5°C más que la temperatura ambiente de 25°C.

Usando como dato la altura promedio de unos cumulonimbos (2 km), y suponiendo que la temperatura ambiente es constante en toda la caída, para una porción de 100 ml de agua, calcule:

- a) El calor absorbido por el agua.
- b) La disminución de la velocidad al llegar a tierra de la gota de agua, comparada con una caída libre.
- c) La temperatura que tendrían a 50 metros de llegar al suelo si la absorción de calor fuera uniforme durante la caída
- d) ¿Cuál es su variación de energía mecánica al llegar al suelo?

Usando este mismo modelo, considere una moneda de cobre de 5 gramos que cae de un edificio de 30 metros de altura:

- e) ¿Cuál es su variación de temperatura?

- f) ¿Cuánto calor absorbe la moneda?
g) ¿Cuál es su variación de energía mecánica?

Datos

$$\rho_{\text{agua}}=1\text{g/ml}$$
$$C_{\text{agua}}=1\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$$
$$C_{\text{cobre}}=0,092\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$$

PT89. Colegio Santa Rosa San Miguel, Tucumán.

Termodinámica.

El neumático de un automóvil se infla a una presión manométrica de 207 kPa en un momento en que la presión de los alrededores es de 1 atm (101,3 kPa) y la temperatura es de 25°C. Si el volumen del neumático es de 5000cm³

- a) ¿Cuántos gramos de aire ($M = 29 \text{ g/mol}$) es necesario bombear en un neumático de automóvil para que tenga esa presión manométrica?
b) ¿Cuál será la densidad del aire dentro del neumático?

Después de manejarlo, la temperatura del aire del neumático aumenta a 40°C.

- c) Suponga que el cambio del volumen del aire es despreciable, ¿cuál es la nueva presión manométrica en el neumático?
d) ¿La densidad del aire dentro del neumático sufre algún cambio?
e) ¿Qué cantidad de calor absorbe el aire? (Su calor específico a volumen constante es de 0,72 kJ/kg.K)

Si estos neumáticos estallan a una presión de 800 kPa:
¿Cuál es la temperatura que debería alcanzar para estallar?

PT90. EET N° 1 Coronel Manuel Álvarez Prado San Pedro, Jujuy.

Un ratón regresa a su cueva con una velocidad constante de 1 m/s. En el camino hay un gato que duerme a 5 m de la entrada de la cueva. En el instante que pasa al lado del gato sin querer le pisa la cola y lo despierta, éste inmediatamente quiere atraparlo y corre tras él, logrando una aceleración constante de 0,5 m/s².

- Representa en un mismo gráfico de posición respecto del tiempo, los movimientos realizados por el gato y el ratón.
- Realice algunos cálculos y luego responda las siguientes cuestiones, justificando las respuestas.
 - Tiempo que transcurre desde que le pisa la cola hasta que el gato alcanza al ratón.
 - Desplazamiento realizado por los dos durante ese tiempo.
- El ratón sigue a la misma velocidad porque está seguro de que el gato no lo alcanza. De acuerdo a los datos obtenidos en el punto anterior, contesta si tiene razón o no el ratón justificando tu respuesta.

PT91. EET N° 1 Coronel Manuel Álvarez Prado San Pedro, Jujuy.

En lo alto de un plano de 2 m de altura y 30° de inclinación se coloca una masa de 0,5 kg. Al final del plano se encuentra un aro circular como indica la figura. En todo el recorrido no existe rozamiento.

Calcule

- a) La velocidad de la masa en los puntos A, B y C.

- b) ¿Desde qué altura sobre el plano se debe dejar caer la masa para que al llegar a C no ejerza ninguna fuerza sobre el aro?



**PT92. EET N° 1 Coronel Manuel Álvarez Prado
San Pedro, Jujuy.**

El motor de un auto suministra una potencia de 90 CV a 5000 rpm. El vehículo se encuentra subiendo una pendiente, por lo que tiene que vencer una fuerza de 1744,5 N en la dirección del movimiento. La transmisión del motor hasta las ruedas, de radio 0,3 m, tiene un rendimiento del 95 %.

Determine

- La velocidad máxima con la que asciende el vehículo.
- El par motor en cada una de las ruedas tractoras.
- La relación de cambio para conseguir la fuerza necesaria.
- El consumo horario de combustible en las condiciones del problema, teniendo en cuenta que el motor tiene un rendimiento térmico del 20 % y que el combustible tiene un poder calorífico de 9960 Kcal/Kg y una densidad de 0,75 Kg/dm³.

**PT93. Colegio Santísimo Rosario
Monteros, Tucumán.**

En la destilería del Ingenio Ñuñorco, ubicado en la ciudad de Monteros, en ocasiones se utiliza "glicerina", durante el desarrollo del proceso industrial. En cierta ocasión se transportan 200 litros del líquido mencionado en un tacho de acero cilíndrico de 0,500 m de diámetro por 1,100 m de altura (medidas interiores). Las magnitudes del recipiente y fluido fueron tomadas una fría mañana a 5°C.

El coeficiente de expansión lineal del acero es $\lambda = 11 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ y el coeficiente de expansión volumétrica de la glicerina es $\beta = 4,85 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Parámetros típicos de la ciudad:

Densidad del aire: 1,18 Kg./m³.

Presión atmosférica: 96000 Pa.

Aceleración de la gravedad: 9,785 m/s².

Si el recipiente con el líquido se cierra herméticamente a la presión atmosférica:

- ¿Cuál es el peso del aire contenido en el recipiente?

Como el recipiente se deposita, herméticamente cerrado, al aire libre y la amplitud térmica del día es importante, llegando en horas de la tarde a 30°C, considerando el volumen del aire encerrado en el tacho

- ¿Cuál es la presión que tendrá el aire a la tarde?

Si se cuenta con un manómetro calibrado en la ciudad, a la presión atmosférica típica:

c) ¿Cuánto será la presión manométrica del aire en horas de la tarde?

Luego de utilizarse la glicerina, el recipiente de acero queda vacío, tiene una masa de 30kg, se coloca en una cinta transportadora, en cuyo trayecto pasa por una compactadota y en cercanías de una zona de calderas por lo que la temperatura asciende hasta los 50°C, arrojándose desde allí a zonas refrigeradas, dentro de un tanque con 100 litros de agua a 0°C, de de las cuales 3 litros están en estado sólido; considerando las constantes físicas:

Calor específico del agua: $c_e = 1 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$.

Calor específico del acero: $c_e = 0,11 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$.

Calor latente de fusión del agua: $c_e = 80 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1}$.

d) ¿Cuáles serán las condiciones finales de la mezcla?

PT94. Colegio Santísimo Rosario Monteros, Tucumán.

Un automovilista circula por una zona montañosa y detiene su marcha para mirar el paisaje, estacionando el auto en una pradera con una pendiente de 45°(AB).

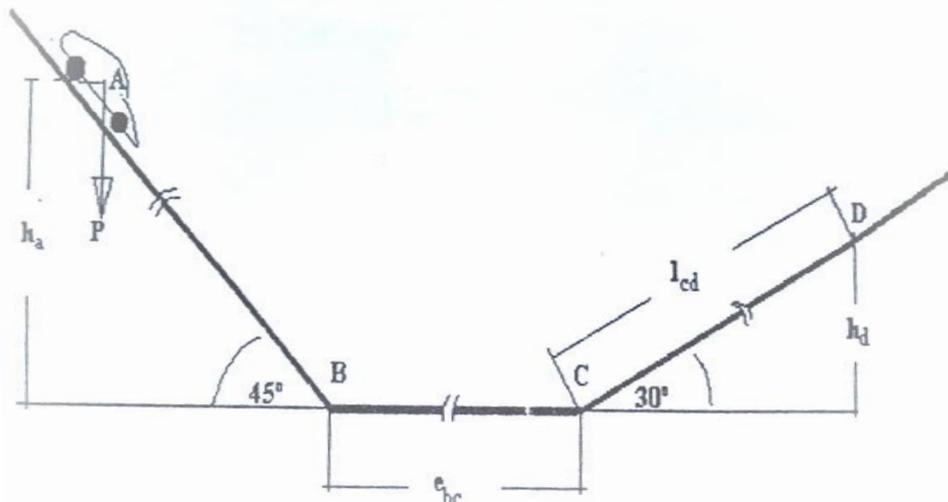
Al descender, por torpe, destraba el freno de mano en forma parcial y el coche comienza a descender por la misma llegando al nivel del valle (BC), para ascender luego por la otra pendiente de 30°(CD).

La altura inicial h_a es de 50 m, pero por efecto del rozamiento, la E_c que adquirió en B es el 30% de la que tendría si no hubiera fricciones.

Al iniciarse el tramo plano e_{bc} un bache destraba totalmente el freno de mano, sin embargo la vegetación hace perder el 20% de la E_c que había en B por acción de una fuerza de rozamiento de 100 kgf, cuando llega a C.

Con la energía que le queda, comienza a ascender por el plano CD anulando su velocidad en el punto D luego de recorrer la distancia l_{cd} que es el 55% de lo que debería haber recorrido si el rozamiento fuese nulo.

Peso (P) del auto 1000kgf.-



Calcular

- Longitud del tramo AB.
- Energía cinética en B
- Fuerza de rozamiento en el tramo AB
- Aceleración en el tramo AB
- Espacio e_{bc}
- Longitud l_{cd} mientras el auto asciende

- g) Altura h_d
- h) Fuerza de rozamiento en el tramo CD
- i) El auto se quedará quieto en D?
- j) Si no se queda quieto en D, dónde se detiene?

**PT95. Colegio Santísimo Rosario
Monteros, Tucumán.**

Un estudiante desea armar un circuito y dispone de 4 resistores cuyas resistencias valen: $R_1 = 2,0 \Omega$, $R_2 = 3,0 \Omega$, $R_3 = 10,0 \Omega$ y $R_4 = 10,0 \Omega$ respectivamente y cuatro pilas de 1,5 V y $0,2 \Omega$ de resistencias internas cada uno.

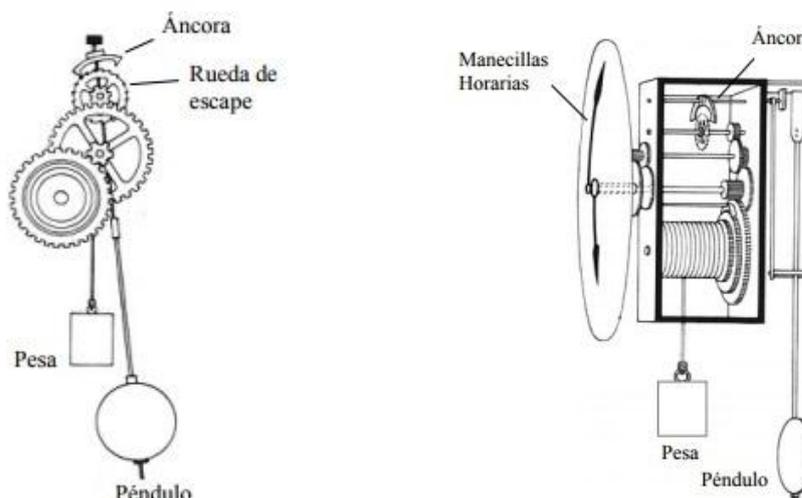
- a) Cómo conectaría las pilas para obtener la máxima fem alimentando al circuito?
- b) ¿qué corriente circula por el circuito si se conectan las tres primeras resistencias en serie y la cuarta en paralelo con las anteriores, a una tensión de 3V? Dibuje el circuito. ¿Cuántas pilas conectaría y en qué forma?
- c) ¿Cómo conectaría las resistencias (en serie o paralelo) para que la energía disipada en todo el circuito en 10 min sea la máxima posible? $E = 6V$

Los resistores R_3 y R_4 son alambres conductores del mismo material pero el diámetro de R_3 es la tercera parte del diámetro de R_4 ¿es posible esto? Explique

**PT96. Escuela ORT Sede Almagro
Ciudad de Buenos Aires.**

Como se sabe, las oscilaciones de un péndulo son isócronas, es decir, la duración de las oscilaciones es la misma cuando éstas son pequeñas. Por esta razón, son idóneas como referencia para la medida del tiempo en los relojes. Sin embargo, las oscilaciones de un péndulo real son siempre amortiguadas, pues siempre hay pérdidas energéticas que reducen paulatinamente su amplitud. Por lo tanto, su aplicación en un reloj requiere de un dispositivo que suministre en cada oscilación una energía igual a la disipada, de forma que la amplitud de oscilación del péndulo sea constante.

El *escape de áncora* es un ingenioso mecanismo que hace precisamente eso. El movimiento del péndulo balancea la pieza llamada *áncora* de tal manera que traba y destraba sucesivos dientes de la *rueda de escape*, lo que a su vez permite que la rueda gire un ángulo preciso en cada oscilación. Los encuentros del áncora con la rueda de escape, al llegar el péndulo a los extremos de su recorrido, producen el tic-tac característico de estos relojes. A continuación se presentan dos esquemas de un reloj por dentro:



Como se puede observar en la figura, el péndulo está constituido por una masa conocida M situada en el extremo de una varilla metálica. La pesa es una masa que cuelga de un hilo enrollado en un cilindro giratorio, al que se conectan mediante engranajes las agujas del reloj. La pesa desciende muy lentamente, haciendo girar los engranajes y las manecillas, y perdiendo energía potencial que, en parte, se transfiere al péndulo. Esta pesa es, por tanto, la “fuente de alimentación” energética del reloj.

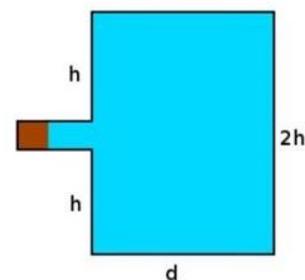
El mecanismo de escape está formado por una rueda con dientes de tallado especial, conectada mediante los engranajes adecuados al eje de las agujas y a la pesa. El áncora oscila solidariamente con el péndulo y sus extremos contactan con los dientes de la rueda de escape al final de cada semioscilación. El sistema cumple una doble función: por una parte controla la marcha del reloj dejando pasar un único diente de la rueda en cada oscilación completa del péndulo, de forma que el sistema gira el mismo ángulo en cada periodo; por otra, en cada contacto la rueda da un pequeño impulso al áncora, y por tanto al péndulo, para compensar el amortiguamiento y mantener constante la amplitud de sus oscilaciones.

En cada semioscilación, la rueda de escape se mantiene en contacto con el áncora durante un pequeño intervalo de tiempo, durante el que el sistema no gira. El resto del tiempo gira libremente, accionada por el descenso de la pesa, y con ella todo el sistema de engranajes y las propias manecillas del reloj. De esta forma, la pesa desciende lentamente, a pequeños saltos siempre iguales. La energía potencial que pierde se transfiere al propio péndulo, para compensar la energía disipada en cada oscilación, y también al sistema de engranajes para compensar las pérdidas por fricción.

- Sabiendo que el péndulo del reloj realiza media oscilación en 1 s y que el campo gravitatorio terrestre es de $g = 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, determinar la longitud de la varilla metálica.
- Determinar la energía mecánica del sistema en función de los datos y de la amplitud de oscilación.
- Demostrar que, para pequeñas oscilaciones, la energía mecánica es proporcional al cuadrado de la amplitud.
- Suponiendo que la pesa desciende cierta altura h en un tiempo τ , determinar el trabajo de las fuerzas y calcular la potencia media disipada.
- Calcular la relación entre las velocidades angulares de la rueda de escape, ω_a , y de la aguja horaria del reloj, ω_r , en función de la longitud L de la varilla metálica y el número de dientes N de la rueda de escape.
- Suponiendo que ya no se le entrega energía al péndulo y la amplitud disminuye con cada oscilación. Si al cabo de una oscilación se tiene una fracción γ de la energía inicial, determinar el número de oscilaciones n necesarias para que la amplitud final sea la mitad de la inicial.

PT97. Escuela ORT Sede Almagro Ciudad de Buenos Aires.

En la figura se muestra un prototipo de medidor de densidad. El prototipo es un recipiente con la forma mostrada lleno de un fluido de viscosidad despreciable y de densidad δL . En el lado izquierdo, a la mitad de la altura del recipiente hay un brazo con un mecanismo que permite insertar un cubo de volumen V_{obj} en el recipiente. En el mismo brazo, hay un mecanismo que permite acelerar el cubo, sin importar su masa, hasta la misma velocidad V_i . Sobre la pared opuesta al brazo, de altura $2h$, hay una reglagraдуada. Cuando el objeto impacta sobre la pared derecha tocará alguna parte de la escala, los valores de esta escala se corresponden a la densidad del objeto colocado δObj .



- Hacer dos diagramas de cuerpo libre: en el primero ubicar todas las fuerzas actuantes; en el segundo, solamente la resultante y dar la expresión de la misma (elegir un sentido arbitrario).
- Calcular cuánto tiempo le lleva al dispositivo en medir las densidades. ¿Depende de la densidad del objeto colocado?
- Calcular las densidades máxima y mínima que el dispositivo permite medir. Indique qué valor de densidad debe ir indicado en la regla graduada a una altura h del suelo.
- Dar la expresión genérica del punto de impacto. ¿Sirve esta ecuación para graduar la regla? En caso de que sí, despejar la relación entre el punto de impacto (y_{im}) y la densidad del objeto colocado (δ_{obj}).
- Un objeto extremadamente denso se coloca en el dispositivo, su densidad es tal que el objeto no alcanza a impactar la regla, sino que queda sobre el suelo del dispositivo a una distancia $d/2$ del extremo inferior izquierdo. ¿Se puede indicar su densidad sabiendo esto?
- Al romperse el dispositivo que permite acelerar a todos los objetos a la misma velocidad, se reemplaza al mismo por un resorte de constante K , que en cada lanzamiento se comprime Δx . ¿Es ahora la velocidad de salida V_i la misma para todos los objetos? Dar su expresión. Ajustar la expresión genérica del punto de impacto para que funcione con el nuevo mecanismo.

**PT98. Escuela ORT Sede Almagro
Ciudad de Buenos Aires.**

Una burbuja de jabón esférica de radio R_0 tiene en su interior aire de densidad ρ_i a temperatura T_i . Se sabe que la burbuja se encuentra rodeada por aire de densidad ρ_a a temperatura T_a y presión atmosférica P_a . La superficie de jabón tiene una tensión superficial γ , densidad ρ_s y grosor t . Suponiendo que la masa y la densidad del jabón no cambia con la temperatura y que $R_0 \gg t$.

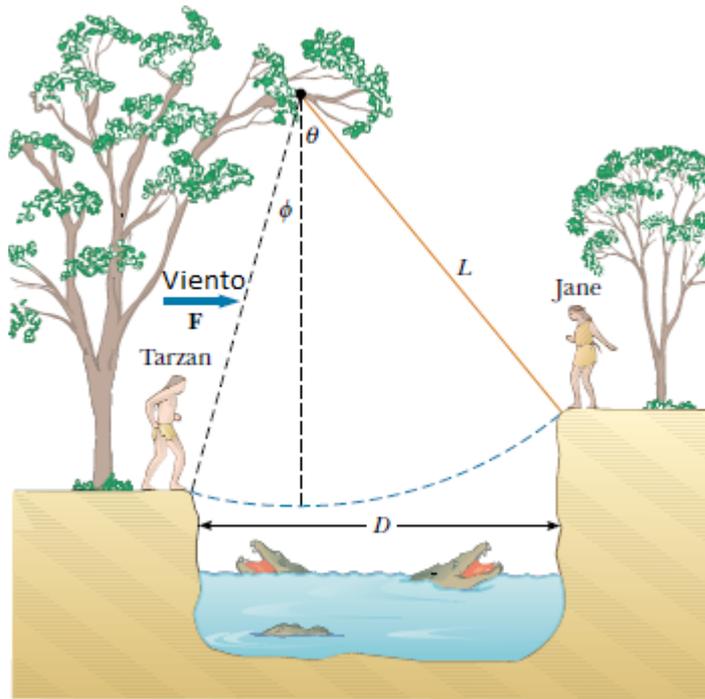
- Calcular la relación entre P_a y ρ_i sabiendo que la burbuja se mantiene estable y no explota.
- Encontrar una expresión para $\frac{\rho_i T_i}{\rho_a T_a}$ en función de los datos.
- ¿Qué condición debe verificar la temperatura inicial T_i para que la burbuja flote en el aire?
- Si se desprecia la tensión superficial y se considera que la esfera tiene una carga eléctrica uniforme q , encontrar el nuevo radio R_1 en función de los datos del problema.

Determinar qué condición debe cumplir q para que la burbuja cargada flote en el aire.

**PT99. Colegio Pablo Apóstol - Colegio del Sol
Yerba Buena y San Miguel, Tucumán.**

Las aventuras de Tarzán y Jane en su Isla.

Jane, cuya masa es 50.0kg necesita columpiarse a lo largo de un río (de ancho D) lleno de cocodrilos comedores de personas para salvar a Tarzán del peligro. Además, Jane debe columpiarse contra un viento que ejerce una fuerza horizontal constante F sobre la soga de longitud L y que inicialmente está a un ángulo θ respecto de la vertical como se muestra en la Figura. Suponiendo $D = 50.0\text{m}$, $F = 110\text{N}$, $L = 40.0\text{m}$ y $\theta = 50.0^\circ$



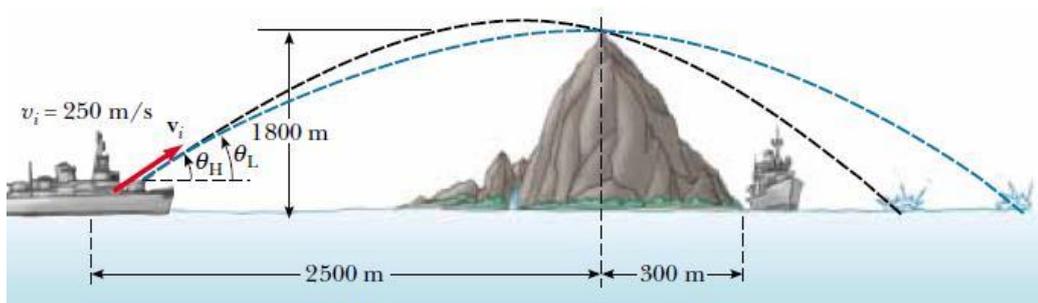
- 1) Calcule la mínima velocidad con la que Jane debe comenzar a columpiarse para conseguir llegar hasta Tarzán. (Ayuda: primero determine la energía potencial asociada con la fuerza del viento).
- 2) Una vez que el rescate se consiguió, Tarzán y Jane deben volver a la otra orilla. Calcule la nueva velocidad mínima con la que deben comenzar a balancearse asumiendo que la masa de Tarzán es de 80.0kg .

Más tarde, Tarzán se pone a juntar cocos en lo alto de una palmera de 20.0m de altura justo cuando uno se cae y se dirige hacia la desprevenida Jane de 1.75 m de altura parada justito debajo de la palmera.

- 3) ¿A qué altura del suelo puede estar el coco antes de que sea demasiado tarde para que Tarzán desde arriba le advierta a Jane que se corra? Suponga que Jane requiere 0.300seg para responder a la advertencia.

Resulta que la isla de Tarzán y Jane se encuentra en medio de una zona de guerra. Un barco enemigo se encuentra al Oeste de la montañosa isla como se muestra en la Figura. Puede maniobrar hasta un rango de 2500m de la base de la montaña de 1800m de altura y disparar proyectiles con una rapidez inicial de 250m/s . Si la costa Este de la isla está horizontalmente a 300m del pico:

- 4) Encontrar las distancias a la costa Este en las cuales un barco puede estar resguardado de los bombardeos de la nave enemiga.



El pequeño Lucrecio y sus locos experimentos.

Lucrecio es un pequeño y creativo niño que sueña convertirse en Físico. Se pasa las tardes jugando y haciendo experimentos, por ejemplo una tarde quiso sacar una manzana de un árbol sin tener que treparse al mismo. Se sentó en una silla conectada a una sogá que pasa por una polea sin rozamiento como se muestra en la Figura. Lucrecio tira del extremo libre de la sogá con tal fuerza que el dinamómetro de resorte marca 250N . Si su peso es de 320N y el de la silla 160N :

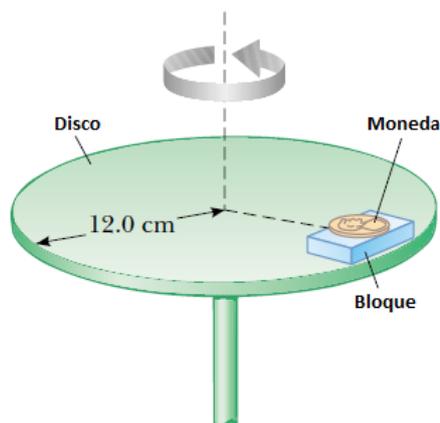


- Dibuje diagramas de cuerpo libre para Lucrecio y la silla considerándolos como sistemas separados y otro como si fuesen el mismo sistema (En total son 3 diagramas).
- Muestre que la aceleración del sistema es *hacia arriba* y calcúlela.
- Encuentre la Fuerza que Lucrecio hace sobre la silla.

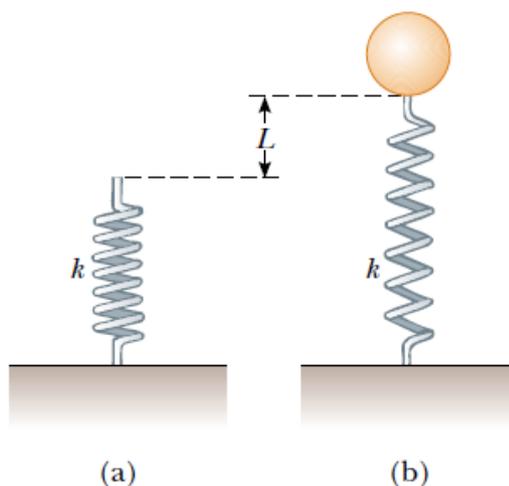
Luego coloca una moneda de masa 3.10g sobre un pequeño bloque de 20.0g apoyado sobre un disco giratorio como se muestra en la Figura.

Si los coeficientes de roce entre el bloque y el disco son 0.750 (estático) y 0.640 (dinámico) mientras que entre la moneda y el bloque son 0.450 (dinámico) y 0.520 (estático):

- Calcular la máxima frecuencia de rotación (en revoluciones por minuto) que puede tener el disco antes de que el bloque o la moneda comiencen a deslizar.

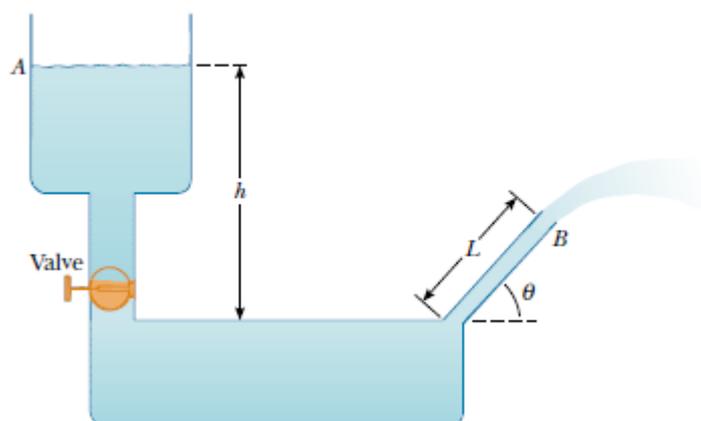


A continuación se pone a experimentar con un resorte liviano de constante $k = 90.0\text{N/m}$ que descansa verticalmente sobre una mesa. Infla un globo de 2.00 g lleno con He ($\rho_{\text{He}} = 0.180\text{kg/m}^3$) hasta un volumen final de 5.00m^3 y lo conecta con el resorte, haciendo que este se estire como se muestra en la Figura.



- Encuentre la distancia L cuando el sistema está en equilibrio.

Finalmente se pone a jugar con un tanque de agua que posee una válvula en el fondo (ver Figura).

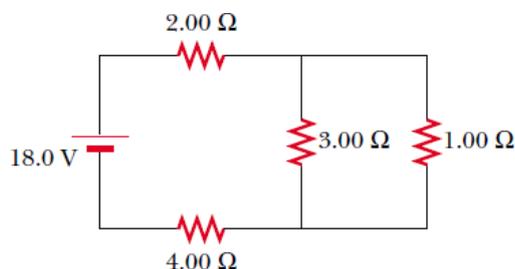


- f) Calcular la máxima altura alcanzada por el chorro de agua que sale por la derecha del tanque al abrir la válvula. Suponga $h = 10.0\text{m}$, $L = 2.00\text{m}$ y $\theta = 30.0^\circ$ y que el área en el punto A es muchísimo más grande comparada a la del punto B.

PT101. Colegio Pablo Apóstol
Yerba Buena, Tucumán.

Circuitos y cortocircuitos.

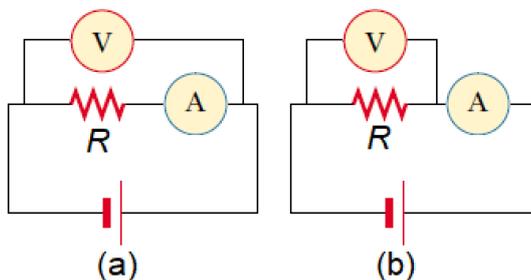
- a) En el siguiente circuito calcule la potencia disipada por cada resistencia



Dos resistencias conectadas en serie tienen una resistencia equivalente de 690Ω mientras que si se las conecta en paralelo su resistencia equivalente es 150Ω .

- b) Encuentre el valor de cada resistencia.

Un típico problema al que uno se enfrenta cuando quiere medir el voltaje y la corriente en un circuito real utilizando un voltímetro y un amperímetro es elegir la forma en la que va a conectar los instrumentos para introducir el menor error posible. Si en un circuito simple compuesto por una fuente y una resistencia se desea medir la tensión y corriente de forma simultánea, en general se presentan dos alternativas de montaje del circuito como se muestra en la Figura:



¿Cuál es la diferencia entre conectar de un modo u otro? En principio, en términos de elementos de circuito ideales, no habría diferencia, pero es distinto el caso si se considera que el amperímetro y el voltímetro **no** son ideales y tienen resistencias internas (R_{VOLT} y R_{AMP} respectivamente).

- c) Encuentre para ambos circuitos las expresiones del voltaje y corriente medidos por cada instrumento considerando las resistencias internas R_{VOLT} y R_{AMP} en serie con cada instrumento.

Como se ve el error sistemático principal del circuito (a) es que, por interacción con el amperímetro, la tensión que mide el voltímetro no es la que está aplicada a la resistencia R . El error sistemático principal del circuito (b), por su parte, es que por interacción con el voltímetro, la corriente que mide el amperímetro no es la que pasa por la resistencia R . Entonces ¿cuál de los dos circuitos conviene elegir?

Razonando sobre la base de esta discusión, podemos ver que el error de interacción del circuito (a) la caída de tensión medida por el voltímetro será tanto más distinta de la caída de tensión en R cuanto más grande sea y cuanto más chica sea R_{AMP} . Entonces intuitivamente podemos decir que el error relativo de interacción de este circuito está dado por $\varepsilon_a = R_{AMP} / R$.

Por su parte, en el circuito (b) será tanto mayor cuanto más corriente se derive por la rama del voltímetro. Esta corriente será más grande cuanto mayor sea la resistencia R y cuanto menor sea R_{VOLT} . Es decir que, intuitivamente, el error relativo de interacción de este circuito está dado por $\varepsilon_b = R / R_{VOLT}$.

- 4) Represente gráficamente el comportamiento de ε_a y ε_b como función de R y demuestre que el valor de resistencia crítica para la cual ambos son iguales es

$$R_c = \sqrt{R_{AMP} R_{VOLT}} .$$

- 5) Calcule dicho valor teniendo en cuenta que los valores típicos de resistencias internas para un multímetro digital son $R_{VOLT} = 10 \text{ M}\Omega$ y $R_{AMP} = 1 \Omega$.

Finalmente siempre que:

$R > R_c \Rightarrow$ Circuito (a)

$R < R_c \Rightarrow$ Circuito (b)

PT102. Colegio Del Sol San Miguel, Tucumán.

Titania.

El planeta Urano posee 27 lunas. La mayor de ellas se llama Titania, un astro que fue hallado en 1787 por Sir William Herschel, descubridor del planeta y de otro de sus satélites naturales, Oberón. Su nombre se debe a uno de los personajes de la comedia romántica "Sueño de una noche de verano" de Shakespeare. Su tamaño es mediano, tiene de diámetro la mitad del radio de la Tierra, ocupando el octavo lugar dentro de las lunas del Sistema Solar.

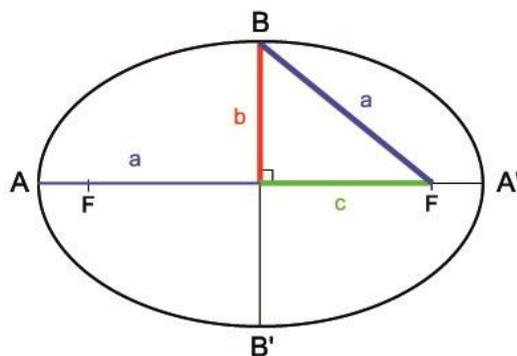
Datos Básicos

Distancia media a Urano	436.000 km
Diámetro	1.578 km
Período orbital alrededor de Urano	8,7 días
Período de rotación alrededor de su eje	8,7 días
Masa	$3,527 \times 10^{21}$ Kg
Excentricidad	0,0011
Gravedad	$0,38 \text{ m/s}^2$

Masa de Urano	$8,68 \times 10^{25} \text{ kg}$
Constante de gravitación universal	$6,69 \times 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg}\cdot\text{s}^2)$

Para este satélite calcular:

- Densidad media del astro
- Suponiendo que su órbita es perfectamente circular (usar distancia media), velocidad angular
- Velocidad tangencial
- Aceleración centrípeta
- Si estoy parado en Titania, ¿cuánto valdría la aceleración centrífuga y cuál sería su dirección? Hacer un esquema
- Teniendo en cuenta la rotación propia de Titania alrededor de su eje, calcular la velocidad angular y la velocidad tangencial de un punto sobre el ecuador del satélite.
- La velocidad de escape en un satélite es aquella velocidad mínima que le permite a un objeto superar los efectos gravitatorios de ese satélite y poder salir del mismo. Es cuando la energía cinética del cuerpo iguala a la energía potencial gravitatoria a nivel de la superficie del satélite. ¿Cuánto vale la velocidad de escape para Titania?
- Urano tarda 84 años en dar una vuelta al Sol, en ese tiempo ¿Cuántas vueltas da Titania alrededor de Urano en un ciclo completo de Urano alrededor del Sol?
- La tercera ley de Kepler plantea una relación entre el período orbital y el semieje mayor de la órbita. La relación está dada por $T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} a^3$ donde G es la constante de gravitación universal y M es la masa del cuerpo central, en este caso sería la masa de Urano. Obtener a, el semieje mayor.
- Un poco de geometría: la órbita de Titania no es una circunferencia, es una elipse donde Urano se encuentra en uno de los focos (F). La excentricidad de la órbita elíptica nos da una idea acerca de la forma, es un valor que varía entre 0 y 1, cuánto más cerca es el valor a 0, la órbita es más circular, en cambio, si el valor se acerca a 1, la elipse es más pronunciada y achatada. Para calcular la excentricidad podemos usar $e = \sqrt{1 - \left(\frac{b}{a}\right)^2}$ Determinar el valor de c y comparar con el radio de Urano (25.559 km) ¿qué puede concluir? Comparar a y b para tener una idea de la forma de la órbita.



PT103. Colegio Del Sol
San Miguel, Tucumán.

Un tipo de tostador tiene un elemento de calentamiento hecho de alambre de resistencia de nicromo (aleación níquel-cromo). Cuando el tostador se conecta en primer lugar a una fuente de diferencia de potencial de 120v (y el alambre está a una temperatura de 20° C) la corriente inicial es de 1,80 A.

Sin embargo, la corriente empieza a disminuir a medida que el elemento de resistencia se calienta, cuando el tostador ha alcanzado su temperatura de funcionamiento final, la corriente ha caído a 1,53A. Se pide:

- Calcular la potencia suministrada al tostador.
 - Encontrar el porcentaje de potencia útil del tostador.
 - ¿Qué cantidad de energía se disipó si se la mantiene encendida 20 minutos, a partir del estado estacionario?
 - El propietario de la tostadora observó que no calentaba lo suficiente y para aumentar la temperatura se le ocurrió las siguientes modificaciones:
 - Cortar un pedazo de la resistencia.
 - Conectar otra resistencia en paralelo.
 - Conectar otra resistencia en serie.
 - Sustituir la resistencia por otra de igual longitud y área, pero que posea una resistividad mayor.
- ¿Con qué opciones podrá obtener el resultado deseado?
- Si en la tostadora entran por vez tres porciones que son tostadas en 1,5 minutos (temperatura inicial 18° C) ¿Cuál es el calor específico de la porción, si la temperatura al final de la cocción es de 65° C y posee una masa de 40g?
 - La resistividad depende de una serie de factores, uno de los más importante la temperatura del metal. A medida que la temperatura aumenta, sus átomos vibran cada vez con mayor amplitud, por lo tanto los electrones tienen más dificultad para pasar entre estos átomos. El aumento de la dispersión de electrones al aumentar la temperatura da por resultado una mayor resistividad. En el caso de los metales, la resistividad y la temperatura dependen de acuerdo con la siguiente expresión: $\rho = \rho_0 (1 + a \cdot (T - T_0))$, donde ρ es la resistividad del metal a cierta temperatura T . ρ_0 la resistividad a 20° C. a coeficiente de temperatura de resistividad. Encuentre la ecuación que relacione la resistencia del metal y la temperatura.
 - Calcule la temperatura final del elemento de calentamiento.

$$\rho_0 = 150 \cdot 10^{-8} \text{ .m}$$

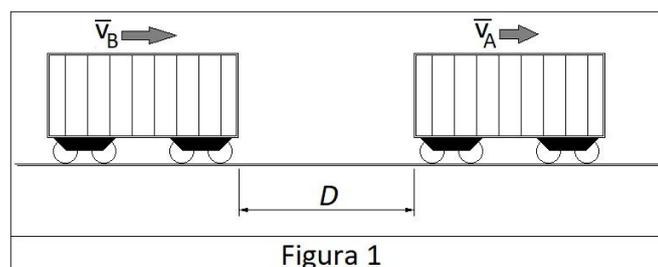
$$a = 0,4 \cdot 10^{-3} \text{ 1/}^\circ\text{C}$$

PT104. Escuela Philips Ciudad de Buenos Aires.

Acople y frenado.

Un vagón de tren de masa $M_A = 8T$ se mueve sobre unas vías sin fricción con rapidez $v_A = 10m/s$ constante. En la misma dirección y sentido viene moviéndose detrás un segundo vagón de masa $M_B = 5T$ y rapidez constante $v_B = 16m/s$. Como se ve en la figura 1, la distancia que separa ambos vagones en un determinado instante es D y vale 1,5km. A partir de ese instante,

- ¿Qué distancia avanza el vagón A antes de ser alcanzado por el vagón B?



Una vez en contacto, los vagones se acoplan y continúan moviéndose como una sola unidad.

- b) ¿con qué rapidez se mueve el conjunto después del acoplamiento?
 c) ¿qué cantidad de energía es disipada al ambiente como consecuencia del acoplamiento?

Suponga que el fin de las vías posee un sistema de frenado que consiste en un amortiguador constituido por un elemento que se comporta como un resorte de constante K como puede verse en la figura 2. Si $K = 700N/cm$ y el conjunto de vagones alcanzara el fin de las vías con una rapidez $V_0 = 6m/s$.

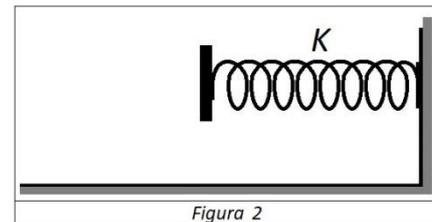


Figura 2

- d) ¿Qué compresión máxima experimentaría durante el proceso de frenado de los vagones?

Suponga que el sistema de frenado fuese un dispositivo como se muestra en la figura 3. Se trata de un pistón en cuyo interior hay un aceite y se encuentra dividido en dos cámaras mediante un émbolo que tiene orificios que permiten el paso del aceite de una cámara a la otra a medida que el émbolo avanza y se va frenando por la acción viscosa del aceite.

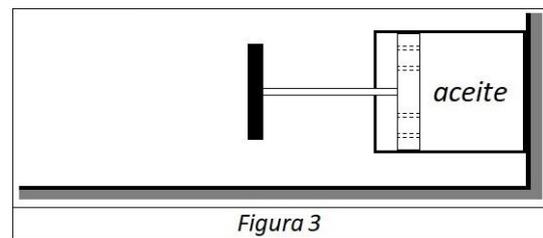


Figura 3

Para un sistema así la desaceleración del émbolo responde a la ecuación $a = -\beta \cdot v$ siendo v la velocidad instantánea y β una constante del sistema que depende principalmente de la forma del émbolo y de composición y temperatura del aceite. Se puede demostrar que las ecuaciones cinemáticas del émbolo son las siguientes:

$$v(t) = V_0 \cdot e^{-\beta \cdot t} \quad x(t) = \frac{V_0}{\beta} (1 - e^{-\beta \cdot t}) \quad v(x) = V_0 - \beta \cdot x$$

Si sólo se encontrase presente el sistema émbolo pistón siendo $L_0 = 40cm$, $\beta = 50s^{-1}$ y para la misma rapidez $V_0 = 6m/s$ del conjunto de vagones,

- e) ¿Cuánto tardarían los vagones en detenerse? Asuma que existe detención si $v \leq 0,05\%$ de V_0

En verdad se encuentran simultáneamente presentes tanto el resorte como el pistón como se muestra en la figura 4. Como se encuentra presente el resorte, una vez que los vagones se acoplen al sistema de frenado éste oscilará. Como se encuentra presente el pistón con aceite, la oscilación será amortiguada debido a la fuerza viscosa. Para el sistema combinado resorte-pistón la detención de los vagones responderá a una amortiguación para la cual se cumple:

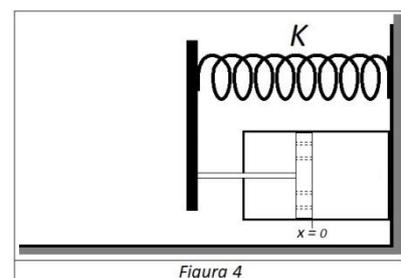


Figura 4

$$x(t) = e^{-(\theta/2M)t} [C_1 \cdot \text{sen}(\omega \cdot t) + C_2 \cdot \text{cos}(\omega \cdot t)]$$

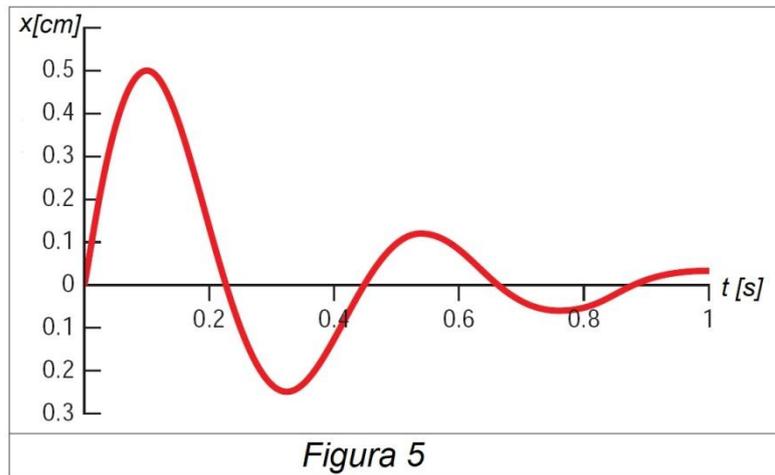
Donde M es la masa del sistema que se desea frenar (los vagones), C_1 y C_2 son constantes que dependen de la configuración del sistema de frenado, ω es la frecuencia angular de oscilación del sistema de frenado (que contiene un resorte) y θ es una constante que caracteriza al sistema completo de frenado y se llama *constante de amortiguamiento*.

Además, para un sistema con este tipo de amortiguamiento se cumple la siguiente relación entre dos máximos consecutivos de la oscilación amortiguada:

$$\ln\left(\frac{x_n}{x_{n+1}}\right) = \frac{2\pi A}{\sqrt{1-A^2}}$$

Donde $A = \frac{\theta}{2M\omega} = \frac{\theta}{2M} \sqrt{\frac{M}{k}}$ siendo k la constante del resorte.

Suponga un sistema de frenado compuesto por un resorte (libre relajado) y un pistón de aceite para el cual los vagones impactando y acoplándose con la rapidez $V_0 = 6\text{ m/s}$ hicieran que el émbolo del pistón se desplazase según se muestra en la figura 5.



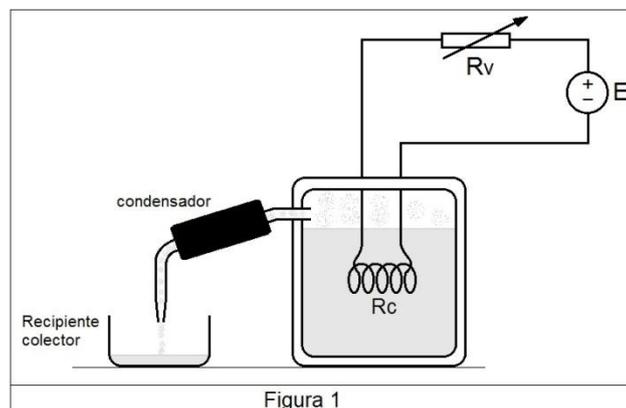
Utilice la información presentada en el gráfico y determine:

- f) La constante de amortiguamiento θ del sistema de frenado
- g) La constante k del resorte

PT105. Escuela Philips
Ciudad de Buenos Aires.

Calor latente.

Para determinar el calor latente de vaporización de una sustancia Z se utiliza el dispositivo que se muestra en la figura 1 en el cual una fuente de tensión continua inyecta una corriente al circuito que incluye una resistencia de inmersión R_c con la cual se entrega energía a la sustancia Z en fase líquida e inicialmente a la temperatura t_{iZ} . Alcanzado el punto de ebullición t_{EB} se continúa entregando energía de modo que la sustancia comienza a vaporizarse. La masa que se evapora va escapando por un conducto lateral y se la obliga a atravesar por un condensador que se refrigera con agua. Una vez condensada, la sustancia Z se colecta en un recipiente.



La resistencia variable R_V permite ajustar la intensidad de corriente que circula por la resistencia de calentamiento. Asuma en lo que sigue que en todo momento la temperatura de los elementos del circuito se mantiene a 25°C . Si la fuente tiene una tensión de salida fija $E = 50\text{V}$ y la resistencia $R_C = 20\Omega$ puede disipar como máximo 80W ,

- a) ¿Cuál es el mínimo valor al cual puede ajustarse la resistencia R_V durante el procedimiento?

La resistencia de inmersión R_C está fabricada con una aleación $45\%\text{Ni} - 55\%\text{Cu}$ conocida como constantán. Consiste en un alambre de diámetro $\phi = 0,08\text{mm}$ y longitud L . El alambre tiene un baño aislante de espesor despreciable y se encuentra espiralado por razones de tamaño. La resistividad del constantán a 25°C es de $\rho_{25} = 49\mu\Omega \cdot \text{cm}$.

- b) Calcule la longitud de alambre L que se requiere espiralar para construir (a 25°C) la resistencia de inmersión.

La resistividad varía con la temperatura según $\rho_t = \rho_{25} \cdot (1 + \alpha \Delta t)$

Donde $\alpha = 2 \times 10^{-5}\text{C}^{-1}$ es el coeficiente resistivo de temperatura del constantán. Asuma en lo que sigue que las dimensiones del alambre no cambian con la temperatura.

- c) Calcule la máxima temperatura de trabajo si la resistencia de inmersión no debe cambiar su valor en más del $0,5\%$ durante el experimento para evitar incrementar la incertidumbre de las mediciones.

Suponga que se lleva a cabo el experimento colocando una masa $m_z = 300\text{g}$ de la sustancia Z en el recipiente calorimétrico el cual, por el momento, consideraremos ideal, es decir, perfectamente adiabático. La resistencia R_V se ajusta a un valor de $6,5\Omega$. Se observa que, luego de 3min , la sustancia Z se encuentra completamente en fase líquida y su temperatura es de 70°C . Si el experimento comenzó con el sistema a la temperatura ambiente $t_{amb} = 25^\circ\text{C}$,

- d) Determine el calor específico c_{zL} de la sustancia Z en fase líquida

Continuando con el experimento, se observa que el termómetro deja de indicar cambios cuando la temperatura alcanza los 130°C . A partir de ese instante, pasan $1,5\text{min}$ para que en el recipiente colector se tengan 4g de sustancia Z condensada. Despreciando el tiempo del proceso que implica el paso del vapor de sustancia Z por el condensador hasta ser acumulada en el recipiente colector,

- e) Determine el calor latente de vaporización L_{zV} de la sustancia Z.

Siendo más realistas, el recipiente calorimétrico no es ideal de modo que durante la etapa del experimento en la que se vaporiza la sustancia Z, una cantidad de energía G se disipa al ambiente en lugar de ser transferida a la sustancia. Para obtener un resultado más acorde a la realidad, se llevan a cabo dos mediciones (con un recipiente real no adiabático) y se obtienen los siguientes valores:

Voltaje de la fuente [V]	Tiempo de vaporización [min]	Masa condensada [g]
46	3,1	6,86
35	2,3	2,85

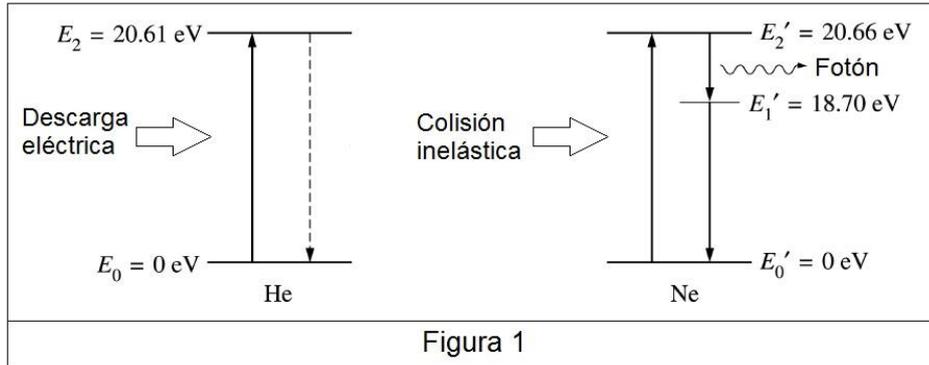
Figura 2

A partir de los valores registrados en la tabla,

- f) Determine nuevamente el calor latente ("real") de vaporización L_{zV} de la sustancia Z.
 g) Determine la cantidad de energía G que el recipiente calorimétrico transfiere al ambiente.

Dr. Fotón.

En la **figura1** se muestran los diagramas de niveles de energía para átomos que componen un LASER de helio-neón. Como se muestra en la parte izquierda, un átomo de helio es excitado mediante una descarga eléctrica de modo que un electrón sube desde un nivel energético E_0 a otro E_2 .



El átomo de helio ($M_r = 4$) colisiona luego de forma inelástica con un átomo de neón ($M_r = 20$), y el átomo de helio vuelve a su condición energética inicial transfiriendo al átomo de neón la energía suficiente para que uno de sus electrones suba desde el nivel energético E_0' a otro E_2' . El LASER emite luz cuando el electrón del átomo de neón cae desde el nivel energético E_2' a otro E_1' .

- a) Determine la rapidez mínima que debe tener un átomo de helio para lograr transferir la energía suficiente como para que un electrón del átomo de neón cambie del nivel E_0' al E_2' .

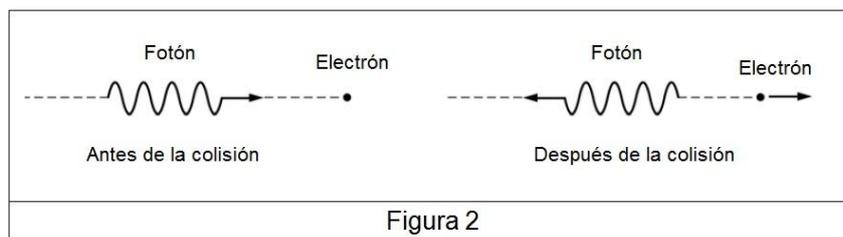
Suponga que el electrón excitado del átomo de neón cae del nivel E_2' al E_1' emitiendo un fotón de luz LASER.

- b) Calcule la longitud de onda de la luz emitida.

Como aplicación físico-médica, se puede utilizar luz LASER para corregir un desprendimiento de retina. A tal fin se utiliza un LASER que emite pulsos de 20ms de duración y cuya potencia promedio es de 500mW por pulso.

- c) Determine la cantidad de fotones que contiene cada pulso.

Para encontrar nuevas posibles aplicaciones físico-médicas, se realizan experimentos en los cuales se disparan fotones contra electrones en reposo. Suponga que se dispara un fotón cuya longitud de onda es $\lambda = 20nm$ como se ve en la **figura.2** (izquierda).



- d) Determine la energía $E_{i,fot}$ y la cantidad de movimiento $\vec{p}_{i,fot}$ del fotón incidente

Luego de la colisión, el fotón invierte su sentido de movimiento y se produce un corrimiento en su longitud de onda que responde a la expresión:

$$\Delta\lambda = \frac{2h}{m_e \cdot c}$$

Donde $h = 6,63 \times 10^{-34} J \cdot s$ es la constante de Planck, $m_e = 9,11 \times 10^{-31} kg$ es la masa del electrón en reposo y $c = 3 \times 10^8 m/s$ es la rapidez de la luz en vacío.

- e) Decida y explique si la longitud de onda del fotón aumenta o disminuye luego de la colisión
- f) Determine la cantidad de movimiento $\bar{p}_{f,elec}$ del electrón después de la colisión

En 1895 Röntgen descubre los rayos-X y, un mes después de la publicación de sus descubrimientos, la radiación ya se utilizaba para propósitos médicos. En la actualidad la radiación con rayos-X se utiliza tanto para el diagnóstico como de forma terapéutica.

Tomemos como ejemplo las radiografías: el material duro de los huesos absorbe los rayos X mientras que el tejido blando no óseo permite su paso. Los rayos X no absorbidos que atraviesan el tejido blando impactan sobre una película fotosensible y la oscurecen. Así, las zonas óseas se ven brillantes sobre la placa fotográfica.

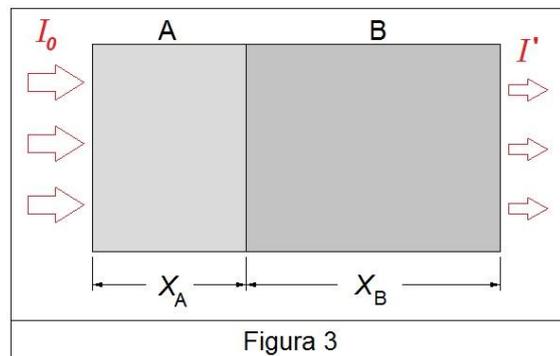
Cuando los rayos-X (fotones) atraviesan un material se produce una atenuación, es decir, una disminución energética o "pérdida" de fotones. Para un haz monocromático de rayos-X la atenuación implica que la intensidad del haz disminuye al atravesar un material y lo hace según la ley siguiente:

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu\rho x}$$

Donde I_0 es la intensidad del haz que alcanza el material, I es la intensidad del haz que abandona el material luego de recorrer una distancia x , ρ es la densidad del material y μ es el coeficiente de absorción lineal del material.

Se tiene una placa formada por dos capas consecutivas, una de material A y otra de material B de modo que los respectivos espesores son $x_A = 3cm$ y $x_B = 5cm$. Para estos materiales $\mu_A = 0,013m^2/kg$ y $\mu_B = 0,034m^2/kg$ siendo sus densidades $\rho_A = 4200kg/m^3$ y $\rho_B = 7500kg/m^3$ respectivamente.

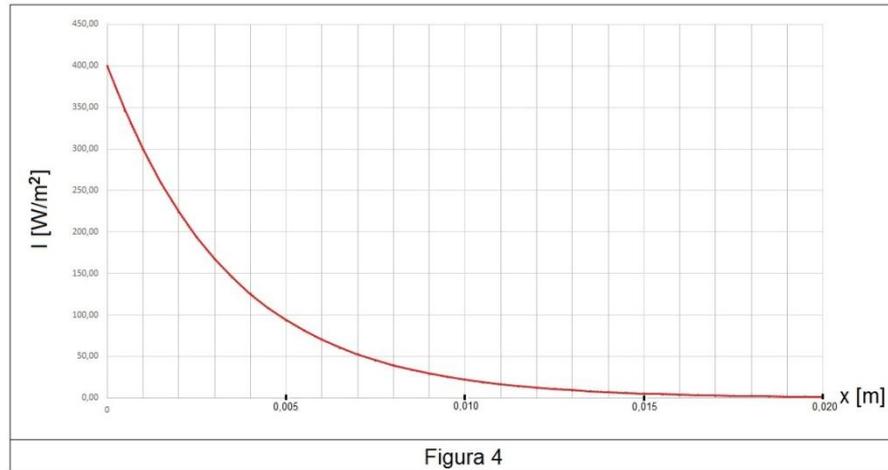
Un haz de rayos-X con una energía de $35keV$ ($1eV = 1,6 \times 10^{-19}J$) incide en la placa como se muestra en la **figura 3**. La intensidad del haz incidente es de $400kW/m^2$.



- g) Determine en qué porcentaje se encuentra atenuado el haz al dejar la placa

La **figura 4** muestra la atenuación en la intensidad de los rayos X anteriores cuando atraviesan una placa de aluminio. Teniendo en cuenta que la densidad de dicho material es $\rho_{Al} = 2,7g/cm^3$,

- h) Determine el coeficiente de absorción lineal del aluminio.



**PT107. Colegio Secundario General San Martín
Ciudad de Corrientes.**

Un perro pasa corriendo con una velocidad constante de 18 km/h delante de una camioneta del servicio sanitario. El personal quiere atrapar al perro y, cuando ésta está alejándose y se encuentra a 50 m de distancia, sale a perseguirlo con aceleración constante de 2,5 m/s².

- a) Confecciona un dibujo que represente la situación.
- b) Indica cuánto tiempo transcurre desde que la camioneta persigue al perro hasta que lo alcanza, si es que lo hace.
- c) Indica la distancia recorrida por el perro y la recorrida por la camioneta desde el momento que empezó la persecución.

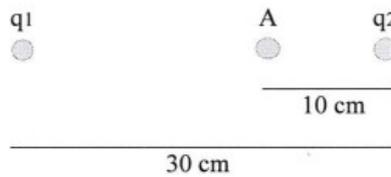
**PT108. Colegio Secundario General San Martín
Ciudad de Corrientes.**

Un automóvil de 1.400 kg sube cuesta arriba por una montaña tratando de llegar a la cumbre situada a 65 m de altura. Pero al llegar a 35 m de altura se le acaba el combustible y el motor se detiene cuando la rapidez era de 75 km/h. Astutamente, el conductor pasa inmediatamente a "punto muerto" y así el auto sigue moviéndose.

- a) Sin tener en cuenta todas las pérdidas por fricción, describe el movimiento que realiza el auto a partir del momento en que el motor se detiene.
- b) ¿Llegará a la cumbre? Justifique.
- c) Para poder llegar a la cumbre, ¿le ayudará si arroja toda la carga del auto? Explique.
- d) ¿Con qué rapidez llegará de vuelta al pie de la montaña?
- e) Suponiendo ahora que el automóvil parte con una rapidez de 130 km/h y llega al punto más alto de la cuesta con la mínima energía posible, pero que la superficie ofrece rozamiento. Calcula el coeficiente de rozamiento si el auto se desplazó 120 m.
- f) Calcule la fuerza del motor si sube a rapidez constante.

**PT109. Colegio Secundario General San Martín
Ciudad de Corrientes.**

Dos cargas puntuales $q_1 = 8 \mu\text{C}$ y $q_2 = 2 \mu\text{C}$ están ubicadas como se muestra en la figura.



En un punto A, situado entre ambas cargas y distante 10 cm de q_2 , se coloca $q_3 = 3 \mu\text{C}$.

- Calcule el módulo de la fuerza F_{31} que q_1 ejerce sobre q_3 .
- Calcule el módulo de la fuerza F_{32} que q_2 ejerce sobre q_3 .
- Reproduzca en su hoja la figura y represente vectorialmente a escala las fuerzas F_{31} y F_{32} .
- Calcule el módulo de la fuerza total, F_T , que actúa sobre q_3 debido al sistema de cargas q_1 y q_2 . Represente vectorialmente F_T en su dibujo.
- Encuentre la ubicación de un punto B, sobre la recta que une a q_1 y q_2 , tal que si se coloca allí a q_3 la F_T es nula.
- ¿La posición del punto B depende de la carga de q_3 ? Justifique.
- ¿Si la carga q_3 sale de la recta que une a q_1 con q_2 , se puede encontrar un punto donde la F_T sea nula? Fundamente.
- Si se modifica el signo de $q_2 = -2 \mu\text{C}$, manteniendo los valores de q_1 y q_2 , ¿dónde estará el punto B en el cual se anula la F_T determinada por q_1 y q_2 ?

**PT110. Instituto Tecnológico del Comahue - EPET N° 14 - San Agustín School
Ciudad de Neuquén.**

Braquistocrona de Bernoulli: “Caminos que hacen más cortos el tiempo”.

En 1696, Johann Bernoulli planteó un problema general, preguntó qué curva, de entre las infinitas que son posibles, proporcionaría el tiempo más breve posible de descenso, entre dos puntos (A y B). Esta curva se conoce como *braquistócrona* (figura 01) y proviene de la palabra griega *brachistos*, el más corto, *chronos*, tiempo.

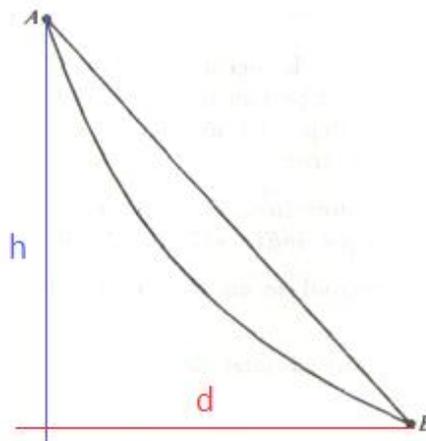


Figura 1

Se pueden determinar la trayectoria según las ecuaciones paramétricas que representan a un cicloide invertido que pasa por el origen coordenado y por el punto B; es así como la solución de la ecuación diferencial es la solución general al problema propuesto por Bernoulli.

Trayectoria de la	$x = R(1 - \cos \theta)$
braquistocrona	$y = R(\theta - \text{sen } \theta)$

$$T = \theta \sqrt{\frac{(R)}{(g)}}$$

Se deja caer un balón desde el punto A, siguiendo tres trayectorias: en caída libre desde A, desde el punto A al punto B por el plano inclinado, y desde el punto A al punto B por la braquistocrona.

Datos:

R=30,33 cm $\theta=3,42$

h= 112cm d=59,2cm

g=9,8m/s²

- Determine el tiempo que demora en llegar desde A hasta B siguiendo la trayectoria recta.
- Determine el tiempo que demora en llegar al suelo en caída libre desde A.
- Determine la energía potencial y mecánica en el punto A, masa balón: 25 gr
- Determine la velocidad con la que llega el balón al suelo.
- Determine la velocidad con la que llega el balón al punto B desde la trayectoria de recta.
- Determine el tiempo que demorara en llegar desde el punto A al B por la braquistocrona.

PT111. Instituto Tecnológico del Comahue - EPET N° 14 - San Agustín School Ciudad de Neuquén.

Un calorímetro es un recipiente en donde se realizan las experiencias en las que se producen variaciones de calor. En la mayoría de los casos suele tener dobles paredes entre las que se ha hecho el vacío o lleva un material aislante térmico, que impide o minimiza la conducción de calor y por ellos conserva muy bien la temperatura de los cuerpos que se encuentran dentro. En su tapa tiene dos orificios, uno para introducir el termómetro y el otro para el agitador.

El producto de la masa del calorímetro por su calor específico, es su capacidad calorífica, que denominaremos π . Como el calor específico del agua es 1cal/g°C, esto equivale a considerar una masa de π gramos de agua, que absorbería (o cedería) la misma cantidad de calor que el calorímetro para la misma variación de temperatura. Por eso π se llama equivalente en agua del calorímetro. El valor π se refiere tanto al recipiente como sus accesorios, el termómetro y el agitador.

Problema

Un calorímetro de Al (aluminio) de 200g contiene 500g de agua a 20°C. Se calientan 300g de virutas de aluminio a 100°C y luego se introducen en el calorímetro. En función de los datos calcular:

- La temperatura final del sistema suponiendo que no se pierde calor hacia el entorno.
- El equivalente en agua del calorímetro.

Datos:

Calor específico del aluminio (Al)= 0,215 cal/g°C

Calor específico del agua (H₂O)= 1 cal/g°C

**PT112. Instituto Tecnológico del Comahue - EPET N° 14 - San Agustín School
Ciudad de Neuquén.**

Sobre voltímetros y sus alcances de medición.

Un voltímetro es un dispositivo para medir diferencias de potenciales en circuitos eléctricos, tanto en circuitos de corriente alterna como de corriente continua. Básicamente usa electricidad del sistema que está midiendo para su funcionamiento. Es por ello que cuando se quiere calcular su error se lo puede representar como una resistencia de gran valor en paralelo entre los puntos donde se mide diferencia de potencial (R_V : resistencia interna del voltímetro).

Estos aparatos tienen un determinado rango o alcance máximo de voltaje que pueden medir. Para lograr tener diferentes alcances máximos de medición se conecta en el dispositivo o en serie con el voltímetro una resistencia de derivación o de "shunt" (R_S). Esta resistencia permite ampliar el rango de medida "n" veces.

- Determina una ecuación que permita calcular el valor de R_S en función de su resistencia interna R_V y de la cantidad "n" veces que se amplía su alcance de medición.
- Si la resistencia interna de un voltímetro es de 3000Ω y se quiere ampliar su alcance en 2,3 y 4 veces ¿Cuáles son los valores de la R_S a conectar en cada caso?
- Para cada valor anterior, ¿Cuál es el consumo en W del aparato en cada caso si el alcance original del aparato era 50V?

**PT113. Escuela Técnica Alfredo Carlos Passera
Mocoretá, Corrientes.**

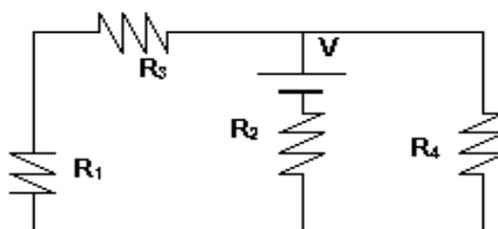
Un cuerpo que parte del reposo se acelera a razón de 8m/s^2 durante 4s, luego continúa moviéndose con velocidad constante durante 7s y finalmente vuelve en reposo en 2s.

- Calcular gráficamente.
- Calcular analíticamente el espacio recorrido por el cuerpo.

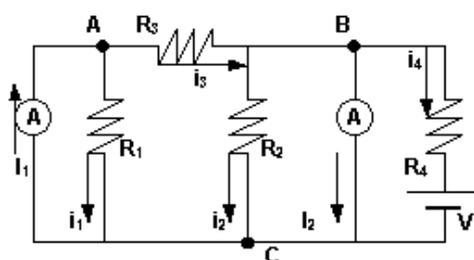
**PT114. Escuela Técnica Alfredo Carlos Passera
Mocoretá, Corrientes.**

En cada circuito de la figura se desconoce el valor de la corriente y potencia. calcule los valores de la corriente total y potencia total. determine la potencia que disipa cada circuito.

- $R_1 = 0,25 \Omega$
 $R_2 = 0,5 \Omega$
 $R_3 = 0,1 \Omega$
 $R_4 = 0,125 \Omega$
 $V = 24\text{v}$



- $R_1 = 30\Omega$
 $R_2 = 50\Omega$
 $R_3 = 10 \Omega$
 $R_4 = 340 \Omega$
 $V = 100\text{v}$



**PT115. Escuela Técnica Alfredo Carlos Passera
Mocoretá, Corrientes.**

El volumen de un gas de 500cm^3 y está contenido en un recipiente a una presión de 80cm de mercurio y 0°C de temperatura, determinar cuál será la presión en atmósfera que quiere dicho gas, si el volumen disminuye a $\frac{1}{4}$ de litro y la temperatura aumenta a 37°C .

**PT116. Instituto Politécnico Superior General San Martín
Rosario, Santa Fe.**

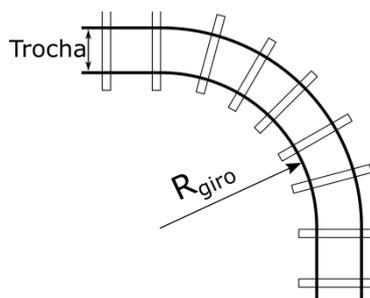
Qué tren, qué tren, chu chu...

Desde la Revolución Industrial, el tren ha sido uno de los medios de transporte más importantes que existen. Su existencia fue un pilar para el mundo tal cual lo conocemos: conectó ciudades permitiéndoles un gran crecimiento, permitió llegar productos de la zona de producción a los centros de consumo o al puerto, facilitó la conexión entre distintos países, etc. Sin embargo, a muchos ciudadanos su funcionamiento nos resulta ajeno. En una primera aproximación uno puede decir que consiste de un conjunto de ejes rígidos con ruedas de acero que ruedan sobre rieles de igual material, y son impulsados por motores diesel o eléctricos.

- Si un tren se está moviendo a 72 km/h y sus ruedas tienen 24 cm de diámetro, ¿cuál es la velocidad a la que giran? Explícite si está haciendo algún supuesto.
- Muchas veces, ya sea en películas o situaciones reales, observamos que al frenar las ruedas “chillan”. Esto sucede porque el mecanismo de frenado las bloquea. Sabiendo esto, ¿cuál es la desaceleración del tren?. Si pudiese diseñar un mecanismo inteligente que no las trabase, ¿cuál podría ser la máxima desaceleración teórica?

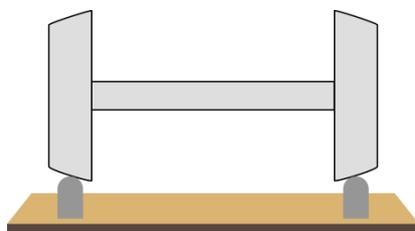
Una de las mayores diferencias de los trenes respecto a otras opciones de transporte como el auto o el avión, es que sólo pueden desplazarse a lo largo de la vía. Es por ello que algunos problemas de infraestructura resultan mucho más desafiantes en el caso de los trenes. Uno de los principales conflictos del transporte es como enfrentar a las necesarias curvas del recorrido.

- Una de las primeras soluciones que se encuentran, para disminuir el esfuerzo de las vías y durmientes, es generar un peralte, es decir, que la vía tenga un ángulo no nulo respecto al suelo. Dibuje un diagrama de cuerpo libre de la situación. Encuentre una expresión que indique el aporte a la fuerza centrípeta debido al peralte. En caso de ser necesario, deje esa expresión en función del ángulo del peralte.
- Dada la imagen que se observa a continuación, calcule la distancia recorrida por las ruedas del lado interno del tren durante esa curva. ¿Qué diferencia tienen con las del lado externo?



Dado que es necesario que cada rueda entre y salga de la curva al mismo tiempo, la diferencia de distancia a recorrer resulta un problema. Esta complicación se suma a que

las ruedas a un lado y otro del tren no son independientes, sino que están conectadas rígidamente por un eje (a diferencia de los automóviles que tienen el diferencial para sobreponerse a esta problemática). Así, para solucionar este problema la rueda, en vez de ser un “cilindro”, tiene forma de cono truncado. Esto permite que el diámetro de cada rueda “cambie”, creciendo hacia adentro del tren



- e) Se sabe que el diámetro mínimo de la rueda es de 24 cm, que, de acuerdo a normas internacionales, su inclinación máxima es 3° y su ancho es 6 cm. ¿Cuál es el radio de giro mínimo que puede tener?

Datos:

$\mu_e = 0,15$

$\mu_d = 0,09$

Trocha del ferrocarril = 1,676 m = 5,5 pies

$R_{giro} = 600$ m

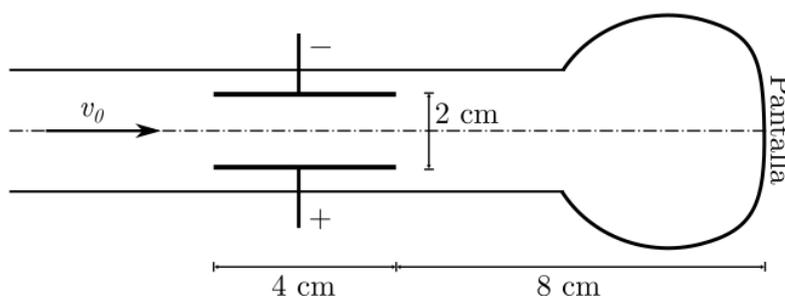
**PT117. Instituto Politécnico Superior General San Martín
Rosario, Santa Fe.**

¿Merece J. J. Thomson el Premio Nobel?

Es 28 de agosto del año 1906. La Real Academia Sueca de Ciencias está considerando entregarle el Premio Nobel de Física a Joseph John Thomson por sus investigaciones teóricas y experimentales sobre la conducción de la electricidad a través de los gases. En particular, J. J. Thomson demostró en abril de 1897, que los llamados *rayos catódicos* eran, en realidad, haces de corpúsculos. Estos corpúsculos recibieron más tarde el nombre de *electrones*.

Como usted es un científico de renombre, la Real Academia le ha pedido que analice los trabajos de Thomson, por lo que usted se dispone a hacer unas mediciones en su propio laboratorio. El primer experimento que usted realiza se describe a continuación.

Un haz de rayos catódicos, presumiblemente electrones, viaja a lo largo del eje de un tubo de vacío que contiene dos placas planas paralelas a dicho eje. Las placas tienen 4 cm de longitud y están separadas 2 cm. Luego de atravesar la zona de las placas, el haz continúa su camino y termina impactando en una pantalla fosforescente, la cual se ilumina con dicho impacto. La Figura siguiente muestra un esquema del dispositivo:



Usted estima que la velocidad v_0 de los electrones es de 2×10^7 m/s. Entre las placas planas, la diferencia de potencial es de 400 V. Al ingresar a la zona de las placas, el haz se deflecta. De acuerdo con la Figura:

- a) ¿Hacia dónde apunta el campo entre las placas? ¿Hacia arriba o hacia abajo? De acuerdo con Thomson, los electrones tienen carga negativa. De ser así, ¿hacia dónde se deflectará el haz?
- b) Determine el valor del campo eléctrico entre las placas.

En el momento en que el haz emerge de la zona de las placas, el haz se ha deflectado de manera que el vector velocidad forma $19,36^\circ$ con el eje del tubo.

- c) ¿Actúa alguna fuerza sobre los electrones en la dirección del eje? Calcule el tiempo que demoran los electrones en atravesar la zona de las placas.
- d) Calcule la componente y de la velocidad en el momento en que el haz emerge de la zona de las placas.
- e) A partir de lo anterior, determine la aceleración que adquieren los electrones mientras viajan entre las placas.
- f) A partir de la segunda ley de Newton, calcule la *relación carga-masa* de los electrones, es decir, el cociente entre la carga y la masa de los mismos.
- g) Sabiendo que la carga del electrón es $-1,6 \times 10^{-19}$ C, determine su masa.

Hasta ahora, todo se viene dando tal como lo describió J. J. Thomson. En un arrebató de curiosidad, usted se pregunta cuán pequeña tendría que ser una partícula como el electrón. Entonces, se realiza el siguiente planteo:

Consideremos que el electrón es una esfera de radio R con una carga Q distribuida en su superficie. Si pensamos que es un conductor cargado, podemos calcular la diferencia de potencial entre su superficie y el infinito y calcular entonces su capacidad.

- h) Escriba la expresión analítica de la capacidad así calculada.
- i) Escriba luego la expresión de la energía de un capacitor cargado que posee dicha capacidad.

Albert Einstein determinó, en 1905, que una partícula en reposo tiene una energía $E_0 = mc^2$, donde m es la masa de la partícula y c es la velocidad de la luz en el vacío.

- j) Suponiendo que, en el caso del electrón, toda esta energía fuese de origen electrostático, iguale dicha energía con la del conductor esférico cargado y despeje el radio R .
- k) Estime el radio R así determinado. De esta manera, usted habrá calculado una primera aproximación al *radio clásico del electrón*.

Datos:

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

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

Nota: Hoy en día, sabemos que el electrón no tiene estructura y debe considerárselo un ente puntual, por lo que calcular el *radio clásico del electrón* carece de sentido. Por supuesto, en 1906, usted no sabía eso.

PT118. Instituto Politécnico Superior General San Martín Rosario, Santa Fe.

Sobre el puente (de hilo).

El comerciante árabe Al-Kancia regresa de un largo viaje. Antes de poner a lavar la ropa, como cualquier persona de bien, revisa sus bolsillos y encuentra en ellos un conjunto de monedas de las que no tenía registro. Apasionado por la Física y extremadamente ansioso, Al-Kancia desea determinar el calor específico del material de las misteriosas monedas halladas.

Para cumplir con su cometido, coloca 0,25 L de agua (a temperatura ambiente) en un recipiente aislante de excelente calidad y utiliza un calentador eléctrico para llevarla hasta

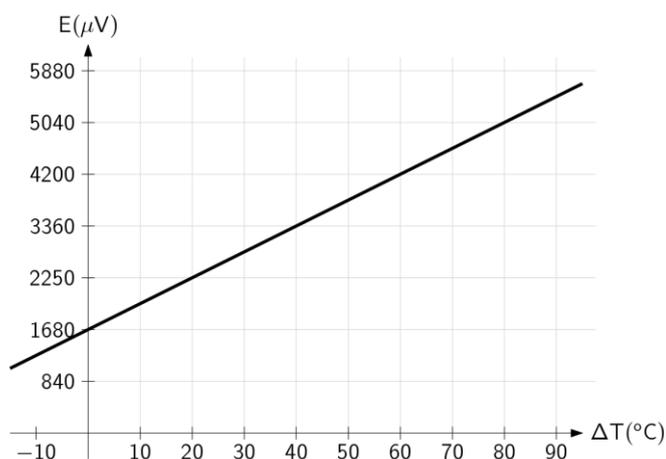
el punto de ebullición. El calentador eléctrico consta de una resistencia de 40 Ohm por la que circula una corriente de 3 A.

a) ¿Cuánto tarda el agua en comenzar a ebullicir?

Tan pronto como el agua comienza a hervir, el personaje echa 25 monedas idénticas, cada una de masa 3,8 g y a temperatura ambiente (20 °C), en el interior del recipiente. Luego de un buen rato, determina con ayuda de una termocupla (paciencia, ¡está más adelante!) que la temperatura del agua es de 88 °C.

b) ¿Cuánto vale el calor específico de la aleación de la que están hechas las misteriosas monedas?

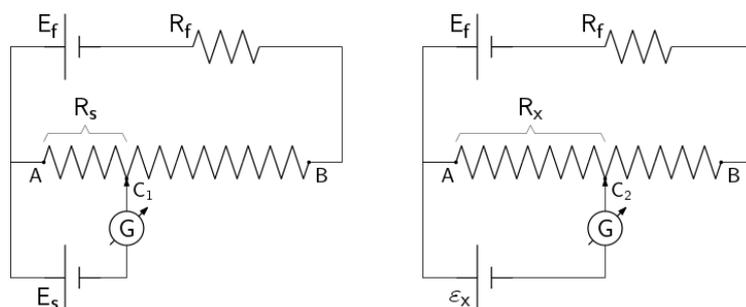
Para determinar la temperatura final del agua Al-Kancia utiliza una termocupla y un circuito llamado 'puente de hilo'. Una termocupla es un elemento que genera una diferencia de potencial fija a partir de una diferencia de temperatura (efecto Seebeck). La termocupla utilizada provee una diferencia de potencial fija (1,15 V) más un valor que depende de la diferencia de temperatura entre el lugar donde se coloca el sensor y el ambiente ($\Delta T = T - T_{amb}$)



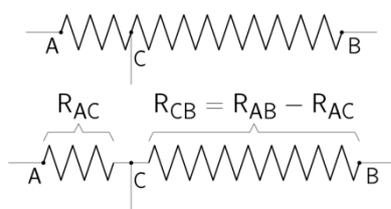
La gráfica presenta la respuesta de la termocupla utilizada; esta respuesta indica la tensión provista por la termocupla en función de la diferencia de temperatura (¡a lo que debe sumarse la tensión fija!).

c) ¿Cuál es el valor de la fem (total) provista por la termocupla cuando el sistema alcanzó su equilibrio térmico?

Un circuito de puente de hilo se utiliza para medir valores de tensión provistos por alguna fuente constante utilizando un 'método de cero'. El funcionamiento del circuito es como sigue: se conecta una fuente E_s de valor conocido y estabilizado en temperatura, en este caso una pila Weston de valor 1,01864 V, y se mueve el contacto C hasta que el galvanómetro indica que no circula corriente; el valor de la resistencia entre A y C_1 es R_s . Luego se conecta la fem desconocida ϵ_x y se mueve el contacto C hasta que el galvanómetro G vuelve a indicar que no circula corriente. El valor de R entre A y C_2 en este punto se llama R_x .



Nota: el tramo AB es un potenciómetro, cuyo comportamiento se puede representar así



d) Verifique que en el circuito puente de hilo la fem desconocida está dada por:

$$\varepsilon_x = \frac{R_x}{R_s} E_s$$

El tramo AB es en realidad un hilo (de allí el nombre del método) de resistividad ρ , longitud total L y sección S , el punto C es una corredera que permite variar la longitud del tramo AC.

e) ¿Cuál es la relación de longitudes del tramo AC cuando se conecta la fuente conocida (AC_1) y del tramo AC cuando se conecta la fuente desconocida (AC_2)?

Datos:

$$\delta_{agua} = 1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$$

$$c_{agua} = 1 \text{ cal}\cdot\text{g}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$$

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$$

**PT119. Escuela Nueva Juan Mantovani
Argüello, Córdoba.**

Una esfera de masa M comprime a un resorte una cierta distancia "X", como indica la Figura. Al ser liberada, la esfera sale con una velocidad "v" y realiza un recorrido lineal sin rozamiento hasta impactar inelásticamente al bloque B, que se encuentra a 5m de distancia.



- Encontrar la expresión general que permite calcular la constante elástica k del resorte a partir de los datos.
- Calcular la constante elástica k suponiendo los siguientes datos:
 $M = 300\text{g}$.
 $M_B = 0,2\text{kg}$.
 $X = 4\text{cm}$
 $V = 4 \text{ m/s}$.

Suponiendo que el choque es **inelástico** y que después del impacto el coeficiente de rozamiento dinámico para el cuerpo "esfera-bloque" es de $\mu_d=0,3$:

c) Calcular la distancia que ambos recorren luego del impacto hasta frenarse.

Info útil

Energía potencial elástica:
$$E_{elastica} = \frac{1}{2} k x^2$$

**PT120. Escuela Nueva Juan Mantovani
Argüello, Córdoba.**

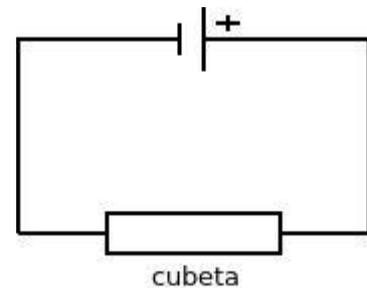
Se denomina conductancia eléctrica (G) a la facilidad que ofrece un material al paso de la corriente eléctrica; es decir, que la conductancia es la propiedad inversa de la resistencia eléctrica R.

El Siemens [S] es la unidad de medida de la conductancia y representa la inversa de la resistencia. Por lo tanto, $[G]=S= \Omega^{-1}$

La conductividad C puede definirse como la inversa de la resistividad ρ de ese material, en $\Omega \cdot \text{cm}$, por lo tanto $[C]= S/\text{cm} = \Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$.

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad G = \frac{1}{R} = \frac{1}{\rho} \frac{S}{l} = C \frac{S}{l}$$

Para realizar la medición de la conductividad eléctrica, se plantea la construcción de un conductímetro casero usando un circuito eléctrico como muestra la Figura. La cubeta, de longitud l y sección s, se llena con el líquido cuya conductividad C desea medirse y se cierra el circuito, midiendo la diferencia de potencial aplicada y la intensidad de corriente producida.



Considerando despreciable la resistencia que provocan los cables, se pide:

- Encontrar la expresión general que permite calcular la conductividad C del material líquido que se coloca en la cubeta.
- Calcular lo anterior suponiendo los siguientes valores:
 $V = 12\text{v}$.
 $I = 3\text{A}$.
 $l = 20\text{cm}$.
 $s = 2\text{cm}^2$.
- Si se colocara un líquido cuya conductividad es de $C=0,03 \text{ S/cm}$ y se conecta el circuito a una batería de 24V , ¿Cuál será el valor de la intensidad de corriente?
- Suponiendo que el circuito se conecta a 24V durante 40 segundos y la cubeta se llena con un líquido que tiene una conductividad de $C=0,003 \text{ S/cm}$ ¿A qué temperatura llegará el líquido si su densidad es de $1,21 \text{ g/ml}$, su calor específico es de $0,9 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ y su temperatura actual es de 20°C ? (despreciar disipación de calor al exterior).

**PT121. Escuela Nueva Juan Mantovani
Argüello, Córdoba.**

Un cubo de metal de 15cm de lado y 3kg de masa, contiene en su interior un gas ideal sometido a una presión de $1,5\text{atm}$, y se encuentra sumergido en 10l de agua a 5°C , en equilibrio térmico. Luego se agregan a dicho recipiente 50l de agua a 90°C .

Considerando nulo el calor específico de gas y el ancho de las paredes del cubo, y el recipiente perfectamente adiabático:

- ¿Cuál es la presión final que adquiere el gas encerrado?
- ¿Cuántos moles de gas hay encerrados?

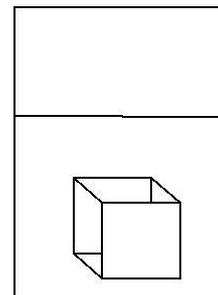
Datos útiles

Dilatación volumétrica: $V_f = V_0 + \gamma_v V_0 \Delta T$

Calor específico metal: $c_M = 0,031 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$

Coefficiente de dilatación volumétrico: $\gamma_v = 36 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$



$$K = ^\circ C + 273$$

$$1 \text{ cal} = 4,187 \text{ J}$$

$$1 \text{ J} = 0,00987 \text{ atm}\cdot\text{l}$$

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

**PT122. Instituto Educativo Dailan
Pilar, Buenos Aires.**

Thompson desenterrado.

En 1897 Thomson realizó un experimento que terminó contribuyendo al “descubrimiento” del electrón, con el famoso “tubo de rayos catódicos” (hoy sabemos que son haces de electrones)-En determinada etapa de la experiencia, realizó la siguiente secuencia:

- Hizo pasar el haz por una región de campos eléctrico E y magnético B , uniformes y perpendiculares entre sí y al haz de electrones.
 - Ajustó el valor del campo eléctrico hasta que el haz no se deflectaba.
 - Apagó el campo eléctrico y midió el radio de curvatura R de la desviación del haz
- a) ¿Cuál es la velocidad de los electrones cuando el campo eléctrico es el adecuado para que el haz no se defleccione?
- b) Determinar la relación carga a masa en función de E , B y R .

**PT123. Instituto Educativo Dailan
Pilar, Buenos Aires.**

El disparo del millón.

Un programa de televisión que fomenta la alfabetización científica otorga un importante premio de dinero al participante que logre el siguiente desafío: disparar una piedrita verticalmente hacia arriba para que impacte en un cartel colgante. El disparo se efectúa desde el piso, comprimiendo un resorte en una base preparada para su colocación.

Puede elegir entre dos resortes proporcionados por la producción. El cartel es frágil y el impacto debe ser superficial ya que de romperse se considera el objetivo no logrado. Dispone de suficiente tiempo para manipular y medir, pero tiene la siguiente restricción: debe lograrlo en un solo intento. Cuenta con una regla milimétrica y tiene como datos conocidos: la masa de la piedra 30 gramos y la altura del cartel, 4 m.

El concursante “cuelga” la piedrita en el resorte A mientras es sostenido verticalmente, y, cuando la masa se encuentra en equilibrio, mide una elongación de 1cm. Repite la prueba con el resorte B y la elongación resulta 2cm.

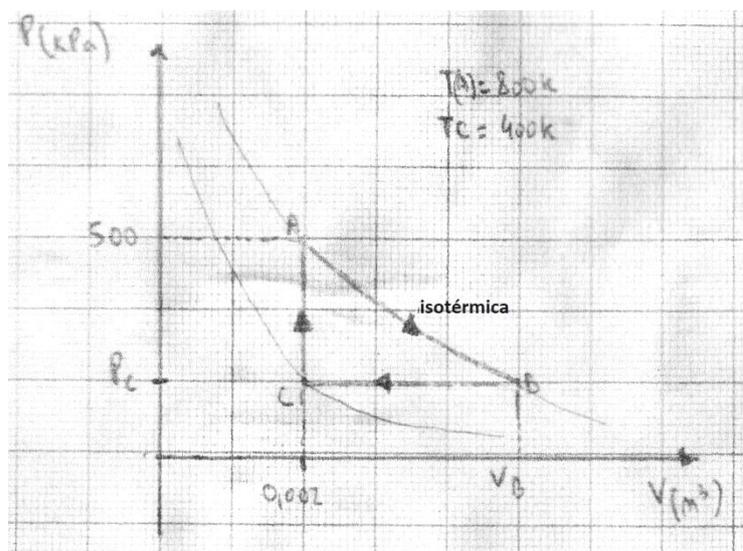
- a) ¿Cuál de los resortes habría que comprimir más para impulsar la piedra?
- b) ¿Es cierto que en este caso el resorte más blando requiere el doble de compresión que el resorte más duro para llegar a la misma altura? ¿Por qué?
- c) Bajo ciertas aproximaciones puede establecerse una relación entre la compresión del resorte y la altura alcanzada. ¿Cuál es esa relación? ¿Con qué aproximaciones?
- d) Supongamos que sos el participante, y te interesa el premio. Relatá (incluyendo los cálculos pertinentes) cómo sería tu intento de disparo exitoso.

**PT124. Instituto Educativo Dailan
Pilar, Buenos Aires.**

El ciclo tedioso.

Una masa de nitrógeno evoluciona según el ciclo de la figura adjunta. La presión en el estado A vale $P(a) = 500$ Kpa y el volumen $V(a) = 0.002$ m³. Suponiendo que el gas se comporta como ideal ($c_v = 0.741$ J/Gk), calcular:

- Energía recibida o cedida mediante calor por el sistema en las evoluciones A-B, B-C y C-A.
- El trabajo realizado por o contra el sistema en las mismas evoluciones.
- La variación de la energía interna para las mismas evoluciones.
- El trabajo neto realizado por el sistema y el rendimiento del ciclo.



**PT125. Colegio Nacional de Buenos Aires
Ciudad de Buenos Aires.**

Un foco puntual de luz monocromática $\lambda = 560$ nm está situado en el fondo de un depósito de acero y sobre él se coloca una cartulina circular opaca de 12 cm de diámetro. Se añade con cuidado al depósito un líquido transparente cuyo coeficiente de refracción es 1,36, de forma tal que la cartulina flota en su superficie con su centro situado directamente encima del foco. Un observador ubicado por encima de la superficie libre del líquido no ve ninguna luz hasta que el líquido alcanza cierta altura.

- ¿Con qué ángulo debe incidir el rayo sobre la superficie libre del líquido para que el observador apenas comience a verlo? Esquematar
- ¿Cuál es el valor de la altura de la columna de líquido medida desde el fondo del recipiente?

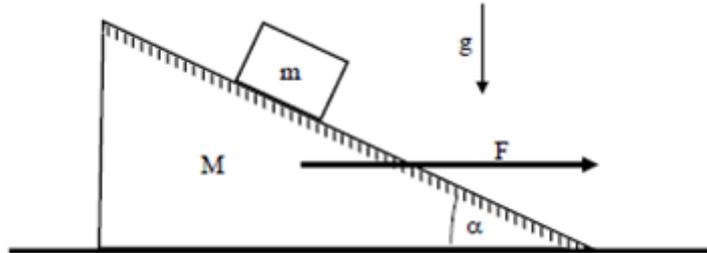
Suponer $n_{\text{aire}} = 1$

**PT126. Colegio Nacional de Buenos Aires
Ciudad de Buenos Aires.**

Un bloque de masa m está apoyado sobre un plano inclinado de masa M cuya superficie forma un ángulo α con la horizontal. Sobre el plano inclinado se ejerce una fuerza horizontal de módulo F y se sabe que no existe fricción entre el plano inclinado y el piso, de manera tal que puede desplazarse libremente. Suponiendo que entre la superficie del

bloque y la del plano inclinado existe un coeficiente de roce estático $\mu_e = 0,4$ y un coeficiente de roce cinético $\mu_c = 0,2$, Se pide

- Diagramas de cuerpo libre para m y M
- El valor de la fuerza F máxima para que el cuerpo no resbale.
- El valor de la fuerza F mínima para que el cuerpo no resbale.



Datos: $m = 0,5 \text{ kg}$, $M = 2 \text{ kg}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\alpha = 30^\circ$.

**PT127. Colegio Nacional de Buenos Aires
Ciudad de Buenos Aires.**

Por un cable muy largo circulan 10 A. Un electrón está ubicado a 2 cm del cable y se desplaza con una rapidez de 10^7 m/s . Determinar el módulo, la dirección y el sentido de la fuerza experimentada por el electrón cuando inicialmente:

- se mueve paralelo al conductor en el sentido de la corriente
- se mueve perpendicular al conductor y tangente a una circunferencia concéntrica con el mismo.

**PT128. Escuela Nacional Ernesto Sábato - Instituto Sagrada Familia
Tandil, Buenos Aires.**

En una prueba de deporte extremo, un motociclista con una moto enduro salta al lecho de un río a través de una rampa ubicada en la costa. La rampa tiene una longitud de 30 m, la parte más baja se encuentra prácticamente al mismo nivel del agua, mientras que el otro extremo tiene una altura de unos 9 m y justamente está ubicado en la barranca del río. El curso de agua tiene un ancho de aproximadamente unos 100 m y un caudal muy bajo por lo que se puede despreciar un arrastre por la corriente.

El motociclista avanza llegando a la parte inferior de la rampa a una velocidad de 115 km/h momento en que se apaga el motor, recorre la rampa hasta que abandona la misma en la parte superior, hace unos movimientos acrobáticos y con muchos aplausos cae al agua.

Teniendo en cuenta que el coeficiente de roce cinético entre los neumáticos de la moto y la rampa es de 0,3. Calcular:

- La velocidad con la que abandona la rampa.
- La altura máxima alcanzada por el motociclista.
- La distancia con respecto a la base de la rampa a la que cae.
- El valor de la velocidad con la que impacta en el agua.

Pero no todo termina acá. No bien el arriesgado deportista cae al agua, todos los presentes se percatan que en la orilla opuesta y en la misma dirección del recorrido de la rampa hay un hambriento cocodrilo que entra al río en busca de su comida recién caída del cielo, avanzando con una velocidad de 1,2 m/s. Al mismo tiempo, nuestro deportista

comienza a nadar desesperado en sentido hacia la rampa. Considerando que con todo el equipo que lleva puesto es capaz de hacer 100 m en 2 minutos en forma constante:

- e) ¿Cuánto tarda el motociclista en llegar a la orilla opuesta?
- f) ¿Qué tiempo le demora al cocodrilo llegar a la otra orilla?
- g) ¿Llegará a salvo a la orilla antes de ser la comida del reptil bajo la mirada de todo el público presente?

PT129. Escuela Nacional Ernesto Sábató - Instituto Sagrada Familia 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 °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 °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 cm³.

- d) ¿Hay suficiente espacio libre como para que se logren introducir todos los cubitos? ¿Cuánto espacio falta, o sobra?

Datos útiles

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

$$1\text{Cal} = 4,2 \text{ Joule}$$

$$\text{Coeficiente de dilatación lineal del acero inoxidable: } \alpha = 1,73 \cdot 10^{-5} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Calor específico del agua: } C = 1 \text{ Cal/g.}^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Calor Latente de fusión: } L_F = 80 \text{ Cal/g}$$

$$\text{Calor específico del Hielo: } C = 0,5 \text{ Cal/g.}^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Densidad del Hielo: } \delta = 0,92 \text{ g/cm}^3$$

PT130. Escuela Nacional Ernesto Sábató - Instituto Sagrada Familia Tandil, Buenos Aires.

En una casa cuya instalación eléctrica es de 220 V, se encienden en forma simultánea los siguientes aparatos: 5 lámparas de 60 W cada una, un lavarropas de 2100 W, un televisor de 50 W, una estufa eléctrica de 900 W y un equipo de música de 800 W.

- a) Esquematice el circuito.
- b) ¿Qué intensidad de corriente circula por cada artefacto?
- c) ¿Cuál es la intensidad de corriente total que entra en la casa para mantener a todos estos aparatos encendidos?
- d) Calcular los kWh consumidos mensualmente si el tiempo de funcionamiento diario de cada uno es el siguiente:
Lámparas: 5 horas.

Lavarropas: 90 minutos.
 Televisor: 12 horas.
 Estufa eléctrica: 4 horas.

- El amperaje del interruptor automático que protege la instalación eléctrica (llave térmica) de la casa es de 30 A; es decir, "salta" (corta) cuando circula una corriente superior a los 30 A ¿es posible encender junto con todos los artefactos un secador de pelo profesional de 2500 W?
- Si en lugar de llave térmica la casa fuese antigua y como medida de seguridad tuviese "tapones" (fusibles). ¿El fusible se quema si la resistencia equivalente del circuito es menor a 7Ω ?
- ¿El fusible se quema si la resistencia equivalente del circuito es menor a 8Ω ?

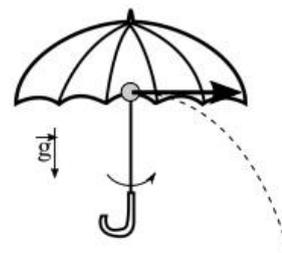
**PT131. Escuela Superior de Comercio Carlos Pellegrini
 Ciudad de Buenos Aires.**

Jugando con el paraguas.

En un día de lluvia Rodolfo llega a un refugio con su paraguas mojado. En lugar de cerrarlo, se pone a jugar con él, haciéndolo girar y observando las gotas que salen disparadas para todos lados.

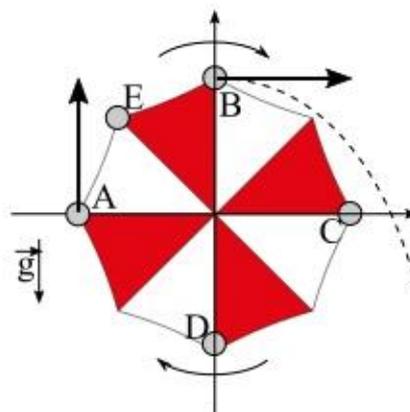
Al principio, Rodolfo sujeta el paraguas verticalmente por encima de sí, y lo hace girar a un ritmo de 1 vuelta cada 3 s. La altura del paraguas por encima del suelo es de 2,5 m. A partir de este momento, ignore la resistencia del aire.

En la figura se muestra la trayectoria de una de las gotitas que se desprenden del borde del paraguas.



- ¿Con qué rapidez sale disparada cada gota?
- Calcular su tiempo de caída y a qué distancia de los pies de Rodolfo aterriza.

Una vez que su paraguas se secó, Rodolfo no se rinde. Sale a mojar de nuevo su paraguas y al volver comienza a girarlo en un plano vertical, como se ve en la figura. El centro del paraguas está a 1,2 m del suelo.



- Usando el sistema de referencia de la figura, encontrar los vectores velocidad de las gotas que están en los puntos A, B, C, D y E.
- Hallar la altura máxima de la gota que se desprende en el punto A.
- Hallar con qué velocidad impactan en el suelo las gotas que se desprenden de los puntos A y C.
- Hallar en qué lugar del suelo impactan las gotas que se desprenden de los puntos B y D.
- Encontrar las coordenadas iniciales de la gota que se desprende del punto E. Escribir las ecuaciones horarias $x(t)$, $y(t)$.
- Escribir una ecuación para la trayectoria de la gota de y en función de x .
- Hallar el vértice de la trayectoria de la gota y en qué lugar aterriza.

Ahora considere que la velocidad v_0 a la que se hace girar el paraguas es variable.

- Escribir una ecuación para la trayectoria de la gota que se desprende del punto E. Su respuesta debe quedar escrita en términos de la variable v_0 .
- ¿Con qué velocidad v_0 se debe girar el paraguas para que la gota en cuestión alcance el punto B del paraguas? ¿Y para que toque el punto C?

- l) Si el paraguas se gira con la velocidad a la que Rodolfo lo hacía inicialmente, la gota ¿vuelve a tocar el paraguas en algún punto?

Datos

Aceleración de la gravedad: $9,8 \text{ m/s}^2$

Diámetro del paraguas: 1 m

PT132. Escuela Superior de Comercio Carlos Pellegrini Ciudad de Buenos Aires.

Caminando bajo la lluvia.

Todos nos hemos preguntado alguna vez de qué manera deberíamos caminar bajo la lluvia para mojarnos lo menos posible. La respuesta más fácil sería que no hay que caminar nada: si nos quedamos quietos, a salvo y en silencio en la oscuridad, todo estará bien y conseguiremos no mojarnos. Aquí, sin embargo, nos restringiremos al caso en que —por el motivo que fuera— no queda más remedio que caminar una cierta distancia bajo la lluvia. Esta necesidad surge, por ejemplo, cuando un medio de transporte deja a la persona no en la puerta de su destino final sino a unas cuerdas de distancia a lo largo de una intemperie. En este problema intentaremos arrojar luz sobre el tema de cuánto nos mojamos si caminamos bajo la lluvia.

Suponga que usted viaja en un colectivo. Mientras está en la parada, observa que la lluvia cae de forma vertical. Sin embargo, tan alcanza una velocidad de unos 45 km/h, la trayectoria observada de las gotas cambia de dirección, apuntando a unos 60° de la vertical, hacia la parte de atrás del colectivo.

- a) ¿Con qué rapidez caen las gotas?

Si bien la atracción gravitatoria terrestre ejerce una fuerza constante sobre cada gota, el aire que atraviesa le opone resistencia a su movimiento relativo mediante una **fuerza de arrastre** que eventualmente equipara a la primera. Cuando ello ocurre, la gota viaja con una rapidez constante, denominada **velocidad terminal**.

Este valor está determinado por la relación entre el peso de la gota y la resistencia que le opone el aire, y ambas dependen del tamaño de la gota.

Suponiendo que la gota es esférica (lo cual se sabe que es cierto para gotas pequeñas, de 3 mm de diámetro o menos), la velocidad terminal v_t en metros por segundo se puede calcular aproximadamente según

$$v_t^2 = \frac{5}{3} \frac{\rho}{\rho_{\text{fl}}} g d,$$

donde ρ es la densidad del objeto que cae, ρ_{fl} es la densidad del fluido que ejerce la fuerza de arrastre, g es la aceleración de la gravedad y d es el diámetro de la esfera.

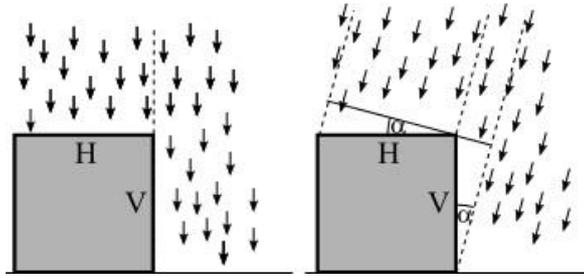
- b) Pruebe que una gota de 3 mm de diámetro tiene una velocidad de caída de aproximadamente 6 m/s.
c) ¿Qué diámetro tienen las gotas que vio caer en el colectivo?

A lo largo de esa noche tormentosa precipitaron 5 mm sobre la ciudad de Buenos Aires.

- d) ¿Cuántos litros de agua habrán caído, en total, sobre la ciudad? ¿Cuántas gotas en total fueron?

Consideremos una caja como la que se muestra en la figura y sus caras H y V. Cada una de ellas tiene 1 m^2 de lado.

- e) Si las gotas caen verticalmente, calcular cuántas gotas de agua cayeron sobre la cara H y sobre la cara V. Repita el cálculo si, en cambio, la trayectoria de las gotas apunta a 15° de la vertical. Apoyarse en el diagrama de la figura.



A partir de estudios atmosféricos realizados en el siglo pasado, se ha llegado a la observación de la existencia de una relación entre el tamaño promedio de las gotas de lluvia y la intensidad de la precipitación. En 1948 Marshall y Palmer sintetizaron ese resultado en la ecuación

$$d = \frac{R^{0,21}}{41},$$

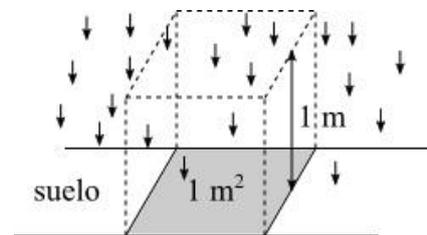
donde d es el diámetro *promedio* de las gotas en centímetros, y R es la intensidad de la lluvia medida en milímetros por hora.

- f) Suponiendo que la intensidad de la lluvia se mantuvo constante a lo largo de la tormenta, ¿cuánto duró?
- g) Calcule la cantidad N de gotas que cayeron por segundo en cada metro cuadrado de área de suelo. A ese valor, expresado en gotas por m^2 por segundo, lo denominaremos **intensidad** de la lluvia:

$$I = \frac{N}{A \Delta t}.$$

En la figura se muestra un cubo imaginario de $1 m^3$ que se apoya en $1 m^2$ de suelo y contiene n gotas en un instante determinado.

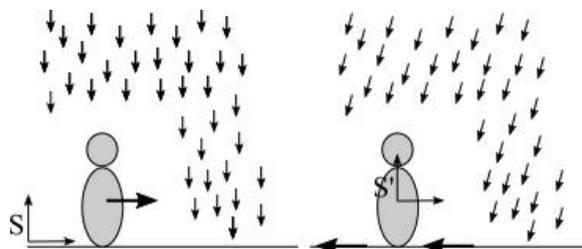
- h) Teniendo en cuenta que la altura del cubo es de $1 m$, calcule cuánto tiempo transcurrirá hasta que esas n gotas lleguen al suelo. A partir de esto y conociendo la intensidad de la lluvia, calcule el valor de n .



Dicho valor, al expresarse en gotas por m^3 , es la **densidad** de gotas en el espacio: $n = N/V$.

- i) ¿Qué relación hay entre la intensidad I , la densidad n de gotas y la rapidez u de éstas?

Suponga que tiene que caminar una distancia D bajo esta lluvia. Para averiguar cuánto se moja, en lugar de considerar un sistema de referencia fijo al suelo (S) nos subiremos a un sistema de referencia que viaja con usted (S'), de manera que usted luce como un objeto en reposo. Sin embargo, en el sistema S' la velocidad de las gotas y su trayectoria lucen distintas.



- j) Si usted camina a velocidad v_0 , ¿con qué rapidez u observará caer las gotas y con qué inclinación? ¿Cuál será la nueva intensidad de la lluvia?
- k) Sabiendo que el área frontal de su cuerpo es A_0 , calcule la cantidad total de gotas y, finalmente, el volumen total de agua que le impacta a lo largo de su caminata bajo la lluvia.

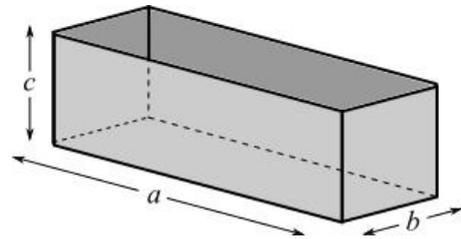
Datos

- Densidad del agua: 1000 kg/m^3
- Densidad del aire: $1,2 \text{ kg/m}^3$
- Aceleración de la gravedad: $9,8 \text{ m/s}^2$
- Área total de la ciudad de Buenos Aires: 203 km^2
- Volumen de una esfera: $\frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{1}{6}\pi d^3$
- $D = 300 \text{ m}$
- $v_c = 1,2 \text{ m/s}$
- $A_0 = 0,7 \text{ m}^2$

PT133. Escuela Superior de Comercio Carlos Pellegrini Ciudad de Buenos Aires.

Andando en bote.

Gilda sale de paseo en su bote por el Río Salado. Su diseño, bastante poco convencional, tiene forma de caja de zapatos, como se ve en la figura.



Al lanzar el bote al río y dejarlo flotar sin carga, cuando llega al equilibrio, se lo ve sumergirse una profundidad $h = 3 \text{ cm}$.

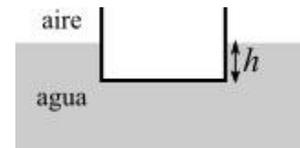
a) Calcule la presión ejercida por el agua sobre el fondo del bote.

b) Calcule la fuerza que ejerce la atmósfera (el aire) y la que ejerce el agua sobre el barco.

c) Si el barco se encuentra en equilibrio, ¿cuál es su masa?

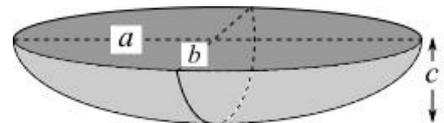
d) Si usted se sube al bote, ¿a qué profundidad h queda sumergido?

e) ¿Puede decir cuál es la carga máxima que puede cargar el bote sin hundirse, en condiciones de reposo?



Luego de varias semanas de pasear remando con su bote, Gilda se da cuenta de que el diseño es poco hidrodinámico, es decir, que por su forma geométrica el agua le ejerce demasiada resistencia, con lo que hay que remar con mucha fuerza.

Para intentar solucionar el problema, prueba una canoa con forma de semi-elipsoide, como la que se ve en la figura. Esta canoa está fabricada con el mismo material que el bote, con paredes del mismo espesor.



f) ¿Cuál es la masa de cada metro cuadrado de superficie del bote? Este valor, expresado en kg/m^2 , puede denominarse *densidad superficial*.

g) ¿Qué masa tiene la canoa, sin carga?

h) ¿Cuál es la carga máxima que puede transportar?

Datos

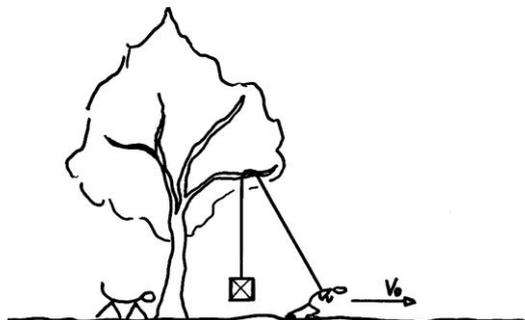
- $a = 1,5 \text{ m}$; $b = 0,6 \text{ m}$; $c = 0,5 \text{ m}$
- Presión atmosférica: $101\,300 \text{ Pa}$
- Densidad del agua: 1000 kg/m^3

- Área de un semi-elipsoide: aproximadamente $\pi \sqrt{\frac{(ab/2)^p + (ac)^p + (bc)^p}{3}}$ siendo $p = 1,6$

- Volumen de un semi-elipsoide: $\frac{1}{6}\pi abc$

**PT134. Colegio Nacional Nicolás Avellaneda
Aguilares, Tucumán.**

Una bolsa con 20kg de residuos se cuelga desde la rama de un árbol a 4m de altura, con una cuerda (de 8m) que es sostenida del otro extremo por María (tanto el centro de gravedad de la bolsa como la mano del alumno están a la misma altura). El aroma del alimento atrae algunos animales; uno de ellos, un perro de masa 15kg, se acerca lentamente con una velocidad de 1m/s, ante esta situación se aparta la bolsa de su posición de equilibrio en 20° , con la intención de que, al oscilar, golpee al animal. El interrogante que se le plantea:



- a) ¿Cuál es el periodo de la bolsa si oscilara libremente?

Si la bolsa –cuando llega a su vertical- golpea al perro y suponemos que no hay deformación de los cuerpos durante el impacto y la bolsa queda en reposo, (considérese despreciable la masa de la soga) entonces:

- b) ¿Con que velocidad es despedido el perro?

La siguiente cuestión se refiere al momento que la bolsa está en el extremo (con amplitud de 20°) y luego en el instante previo al impacto con el perro (posición vertical de la cuerda).

- c) ¿Cuál es la tensión de la cuerda, en ambos casos?

Como la acción no ahuyenta a los animales, María comienza a caminar en el sentido + x con velocidad constante de 1,73m/s a fin de que los alimentos suban a la parte más alta de la rama, en esta circunstancia. Se le solicita:

- d) Grafique posición, velocidad y aceleración en función del tiempo, para el movimiento de María. **En “todo” su recorrido.**
e) Grafique posición en función del tiempo para el movimiento de la bolsa de alimentos. **Hasta que llega a la rama.**
f) Analice el tipo de movimiento de la bolsa y haga un comentario del mismo.
g) Velocidad de la bolsa en el instante $t=3s$.
h) Aceleración en el instante $t=3s$.

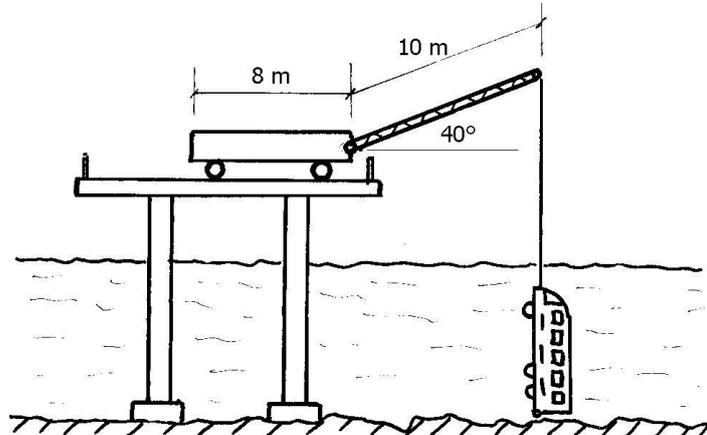
**PT135. Colegio Nacional Nicolás Avellaneda
Aguilares, Tucumán.**

En cierta ocasión un ómnibus de larga distancia cayó en un río, en el momento que cruzaba el puente del Río Medina, puente de mediana envergadura; que une las ciudades de Aguilares y Concepción, en la provincia de Tucumán. En el accidente “real” no hubo que lamentar víctimas fatales; el móvil lentamente fue llenando su interior con agua mientras se hundía. Al cabo de un par de días se organiza un operativo para sacar el bus, por lo cual se utiliza una grúa de la municipalidad que se ubicó en forma transversal en el puente, que en el momento de izar al ómnibus –mientras éste estaba en su totalidad dentro del agua- no hubo ningún sobresalto, luego comenzó a emerger del agua frente a la mirada atenta de curiosos y el periodismo, hasta que en un instante dado desequilibró a la grúa y provocó su caída en el lecho del río y sobre el bus que debía sacar.

A efectos de determinar las causas y cuantificarla, se presumen -con cierta razonabilidad- las siguientes dimensiones:

- Largo del cuerpo de la grúa: 8m; Peso $W_G = 150.000N$
- Largo de la pluma (de la grúa): 10m; Peso de la pluma 4000N; inclinación 40° .

- Dimensiones totales del bus: 2,80 de ancho; 2,80m de alto; 12m de largo.
- Peso del bus 75.000N, uniformemente distribuido respecto de su largo.
- Presión atmosférica normal y temperatura del agua 20°C.
- Peso específico del agua 9800N/m³.
- Coeficiente de viscosidad del agua a 20°C; $\eta = 1 \times 10^{-3} \text{ N.s.m}^{-2}$



Notas

- No se tomarán en cuenta los efectos de la velocidad de la corriente de agua del río.
- Se despreciará el peso del cable.
- Se supondrá que el peso de la grúa y de la pluma están uniformemente distribuidos.
- Los volúmenes de los materiales del bus equivalen al 5% del volumen total.
- La grúa se ubica como lo indica la figura, donde uno de los extremos de apoyo está en la orilla del puente.
- Para los efectos de la viscosidad en el momento de ser izado, sólo se tomará cuando el bus está totalmente dentro del agua y aunque parezca una "aproximación muy grosera", se considerará al bus como un objeto esférico (a este fin) de radio 3m, donde se hará valer la Ley de Stokes. $F = 6\pi R\mu v$
- Velocidad de izamiento 0,1m/s.
- Suponga que cuando comienza a emerger, mantiene el 10% de agua, del volumen total del bus, uniformemente distribuido respecto de su largo.

En base a la idealización de la situación se le plantean los siguientes interrogantes:

- ¿Cuál es la presión que soporta un punto del bus a 20m de profundidad?
- ¿Cuál es el empuje que soporta el material del bus?
- Valor de la fuerza debido a la viscosidad.
- ¿Cuánto vale la tensión del cable, cuando el bus está siendo izado y se encuentra totalmente en el seno la masa líquida?
- ¿Cuál es el valor de la tensión cuando emerge la mitad? (Suponga hasta aquí que no hay problemas con el equilibrio de la grúa.)
- ¿Qué parte del bus puede emerger antes que la grúa pierda el equilibrio?

PT136. Colegio Nacional Nicolás Avellaneda Aguilares, Tucumán.

El ojo humano es aproximadamente esférico, cuyo esquema se puede apreciarse en la figura (al pie de la presente página), la membrana exterior es lo que Ud. ve de color blanco se llama esclerótica, se interrumpe al frente para dejar pasar la luz, al igual que la segunda membrana llamada coroides que es de color negro y hace las veces de cámara oscura; la tercera membrana es la parte sensible a la luz y se llama retina, pero la zona

de mayor sensibilidad está en una parte de ella llamada mancha amarilla que es en definitiva donde se forma la imagen de lo que vemos. En la parte anterior del ojo se observan algunas formaciones transparentes semejantes a lentes convergentes.

Por ahora, prescindiendo de la descripción, se le solicita resolver:

- a) Si tuviéramos una lente biconvexa –similar al cristalino- de foco igual a 3,0cm y se colocara un objeto de 1mm de altura a 2,0cm de la misma, ¿cuál es la posición, tamaño y tipo de imagen que se obtiene?

Para el siguiente punto considere al ojo perfectamente esférico con un único índice de refracción de 1,35, siendo el diámetro del mismo de 25mm. Bajo estas suposiciones un oculista pretende observar la mancha amarilla de la retina:

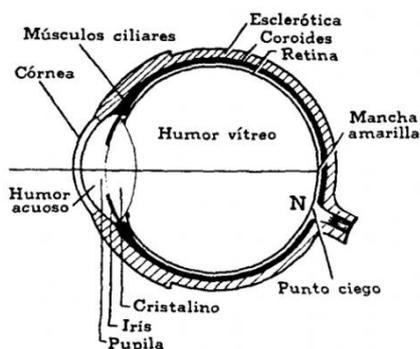
- b) ¿A qué distancia aparente –a contar del frente del ojo- la vería?

Si consideramos al cristalino del ojo humano como una lente biconvexa con igual radio de curvatura por los dos lados; donde el líquido que la rodea, tanto en el humor acuoso como en el humor vítreo, tienen un índice de refracción de 1,33 y que la distancia focal del cristalino puede cambiar durante el proceso de acomodación del ojo, por acción de los músculos ciliares, entonces cuando la distancia focal es de 6,0cm, los radios de curvatura miden 6,3mm. Bajo estas consideraciones se le solicita que:

- c) Determine el índice de refracción del cristalino.

Si supone que el índice de refracción del cristalino es 2,00 (independientemente del valor que halla obtenido en el punto anterior), tomando 1,33 el índice del humor acuoso/vítreo y se desea “enfocar” un objeto a 4m para que forme imagen real en la mancha amarilla –a 25mm del cristalino-; sin considerar efectos de refracción en el Córneas ni en el humor vítreo/acuoso:

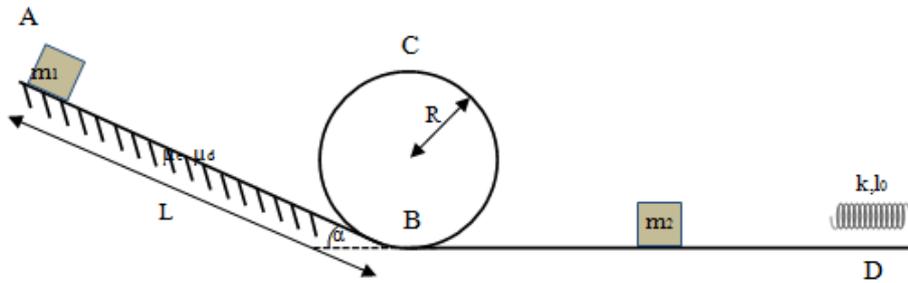
- d) ¿Qué valores toman los radios del cristalino? (Considere ambos radios iguales)



Esquema del ojo con sus partes.

**PT137. Instituto Industrial Luis A. Huergo
Ciudad de Buenos Aires.**

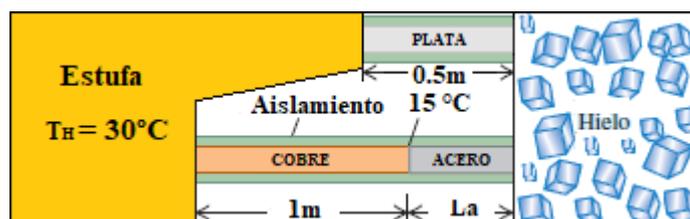
Una masa $m_1=5\text{kg}$ se encuentra en el punto A sobre una rampa de longitud $L=1,5\text{m}$ de inclinación variable con $\mu_e=0.4$ y $\mu_d=0.5$. La rampa se comienza a inclinar hasta que m_1 empieza a acelerar, luego esta llega a B donde comienza a describir un movimiento circular sobre un rizo de radio $R=0.25\text{m}$, pasando por el punto máximo del mismo(C) y completando su vuelta en B para continuar su movimiento sobre una plataforma horizontal libre de rozamiento (tramo B-D). En dicho tramo, la m_1 choca plásticamente con una masa $m_2=25\text{kg}$ inicialmente en reposo, y continua hasta el resorte de $k=300\text{N/m}$ y $l_0=0.1\text{m}$ ubicado en el punto D.



- Discutir cualitativamente si la energía mecánica e impulso lineal P se conserva o no en el tramo AB, el rizo, y el tramo BD antes, durante y después del choque, argumentando su respuesta.
- Calcular el ángulo α mínimo con el cual la masa m_1 comenzara a moverse.
- Con el ángulo calculado en el punto a) determinar con que velocidad llega m_1 al punto B.
- En B, la masa m_1 comenzará a describir un movimiento circular en el rizo. Determinar su velocidad en el punto máximo del rizo (C) y a continuación, calcular la fuerza normal que el rizo aplica sobre la masa en dicho punto.
- Calcular la velocidad final del conjunto de masas luego del choque, y determinar cuánto se comprime el resorte en D, luego de entrar en contacto con las masas.
- Luego de rebotar en el resorte, determinar si las masas logran realizar la vuelta completa en el rizo.

**PT138. Instituto Industrial Luis A. Huergo
Ciudad de Buenos Aires.**

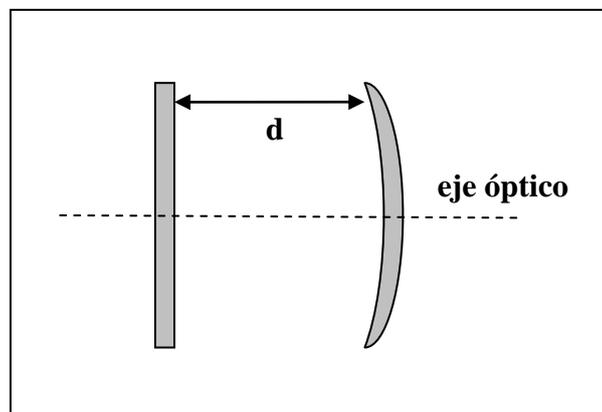
Un recipiente con 100kg de hielo a una temperatura de 0°C es conectado a una estufa que se mantiene a una temperatura constante $T_H = 30^\circ\text{C}$ a través de 2 tubos cilíndricos aislados. Uno de ellos, de 0.5m de largo y de 0.1m de radio, está hecho de Plata ($K_p = 406 \frac{\text{W}}{\text{m.K}}$). El otro tubo de 0.3m de radio, está hecho de una sección Cobre ($K_c = 385 \frac{\text{W}}{\text{m.K}}$), con una longitud de 1m, y una sección de Acero ($K_a = 50.2 \frac{\text{W}}{\text{m.K}}$) de longitud desconocida. Se sabe que la temperatura de junta Cobre/Acero es de 15°C



- Calcule la corriente de conducción de calor en el tubo de Plata. ($K_p = 406 \frac{\text{W}}{\text{m.K}}$).
- Calcule la corriente de conducción de calor en el tubo de Cobre y Acero, luego determine la longitud de la sección de Acero (L_a). ($K_c = 385 \frac{\text{W}}{\text{m.K}}$ y $K_a = 50,2 \frac{\text{W}}{\text{m.K}}$).
- En cuanto tiempo se derrite todo el hielo del recipiente, teniendo en cuenta que el calor de fusión del hielo es: $L_f = 3.34 \times 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$.
- Se deja pasar un rato, hasta que el agua del recipiente se encuentra a 40°C , y se desconecta el mismo de la estufa, a continuación, se le agregan 20kg de hielo a -25°C . Calcular el estado y temperatura final de la mezcla. Tener en cuenta que el calor de fusión del hielo es: $L_f = 3.34 \times 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$, su calor específico: $c = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$, y el calor específico del agua líquida: $c = 4190 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$

**PT139. Instituto Industrial Luis A. Huergo
Ciudad de Buenos Aires.**

Un espejo cóncavo, de 32 cm de radio de curvatura, se encuentra separado de un espejo plano por una distancia $d = 50\text{cm}$, como se indica en la figura.



- ¿En qué lugar sobre el eje óptico del sistema habría que colocar un objeto, para que las primeras imágenes formadas por ambos espejos se superpongan entre sí?
- ¿Cuál es el tamaño de dichas imágenes, suponiendo que el objeto tiene una altura h ?

**PT140. EPES N° 54 Gobernador Juan José Silva
Ciudad de Formosa.**

Estamos en una competición de atletismo. Un lanzador se va al área de lanzamiento del peso, que es una esfera metálica con una masa de $M = 7.26\text{ kg}$. El lanzador coge el peso, teniéndolo a una altura inicial $h_0 = 1.2\text{ m}$ del suelo, y se encoge para lanzarlo. En el lanzamiento, el lanzador estira el propio brazo con la toda su fuerza para transmitir la máxima velocidad de salida posible (velocidad inicial, v_0 , con un ángulo θ) al peso.

La fase de aceleración (del peso) -debida al trabajo hecho por el lanzador- empieza cuando la esfera se encuentra a la altura $h_0 = 1.2\text{ m}$ del suelo y termina cuando el lanzador la lanza (tiempo $t = 0$), a una altura $h = 2.0\text{ m}$ del suelo (y encontrándose en el límite del área de lanzamiento). Los jueces miden lo siguiente: después de un tiempo $t = 1.87\text{ s}$, el peso aterriza a una distancia horizontal $\ell = 19.5\text{ m}$, medida a partir del límite del área del lanzamiento. [La resistencia del aire se considera despreciable en este contexto; por tanto, la única fuerza que interviene es la fuerza de gravedad, con un valor local de aceleración: $g = 9.81\text{ m/s}^2$].

- Determinar la velocidad de salida, v_0 , en módulo y dirección, del peso. [Es la velocidad de lanzamiento, la que transmite el lanzador al peso en el momento de soltarlo.]
- Calcular el trabajo, L , realizado por el lanzador.
- Calcular la máxima distancia, $l_{\text{máx.}}$, que puede ser alcanzada por el peso al variar el ángulo de lanzamiento y manteniendo la misma velocidad inicial, v_0 . [Nota: existe un único valor del ángulo, θ , que permite que el peso alcance la distancia máxima, $l_{\text{máx.}}$].

**PT141. EPES N° 54 Gobernador Juan José Silva
Ciudad de Formosa.**

El principito de la novela de Saint- Exupery vive en un planeta que es el asteroide B612. El asteroide se caracteriza porque su masa es la mitad de la masa terrestre y su densidad la misma que la de la Tierra . En el planeta existen dos regiones bien diferenciadas en la primera de ellas actúa un campo eléctrico cuya intensidad es $E = j \rho \rho 50^- =$ (eje OY vertical y hacia abajo) además del gravitatorio y en la segunda solo el campo gravitatorio.

El principito juega con una bola metálica de masa 3 g y cargada eléctricamente. Lanza la bola en la segunda región donde solo existe el campo gravitatorio formado un ángulo de 60° con la vertical y tarda 5 segundos en llegar al suelo siendo la altura de su mano de 70 cm. Sin embargo cuando lo hace en la primera región donde existen ambos campos la bola flota.

Calcular

- La intensidad del campo gravitatorio en el asteroide
- La velocidad inicial de lanzamiento de la bola en la segunda
- Valor y signo de la carga de la bola cuando se encuentra en la región donde actúan ambos campos. Dato $g_{tierra} = 9,80 \text{ N/kg}$

**PT142. EPES N° 54 Gobernador Juan José Silva
Ciudad de Formosa.**

El 4 de julio de 2012, los investigadores del acelerador de partículas LHC anunciaron el descubrimiento del bolsón de Higgs. Los mismos principios físicos básicos que rigen el LHC están presentes en el ciclotrón. El ciclotrón es un acelerador de partículas que consta de dos placas metálicas semicirculares y huecas, llamadas "Ds", sobre las que actúa un campo magnético, B, uniforme y perpendicular al plano de las mismas. Las placas están separadas una distancia, d, y están sometidas a una diferencia de potencial, V, de alta frecuencia, lo que provoca un campo eléctrico de alterna en la región intermedia, d. La siguiente figura muestra esquemáticamente las dos "Ds" del ciclotrón sometidas a un campo B cuyo sentido se toma hacia el dibujo (hacia el papel). La fuente de partículas cargadas para ser aceleradas se localiza en el punto 0, de forma que, en el momento inicial, y debido a la acción del campo eléctrico en la región d, la partícula cargada positivamente describe el trayecto 0-1 y es inyectada en D1 con una velocidad v_1 . La partícula se ve ahora sometida a la acción del campo B, describe una semicircunferencia de radio R1 (trayectoria 1-2) y alcanza de nuevo la región intermedia, d (trayectoria 2-3), donde se ve sometida de nuevo a la acción del campo eléctrico que ahora posee sentido opuesto al momento inicial. La partícula cargada alcanza ahora D2 con una velocidad v_2 y bajo la acción del campo B describe una semicircunferencia de radio R2 (trayectoria 3-4). Cada vez que la partícula llega al hueco es acelerada ganando energía cinética en la cantidad qV . De este modo se mueve en órbitas semicirculares, cada vez mayores (espiral), hasta que abandona el campo magnético, como podemos ver en la figura. Los datos del ciclotrón del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) son los siguientes: Datos: Partículas que se aceleran (deuterones): masa $m=3,34 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$; carga $q= +1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ • Campo magnético en las "Ds": $B= 2 \text{ T}$.• Radio máximo de las "Ds": $R_{max}=0,5 \text{ m}$.• Diferencia de potencial (módulo) de alterna entre las "Ds": $V=3000 \text{ V}$.•

- Explicar y razonar el funcionamiento del ciclotrón basándose en las leyes físicas implicadas Ley de Lorentz y Ley de Coulomb.
- Determinar la velocidad v_1 con que la partícula alcanza por primera vez D1 si parte del reposo desde el punto 0.
- Calcular los radios R1 y R2 que describe la partícula en su primera vuelta completa.

Gravedad Cero

Supongamos que ponemos una balanza en el piso de un ascensor y nos paramos sobre ella. Luego apretamos el botón del piso 10 y el ascensor comienza a subir, acelerando desde la planta baja al piso 2, luego con velocidad constante del piso 2 al 8 y finalmente frenando suavemente del piso 8 al 10. Asumiendo que la aceleración y la desaceleración fueron ambas constantes y de igual módulo "a", determine la lectura de la balanza en los siguientes casos:

- Acelerando desde planta baja al segundo piso,
- Subiendo con velocidad constante desde el segundo al octavo piso,
- Frenando desde el octavo al décimo piso,
- Si se rompiera el cable del ascensor y este cayera libremente.

Mucha gente cree, de manera errónea, que la gravedad no existe en el espacio. Sin embargo las altitudes típicas de un vuelo espacial varían entre 200 y 600 km sobre la superficie de la Tierra. La estación espacial internacional por ejemplo está ubicada a una altura aproximada de 400 km sobre la superficie terrestre.

- Considerando el radio de la Tierra $R_t = 6370$ km halle el cociente entre la aceleración de la gravedad en la Tierra y en la estación espacial.

Si se deja caer una manzana en la Tierra cae con una aceleración de $9,8 \text{ m/s}^2$. Si un astronauta deja caer una manzana esta cae también, solo que no parece estar cayendo. Esto es porque están cayendo todos juntos: la manzana, el astronauta y la estación espacial. Pero no caen hacia la Tierra, caen alrededor de ella. Como todos caen juntos, los objetos dentro de la estación parecen flotar en un estado que llamamos gravedad cero o más correctamente *Microgravedad* ($1 \cdot 10^{-6}g$)



Creando Microgravedad

El estado de microgravedad ocurre cuando un objeto está en caída libre. Esto por ejemplo se puede vislumbrar en la experiencia del ascensor narrada al inicio de este problema. Estas condiciones se pueden generar en las llamadas torres de caída libre (como las que existen en algunos parques de diversiones). El problema es que la duración de la caída es muy breve, insuficiente para estudiar la mayor parte de procesos biológicos y bastantes procesos químicos.

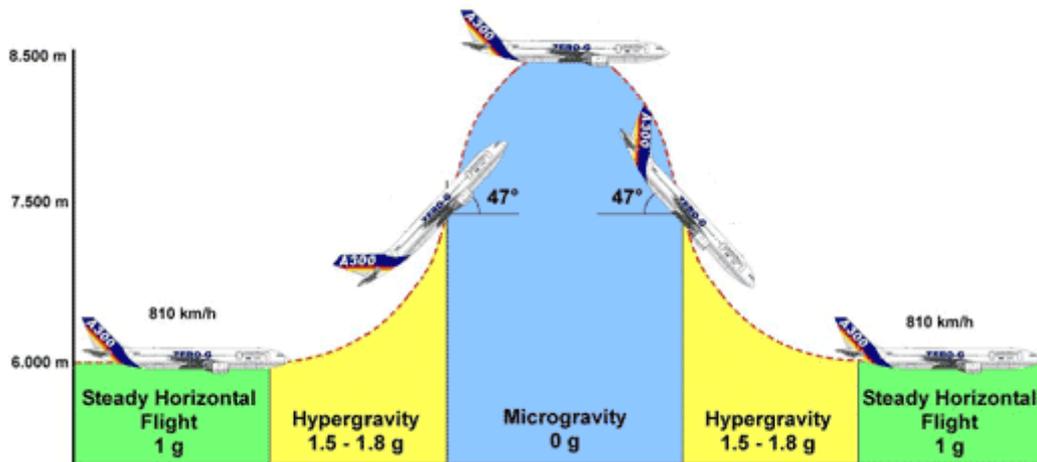
Un vuelo parabólico es un tipo de maniobra conocida desde los comienzos de la aviación en la que el avión, a una cierta altura corta los motores y comienza a caer atraído por la gravedad terrestre, describiendo la misma trayectoria que cuando lanzamos una piedra a lo lejos. Como comentábamos antes, el hecho de estar cayendo bajo el único efecto de la gravedad permite obtener condiciones de microgravedad en su interior (si bien es cierto que se deben anular el resto de fuerzas, como la sustentación de las alas y la resistencia aerodinámica, lo que resulta en una maniobra muy concreta).



El Airbus A300 es el avión empleado por la ESA para la campaña de vuelo parabólico.

Partiendo de una altitud de vuelo de unos 6 km, los pilotos ponen los motores a máxima potencia para trepar rápidamente hasta unos 8,5 km (subiendo con una inclinación de 47° , la sensación en el interior es de trepada completamente vertical). A medida que se

aproxima a esta altitud, comienza la cuenta atrás “5, 4, 3, 2, 1, Injection!” Los motores se reducen al ralenti (lo justo para compensar el rozamiento con el aire) y el avión comienza a caer. A partir de este momento todo lo que hay en su interior comienza a flotar. Tras un corto período de microgravedad, comienza la cuenta atrás para la recuperación del avión. Los motores a máxima potencia estabilizan el avión de nuevo a unos 6 km de altitud y se prepara para una nueva secuencia. En un vuelo parabólico típico esta secuencia se realiza hasta un total de 31 veces. Una campaña consta de entre 2 y 3 vuelos permitiendo un tiempo acumulado de microgravedad superior a la media hora.



Asumiendo una trayectoria parabólica para la zona de microgravedad (es decir considerando como única fuerza actuante el peso) determine:

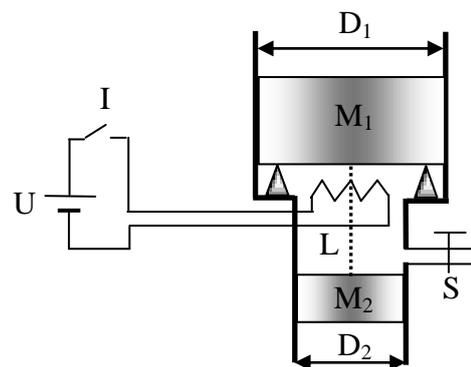
- f) La rapidez del avión al inicio de esa trayectoria,
- g) El tiempo durante el cual se puede experimentar la microgravedad.

**PT144. Instituto Lasalle
Florida, Buenos Aires.**

Un “gato” termodinámico.

Un estudiante como usted ha diseñado un dispositivo que puede funcionar como un “gato” o crিকে, capaz de levantar cuerpos a pequeñas alturas.

El dispositivo consiste en un tubo cilíndrico vertical con secciones diferentes; en la parte superior tiene un diámetro $D_1 = 18,0$ cm y en la inferior $D_2 = 14,0$ cm tal como se representa en la figura. Dentro del tubo hay dos émbolos de masas $M_1 = 4,0$ kg y $M_2 = 0,90$ kg, unidos mediante una cadena inextensible, de longitud $L = 1,00$ m y masa $m_c = 0,10$ kg. Los émbolos, que ajustan perfectamente en el tubo, pueden deslizar sin fricción. Todos los materiales con los que se ha construido el sistema son adiabáticos. Mediante la llave S se puede igualar la presión del espacio comprendido entre los émbolos con la atmosférica del exterior, $p_{at} = 1,01 \times 10^5$ Pa.



Con la llave S abierta, la base inferior de M_1 se apoya sobre unos pequeños pivotes que tienen como objeto, entre otros, dejar espacio para alojar una resistencia eléctrica de calefacción que es alimentada con una fuente V cuando se cierre el interruptor I.

Se supone que en el estado inicial (que es el representado en la figura), la temperatura de todo el sistema es la ambiente, $T_a = 27^\circ\text{C}$. A continuación, se cierra la llave S y se mantiene cerrada en todo lo que sigue. Considere que el aire se comporta como un gas perfecto diatómico de densidad $\rho = 1,29$ kg/m³.

- a) Determine la masa de aire, m_{aire} , encerrada entre los émbolos. Compruebe que esta masa es mucho menor que la del sistema deslizante (émbolos + cadena) y, por tanto, puede despreciarse en los cálculos del problema.
- b) Con el objeto de levantar los émbolos (gato termodinámico), al aire encerrado entre ambos se le suministra lentamente calor mediante una resistencia eléctrica. En consecuencia, la presión interior variará. ¿Cuál es el valor de la presión crítica, p_c , para la cual los émbolos comenzarán su ascenso?
- c) Desde el estado inicial hasta que los émbolos comienzan a ascender,
 - c.1) ¿Qué tipo de proceso termodinámico ha tenido lugar?
 - c.2) ¿Cuál es la temperatura, T_1 , del aire al comenzar el ascenso?
 - c.3) ¿Cuánto calor, Q_1 , habrá sido necesario suministrar para que M_1 empiece a ascender?
- d) Una vez que M_1 despegue, se produce la acción útil del gato elevando este émbolo hasta una altura $h = 20,0$ cm. Supóngase que la elevación es muy lenta para poder despreciar la energía cinética del sistema.
 - d.1) ¿Qué tipo de proceso termodinámico ha tenido lugar?
 - d.2) Calcule la temperatura, T_2 , del gas al final de este proceso.
 - d.3) ¿Cuánto calor adicional, Q_2 , habrá sido necesario suministrar al gas?
- e) Si se considera como trabajo útil el necesario para levantar el émbolo M_1 la altura h , calcule la relación, expresada en %, entre dicho trabajo y el calor total suministrado, lo que puede llamarse rendimiento, η , del proceso.
- f) Para que el sistema evolucione lentamente, el suministro de calor se realiza mediante una resistencia $r = 1,00$ k Ω conectada a una fuente, de resistencia interna despreciable y diferencia de potencial $U = 50,0$ V. Calcule el tiempo t que deberá estar conectada la batería durante todo el proceso.
- g) Represente en un diagrama Presión-Volumen el proceso seguido por el gas (aire) desde el estado inicial hasta que M_1 haya subido la altura h .

* Para un gas diatómico $c_v = 5/2 R$ y $c_p = 7/2 R$, donde $R = 8,31$ J/mol K.

**PT145. Instituto Lasalle
Florida, Buenos Aires.**

El experimento de Millikan.

En el año 1909 Robert Millikan y Harvey Fletcher diseñaron y realizaron el primer experimento para medir la carga del electrón. Hasta entonces los electrones sólo habían podido ser observados en forma de rayos catódicos, pero con ellos sólo se podía determinar la relación entre su carga y su masa. Con este experimento, Millikan logró medir el valor de la carga y, por tanto, también el de la masa. Para ello supuso (por aquel entonces no estaba verificado) que la carga del electrón era la fundamental y, en consecuencia, la carga de cualquier cuerpo sería un múltiplo de dicha cantidad.

El equipo básico para realizar el experimento de Millikan está representado esquemáticamente en la figura 1. En una cámara cerrada se pulverizan pequeñas gotas de un aceite especial, de densidad ρ . Algunas de estas gotas se electrizan levemente en el momento de ser pulverizadas. Lógicamente, cada gota empieza a caer verticalmente por la acción de la gravedad, pero a su vez el aire ejerce sobre ellas una fuerza de

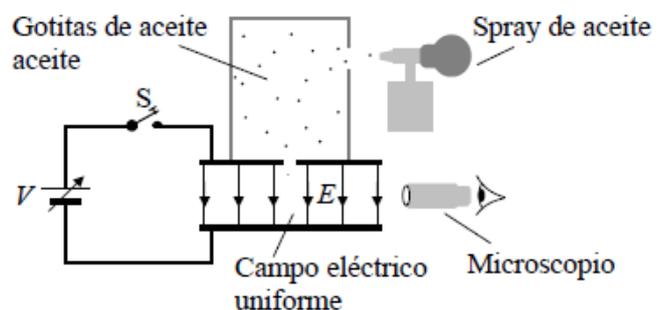


Fig. 1

resistencia que se opone a su movimiento y cuyo módulo es proporcional a la velocidad de caída. Esta fuerza, para un pequeño cuerpo esférico, satisface la ley de Stokes $F_r = 6\pi \eta r v$

Donde η es la viscosidad del fluido (aire) en el que caen las gotas de aceite, r es el radio de las gotas y v su velocidad de caída.

Como las gotas se cargan ligeramente al capturar iones presentes en el aire, o simplemente por fricción con la boquilla del pulverizador, con este experimento se comprobó que las cargas son un múltiplo de la carga elemental e , y pudo determinarse su valor.

Dado que la densidad del aire es mucho menor que la del aceite, en este problema no se tendrá en cuenta el empuje hidrostático sobre las gotas (principio de Arquímedes).

- Escriba la segunda Ley de Newton para una gota de aceite, de masa m , que cae en el aire bajo la acción de la gravedad, g .
- Transcurrido un corto intervalo de tiempo a partir del instante en el que la gota comienza su caída en el aire, su velocidad tiende a un valor constante, que se denomina *velocidad límite*, v_L . Determine dicha velocidad en función de la aceleración de la gravedad g , de la densidad ρ del aceite, de la viscosidad del aire η y del radio r de la gota.
- Dibuje cualitativamente la grafica de la velocidad de caída de la gota en función del tiempo, suponiendo que parte del reposo.

La velocidad límite se puede medir por observación directa de la caída de la gota con un microscopio que dispone de una escala graduada. Sin embargo, no es fácil medir el radio y masa de las gotas. En una experiencia de laboratorio en el que se utiliza un montaje como el descrito antes, se observa que, en ausencia de campo eléctrico ($E = 0$), una determinada gota cae con una velocidad límite $v = 1,20 \times 10^{-4}$ m/s. Sabiendo que la viscosidad del aire es $\eta = 1,80 \times 10^{-5}$ Pa s, la densidad del aceite es $\rho = 8,99 \times 10^2$ kg/m³ y que la aceleración de la gravedad es $g = 9,8$ m/s².

- Determine la expresión de la masa m de la gota y calcule su valor.

Cerrando el interruptor S, se establece un campo eléctrico uniforme E como se muestra en la figura 1, cuyo valor se puede regular cambiando el potencial V . Ajustando este campo eléctrico se puede parar la gota, es decir, mantenerla en reposo.

- Si el campo que mantiene a la gota en reposo es $E = 9,35 \times 10^4$ V/m, calcule el valor de esta carga q .
- En la misma experiencia y siguiendo el mismo procedimiento, se determinaron las cargas de otras gotas. Los valores que se obtuvieron son $q' = 6,09 \times 10^{-19}$ C y $q'' = 3,05 \times 10^{-19}$ C. A partir de los valores de q , q' y q'' calcule el valor e de la carga fundamental del electrón.

PT146. Instituto María Auxiliadora Santa Rosa, La Pampa.

Necesitas una resistencia de 13Ω , pero el negocio de electricidad sólo tiene resistencias de 30Ω y 15Ω .

- ¿De qué manera puedes conectarlas para lograr la deseada? Haz un esquema.
- Si se aplica a la conexión una diferencia de potencial de 26V. ¿Cuál es el valor de la corriente total en el circuito? ¿Es esta corriente eléctrica la que circulará por cada resistencia? Explica brevemente.
- ¿Cuál es la diferencia de potencial en los extremos de cada resistencia?
- ¿Qué potencia eléctrica disipa cada resistencia? ¿y el circuito que vos querías construir? ¿Es adecuado comprar en ese negocio o buscarás otro que tenga la de 13Ω ?

**PT147. Instituto María Auxiliadora
Santa Rosa, La Pampa.**

Estás ayudando a un amigo a preparar su próxima exhibición en patineta. Planea comenzar con una corrida y luego saltar sobre una su patineta de 3, 5 Kg que se encuentra en reposo. Él y su patineta se deslizarán a lo largo de una línea recta horizontal sin rozamiento para luego subir por una pared de concreto inclinada. Desea alcanzar una altura de al menos 1m por encima del nivel inicial para luego volver por la misma pendiente. Ha medido su velocidad de corrida máxima para saltar sobre la patineta en forma segura, y es de 4 m/s Como sabe que estas entrenando para participar de las olimpiadas de Física 2017, te pide que determines si puede llevar a cabo su programa tal cual lo tiene planificado. Te dice además que su masa es de 65 kg.

¿Qué harás para ayudarlo? ¿Qué le vas a decir cuando termines de realizar los cálculos? ¿Habrás de darle algún consejo que le ayude a completar su plan? Explica claramente usando vocabulario adecuado.

**PT148. Instituto María Auxiliadora
Santa Rosa, La Pampa.**

A pesar de que las grúas y ascensores primitivos, accionados con energía humana y animal o con norias de agua, estaban en uso ya en el siglo III a.C., el ascensor moderno es en gran parte un producto del siglo XIX. La mayoría de los elevadores del siglo XIX eran accionados por una máquina de vapor, ya fuera directamente o a través de algún tipo de tracción hidráulica.

En 1887 se construyó un ascensor eléctrico, que funcionaba con un motor eléctrico que hacía girar un tambor giratorio en el que se enrollaba la cuerda de izado. En los siguientes doce años empezaron a ser de uso general los elevadores eléctricos con engranaje de tornillo sin fin, que conectaba el motor con el tambor, excepto en el caso de edificios altos. Los ascensores eléctricos se usan hoy en todo tipo de edificios

El World Trade Center en Nueva York (EEUU), con sus dos torres de 110 pisos, tenía 244 ascensores o elevadores con capacidades de hasta 4.536 kg y velocidades de hasta 488 m/min. El edificio SearsRoebuck en Chicago, de 110 pisos, tiene 109 ascensores con velocidades de hasta 486m/min

Tu curiosidad te lleva a preguntarte acerca de la aceleración que tendrán estos ascensores. Para ello le pides ayuda a tu profesor de Física.

Te dice: -“Por qué no consideras , por ejemplo, que cada piso del edificio mide 3m”.

Con esta nueva información te dedicas a resolver tu inquietud.

Ahora te imaginas subido en el ascensor de Chicago, que tiene una velocidad de 486 m/min con una balanza de baño. Tu peso es de 650N cuando está en reposo el ascensor, pero cuando te subes a ella con el ascensor en movimiento indica otro valor. ¿Cuál será en esta situación?

**PT149. Escuelas Técnicas Raggio
Ciudad de Buenos Aires.**

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 m x 5,00m x 2,50 m de altura, que tiene una puerta de 1,20 m. 2,20 m en el medio de una de las paredes y dos ventanas de 2,00m. 1,40 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/m³
- 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.
- 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.

- Calcule explicando los cálculos realizados como obtendría a partir de los datos, la cantidad de calor perdida en función del tiempo
- 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 (Te) a través de la siguiente expresión:

$$\Delta Q / \Delta t = k A / d (T - T_e)$$

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.

PT150. Escuelas Técnicas Raggio 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.

- ¿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
- 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.
- ¿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.
- ¿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?



PT151. Escuelas Técnicas Raggio Ciudad de Buenos Aires.

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

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

PT152. Colegio Provincial N° Joaquín V. González Ciudad de La Rioja.

Estática

Un árbol está situado en la orilla de un río. El extremo superior del árbol, desde un cierto punto (ubicado en la otra margen del río), determina un ángulo de elevación de 17° . Si a 25m de dicho punto y en dirección al árbol, el ángulo es de 35° . ¿Cuál es la altura del mismo?

PT153. Colegio Provincial N° Joaquín V. González Ciudad de La Rioja.

Cinemática

Un automóvil parte del reposo con una aceleración constante de 30m/s^2 . Transcurridos 2 minutos deja de acelerar y sigue con velocidad constante. Determinar:

- a) Cuantos Km recorrió en los primeros 2 minutos?
- b) Qué distancia habrá recorrido a las 2 hs de su partida?

PT154. Colegio Provincial N° Joaquín V. González
Ciudad de La Rioja.

Dinámica, trabajo y energía

Un bloque baja por un plano inclinado que forma un ángulo de 30° con la horizontal. Siendo su coeficiente cinético de rozamiento entre el plano y el cuerpo: $\mu_c=0,30$, determine su aceleración al bajar por el plano.

Problemas Experimentales

PE1. EPES N° 67 Emilio Puchini Ciudad de Formosa.

El conocimiento acerca del comportamiento de los materiales ha resultado de gran utilidad para el ser humano. Los primeros intentos de explicar la materia lejos han quedado de la teoría atómica actual, que si bien no acabada, ha permitido el desarrollo y manipulación de una infinidad de dispositivos y compuestos que dependen con creces del comportamiento de las partículas a pequeña escala.

Una forma simplificada de entender algunos materiales sólidos fue propuesta por Albert Einstein, que supuso que cada átomo es una masa localizada unida al resto de sus compañeros a través de resortes. Bajo estas consideraciones, cada átomo funciona como un oscilador, y la vibración en conjunto de toda la red explica de manera razonable la termodinámica de estos materiales. Ésta, entre muchas otras, es una de las razones por la que resulta de suma importancia para la física comprender la potencialidad de la fuerza elástica que ejerce un resorte.

OBJETIVOS:

- Comprender y utilizar la Ley de Hooke para medios elásticos.
- Comprender y utilizar los conceptos básicos del Movimiento Armónico Simple.
- Calcular la aceleración de la gravedad utilizando los principios de la dinámica y el equilibrio mecánico.

MATERIALES:

- Plastilina, 100 g.
- Cronómetro, 1.
- Regla milimetrada de 20 cm, 1.
- Dispositivo para medir fuerza elástica (DFE), 1.
- Fibra indeleble, 1.
- Lapicera, 1.

PARTE A. Medición de la longitud de equilibrio.

Consideremos un cuerpo de peso P suspendido verticalmente de un resorte. Si logramos que el cuerpo quede en equilibrio, entonces la fuerza elástica que hace el resorte para sostener al cuerpo es igual a su peso P en módulo. Se conoce que la fuerza ejercida por un resorte crece linealmente a medida que lo estiramos. Si el extremo del resorte se encuentra inicialmente en una posición $X_{inicial}$ y al colgarle un peso éste se estira hasta una posición X_{final} , entonces podemos escribir el módulo de la fuerza ejercida por el resorte $F_{elástica}$ como:

$$F_{elástica} = k|(X_{final} - X_{inicial})|$$

donde k es una constante que caracteriza al resorte.

Cuando colgamos el cuerpo del resorte y este queda en reposo, nuestra condición de equilibrio es:

$$P = F_{elástica}$$

Que podemos escribir como:

$$m \cdot g = k|(X_{final} - X_{inicial})| \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Procedimiento

1. Despejen la mesada de trabajo y coloquen el dispositivo para medir fuerza elástica (DFE) con suficiente lugar sobre el banco.

- Registren en la tabla 3 la posición inicial $X_{inicial}$ de la marca del tornillo respecto de la cinta métrica adherida en el dispositivo DFE (figura 1).

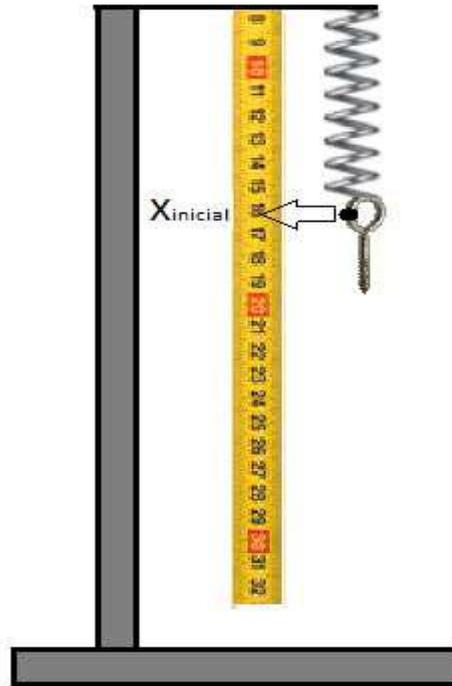


Figura 1. Dispositivo para medir fuerza elástica.

- Con los 100 g de plastilina, moldeen una masa esférica.
- Tomen la esfera de plastilina y enrósquenla en el extremo del tornillo adherido al resorte.

La misma debe quedar colgando en reposo sin necesidad de sostenerla.

- Registren la nueva posición de la marca del tornillo X_{final} , en la tabla 3.
- Calculen la diferencia ($X_{final}-X_{inicial}$) y coloquen el resultado (en metros) en la tabla 3.
-

	$X_{inicial}$ (m)	X_{final} (m)	$(X_{final}-X_{inicial})$ (m)
Esfera de plastilina			

Tabla 3

Como vimos anteriormente, la fuerza ejercida por un resorte es directamente proporcional al estiramiento o compresión del mismo (Ecuación 1). Esta fuerza se conoce como fuerza restitutiva, ya que si se aparta a la masa de su posición de equilibrio, la fuerza actúa intentando llevarla nuevamente a su posición original. Si las condiciones de amortiguación son despreciables, la masa queda oscilando en un eterno camino por volver al equilibrio.

Definimos una oscilación completa como el tiempo que tarda el sistema masa-resorte en recuperar sus condiciones iniciales. Por lo tanto, si la masa es alejada del equilibrio hacia abajo y al soltarla parte hacia arriba, un período ocurre cuando la masa vuelve hasta la posición inicial, es decir, en la parte inferior de su movimiento. El tiempo que tarda el sistema en realizar una oscilación completa se llama período (T).

A su vez, la cantidad de oscilaciones por unidad de tiempo recibe el nombre de frecuencia del sistema (f). Su relación con el período es la siguiente:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{(Ecuación 2)}$$

PARTE B: Medición de la frecuencia de oscilación del sistema masa-resorte.

Procedimiento

1. Aparten la masa unida al resorte una pequeña distancia hacia abajo desde su posición de equilibrio, luego suéltela y verifiquen que la misma oscile verticalmente. Eliminen posibles vibraciones del DFE o movimientos no deseados. Repitan este paso hasta que el movimiento del sistema masa-resorte sea como el descrito en la introducción.
2. Preparen el cronómetro para medir.
3. Aparten nuevamente la masa de su posición de equilibrio una pequeña distancia (10 cm) y suéltela. Elijan un punto de la trayectoria de la masa para medir su período.
4. Utilizando el cronómetro, midan 20 períodos consecutivos, es decir, el tiempo que tarda la masa en realizar 20 oscilaciones completas. Anoten el resultado obtenido en la segunda columna de la **tabla 4**.
5. Repitan el paso 4, diez veces
6. Calculen, para cada medición, el valor de T, es decir, el tiempo de una oscilación completa.
7. Anoten los resultados en la tercera columna de la **tabla 4**.
8. Calculen el periodo promedio \bar{T} Anoten el resultado en la **tabla 4**.
9. Con el valor del período promedio y la **ecuación 2**, calculen la frecuencia promedio f .

Medición N°	20.T	T (segundos)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
$\bar{T} =$		
$f =$		

Tabla 4

ACTIVIDADES

Cálculo de la aceleración de la gravedad.

El movimiento oscilatorio del sistema estudiado, suele denominarse movimiento armónico simple. Para este tipo de movimiento, puede demostrarse que la frecuencia de oscilación (f) depende de la masa oscilante (m) y la constante elástica del resorte (k) según la siguiente ecuación:

$$f^2 = \frac{1}{4\pi^2} \frac{k}{m}$$

A su vez, de la **ecuación 1**, puede verse que:

$$\frac{g}{|(X_{final} - X_{inicial})|} = \frac{k}{m}$$

Combinando las dos ecuaciones, obtenemos:

$$f^2 = \frac{1}{4\pi^2} \frac{g}{|(X_{final} - X_{inicial})|} \quad \text{(Ecuación 3)}$$

1.1.a. Utilizando la **ecuación 3**, el valor de la frecuencia promedio (en Hz) computado en la **tabla 4** y el estiramiento del resorte (en metros) computado en la **tabla 3**, calculen el valor de **g**.

1.1.b. El valor promedio de la aceleración de la gravedad en la superficie de la Tierra que se utiliza frecuentemente es $g_{promedio} = 9,8 \frac{m}{s^2}$. Calculen el error porcentual cometido en su medición con respecto a este valor como:

$$g\% = \frac{|g_{medido} - g_{promedio}|}{g_{promedio}} \cdot 100$$

**PE2. IPETAyM N° 65 Juan Antonio de Mena
Vicuña Mackenna, Córdoba.**

Verificación de la ley de Hooke y determinación de la constante de elasticidad de un resorte.

Objetivos

Determinar, dentro de los errores experimentales, el valor de constante de elasticidad de un resorte a través de la ley de Hooke.

Introducción

Cuando se aplica una fuerza a un objeto, este puede alargarse, comprimirse, flexionarse o torcerse. Las fuerzas internas entre los átomos del objeto se resisten a estos cambios. Dichas fuerzas se vuelven más grandes a medida que los átomos son desplazados más lejos con respecto a sus posiciones originales. Cuando la fuerza exterior cesa, esas fuerzas hacen que el objeto recupere su forma original. Si la fuerza exterior es demasiado grande, puede vencer las fuerzas de resistencia y hacer que el objeto se deforme permanentemente. La cantidad mínima de alargamiento, compresión o torsión necesaria para causar eso se llama **límite elástico**.

La ley de Hooke se refiere a los cambios que se producen antes de llegar al límite elástico; establece que la magnitud del alargamiento o de la compresión es directamente proporcional a la fuerza aplicada. La constante de proporcionalidad se conoce **constante del resorte, k**. La ley de Hooke se expresa como $F = kx$, donde x es el desplazamiento (alargamiento o compresión). Un resorte rígido tiene una constante de resorte alta, y un resorte débil tiene una constante de resorte pequeña.

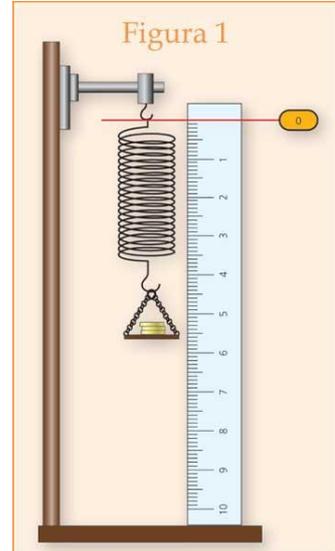
Materiales

- Soporte universal de Bunsen.
- Nuez y agarradera.
- Cinta adhesiva.
- Regla de un metro o centímetro.

- Juego de pesas con ranuras y porta pesas.
- Resorte.
- Balanza.
- Papel milimetrado.

Procedimiento

- Coloque mediante la nuez, la agarradera al soporte universal de Bunsen.
- Cuelgue el resorte a la agarradera.
- Con la ayuda de cinta adhesiva, sujete el centímetro desde la agarradera hasta la base del soporte universal de Bunsen.
- Marca con un trozo de cinta en la escala del centímetro, la parte inferior del resorte.
- Cuelgue el porta pesas (previamente pesado) al resorte. Ver figura 1.
- Coloca diferentes masas en el porta pesas y observa con detenimiento la parte inferior de este. El alargamiento en cada caso es la diferencia entre las posiciones del porta pesas cargado y cuando no hay carga alguna sobre él.
- Repita la acción del ítem f, las veces que creas necesario.



Resultados

- Armado del equipo experimental.
- Completar la siguiente tabla:

Masa (kg)	Fuerza = Peso (N)	Alargamiento (m)

- Traza en el papel milimetrado una gráfica de fuerza (eje y) versus alargamiento (eje x), utilizando los datos de la tabla.
- Realice un ajuste lineal de la gráfica y encuentre el valor de la pendiente.
- Determine el valor de k con su correspondiente incerteza e indique si se verifico la ley de Hooke, realice un reflexión de lo realizado en el práctico, mencionando los errores cometidos y como haría para mejorarlos.

**PE3. ET N° 27 Hipólito Yrigoyen
Ciudad de Buenos Aires.**

Determinar la constante del momento de inercia de un aro.

Descripción

El momento de inercia de un aro puede expresarse de la forma:

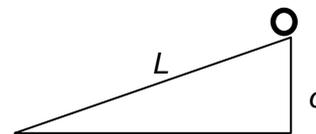
$$I = k m R^2$$

Donde k es una constante, m es la masa del aro y R su radio

Procedimiento

Se deja caer rodando al aro por un plano inclinado de longitud L. El extremo superior del plano inclinado está elevado respecto del piso una distancia d. Se debe medir el tiempo t que demora el aro en recorrer el plano inclinado. La relación que vincula a las variables es:

$$t^2 = \frac{2(1+k)L^2}{g d}$$



Se considera que $g = 9,80 \text{ m/s}^2$ con un error despreciable.

Desarrollo:

Una vez armado el dispositivo:

- a) Medir la longitud L con su error : $L =$
- b) Para cada tirada anotar los valores de d y t completando la siguiente tabla. (Sugerencia: realizar 2 tiradas para cada altura)
- c) Con los valores medidos confeccionar la siguiente tabla:

Medición	$(t \pm \Delta t)$ seg	$(d \pm \Delta d)$ m	t^2	$\Delta(t^2)$	d^{-1}	$\Delta(d^{-1})$
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

- d) Justificar realizando los cálculos necesarios, los errores de la tabla anterior
- e) Graficar t^2 en función de d^{-1} $t^2 = f(d^{-1})$
- f) Calcular del gráfico la pendiente y la ordenada al origen con su error
- g) Calcular el valor de k con su error

**PE4. IPET N° 266 General Savio
Río Tercero, Córdoba.**

Equivalente eléctrico del calor.

Por definición, la caloría es la cantidad de energía térmica necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua un grado Celsius desde $14.5 \text{ }^\circ\text{C}$. Los experimentos de Joule demostraron que no sólo la energía térmica permite elevar la temperatura, sino que también cualquier otra forma de energía suministrada a un sistema puede realizar el mismo efecto. Con estos experimentos Joule obtuvo el equivalente mecánico del calor,

Je, es decir el número de Joules necesarios para aumentar en un grado la temperatura de un gramo de agua, mediante la utilización de trabajo mecánico

En esta experiencia mediremos este equivalente utilizando la transformación de energía eléctrica en térmica.

Mediante este experimento logramos determinar el valor del equivalente eléctrico del calor. Transformamos la energía eléctrica de una resistencia en energía calórica, sumergiéndola en agua dentro de un calorímetro. A partir del calor que recibe el agua en calorías y la energía que proporciona la resistencia eléctrica en joule podemos conocer el equivalente eléctrico del calor.

Objetivo: Encontrar de forma práctica la equivalencia entre calorías y joule.

Materiales:

- 1 cronómetro o celular con cronómetro
- 1 fuente de tensión regulable (usar 9 volt)
- 10 cm de alambre Nicrom de 0,2 mm de diámetro
- 2 vasos descartables de telgopor con tapa
- 2 cables de conexión (cada uno con ficha banana en un extremo y pinza cocodrilo en el otro extremo)
- 1 termómetro (multímetro con sensor de temperatura)
- 1 balanza digital de laboratorio.

Actividades

- a) Pesar los vasos de telgopor en la balanza y registrar (m_{vasos})
- b) Colocar agua hasta la mitad de los vasos y pesar nuevamente.

$$m_{\text{agua}} = m_{\text{vasos+agua}} - m_{\text{vasos}}$$

- c) Tomar la temperatura inicial del agua (T_{agua})
- d) Manteniendo la fuente apagada, tomar firmemente el alambre Nicrom con las pinzas cocodrilo, conectar un extremo al borne positivo de la fuente y el otro al borne negativo.
- e) Colocar el sensor de temperatura dentro del vaso con agua y tapar el vaso con la tapa. Realizar pequeñas ranuras en la boca del vaso para sacar los cables.



- f) Ubicar el cronómetro en cero y simultáneamente encender el mismo y la fuente de alimentación regulable.
- g) Cronometrar 60 segundos; en ese tiempo debemos leer la corriente entregada por la fuente y agitar suavemente el vaso con agua para homogeneizar la temperatura del agua.
- h) Al llegar a los 60 segundos desconectar la fuente y parar el cronómetro.

- i) Dejar estabilizar la temperatura del agua durante los próximos 20 segundos y leer la temperatura final del agua ($T_{f_{\text{agua}}}$).
- j) Sabiendo que la energía disipada en la resistencia es $P = V \cdot I$ y $E = P \cdot t$, encontrar la energía en J.
- k) Sabiendo que el calor transferido al agua por la energía disipada en la resistencia es $Q = m_{\text{agua}} \cdot c_{e_{\text{agua}}} \cdot (T_{f_{\text{agua}}} - T_{i_{\text{agua}}})$, encontramos Q en calorías.
- l) Calculamos la relación entre E en joule y Q en calorías.
- m) Repetimos la experiencia 5 veces y expresar los valores obtenidos en la tabla.

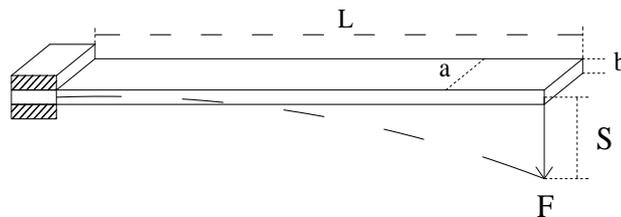
N° de orden	m (agua)	$T_{i_{\text{agua}}}$	$T_{f_{\text{agua}}}$	Consumo en ampere	Tensión de prueba	Q obtenido	E obtenido	Relación (E/Q)

n) Encontrar el valor medio de la relación entre (E/Q).

Comparar con el valor obtenido en libros y explicar la diferencia con el valor obtenido por nosotros (causas).

**PE5. Colegio Nacional Dr. Arturo U. Illia
Instituto Albert Einstein - Colegio Mar del Plata
Mar del Plata, Buenos Aires.**

Cuando una viga en voladizo se carga en su extremo la misma se flexiona. La flecha de flexión, **S**, depende de las dimensiones de la viga, siendo **L** su longitud, **a** el ancho y **b** el espesor, de la carga aplicada **m** y del módulo de elasticidad del material **E**.



$$S = \frac{4L^3 g}{Eab^3} m \quad \text{Ec. (1)}$$

Para realizar este práctico dispone de un pequeño tirante de plástico (viga) de la cual se pretende hallar su módulo E. Mientras que uno de sus extremos se encuentra empotrado en un soporte, el otro se deja libre y tiene un vaso colgando para aplicarle carga.

Procedimiento: El extremo libre de la viga debe colocarse frente a una regla colocada en forma vertical de forma que se pueda medir en cada caso la posición del extremo libre del tirante. Para cada medición: Elimine completamente la carga sobre el extremo libre (levante el vaso con la mano) y tome la lectura de la regla (arbitraria). Cargue sucesivamente el extremo agregando tantos clavos al vaso como se indica en la tabla y tome la posición del extremo de la viga con la regla y con ese dato úsela para medir la flecha.

Repita el procedimiento y mida para cada carga la flecha producida.

Mida también el largo de la viga y su ancho. El espesor b , lo encontrará reportado. Mida para completar la tabla, los valores de las masas del vaso y los clavos.

a) Complete la tabla con sus mediciones no olvide los respectivos errores.

	$m \pm \Delta m$ (g)	$S \pm \Delta S$ (mm)
Vaso + 2 clavos		
Vaso + 4 clavos		
Vaso + 6 clavos		
Vaso + 8 clavos		
Vaso + 10 clavos		

$a = \dots \pm \dots m$

$L = \dots \pm \dots mm$

$b = (0.85 \pm 0.02) mm$

b) Construya un gráfico de S vs m en hoja milimetrada, no olvide las barras de error.

c) Calcule la pendiente y la ordenada al origen del gráfico con sus errores. Diga si el valor de ordenada coincide con el que esperaba encontrar basado en la ecuación (1)

d) Usando la pendiente calculada y el resto de los datos halle E con su error. Tome al valor de g como 9.8 m/s^2 (error despreciable).

Debido a que el espesor b es un valor pequeño resulta imposible medirlo con la regla con una precisión aceptable. Para reportar la medida que figura en el inciso (a) se ha utilizado un tornillo micrométrico, que permite medir espesores pequeños.

Existe, sin embargo, una manera de realizar la medida con la regla. Si se dispone varias vigas idénticas, las mismas pueden superponerse para armar una pila de cierta altura. Esta altura se mide con la regla y se divide para hallar el espesor de una viga.

e) Diga cuántas vigas idénticas a las que usted utilizó deben superponerse para lograr hallar b con un error menor al 3%.

f) Se desea utilizar una viga con un espesor mayor, para que al cargarla con el Vaso+10 clavos, la flecha sea la mitad que la que usted midió en este experimento. Diga cuál debe ser ese espesor, responda con su incerteza.

PE6. Colegio Juan Humberto Morán
Eduardo Castex, La Pampa.

Tema

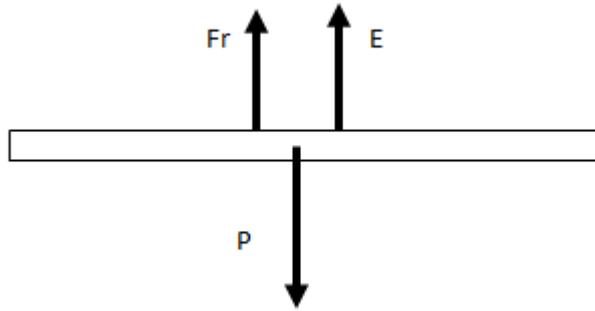
Fuerza de fricción del aire sobre platos livianos

Objetivo

Determinar la función de velocidad de caída de platos livianos con la fricción con el aire. Su Velocidad limite. Y su cuadrado. Variando el peso de los mismos.

Introducción

Con la caída de platos livianos aparecen tres fuerzas sobre ellos, el peso, el empuje del aire y la fuerza de fricción con él.



Trabajamos sobre la hipótesis que las tres fuerzas terminan equilibradas, por lo tanto su velocidad de caída luego de un corto tiempo aproximado de 0.4 segundos, es constante **Vel.lim** con aceleración cero.

$$\begin{aligned} \text{Peso} - \text{Empuje} - F. \text{ roce} &= 0 \\ \text{Peso} - \text{Empuje} &= F. \text{ roce} \end{aligned}$$

Cambiando el peso, sumando pesos sobre el plato, no modificamos la forma de choque con el aire, entonces planteamos la siguiente relación entre la fuerza de roce Fr y la velocidad de caída:

$$\text{Peso} - \text{Empuje} = F. \text{ roce} = K \cdot \text{Veloc.}^n$$

Si juntamos peso mas empuje llamándolo peso efectivo, dado que la aceleración es nula, nos queda

$$\text{Peso Efectivo} = F. \text{ roce} = K \cdot \text{Veloc.}^n$$

Finalmente

$$F. \text{ roce} = K \cdot \text{Veloc.}^n$$

Se quiere demostrar que el valor de n es 2 y que la relación termina siendo una cuadrática y calcular el valor de K.

$$F. \text{ roce} = K \cdot \text{Veloc.}^2$$

Se relaciona con una recta:

$$Y = K \cdot X$$

Construir la siguiente tabla con valores de pesos diferentes, calculando la velocidad de caída, para luego graficar Froce vs. Vel.lim y también Froce vs. Vel.lim al Cuadrado. Verificar sus funciones, hallando en caso de resultar lineal el valor de K que resulta la pendiente de la misma.

1.- Construcción de la tabla

Desde una altura determinada h, dejamos caer un plato con distintas pesas acumulandolas, midiendo su tiempo de caída para las distintas pesas. Luego mediante cálculo resolvemos la velocidad limite de caída y su cuadrado.

$$V_{lim} = h(m) / t(seg)$$

Altura h (m) =

Peso de plato y pesas	Tiempo T1 Segundos	Tiempo T2 Segundos	T. promedio Segundos	Velocidad Metros/Segundos	Vel. al cuadrado Metro ² /Segundo ²

2.- Construcción de los gráficos Fr.vs Velim y Fr .vs Vlim²

Realizar dos gráficos con los valores tomados de la tabla los de Vlim y su cuadrado de velocidad. Graficar en escalas apropiadas.

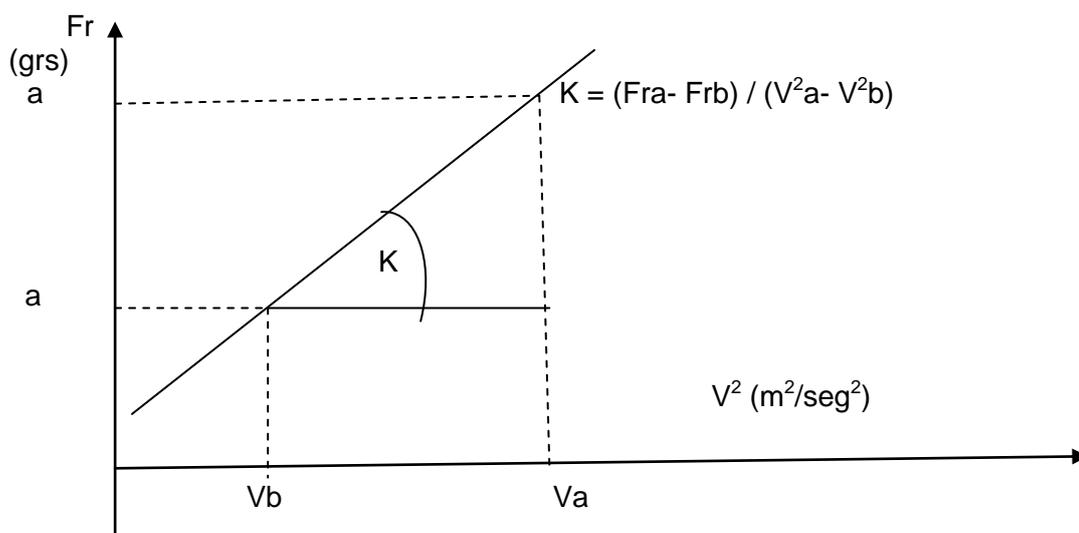
- Tener en cuenta los errores relativos para realizar el grafico.
- Observar del primer grafico su dependencia cuadrática.

3.- Análisis del grafico Fr.vs Vlim² para la determinación de K

- Interpretar si el fenómeno es lineal o cuadrático para encontrar el valor de K (observar que es su pendiente)

4.- Determinación de K

Elegimos dos valores de Fr y determinamos sus correspondientes de Va² y Vb² para calcular la pendiente K de la recta.



5.- Conclusiones generales

Analizar la incertidumbre de K. Expresión final de la fórmula

PE7. Escuela PreUniversitaria Fray Mamerto Esquiú

ENET N° 1 Prof. Vicente Aguilera - Colegio del Carmen y San José

Secundaria N° 3 Gustavo G. Levene - Colegio Padre Ramón de la Quintana

Instituto Pía Didoménico - Instituto Superior FASTA Catamarca

Instituto Privado Enrique G. Hood - Escuela Munic. N° 1 Fray Mamerto Esquiú

San Fernando del Valle, Catamarca.

Objetivo: Determinar la densidad de un cuerpo y su material.

Material de laboratorio

Cuerpo de geometría simple. - Regla. - Balanza.

Procedimiento:

- 1- Mida el volumen V del cuerpo geométrico, expréselo en cm³.
- 2- Mida la masa en g, usando la balanza.
- 3- Calcule la densidad a partir de la expresión

$$\delta = \frac{m}{V}$$

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. Todos ellos referenciados.
- Fuentes de error y análisis de cómo influyen en el resultado final.
- Resultado experimental de lo solicitado.
- Conclusiones.
- Comentarios que desee realizar referidos dificultades relacionadas a la realización de la experiencia.

PE8. Escuela PreUniversitaria Fray Mamerto Esquiú
ENET N° 1 Prof. Vicente Aguilera - Colegio del Carmen y San José
Secundaria N° 3 Gustavo G. Levene - Colegio Padre Ramón de la Quintana
Instituto Pía Didoméxico - Instituto Superior FASTA Catamarca
Instituto Privado Enrique G. Hood - Escuela Munic. N° 1 Fray Mamerto Esquiú
San Fernando del Valle, Catamarca.

Objetivo: Calibrar un resorte por el método estático.

Fundamentación

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:

$$P = k \Delta l$$

Donde $\Delta l = l - l_0$ es la deformación del resorte o *elongación* de su extremo, desde su posición de equilibrio, y k es una constante de proporcionalidad llamada *constante elástica*.

La constante elástica del resorte depende de las características geométricas del resorte y del material del mismo.

Metodología de Trabajo

Material de Laboratorio

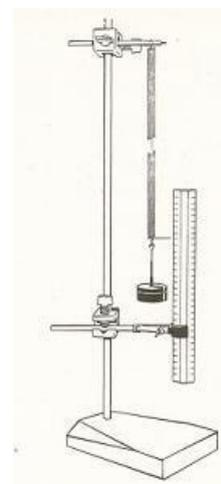
- Resorte
- Porta pesas
- Juego de pesas
- Soporte universal
- Regla plástica calibrada en milímetros
- Balanza

Desarrollo Experimental

- 1.- Se cuelga el resorte del soporte y se verifica la extensión inicial l_0 o de equilibrio (sin cuerpo suspendido).
- 2.- Ahora anexamos el platillo (previamente pesado) al resorte, considerándolo como el primer cuerpo, de masa m_1 . Su peso estira el resorte hacia una nueva longitud de equilibrio.
- 3.- Se continúa agregando masas, verificando en cada carga que la longitud inicial del resorte no cambie.

Sugerencia: vuelva en una tabla cada una de las mediciones realizadas e incorpórelas en la hoja de informe.

- 4.- Usando los datos registrados en la tabla, determinar gráficamente el valor de la constante elástica.
- 5.- Escriba la lectura final del valor medido y la precisión respectiva.



6.- ¿Cuáles son los límites de la calibración del dinamómetro obtenido?

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. Todos ellos referenciados.
- Fuentes de error y análisis de cómo influyen en el resultado final.
- Resultado experimental de lo solicitado.
- Conclusiones.

Comentarios que desee realizar referidos dificultades relacionadas a la realización de la experiencia.

PE9. Escuela PreUniversitaria Fray Mamerto Esquiú
ENET N° 1 Prof. Vicente Aguilera - Colegio del Carmen y San José
Secundaria N° 3 Gustavo G. Levene - Colegio Padre Ramón de la Quintana
Instituto Pía Didoméxico - Instituto Superior FASTA Catamarca
Instituto Privado Enrique G. Hood - Escuela Munic. N° 1 Fray Mamerto Esquiú
San Fernando del Valle, Catamarca.

Fundamentación

La Ley de ohm establece que la diferencia de potencial ΔV existente entre los extremos de un conductor es directamente proporcional a la corriente I que circula por él, esto es:

$$\Delta V = R I \quad (1)$$

Donde R es la constante de proporcionalidad en la ecuación (1) y representa la Resistencia que el conductor ofrece al flujo de cargas eléctricas a través de él. En un circuito se representa a la resistencia de un material con el símbolo: .Las unidades serán:

$$R = \frac{V}{A} = \frac{\text{Volt}}{\text{Ampere}} = \text{Ohm} = \Omega$$

Si los extremos de la resistencia A y B están a los potenciales V_a y V_b respectivamente, si el valor de la resistencia es R y la intensidad de corriente es I entonces:

$$V_b - V_a = R \cdot I \quad (2)$$

naturalmente esto debe estar integrado a algo mas para par formar un circuito cerrado y mantener el flujo de cargas, los extremos de la resistencia a y b se conectan a una fuente de energía (pila, acumulador,ect.) llamadas fuentes de fuerza electromotriz (fem) entonces:

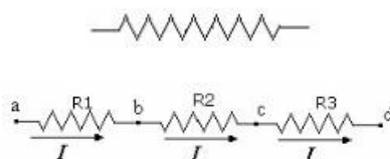
$$E = V_b - V_a \quad (3)$$

de modo que reemplazando en (2) la (3) tenemos: $E = R \cdot I$

Asociación de resistencias

A) En serie

Se dice que se han asociado resistencias en serie cuando atravez de cada una de ellas circula la misma corriente y las diferencias de potencial existente en cada una de ellas serán distintas. En símbolo:



I es la misma para cada una de las resistencias

Mientras que las diferencia de potenciales son distintas: $V_{ab} \neq V_{bc} \neq V_{cd}$

Esta asociación de resistencias en serie puede ser reemplazada por una Resistencia Equivalente ($R_{eq} \text{ tal}$) que en sus extremos se mantenga la diferencia de potencial V_{ad} circule por ella una corriente I , y además valga:

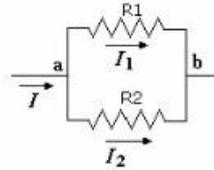
$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

en general en una asociación de resistencias en serie, la resistencia equivalente a la de todas las resistencias parciales:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

B) En paralelo

Se dice que se han asociado resistencias en paralelo, si la diferencia de potencial en los extremos de cada una de ellas es la misma y la corriente que circula por cada una de ellas es distinta.



V_{ab} es la misma para cada una de las resistencias, $I_1 \neq I_2$

Una asociación de resistencias en paralelo puede ser reemplazado por una resistencia equivalente tal que sus extremos estén a la diferencia de potencial V_{ab} y circule por ella una corriente I y tenga el valor:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

En general, en una asociación de resistencias en paralelo la reciproca de la resistencia equivalente será la suma de todas las recíprocas de las resistencias parciales:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Objetivo

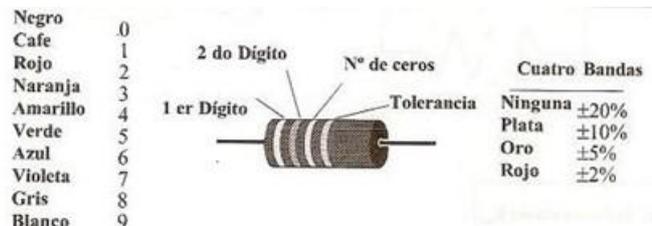
Comprobar la Ley de Ohm y verificar la fórmula para determinar la asociación de resistencias en serie

Material de laboratorio

- Resistencias
- Cables
- Pilas
- Porta pila
- Multímetro digital

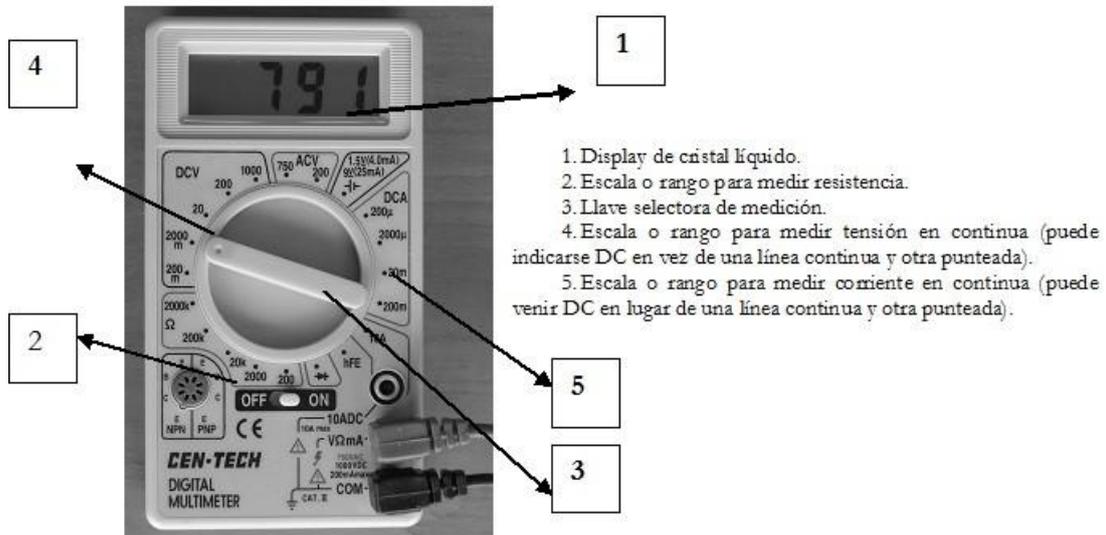
Procedimiento:

1. Para el circuito suministrado, con tres resistencias, obtenga el valor de cada resistencia y el de la Resistencia equivalente, usando el código de colores (fig1).



2. Mida con el multímetro(fig 2) el valor de cada resistencia y el de la resistencia equivalente del circuito

Fig 2: Tester o multímetro:



1. Display de cristal líquido.
2. Escala o rango para medir resistencia.
3. Llave selectora de medición.
4. Escala o rango para medir tensión en continua (puede indicarse DC en vez de una línea continua y otra punteada).
5. Escala o rango para medir corriente en continua (puede venir DC en lugar de una línea continua y otra punteada).

3. Complete la siguiente tabla:

Resistencia	Colores			Tolerancias	Valor Código (Ω)	Valor medido (Ω)	Error%
	1º	2º	3º				
R ₁							
R ₂							
R ₃							

El error porcentual se calcula a partir de la expresión:

$$4. \text{Error}\% = \frac{\text{valor código} - \text{valor medido}}{\text{valor de código}} \times 100$$

5. Calcule la corriente *i* que circula por los circuitos con resistencias: R₁, R₁+R₂ y R₁+R₂+R₃.

7- Mida la corriente *i* que circula por las resistencias: R₁, R₁+R₂ y R₁+R₂+R₃

⚠ Cuidado!! Asegúrese de conocer el valor correcto (teórico) de la corriente antes de conectar el multímetro al circuito, a fin de no dañar el mismo. Consulte al Coordinador antes de proceder a la conexión del multímetro.

8- Realice un gráfico de *I* en función de *R*. Explique

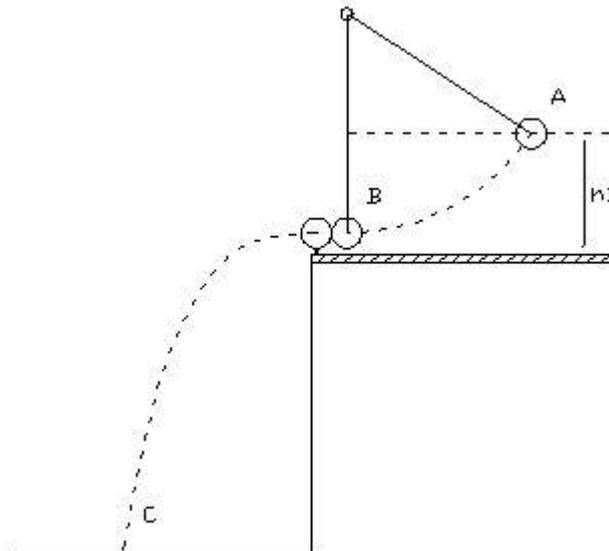
Requerimientos:

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. Todos ellos referenciados.
- Fuentes de error y análisis de cómo influyen en el resultado final.
- Resultado experimental de lo solicitado.
- Conclusiones.
- Comentarios que desee realizar referidos dificultades relacionadas a la realización de la experiencia.

**PE10. Escuela Técnica N° 9 Luis A. Huergo
Ciudad de Buenos Aires.**

La experiencia consiste en analizar la conservación de la energía y de la cantidad de movimiento. Se deja caer una masa colgante desde una altura conocida. En la parte mas baja de su trayectoria impacta con otra masa idealmente idéntica. Se estudia la energía y las características del choque



Para una colisión elástica entre dos masas iguales con una de ellas en reposo se puede escribir

$$(1) \quad m_1 u_1 = m_1 v_1 + m_2 v_2 \qquad (2) \quad \frac{1}{2} m_1 u_1^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

la primera ecuación expresa la conservación de la cantidad de movimiento, la segunda la conservación de la energía en un choque elástico; siendo u y v velocidades antes y después del choque para las masas m_1 y m_2 .

Considerando las masas iguales, en la ecuación (1) $v_1 = u_1 - v_2$ de la ecuación (2) $u_1^2 = v_1^2 + v_2^2$

Reemplazando la v_1 despejada en la segunda ecuación anterior resulta que para un choque elástico $u_1 = v_2$

Conociendo la altura de caída desde el borde de la mesa se puede calcular el tiempo de caída con la fórmula

$$\Delta y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot \Delta t^2$$

Con la velocidad y el tiempo se puede calcular el desplazamiento en sentido horizontal

$$\Delta x = v_2 \cdot \Delta t$$

Se solicita:

- Medir la masa de los objetos que impactan.
- Medir la altura desde la que se deja caer la primera masa móvil.
- Determinar la posición de la masa que inicialmente está en reposo.
- Calcular la energía al inicio de la caída, y en la parte mas baja.
- Calcular las velocidades de cada partícula después del impacto.

- f) Calcular la posición de impacto de la partícula que cae al suelo.
- g) Medir la posición de impacto de la partícula.
- h) Hacer un análisis de los cálculos, las mediciones y las posibles discrepancias con la hipótesis de choque elástico.

**PE11. Colegio Hermano Hermas de Bruijn - Colegio San Francisco de Asís
ET N° 3 Ing. Santiago Maradona - Instituto de Enseñanza San Jorge
Ciudad de Santiago del Estero.**

Objetivos:

Determinar la constante de elasticidad de un resorte.

Lista de Materiales:

- Resorte para estirar.
- Tuercas de masa conocida
- Soporte vertical con base
- Cinta de papel milimetrado
- Papel milimetrado
- Gancho "T" para colgar las tuercas del resorte
- Cinta adhesiva
- Regla milimetrada

Descripción:

Si suspendemos un resorte verticalmente fijando uno de sus extremos y unimos un cuerpo de masa m al otro extremo, el resorte se estira por acción del peso del cuerpo y, como consecuencia, actúa sobre la masa una fuerza ejercida por este en sentido opuesto al desplazamiento sufrido por el cuerpo, fuerza que se denomina elástica.

Las fuerzas elásticas responden a la ley de Hooke, quien en 1660 mientras trabajaba como ayudante de Robert Boyle, observó que si el alargamiento de un resorte no es suficientemente grande como para deformarlo permanentemente, la fuerza elástica F tiene un módulo directamente proporcional al alargamiento x :

$$k = \frac{F}{x}$$

Donde la constante k de proporcionalidad recibe el nombre de **constante elástica del resorte**.

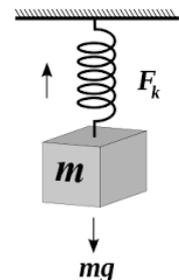


Figura 1.

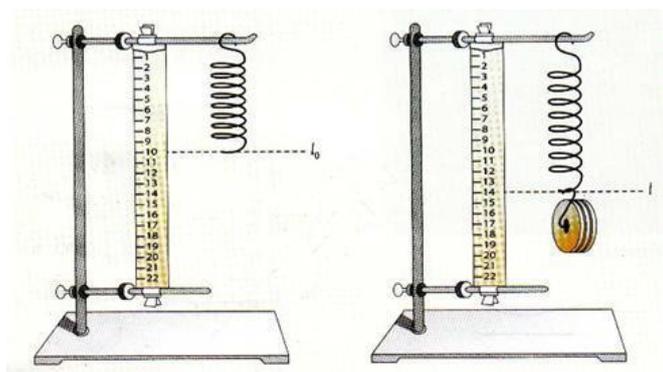


Figura 2

Fuente de las imágenes

Figura 1: <https://es.wikipedia.org>

Figura 2: <https://linacastaita96.wordpress.com>

Procedimiento

- 1) Preparar el soporte colocando sobre su cara frontal la cinta milimetrada provista, de manera tal que sea posible marcar sobre la misma los sucesivos alargamientos del resorte. Sujetar la cinta milimetrada con cinta adhesiva en ambos extremos.
- 2) Colocar el resorte en el gancho que tiene el soporte en su extremo y marcar en la cinta milimetrada la posición inicial del extremo libre del resorte.
- 3) Colocar una tuerca en el gancho "T", colgarlo del extremo libre del resorte, observar su alargamiento, marcarlo en la cinta milimetrada y volcar la medición en una tabla que contenga los siguientes datos: Masa, Fuerza y Alargamiento.
- 4) Repetir el paso 3 agregando de una en una las tuercas provistas hasta obtener al menos 6 mediciones. Corroborar en cada medición que el resorte haya vuelto a su posición inicial, es decir que no se haya deformado permanentemente.
- 5) Trazar una gráfica de Fuerza en función del alargamiento en el papel milimetrado usando los datos volcados en la tabla.
- 6) Aproximar los puntos graficados a una recta y calcula su pendiente para obtener la constante elástica del resorte k . Informa estos valores con su correspondiente incerteza.

Requerimientos:

- a) Montaje de la experiencia en forma correcta, prolija y ordenada minimizando las posibles causas de errores.
- b) Tabla de mediciones incluyendo: Masa, Fuerza y Alargamiento con sus correspondientes incertezas.
- c) Gráfico de Fuerza en función del Alargamiento, empleando los datos de la tabla, seleccionando las unidades y escalas adecuadas.
- d) Determinación del valor de la constante elástica del resorte, con su correspondiente incerteza.

Nota: Todas la mediciones deben expresarse con su unidad y realizar la propagación de errores adecuada, analizando las fuentes de incertezas que tienen mayor incidencia en el resultado obtenido.

PE12. Escuela Normal Juan P. Pringles Ciudad de San Luis.

Objetivo

Diseñar una experiencia, a partir del uso de los materiales proporcionados, para medir la constante de elasticidad de dos resortes diferentes y comparar las mismas.

Materiales

- Un soporte,
- Una regla,
- 2 resortes,
- Conjunto de pesas,
- Una balanza.

Teoría

Cuando se aplica una fuerza a un objeto, éste se puede estirar, comprimir, doblar o retorcer. Estas deformaciones ocurren mientras la fuerza actúa sobre el objeto. Si una vez que la fuerza deja de actuar sobre el objeto este vuelve a su forma original, esto

significa que el límite elástico del objeto no se ha superado. Se debe tener cuidado de no colgar un objeto muy pesado en el resorte o banda de acero. El exceso de peso puede hacer que se supere su límite elástico, por lo que se deformaría permanentemente.

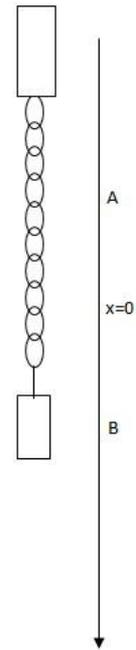
La ley de Hook dice que la fuerza aplicada a un objeto (el estrés) es directamente proporcional a la deformación producida en dicho objeto (tensión), dado que el límite elástico no es excedido. Durante esta investigación, usaras los materiales dados para verificar la ley de Hook.

$$F = -k \cdot x$$

Donde, k es la constante del resorte, x es la elongación o estiramiento.

Procedimiento

- Armar el resorte con los elementos entregados
- Realizar las mediciones que crea conveniente para lograr el objetivo planteado
- Redactar un informe escrito con letra clara que contenga:
 - Título
 - Introducción
 - Descripción del dispositivo experimental (texto y dibujo)
 - Detalles acerca de cómo se realizaron las mediciones
 - Mediciones / Tablas / Gráficas
 - Análisis de errores
 - Resultados obtenidos
 - Conclusiones



PE13. EPET N° 4 OEA Puerto Iguazú, Misiones.

El objetivo de esta práctica es verificar experimentalmente que se cumplen las condiciones para la aplicación de la ley de Torricelli y estudiar la relación entre el tiempo transcurrido y la altura de líquido en un depósito.

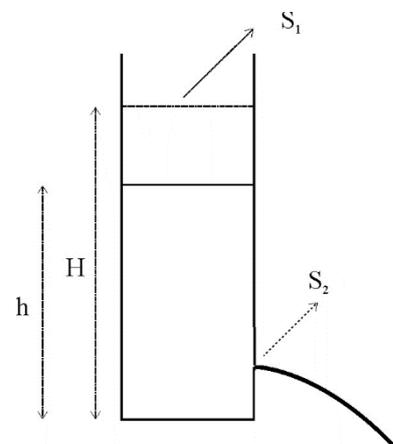
Según Torricelli el flujo de un líquido por un orificio es proporcional a la raíz cuadrada de la altura del líquido medida respecto a la posición del orificio de salida.



Deberá comprobar la veracidad de la ley de Torricelli para el caso de un depósito cilíndrico con un pequeño orificio en su parte inferior, para ello cuenta con los siguientes elementos:

- Depósito cilíndrico
- Agua
- Cronometro
- Reglas
- Fibron
- Calibre

- 1) Construir una tabla con los valores del tiempo transcurrido y la altura del líquido en el depósito.
- 2) Representar el comportamiento de la \sqrt{H} vs el tiempo transcurrido en un gráfico.
- 3) Realizar un ajuste por el método de los mínimos cuadrados de los valores de la tabla para comprobar la correlación lineal.



PE14. EPET N° 16
Dos de Mayo, Misiones.

Crecimiento de una mancha de aceite.

El objetivo de este trabajo es determinar la manera en cómo se expande una mancha de aceite sobre un papel en función de la cantidad de aceite derramada.

Materiales

- 1 recipiente cuenta gotas con aceite
- Hojas de papel A4 75g/m²
- 1 regla graduada

Consignas

1. Genere sobre una hoja de papel una mancha de aceite.
2. Defina con un criterio para determinar el diámetro de la mancha,
3. Mida el diámetro de la mancha para distintas cantidades de gotas de aceite
4. Represente gráficamente el diámetro de la mancha en función del número de gotas.
5. Represente el área de la mancha en función de la cantidad de aceite.
6. Elabore un informe con sus conclusiones sobre el tipo de función que describe el crecimiento de la mancha

PE15.
Resistencia, Chaco.

Péndulo Simple. Determinación de la aceleración de la gravedad.

Introducción

Se denomina péndulo simple 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 a un cuerpo de reducidas dimensiones suspendido de un hilo inextensible y de masa despreciable comparada con la del cuerpo.

El péndulo 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 siguiente ecuación:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

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.

Objetivos

Determinar la aceleración de la gravedad a partir del periodo de un péndulo simple.

Materiales

- Péndulo simple.
- Cinta métrica o regla.
- Cronómetro.

Procedimiento

1. Separa el péndulo de la posición vertical con un ángulo pequeño (menor a 10°) y dejarlo oscilar libremente, teniendo cuidado de verificar que la oscilación se produce en un plano vertical.

- Se pone en marcha el cronómetro y se cuentan N oscilaciones completas a partir de la máxima separación del equilibrio (se aconseja tomar de $N = 20$, bien entendido que una oscilación completa dura el tiempo de ida y de vuelta hasta la posición donde se tomó el origen de tiempo).
- Se repite la medida anterior con el mismo péndulo para distintos números de oscilaciones.

Consignas

- Mida la longitud del péndulo.
- Preparar una tabla de tres columnas, en donde se deben anotar el número de oscilaciones, el tiempo medido, el periodo del péndulo correspondiente a cada medición.
- Calcula la aceleración de la gravedad para cada una de las mediciones a partir de la fórmula:

$$g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$$

- Determine el valor de g con su correspondiente incertidumbre.
- Presentar todo lo pedido en los puntos anteriores de forma escrita.

PE16. Instituto Eduardo L. Holmberg Quilmes, Buenos Aires.

El objetivo de este trabajo práctico es la determinación de la relación, si existe, entre la constante elástica K de un resorte y su longitud L .

La constante elástica K de un resorte es la relación entre la fuerza que se le aplica y la variación de longitud que experimenta.

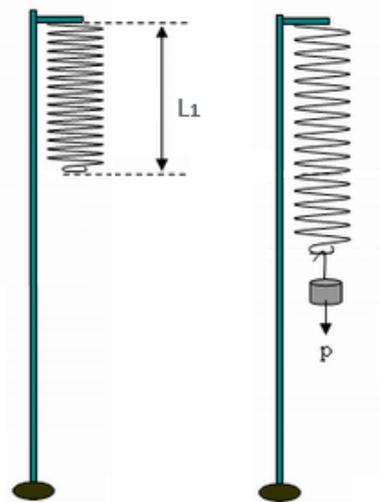
Otra forma de expresar esta constante K , que es la que se usará en este trabajo, es en función del período T de las oscilaciones que sufre el resorte cuando se lo cuelga de un soporte y se lo hace oscilar con una masa m colgada en su punto inferior. La expresión que relaciona estas variables es

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}}$$

donde T es el período de una oscilación, m es la masa suspendida en la parte inferior del resorte y K es la constante elástica.

Procedimiento

- Colgar el resorte del soporte con los elementos provistos.
- Determinar su longitud L_1 y registrarla en una tabla.
- Colgar del punto inferior del resorte la pesa P provista.
- Estirar ligeramente el resorte y soltarlo para que comience a oscilar.
- Tomar el tiempo de 10 oscilaciones completas y registrarlo en la tabla.
- Calcular el período de una oscilación y registrarlo en la tabla.
- Quitar la pesa y cortar 2 espiras del resorte. Medir la nueva longitud que será L_2 . Registrarla en la tabla.
- Repetir los pasos 3 a 6 para determinar el período de una oscilación completa y registrarla en la tabla.
- Repetir los pasos 7 y 8 para nuevas longitudes del resorte.



10. En una nueva columna de la tabla, calcular el valor de K correspondiente a cada período.
11. Con los datos de la tabla, confeccionar un gráfico que muestre la relación de K en función de la longitud.
12. Finalmente, analizando los datos y el gráfico, escribir una conclusión que establezca cuál es la relación encontrada entre la constante elástica K y la longitud del resorte.

**PE17. Instituto Educativo Génesis
Posadas, Misiones.**

Péndulo simple.

El objetivo del práctico en el laboratorio es llevar a cabo una serie de mediciones como ser el período, tiempo y longitud con el fin de calcular finalmente la gravedad experimental, para luego compararla con el valor teórico conocido; para ello trabajaremos con un péndulo simple.

El Péndulo Simple, es un instrumento que permitirá tomar mediciones con la ayuda de un cronometro y una cinta métrica como materiales fundamentales.

Se realizara el práctico con 4 péndulos de diferentes longitudes y 10 repeticiones en cada uno de ellos, para luego hacer un promedio de los valores y poder calcular la gravedad.

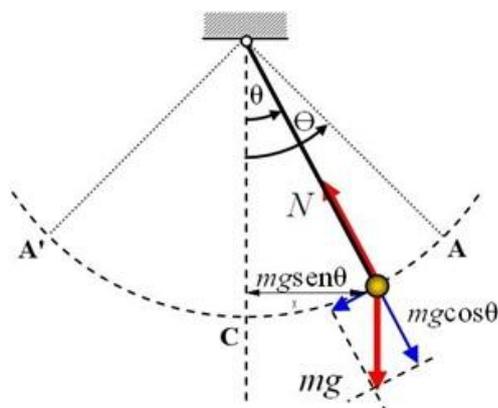
Procedimiento

Se mide el largo del hilo a utilizar y se lo cuelga en forma vertical desde una altura dada y en su extremo inferior se coloca el peso, luego se separa el péndulo de su posición vertical con un ángulo pequeño y se deja oscilar libremente. Cuando las oscilaciones sean regulares se pondrá en marca el cronómetro y se contarán hasta diez oscilaciones para luego tomar el tiempo de cada péndulo 3 veces.

Cabe recordar que cada péndulo tiene longitudes diferentes y una vez obtenidos el tiempo se registrará en una tabla y se procederá a calcular el tiempo promedio (t), realizando también cálculos auxiliares como ser el error instrumental, error estadístico, error de apreciación, el porcentaje de desviación del objeto y finalmente la gravedad experimental la cual se graficará Período vs. Longitud.

Parte teórica

El péndulo simple es un sistema idealizado constituido por una partícula de masa m que está suspendida de un punto fijo O mediante un hilo inextensible y sin peso como se puede observar en la figura (1).



Cumple con la segunda ley de Newton: $\Sigma F_x = ma$

Entonces $\Sigma F_x = -Px \text{ sen}\theta = ma_x(I)$

$\Sigma F_y = N - P \text{ y} \text{ cos}\theta = 0 (II) \rightarrow N = P \text{ y} \text{ cos}\theta.$

Desarrollando la ecuación I: $mg \operatorname{sen} \theta = m \frac{d^2 x}{dt^2}$

Se simplifican las masas y nos queda la ecuación:

$$-g \operatorname{sen} \theta = \frac{d^2 x}{dt^2} \quad (III)$$

Entonces como $x = l \operatorname{sen} \theta$ la ecuación (III) nos queda:

$$-g \operatorname{sen} \theta = \frac{d^2(l \operatorname{sen} \theta)}{dt^2} \rightarrow -g \operatorname{sen} \theta = l \frac{d^2}{dt^2} \operatorname{sen} \theta.$$

Aplicando el desarrollo de la serie de Taylor obtenemos que:

$$\operatorname{sen} \theta = \theta + \frac{\theta^3}{3!} - \frac{\theta^5}{5!} + \frac{\theta^7}{7!} - \frac{\theta^9}{9!} + \dots$$

Pero como θ es un valor pequeño: $\operatorname{sen} \theta \approx \theta$

Entonces: $-g \operatorname{sen} \theta = l \frac{d^2}{dt^2} \operatorname{sen} \theta \rightarrow -g\theta = l \frac{d^2 \theta}{dt^2}$

Despejando e igualando a cero: $l \frac{d^2 \theta}{dt^2} + g\theta = 0$

Se obtiene una ecuación diferencial y dividiendo entre l queda:

$$\frac{d^2 \theta}{dt^2} + \frac{g\theta}{l} = 0$$

Decimos que $\frac{g}{l} = \omega_0^2$ donde ω_0^2 es el período simple

Simplificando $\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$ (IV) pero ω también es $\omega = 2\pi f$ (V) donde f es frecuencia y sustituyendo las ec. (V) en la ec. (IV) y despejando en función de f y nos queda que la frecuencia es:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}} \quad (VI)$$

Período: El período de oscilación es el intervalo de tiempo entre dos puntos equivalentes de una onda y oscilación y también puede ser asociado con la frecuencia mediante la relación:

$$T = \frac{1}{f} \quad (VII)$$

Sustituyendo la ec. (VI) en la ec. (VII) queda:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad \text{ec. (VIII)}$$

Errores de medida: todo proceso de medida lleva asociado un error, de forma que el valor nunca se puede considerar que coincide con el valor verdadero del mesurando.

$$E_i = \frac{A}{2} \quad (IX)$$

Donde E_i es el error de medida y A es la apreciación del instrumento.

Error estadístico: Las mediciones realizadas en condiciones prácticamente idénticas presentan desviaciones constantes o previsibles respecto del valor convencionalmente verdadero del mesurando.

$$E_e = \pm t \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) (X)$$

Donde $\sigma = \sqrt{\frac{\sum(\bar{t}-t)}{n-1}}$.

Error absoluto: es la suma del error estadístico y el error de medida entre dos.

$$E_a = \frac{E_i + E_e}{2} (XI)$$

Gravedad experimental: esta gravedad experimental se obtiene despejando la ecuación (VII) en función de la gravedad:

$$g = \frac{l(2\pi)^2}{T^2} (XII)$$

Parte Práctica

De la figura (1) se puede calcular la distancia como $x = l \sin \theta$ luego, se toma con un cronómetro tres tiempo para cada péndulo con diez oscilaciones para cada uno y se calcula el tiempo promedio (\bar{t}) el cual se obtiene de la siguiente manera $\bar{t} = \frac{\sum t}{n}$ donde $\sum t$ es la sumatoria de los tiempo tomados con el cronómetro y n es el número de veces que se tomaron cada tiempo en este caso tres.

N°	Longitud (cm)	t ₁ (s)	t ₂ (s)	t ₃ (s)	\bar{t} promedio (s)

El periodo de tiempo será "T" el cual se calcula de la siguiente manera

$$T = \frac{\bar{t}}{n^{\circ} \text{oscilaciones}}$$

Donde T es el promedio de los tiempos y el número de oscilaciones tomado para la práctica fue de 10 oscilaciones por cada tiempo tomado.

Calculo de los errores instrumentales, estadísticos y absolutos y se colocaran es la siguiente tabla:

N°	Longitud (cm + error)	\bar{t} promedio (s)	E _i	E _e	E _a	Periodo $T + \Delta T$

Una vez que tenemos todos los valores se calcular el valor de g.

Ya calculada la gravedad experimental podemos calcular el porcentaje de desviación

$$\% \text{ desviación} = \left| \frac{g_{teorica} - g_{experimental}}{g_{teorica}} \right|$$

Calcular:

- 1) Indicar la longitud con su error para cada caso.
- 2) Indicar el período para cada longitud dada.
- 3) Indicar E_i, E_e y E_a para cada longitud dada.

- 4) Calcular la desviación para cada caso.
- 5) ¿Es un buen método para el cálculo de la gravedad? Justificar.

PE18. Escuela Técnica ORT N° 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 T²

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 9,82m/s² .

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

PE19. Escuela N° 4-016 Ing. Antonio M. Arboit Junín, Mendoza.

Índice de refracción.

Los refractómetros son instrumentos ópticos que sirven para determinar el porcentaje de sólidos solubles en una disolución líquida. Para ello, el refractómetro hace uso del principio de refracción de la luz. El índice de refracción es cociente de la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en el medio (una sustancia).

La ley de Snell es una fórmula utilizada para calcular el ángulo de refracción de la luz al atravesar la superficie de separación entre dos medios de propagación de la luz (o cualquier onda electromagnética) con índice de refracción distinto.

$$n_1 * \text{sen } \theta_1 = n_2 * \text{sen} \theta_2$$

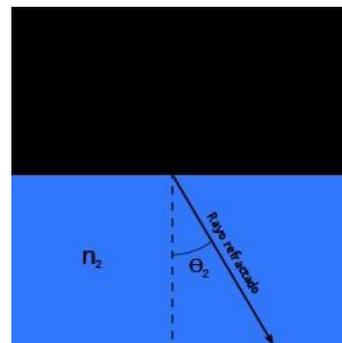
Un haz de luz que se propaga en un medio homogéneo e isótropo recorre un camino rectilíneo. Al atravesar una superficie plana que limita dos medios de distinta naturaleza, el haz sufre un cambio de dirección el cual queda descrito por la ley de Snell.

Actividades

Calcular el índice de refracción de la solución azucarada al 30% p/p conociendo que el índice de refracción del aire es 1,0002926.

Materiales

- Transportador
- Lápiz
- Recipiente de vidrio
- Agua
- Azúcar
- Balanza
- Varilla de Vidrio



Medición de g mediante un péndulo simple.

Introducción

En un péndulo simple, la composición de las fuerzas que actúan da como resultante una fuerza F tangente a la trayectoria, que tiende a restituirlo a su posición de equilibrio y que es proporcional al desplazamiento con signo negativo; por lo tanto el movimiento del péndulo se asemeja al movimiento armónico simple. Para pequeñas amplitudes la longitud del arco s sobre la trayectoria del péndulo se asemeja a la distancia d y el período se puede calcular a partir de la expresión:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

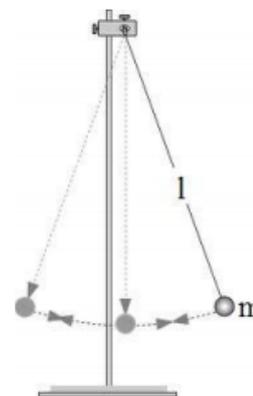
que relaciona al período T con la longitud l del péndulo, donde: T es el periodo, l es la longitud y g es la aceleración de la gravedad que se quiere determinar.

Objetivo

Determinar el valor de g mediante el péndulo simple.

Lista de materiales

1. Soporte
2. Esfera de metal
3. Cronómetro
4. Transportador
5. Cinta métrica



Procedimiento

- a) Arme el dispositivo convenientemente
- b) Mida el período de oscilación del péndulo (Para reducir error tome el tiempo que el péndulo realiza 10 oscilaciones y divida el resultado en 10). Luego repita la operación con 8 longitudes diferentes.
- c) Complete la siguiente tabla:

l (cm)	t (s)	$T = t/n$	T^2 (s ²)	T_{prom} (s ²)

(n: número de oscilaciones)

- f) Grafique l vs T^2
- g) Calcule el valor de g .

Al finalizar la experiencia deberá entregar un informe escrito con letra clara, en el que conste que conste:

- Planteo del problema
- Valores obtenidos en las mediciones, tablas, gráficos.
- Fuentes de error y análisis de cómo influyen en el resultado final.
- Resultado experimental de lo solicitado.
- Conclusiones
- Comentarios que desee realizar referidos dificultades relacionadas a la realización de la experiencia.

El vuelo del capacillo.

Cuando un cuerpo se mueve en el seno de un fluido con velocidad v , su movimiento se ve frenado por una fuerza, llamada de *resistencia*. Supongamos que esta fuerza depende de v en la forma

$$F = c v^\gamma$$

donde c y γ son constantes que dependen de la forma y tamaño del cuerpo y de las características del fluido (densidad y viscosidad).

En este problema se va a estudiar experimentalmente la caída en el aire de uno o varios capacillos superpuestos, de manera que cambia la masa del objeto que cae, pero no su forma (aerodinámica). Como podrá comprobar, la velocidad de caída es prácticamente uniforme desde el momento en que se sueltan.

- a) Las únicas fuerzas que actúan sobre los capacillos cuando caen son su peso y la resistencia del aire. Teniendo esto en cuenta, y llamando n al número de capacillos y m_0 a la masa de cada uno, obtenga una expresión analítica para la velocidad uniforme (límite) de caída, v_n . Transforme esta expresión y demuestre que existe una dependencia entre el logaritmo de t_n y el tiempo de caída de n capacillos desde una altura h , es:

$$\ln(t_n) = \frac{-1}{\gamma} \ln(n) - \frac{1}{\gamma} \ln\left(\frac{m_0 g}{c}\right) + \ln(h)$$

donde t_n es el tiempo de caída de n capacillos desde una altura h .

- b) Basándose en la expresión anterior y en sus medidas experimentales de tiempos de caída t_n , para $n=1,2,3$ y 4 , reportar el valor de γ en este experimento.
c) Haga una estimación de la incertidumbre (margen de error) del valor de γ obtenido, y exprese el valor de γ correctamente (considerando su error).
d) A partir de las medidas experimentales que considere oportunas, determine la masa M de la arandela metálica que se suministra. Para responder a esta pregunta, tenga en cuenta que la masa de un capacillo es $m_0=0,78$ g.

Material del que dispone

- Cuatro capacillos de igual masa, m_0 .
- Un cronómetro.
- Papel milimetrado.
- Una arandela de masa M desconocida.
- Cinta adhesiva.

Comentarios y sugerencias

- Dispone inicialmente de cuatro capacillos superpuestos y bien empaquetados (compruebe que efectivamente hay cuatro). Comience midiendo el tiempo de caída de este conjunto y, después, vaya retirándolos con cuidado uno a uno, para que el resto sigan bien unidos.
- La forma de los capacillos influye notablemente en el valor de la fuerza de resistencia, a través de la constante c . Por tanto, debe tener especial cuidado de no deformarlos durante las medidas. Si alguno se deforma demasiado, puede pedir otro de repuesto... pero ya no se superpondrá con los otros tan bien como el original.
- Deje caer los capacillos con la parte abierta hacia arriba (al revés que un paracaídas).
- Déjelos caer desde la máxima altura h que le permita su brazo. No necesita conocer el valor de h ; basta con que sea siempre el mismo (aproximadamente).

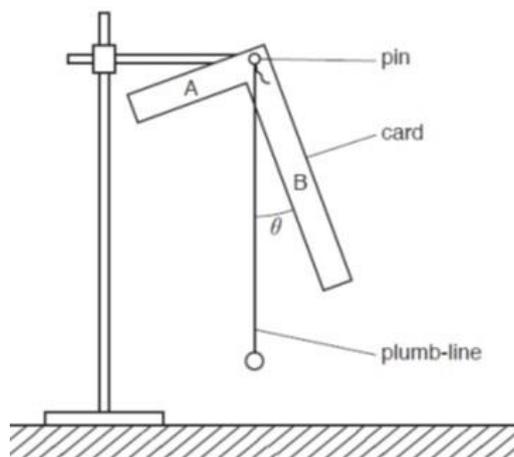
- Emplee la cinta adhesiva para fijar la arandela a la base de un capacillo, por su lado interior. Use un pequeño trocito de cinta, para que su masa sea despreciable frente a la de la arandela.
- En la hoja de respuestas tiene una tabla para ordenar todas sus medidas y los datos que obtenga a partir de ellas.
- Emplee el papel milimetrado para realizar las gráficas y ajustes que considere oportunos.

PE22. Escuela Escocesa San Andrés
Escuela Municipal Paula Albarracín de Sarmiento
Olivos, Buenos Aires.

En este experimento, se va a investigar el movimiento de un cartón suspendido.

a) Monte el aparato como se indica en la figura.

Sostenga el cartón con el alfiler en el corcho. Asegúrese de que el alfiler esté paralelo a la mesa. Cuelgue la plomada del alfiler.



- b)
- Mida y registre el ángulo i entre el borde del brazo B y la plomada, como se muestra en la figura
 - Retire la plomada.
 - Desplace el brazo B aproximadamente 2 cm para un lado y suéltelo para que el cartón oscile.
 - Tome medidas para encontrar el período T de las oscilaciones. Registre T .

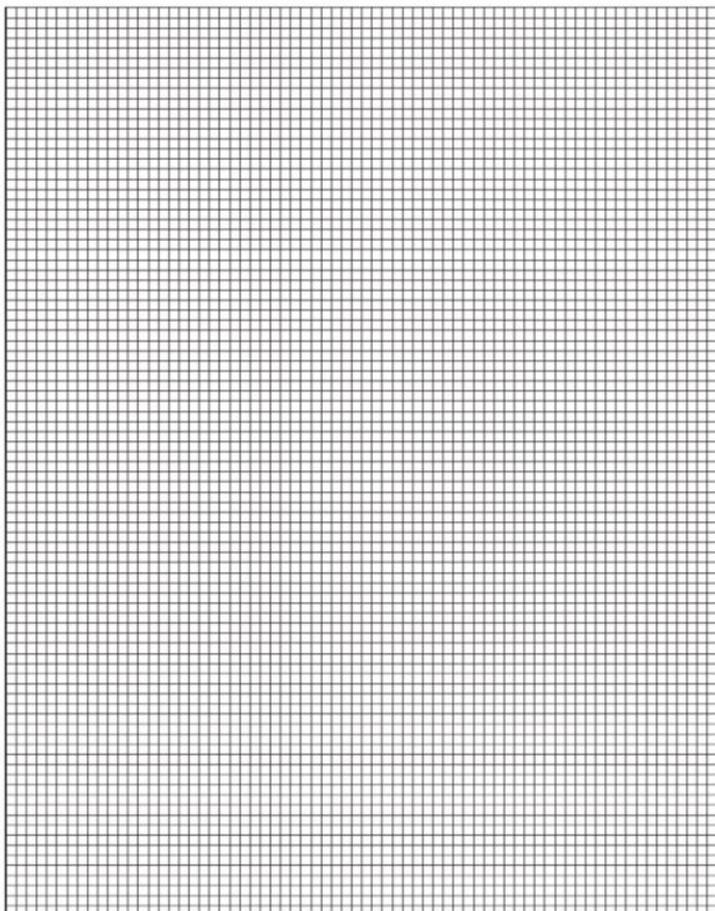
- c)
- Recorte el largo del brazo B por 3 cm en la punta.
 - Reemplace la plomada y repita (b).

d) Recorte el largo del brazo B.

Para cada largo del brazo B, repita (b) hasta tener seis conjuntos de valores de i y T . Pueden incluir los valores de (b) y (c)

Incluya valores de $\frac{1}{\sqrt{\tan\theta}}$ en su tabla.

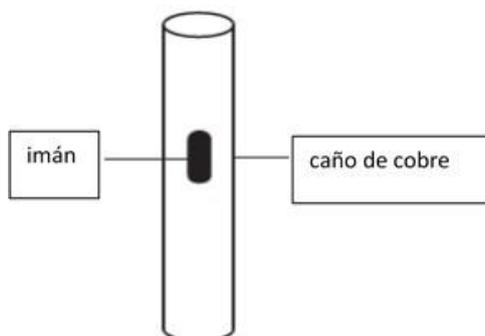
- e)
- Graficar T en el eje y contra $\frac{1}{\sqrt{\tan\theta}}$ en el eje x.
 - Dibujar la mejor línea recta por los datos.
 - Determinar la pendiente y la ordenada al origen.



- f)
- 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.

PE23. Escuela Escocesa San Andrés
Escuela Municipal Paula Albarracín de Sarmiento
Olivos, Buenos Aires.

Un alumno está investigando el movimiento de imanes cayendo en un caño de cobre como se muestra en la figura.



El alumno suelta el imán por encima del caño de cobre. El imán tiene una velocidad v cuando sale del caño

Se sugiere que la relación entre v y B es

$$v = v_0 e^{-\lambda B}$$

donde B es la densidad de flujo magnético en los polos del imán y v_0 y λ son constantes.

Diseñar un experimento de laboratorio para poner a prueba la relación entre v y B y determinar el valor de σ . Usted debe dibujar un diagrama que muestre la disposición de su equipo. En tu relato se debe prestar especial atención a

- a) el procedimiento que debe seguirse,
- b) las mediciones a realizar,
- c) el control de las variables,
- d) el análisis de los datos,
- e) las precauciones de seguridad que deban tomarse.

PE24. Instituto Jesús María Ciudad de Córdoba.

Esas bolitas juguetonas...

Hasta Dónde llega el Campo Magnético de una esfera?

Teóricamente... dirás que hasta el infinito.

Pero hasta dónde dos esferas magnetizadas se atraerán?

El límite hasta el que podremos percibirla, será cuando la Fuerza magnética entre las esferas alcance la Fuerza de Rozamiento Estático máxima de la esfera con la superficie, simplificando la situación.

La fuerza magnética se puede calcular

$$F = \frac{3 \mu_0 M^2}{4\pi d^4}$$

Siendo μ_0 (permeabilidad magnética) = $4\pi \times 10^{-7}$ Weber/ m x A

M: momento dipolar magnético

d: distancia entre los centros de las esferas, en metros.

Objetivos

- 1) Determinar el momento dipolar magnético.
- 2) Verificar la influencia de una sustancia interpuesta entre las esferas.

Elementos

- Dos esferas iguales de neodimio de masa = 27,0 g
- Dos reglas
- Taco de madera de aproximadamente 10 cm x 5 cm x 2 cm

Requerimientos:

Sólo podrá utilizar los elementos provistos, papel, lapicera, calculadora.

Al finalizar el trabajo, deberá presentar un informe que incluya los siguientes puntos:

- 1) Esquema del dispositivo experimental utilizado
- 2) Diagrama de Cuerpo libre de cada esfera.
- 3) Descripción y fundamentación del diseño utilizado.
- 4) Cuadro de valores de las mediciones realizadas de la distancia máxima en que se empiezan a mover las esferas. Mida al menos diez veces cada serie, la primera sin interponer la madera y luego interponiéndola entre las esferas en tres dimensiones distintas.
- 5) Determine la distancia media para cada serie, con su error.

- 6) Calcule el momento dipolar magnético utilizando la distancia obtenida en la primera serie.
- 7) Determine el error del resultado y el error relativo porcentual.
- 8) Analice los valores de distancias obtenidas y extraiga conclusiones. Tenga en cuenta las incertezas.

Datos útiles

Aceleración de la gravedad en Córdoba: 9,79 m/s²

μ_e (coeficiente de rozamiento estático máximo) = 0,065

Weber = V. s = N .m /A

PE25. Escuela Industrial Superior Ciudad de Santa Fe.

Introducción

Es posible determinar el coeficiente de viscosidad de un fluido, haciéndolo pasar a través de un tubo cilíndrico mediante la aplicación de una diferencia de presión entre los extremos del mismo.

Cuando se tiene un tubo por el cual circula un fluido, el volumen de éste que abandona el extremo del tubo, por unidad de tiempo se denomina caudal. Cuando el caudal es constante, el estado de movimiento del fluido se dice *estacionario*.

La fuerza que resulta de la diferencia de presión entre los extremos del tubo favorece el movimiento del fluido, mientras que otra fuerza, debida a la viscosidad del mismo, actúa en sentido opuesto. Se tendrá un estado estacionario cuando estas fuerzas estén equilibradas entre sí.

Cuando el diámetro del tubo es mucho menor que su longitud (tubo capilar), es posible relacionar el caudal con la diferencia de presión en los extremos del tubo mediante la siguiente ecuación:

$$\mu \cdot Q = k \cdot \Delta p$$

Donde:

μ : Viscosidad del fluido

Q : Caudal (cantidad de masa desplazada por unidad de tiempo)

Δp : Diferencia de presión entre los extremos del tubo

k : Constante que se define a partir de parámetros geométricos del sistema.

Esta es la fórmula de Hagen-Poiseuille y sólo vale en régimen estacionario, es decir, cuando Q es constante.

Objetivo

El objetivo de esta prueba es determinar el coeficiente de viscosidad del agua (μ_{agua}) con su correspondiente error.

Materiales disponibles

- Jeringa graduada con soporte.
- Aguja (la cual se tomará como "tubo cilíndrico")
- Cronómetro
- Balanza
- Pesas. Distribuidas en grupos según su peso total
- Regla y calibre

Indicaciones

Se recomienda determinar primeramente el coeficiente k , a partir de conocer la viscosidad del aire, con un único juego de pesas (recordar que debe considerar el peso del émbolo de la jeringa). Siendo $\mu_{\text{aire}} = 1,8 \cdot 10^{-5} \left[\frac{\text{N s}}{\text{m}^2} \right]$.

Por otra parte, recuerde que las mediciones de los caudales es conveniente realizarlos en un intervalo graduado de la jeringa que no contenga al último mililitro, ya que en este se pueden cometer errores más importantes. Además las mediciones deben realizarse verificando que la velocidad de descenso del émbolo es constante.

Cabe la aclaración que deberá determinar el área del émbolo, pesar cada juego de pesas e informarlo con su error correspondiente.

Las mediciones con agua SOLAMENTE deberá realizarlas una vez finalizadas las mediciones con aire.

Para las mediciones con agua, deberá utilizar todos los juegos de pesas (recordando considerar el peso del émbolo) y obtener la funcionalidad de Δp vs. Q ayudándose de la ecuación de Hagen-Poiseuille. Recomendándose realizar una gráfica, considerando los errores en las mediciones, con el fin de obtener una mejor aproximación.

Consideraciones adicionales

- Desprecie el aporte de la columna de líquido de la jeringa al Δp frente a la debida al émbolo con o sin peso.
- Desprecie el rozamiento del émbolo con las paredes cuando se mantiene el caudal constante.

PE26. Instituto Primo Capraro - Colegio San Patricio San Carlos de Bariloche, Río Negro.

Cuesta abajo en la rodada....

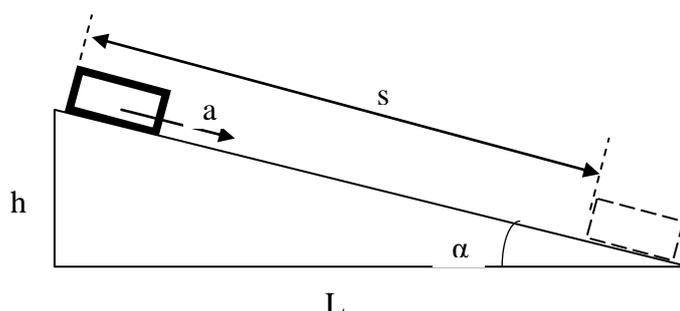
Objetivo

En esta experiencia estudiaremos experimentalmente el descenso de una esfera por un plano inclinado de pendiente variable, para poder determinar el **factor geométrico** que diferencia la aceleración de descenso en este experimento, de la que tendría un cuerpo que deslizase sin fricción por un plano inclinado.

Breve descripción y modelo teórico

En un experimento **idealizado**, supongamos un cuerpo que desciende deslizando **sin fricción** por un plano inclinado de ángulo α respecto a la horizontal (ver figura). La aceleración con que desciende el cuerpo es:

$$a = g \cdot \sin \alpha = g \frac{h}{L} \quad (1)$$



La aceleración puede determinarse experimentalmente midiendo el tiempo t que tarda el cuerpo en recorrer una cierta distancia s , partiendo del reposo. Como el movimiento es uniformemente acelerado

$$s = \frac{1}{2}at^2 ; \quad \text{o sea:} \quad a = \frac{2s}{t^2} \quad (2)$$

La dependencia prevista en la ecuación (1) entre a y h , no es exactamente lineal en nuestro dispositivo experimental, porque L aumenta con h . Si se trabaja con ángulos α

pequeños, como en nuestro caso, esta variación es despreciable y puede considerarse L aproximadamente constante.

En un experimento **real** es difícil eliminar el rozamiento entre el cuerpo y el plano inclinado. Las pérdidas de energía por fricción podrían minimizarse mediante un colchón de aire que impidiese el contacto directo entre el cuerpo y el plano. Pero es mucho más sencillo y económico emplear una esfera rígida que desciende rodando sin deslizar. En estas circunstancias, el punto de contacto de la esfera con el plano tiene velocidad nula (no hay deslizamiento relativo), la fuerza de rozamiento no realiza trabajo y no se pierde energía por fricción en el contacto entre la esfera y el plano. En cambio aún persiste la fricción con el aire, que la podríamos despreciar dada la baja velocidad de la bolita.

Pero la aceleración del movimiento del centro de la esfera ya no es la dada en (1), puesto que la energía potencial gravitatoria inicial no sólo se convierte en energía cinética de traslación (movimiento del centro de la esfera) sino además en energía cinética de rotación (giro de la masa de la esfera en torno a su centro). Por ello, la aceleración del centro de la esfera se reduce en un cierto factor $F > 1$.

$$a = g \frac{h}{F \cdot L} \quad (3)$$

El principal objetivo de esta prueba experimental es determinar el valor del factor geométrico F del dispositivo experimental empleado ($1 < F < 2$), y hacer una estimación de su incertidumbre.

Para calcular la aceleración con distintas inclinaciones del plano necesitamos que los tiempos de descenso sean altos y puedan cronometrarse manualmente con buena precisión relativa. Es por ello que interesa que h sea pequeña, por lo que esta altura es difícil de medir con precisión. En nuestro dispositivo experimental no es necesario conocer el valor de esta altura. Basta con realizar sucesivas medidas incrementando h en una cantidad constante, correspondiente a una vuelta del tornillo. Si la altura inicial es h_0 y se gira en el sentido ascendente (horario), n vueltas del tornillo, de paso de rosca d , la altura alcanzada es:

$$h_n = h_0 + n \cdot d \quad (4)$$

Se representan gráficamente los puntos experimentales que relacionan la aceleración con el número de vueltas del tornillo y con ello podremos encontrar el factor geométrico F , independientemente de la altura inicial h_0 .

Elementos necesarios

- Perfil U de aluminio utilizado como carril.
- Listón de madera con tornillo roscado en tuerca embutida.
- Topes de madera y metálicos.
- Esfera de acero.
- Regla graduada.
- Cronómetro.



Desarrollo del experimento:

- Mida el recorrido de la bola, s , y la distancia entre los puntos de apoyo del plano sobre la mesa, L , (figura 3). Anote los resultados en la hoja de respuestas.
- Girando el tornillo, ajuste la altura h hasta conseguir que el tiempo de descenso de la bola esté entre 5 y 6 s. Ésta va a ser la situación inicial de tu serie de medidas, es decir $h = h_0$.
- Mida varias veces el tiempo de descenso de la bola, calcule su valor medio y la aceleración correspondiente. Anote sus medidas y resultados en una tabla.
- Repita el proceso anterior incrementando h en sucesivas vueltas completas del tornillo, es decir para valores h_n como los dados en (4) con $n = 1, 2, 3, \dots$, hasta que el tiempo de descenso sea inferior a 2 s.
- Represente gráficamente en un papel milimetrado los puntos experimentales a (en ordenadas) frente a n (en abscisas).
- Obtenga la pendiente, m , y la ordenada en el origen, b , de la recta que mejor se ajusta a estos puntos.
- Teniendo en cuenta las expresiones (3) y (4) se puede encontrar que:

$$a = \frac{g}{F \cdot L} (h_0 + n \cdot d)$$

Por lo tanto, teniendo en cuenta que la recta es aceleración en función de n , quedará una pendiente $m = \frac{g \cdot d}{F \cdot L}$ y una ordenada al origen $b = \frac{g \cdot h_0}{F \cdot L}$

- Deduzca los valores del factor geométrico, F , y de la altura inicial, h_0 .
- Haga una estimación de la incertidumbre (margen de error) de la pendiente de la recta, Δp . Calcule la incertidumbre transmitida al valor del factor geométrico ΔF .

Datos

Aceleración de la gravedad: $g = 9,8 \text{ m/s}^2$
Paso de rosca del tornillo: $d = 1.24 \text{ mm} \pm 0.01 \text{ mm}$

PE27. Instituto Privado Rivadavia Alderetes, Tucumán.

Para determinar la densidad de un cuerpo irregular de material desconocido. Se tomaron lecturas de: **masa** del cuerpo en una balanza granataria cuya apreciación es de 0,1 g y el **volumen** del mismo midiendo el volumen de agua desplazado por el cubo con una probeta con una apreciación de 0,1 cm³.

- Calcular la densidad de cuerpo a partir de las lecturas realizadas. Expresar el resultado de forma correcta teniendo en cuenta los errores de la medición.
- Determinar la identidad del material desconocido comparando el valor calculado de la densidad con la tabla de densidades.

Datos

N° de medición	m ($\pm 0,1$) g	v ($\pm 0,1$) cm ³
1	121,0	15,4
2	121,1	15,5
3	121,1	15,3
4	121,0	15,4
5	121,1	15,6
6	121,1	15,6
7	121,1	15,4
8	121,0	15,5

Material	Densidad (g/cm ³)
Aluminio	2,70
Cobre	8,89
Platino	21,45
Acero	7,83
Oro	19,30
Titanio	4,50

**PE28. Escuela de Agricultura
General Alvear, Mendoza.**

“A flotar”.

Objetivos

- Determinar el equilibrio de fuerzas.
- Determinar densidades de distintos materiales.

Materiales

- Dinamómetro.
- Objetos de distintos materiales.
- Recipiente medidor de volúmenes.
- Soporte.
- Balanza.

Introducción

El principio de Arquímedes nos dice que el empuje, que experimenta un cuerpo sumergido en un fluido es igual al peso del fluido desplazado por dicho cuerpo.

$$E = \rho_{\text{fluido}} \cdot V_{\text{fluido desplazado}} \cdot g \quad (1)$$

A través de la medición del peso del cuerpo, w , y del empuje, E , que sufre sumergido en un fluido, es posible determinar la densidad del cuerpo en función de la densidad del fluido. Cuando dicho cuerpo se encuentra totalmente sumergido, el mismo tiene un peso aparente. Este peso aparente es resultado de la fuerza empuje.

$$\frac{w}{E} = \frac{\rho_{\text{cuerpo}}}{\rho_{\text{fluido}}} \quad (2)$$

Nota: la ecuación (2) se obtiene de la relación entre la fuerza peso y la fuerza de empuje para los cuerpos que se sumergen en su totalidad.

Consigna 1

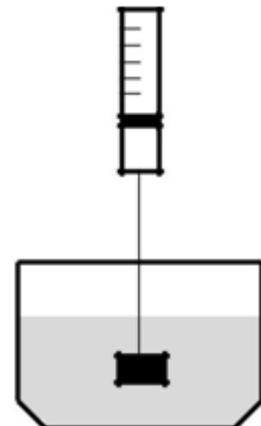
En primer lugar debemos determinar la densidad del fluido, en este caso agua. Para ello, utilizaremos la definición de densidad, un recipiente medidor de volúmenes y una balanza.

- Mida el volumen del liquido
- Utiliza la balanza para medir el valor de la masa del liquido
- Con los datos anteriores determina el valor de la densidad del líquido.
- Repita lo realizado en los puntos anteriores al menos 5 veces y determina el valor de la densidad con su incerteza correspondiente.

A trabajar!

Consigna 2

- Construya el sistema mostrado en la figura, utilizando los cuerpos de estudio, el dinamómetro, el recipiente medidor y un fluido de densidad conocida
- Realiza el diagrama de cuerpo libre para el sistema.
- Plantea las ecuaciones de equilibrio según lo realizado en el inciso f)
- Mida el valor de la masa y peso del cuerpo.
- Sumerja el cuerpo y mida el valor del peso del cuerpo sumergido (fuerza que en el dinamómetro que podemos llamar peso aparente) con su incerteza correspondiente
- Utiliza la ecuación del inciso g) para determinar el valor de la fuerza de empuje con su incerteza correspondiente.



- g) Repita el procedimiento al menos cinco veces con los dos materiales.
- h) Realiza una tabla con los valores de masa, peso del cuerpo, peso aparente y fuerza de empuje para cada material utilizado.

Realiza una gráfica del peso del cuerpo en función de la fuerza de empuje para cada material utilizado con su ajuste correspondiente.

Consigna 3

Determina la densidad de los dos materiales con su correspondiente incerteza.

PE29. Colegio San José de los Hermanos Maristas Escuela Técnica Industrial Emilio Civit - Departamento de Aplicación Docente Liceo Agrícola y Enológico Domingo F. Sarmiento Maipú y Ciudad de Mendoza.

Objetivos

- Comprender el funcionamiento de un circuito eléctrico y la potencia entregada por su resistencia eléctrica.
- Comparar los valores teórico y experimental del calor disipado por una resistencia eléctrica.

Materiales

- vaso de precipitado de 250 ml, 1.
- piseta con agua destilada, 1.
- multímetro digital (téster), 1.
- mina de grafito de 2 mm, 1.
- cable con pinzas de cocodrilo, 2.
- fuente de corriente continua, 1.
- termómetro, 1.
- pinza de madera, 1.
- pinza metálica, 1.
- pie universal, 1.
- pinza para pie universal, 1.
- cronómetro, 1.

Procedimiento

- 1- Coloque el vaso de precipitado en la pinza del soporte universal como muestra la Figura 1.
- 2- Una vez sujeto a la pinza, coloque 50 ml de agua destilada en el vaso de precipitado.
- 3- Tome la mina de lápiz de 2 mm y sujétela por sus extremos con los cocodrilos de los cables provistos.
- 4- Introduzca la mina conectada a los cables dentro del vaso de precipitado, de manera que quede completamente sumergida y sin tocar las paredes de vidrio. Los extremos libres de cable deben quedar fuera del vaso.
- 5- Tome el termómetro con la pinza de madera y colóquelo de manera tal que el bulbo quede sumergido en el agua, sin tocar la mina, las paredes y el fondo del vaso como muestra la Figura 2. Espere 1 minuto para que el termómetro registre la temperatura inicial del agua.

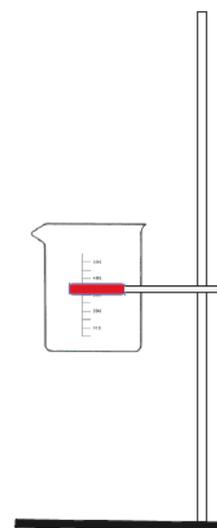


Figura 1

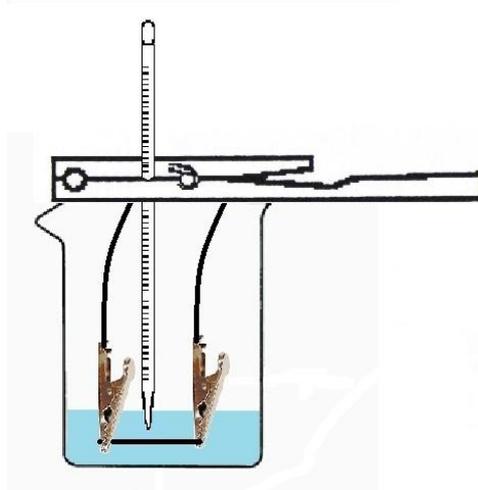


Figura 2

- 6- Registre la temperatura inicial del agua.
- 7- Sin conectar aún la mina de grafito a la fuente, conecte un multímetro de manera que mida la intensidad de corriente que circulará por la mina una vez conectada a la fuente y otro que mida el potencial eléctrico suministrado por la fuente. Las Figuras 3 y 4 pueden servirle de ayuda.
- 8- Prepare el cronómetro para medir el tiempo y conecte los extremos libres de los cables a la fuente de corriente provista.
- 9- Registre la temperatura del agua, el potencial V de la batería y la intensidad de corriente I en el circuito cada 30 segundos durante 5 minutos.

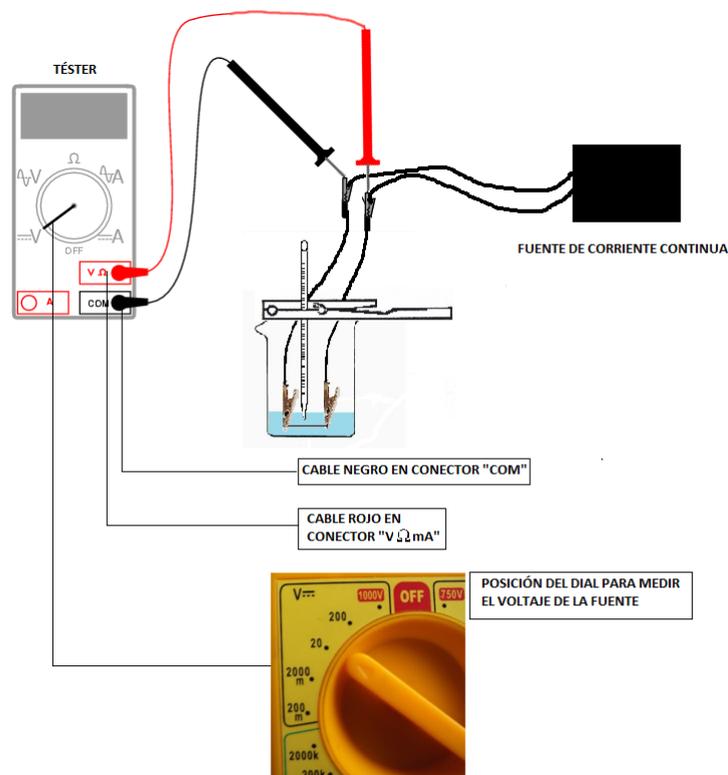


Figura 3. Conexión del multímetro para medir el potencial de la fuente.

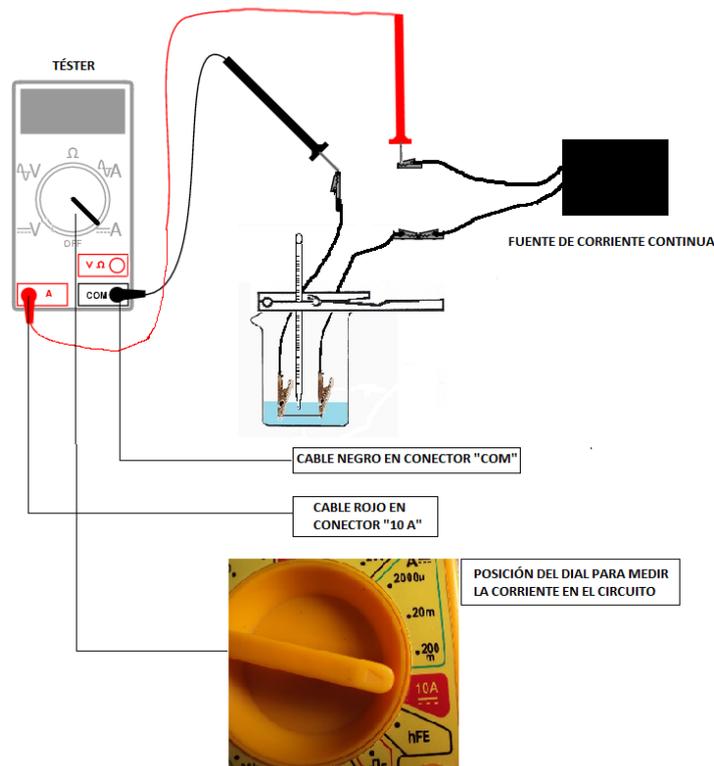


Figura 4. Conexión del multímetro para medir la intensidad de corriente en el circuito

- 10- Realice una gráfica de temperatura en función del tiempo para el proceso de calentamiento.
- 11- Ajuste la mejor recta a la gráfica anterior y calcule su pendiente.
- 12- Podemos estimar la potencia promedio experimental como sigue:

$$P_{promedio\ experimental} = \frac{m_{agua} \cdot c_{agua} \cdot (T_2 - T_1)}{t_2 - t_1}$$

donde c_{agua} es el calor específico del agua cuyo valor es $c_{agua} = 4,186 \frac{J}{g \cdot K}$ y m_{agua} es la masa de agua calentada. T denota la temperatura y t el tiempo. (t_1, T_1) y (t_2, T_2) son dos pares ordenados que pertenecen a la recta ajustada para la temperatura en función del tiempo. Calcule y registre la potencia promedio experimental con su error correspondiente.

- 13- Con los valores de potencial y de corriente registrados en función del tiempo, calcule y registre el potencial y la corriente promedio con su respectiva incertidumbre.
- 14- Calcule y registre, utilizando los valores promedio de potencial y corriente, la potencia teórica suministrada por la fuente con su incerteza. ($P_{teórica} = V \cdot I$)
- 15- Calcule la energía entregada experimentalmente al agua durante el calentamiento.
- 16- Calcule la energía teórica entregada por la fuente durante el calentamiento.
- 17- Determine el valor máximo de energía que se disipó al ambiente durante el calentamiento.
- 18- Calcule la diferencia entre la energía teórica y la energía experimental.
- 19- Justifique por qué estos valores no son iguales y de una posible explicación para los resultados obtenidos.

PE30. EPET N° 4 Juan Agustín Larrús General Acha, La Pampa.

Caídas en la escuela.

En esta localidad este año las lluvias han sido muchas y abundante, por ese motivo a ocurrido que la entra de la escuela tiene subidas con una inclinación de 30° con un piso de cerámicos y se pone muy resbaloso por ese motivo se esta pensando en hacer un cambio en ese piso como pintarlo o colocar algo arriba (goma, madera o otros materiales).

Materiales necesarios

- 3 planos inclinados regulables con el plano pintado con una pintura normal, otro con pintura antideslizante y el ultimo con una goma pegada
 - Tres cuerpos de forma regular de distintos materiales adheridos que se usa en los zapatos
 - Cronometro
 - Una cinta metrica
 - Una balanza
 - Un recipiente con agua
- Armar un plano inclinado con angulo de 30°
- Dejar caer cada uno de cuerpos en seco y humedo
- Tomar los tiempos de caída de cada uno
1. Con estos datos y todos los que sean necesario determinar el coeffiente de rozamiento en cada uno de los casos.
 2. Velocidad con la que llega al final del plano inclinado
 3. Potencia con la que llega
 4. Energía cinética
 5. Que considera mejor para realizar la reforma en la entrada
 6. Tener en cuenta los errores. Graficar.

PE31. Colegio Santa Rosa San Miguel, Tucumán.

Determinación de la distancia focal y del aumento lateral de una lente delgada convergente.

Se llaman lentes delgadas aquellas lentes cuyo espesor d es pequeño comparado con sus distancias focales y los radios de curvatura de las superficies refringentes. En la aproximación paraxial, los ángulos de desviación que sufre un haz de luz a través de la lente son pequeños. Esta situación se garantiza cuando el haz se propaga en la proximidad del eje de simetría de la lente.

Para una lente convergente, la distancia focal f será positiva y se puede obtener mediante la **Fórmula de Gauss** para las lentes delgadas:

$$\frac{1}{o} + \frac{1}{i} = \frac{1}{f}$$

Donde:

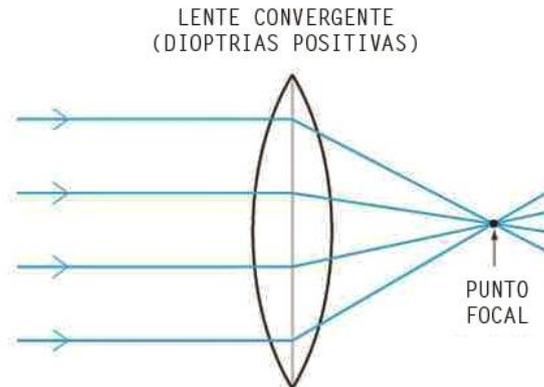
o = distancia objeto

i =distancia imagen

f =distancia focal Cuando la distancia focal se mide en metros, la potencia de una lente, dada por $1/f$ queda expresada en dioptrías.

El aumento lateral se puede calcular teniendo en cuenta la relación entre los tamaños del objeto y de la imagen, o bien entre las distancia objeto (o) y la distancia imagen (i)

$$m = -\frac{i}{o}$$



Determinación de la distancia Focal Graficando $1/o$ versus $1/i$

1. Sobre la mesa posicione una lente convergente en una base móvil sobre una cinta métrica, en uno de los extremos una lámpara y al otro lado de la lente una pantalla móvil.
2. Coloque la lente a una posición o (desde la lente a la lámpara), y mueva la pantalla hasta encontrar donde se forma la imagen i (desde la lente hasta la pantalla). Mida la distancia i imagen y la distancia o objeto y consigne los valores en la tabla. Moviendo la pantalla en torno a la posición correspondiente a i , haga una estimación del rango de distancia en que la imagen puede ser considerada en foco. Considere este rango como su error Δi en la determinación de la posición de la imagen. Para Δo considere la apreciación de la regla y los errores de paralaje y/o definición en la lámpara.
3. Repita este procedimiento para por lo menos 10 posiciones distintas.
4. Calcule los $1/i$ y $1/o$ y sus respectivos errores hasta completar la tabla.
5. Grafique con una escala adecuada $1/o$ vs. $1/i$. De la gráfica usted obtendrá que la ordenada al origen es $1/f$, y la pendiente debe ser -1 . Trace la recta y obtenga estos valores mediante el método gráfico.
6. Elija un punto de la recta para usar los valores de i y de o representativos para calcular el aumento lateral de la lente con su error.

Tabla de valores

o	i	$1/o$	$1/i$	Δo	Δi	$\Delta(1/o)$	$\Delta(1/i)$

**PE32. EET N° 1 Coronel Manuel Álvarez Prado
San Pedro, Jujuy.**

Materiales a utilizar

Instrumento de Medición	Material a Medir
Cinta métrica	Cartulina formato A1
Regla milimetrada	Hoja de folio
Calibre	Naipe

Procedimiento para la medición con la cinta métrica:

- Con la cinta métrica mida cinco veces la longitud de la cartulina.
- Copie una tabla similar a la que se presenta y anote las medidas en la segunda columna.
- Determine la media de las medidas realizadas y anótela en la última fila.

Medida	Longitud	Error
1		
2		
3		
4		
5		
Media		

- Con el valor real de la medición, determine el valor absoluto y anótelo en la tercera columna.
- Realice los mismos procedimientos para efectuar la medición de una longitud de folio con la regla milimetrada.
- Realice los mismos procedimientos para efectuar la medición de una longitud de un naipe con un calibre.
- Luego de todos los ensayos, responda las siguientes cuestiones justificando su respuesta

a) ¿Cuál es la longitud real de cada material a medir?

Cartulina	Folio	Naipe

b) ¿Cuánto vale el error absoluto cometido al medir cada uno de los materiales?

Cartulina	Folio	Naipe

c) ¿Cuánto vale el error relativo cometido al medir cada uno de los materiales?

Cartulina	Folio	Naipe

d) ¿Qué instrumento es más cómodo y rápido de usar para medir?

¿Cuál instrumento comete mayor error absoluto? ¿por qué?

**PE33. Colegio Santísimo Rosario
Monteros, Tucumán.**

Objetivo

Determinar la constante de elasticidad de un resorte, por “dos métodos” diferentes.

Para ello se le proveen los siguientes elementos:

- Un soporte universal.
- Un resorte.
- Una regla.
- Un cronómetro
- Tuercas de masas conocidas. Las pequeñas de $m=(4,6 \mp 0,1)\text{g}$ y las grandes de $m=(24,5 \pm 0,2)\text{g}$.

Método N°1: Aplicando la Ley de Hooke

Nota: Un resorte es un cuerpo que tiene propiedades elásticas, que se puede comprimir y elongar, dentro de ciertos límites, para evitar la fatiga del material. Cuando se cuelgan cuerpos de peso conocido, para que hagan fuerza (F), este se estira y con una regla se van midiendo las distintas elongaciones (Δx), se observará que siguen una determinada relación. Esto se debe a que los resortes cumplen una ley física, conocida como Ley de Hooke que dice: “la elongación es directamente proporcional a la fuerza aplicada”; su expresión es:

$$F = K \cdot \Delta x$$

Donde: F = fuerza aplicada

K = constante de elasticidad

Δx = elongación

Para comprobarlo se te proveen distintos cuerpos (tuercas) y debes realizar las mediciones según el orden que se indica a continuación:

- Colgar del resorte una tuerca y medir la elongación, anotando los valores en la tabla : peso vs elongación.
- Para el cálculo del peso de cada tuerca es suficiente utilizar $g = (979 \pm 1) \text{ cm/s}^2$.
- Repite a continuación para dos tuercas, luego tres, cuatro, cinco y si crees necesario repetir con más cuerpos.

A medida que se realiza la experiencia, es necesario anotar los valores en una tabla. Valores de la elongación (en cm o mm) y fuerza (si bien tienes el peso de las tuercas, esta es una fuerza que estira el resorte).

Por último, debes realizar la siguiente actividad:

- a) Representar gráficamente la fuerza en función de la elongación, o sea: $F = K \cdot \Delta x$.
- b) A partir de la gráfica dibujada, determina la constante del resorte.

Método N°2: Aplicando M.A.S.

Nota: un tipo especial de movimiento ocurre cuando una fuerza es proporcional al desplazamiento a partir de su posición de equilibrio. Si esta fuerza actúa siempre orientada hacia dicha posición de equilibrio, el cuerpo produce un movimiento repetitivo hacia arriba y abajo (en esta experiencia). Este tipo de movimiento se conoce como “periódico”.

En el caso del resorte provisto, si se cuelga un peso, este adquiere una posición de equilibrio. Al sacarla de esa posición, dándole una cierta “amplitud” moderada y se suelta, produce un movimiento periódico. Si se considera que la amplitud se mantiene en un intervalo de tiempo, estamos en presencia de un Movimiento Armónico Simple (M.A.S.).

Recuerde que, en un movimiento periódico u oscilatorio, se llama **período** al tiempo que tarda en efectuar una oscilación completa. Para un sistema de una “masa unida al resorte” el período puede calcularse con:

$$T = 2\pi \left(\frac{m}{k} \right)^{1/2}$$

Donde:

T = período

m = masa ligada al resorte

k = constante de elasticidad

Despejando K, resulta (1) $K = 4\pi^2 m/T^2$

Para realizar la experiencia debes tomar las distintas masas y realizar las mediciones según el orden que se indica a continuación:

- Colgar del resorte una o más tuercas, esperar que alcance el equilibrio y luego apartarla de la posición de equilibrio, soltarla para que oscile y medir el período.
- Repite a continuación agregando una o dos tuercas más y mide el período, luego tres, cuatro, cinco, etc. Y en todos los casos medir el período. **(cuidado: si agrega demasiadas tuercas puede producir fatiga del material)**

A medida que se realiza la experiencia, es necesario anotar los valores en una tabla. Valores de la masa m y período T .

Por último, debes realizar la siguiente actividad:

- a) Representar gráficamente la masa en función del cuadrado del período.

A partir de la gráfica dibujada y teniendo en cuenta la expresión (1), determina la constante del resorte.

PE34. Escuela ORT Sede Almagro Ciudad de Buenos Aires.

Objetivo

Analizar el campo magnético generado por una bobina y un imán.

Para un imán y una bobina los campos magnéticos generados son similares bajo ciertas aproximaciones. Para analizarlos se utilizará un sensor de efecto hall. Este sensor entrega a su salida niveles de tensión proporcionales al campo magnético que está recibiendo.

Lista de materiales

- 1 bobina
- 1 imán
- 2 multímetros digitales.
- 1 fuente de tensión
- Cables cocodrilo-cocodrilo.
- Hojas de papel milimetrado.
- Sensor hall

Parte 1: Dependencia del campo magnético de una bobina con respecto a su eje central. El campo magnético para una bobina sobre su eje central puede aproximarse por la siguiente ecuación $B(z) = \frac{\mu_0 I N}{2 z^3}$, siempre y cuando la distancia z a la bobina sea mucho mayor que el radio de la bobina. I es la corriente que circula por la bobina y N , el número de vueltas de la bobina.

- a) Conectar la bobina a la fuente de tensión con un amperímetro en serie como indica la figura.
- b) Conectar el sensor hall al voltímetro.
- c) Colocar el sensor hall enfrentando al eje central de la bobina a la distancia que considere necesaria.
- d) Medir (sin sacar el sensor del eje central de la bobina), para distintas distancias del sensor a la bobina, la tensión que indica el voltímetro.
- e) Construir una tabla con los respectivos errores donde conste la tensión medida del sensor hall y la distancia del sensor a la bobina.
- f) Convertir los valores medidos de tensión en el sensor a niveles de campo magnético ($2.5 \frac{G}{mV}$).
- g) Construir un gráfico de campo magnético en función de $\frac{1}{z^3}$. Marcar las pendientes máxima mínima y media para el rango donde valga la aproximación del campo para una bobina.

- h) Obtener el valor de μ_0 y estimar su error.

Parte 2: Momento dipolar de un imán.

Para un imán sobre su eje central el campo magnético puede aproximarse por $B(z) = \frac{\mu_0 m_b}{2 z^3}$, siempre y cuando la distancia z al imán sea mucho mayor que el radio del imán.

Donde m_b es el momento dipolar del imán.

- Conectar el sensor hall al voltímetro.
- Colocar el sensor hall enfrenteado al eje central del imán a la distancia que considere necesaria.
- Medir (sin sacar el sensor del eje central del imán) para distintas distancias la tensión que indica el voltímetro.
- Construir una tabla con los respectivos errores de los valores obtenidos para la tensión y la distancia.
- Convertir los valores medidos de tensión en el sensor a niveles de campo magnético ($2.5 \frac{G}{mV}$).
- Construir gráfico de campo magnético. Marcar las pendientes máxima mínima y media, para el rango donde valga la aproximación del campo para una bobina.
- Obtener el valor del momento dipolar junto con su error.

**PE35. Colegio Pablo Apóstol
Yerba Buena, Tucumán.**

Objetivo

- Construir una balanza de agua y calibrar
- Encontrar la densidad de una mezcla

Materiales

- Un recipiente de vidrio grande
- Granos de arroz
- Vaso cilíndrico de plástico
- Papel milimetrado
- Agua y alcohol
- tuercas

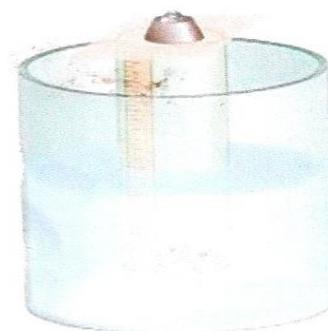
Procedimiento

En el recipiente de vidrio, se llena con una solución de agua y alcohol, colocamos el vaso con un poco de arroz para que quede flotando, encima del vaso se coloca una tapa en forma de platillo para poder poner lo que se desea pesar. Dentro del vaso el papel milimetrado que debe calibrarse. Podemos conocer el peso de un cuerpo midiendo cuanto se sumerge el vaso.

Se pide:

- Construir la balanza de agua
- Calcular la masa y peso de las tuercas. Acotar con el error correspondiente.
- Colocando distintos pesos en el platillo, se obtendrán distintas alturas de hundimiento. Construir una tabla de valores.
- Graficar peso en función de la altura sumergida.
- Encuentre la ecuación de dicha recta. Explique el significado físico de la pendiente de la recta y la ordenada al origen de la misma.
- Encuentre la expresión que permita calcular el peso del cuerpo en función de la altura que se hunde, usando los conceptos de peso y Empuje
- Encontrar la densidad de la mezcla, su error y acotar

Redacte un informe y sus conclusiones.



PE36. Colegio Del Sol
San Miguel, Tucumán.

Objetivo

- Construir un manómetro.
- Encontrar la densidad de una mezcla

Materiales

- Manguera cristal
- Recipiente cilíndrico transparente
- Papel milimetrado
- regla
- agua
- alcohol

Procedimiento

- a) Construir un tubo en forma de U con la manguera, previamente agregarle una columna de agua y pegarlo en la pared apoyando en papel milimetrado
- b) Colocar en el recipiente cilíndrico una mezcla de agua y alcohol, graduarlo con una tirilla de papel milimetrado para medir profundidades. Donde se encuentre la superficie del líquido indicar el 0.
- c) Introducir el manómetro a distintas profundidades y marcar las diferencias de alturas en los tramos del manómetro.
- d) Construir una tabla de valores.
- e) Graficar $\Delta P = f(h)$
- f) Encuentre la ecuación de dicha recta. Explique el significado físico de la pendiente de la recta y la ordenada al origen.
- g) Encontrar la densidad de la mezcla, su error y acotar.
- h) Redacte un informe y sus conclusiones.

PE37. Escuela Philips
Ciudad de Buenos Aires.

Objetivo

Determinación de coeficientes de fricción metal-madera

Introducción

Es un hecho experimental que un par de superficies de dos materiales dados pueden interactuar en diferentes tipos de condiciones mecánicas en cuanto al movimiento relativo se refiere. Nos interesa aquí analizar **tres casos**:

- 1) Reposo relativo con tendencia al deslizamiento
- 2) Deslizamiento
- 3) Rodadura sin deslizamiento.

En cada uno de los casos bajo análisis es sabido que la interacción entre las superficies implica fricción o rozamiento y para cada uno de los casos, el par de superficies que interactúan presenta un tipo de fricción y por lo tanto un coeficiente de fricción particular. Llamaremos a estos tipos de fricción de la siguiente manera e identificaremos con los símbolos mostrados a continuación los respectivos coeficientes de fricción:

- 1) Fricción estática - μ_S
- 2) Fricción dinámica - μ_K
- 3) Fricción de rodadura - μ_R

Materiales

- Cilindro metálico macizo (aluminio o acero)
- Tabla de madera

- Cinta métrica
- Cronómetro
- Cinta adhesiva
- Balanza electrónica

Se pide

- Describa un método para determinar el coeficiente de fricción metal-madera en cada caso propuesto
- Realice un esquema del dispositivo asociado al método diseñado para cada caso propuesto
- Determine las magnitudes que se necesitan medir y obtenga los valores correspondientes
- Para cada caso propuesto confeccione un gráfico apropiado que le permita obtener el valor de μ
- Realice los análisis de incertidumbres correspondientes

PE38. Instituto Tecnológico del Comahue - EPET N° 14 - San Agustín School Ciudad de Neuquén.

Determinación experimental de la ley de enfriamiento de Newton.

La transferencia de calor está relacionada con los cuerpos calientes y fríos, fuente y receptor, llevándose a cabo en distintos procesos, como por ejemplo, la condensación, la vaporización la cristalización, reacciones químicas, etc. Es muy importante en los procesos ya que es un tipo de energía que se encuentra en tránsito, debido a una diferencia de temperatura llamada gradiente.

Utilizando un horno a carbón de una pequeña cocina, Newton realizó el siguiente experimento: calentó al rojo un bloque de hierro, al retirarlo del fuego lo colocó en un lugar frío y observó cómo se enfriaba el bloque de metal. Experimentalmente se puede demostrar y bajo ciertas condiciones obtener una buena aproximación a la temperatura de una sustancia usando la Ley de Enfriamiento de Newton. Esta puede enunciarse de la siguiente manera: **La temperatura de un cuerpo cambia a una velocidad que es proporcional a la diferencia de las temperaturas entre el medio externo y el cuerpo.** Suponiendo que la constante de proporcionalidad es la misma ya sea que la temperatura aumente o disminuya, entonces la ecuación diferencial de la ley de enfriamiento es:

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = -k(T - T_{amb})$$

T es la temperatura instantánea del cuerpo cuando está caliente, K es una constante que define el ritmo de enfriamiento y la T_{AMB} es la temperatura ambiente que alcanza el cuerpo luego de un determinado tiempo.

Esta expresión no es muy precisa y se considera tan solo una aproximación válida para pequeñas diferencias entre T y T_{AMB} . Del desarrollo de la ecuación diferencial anteriormente mencionada, surge una expresión que sirve para demostrar que el enfriamiento de un cuerpo sigue aproximadamente una ley de decaimiento exponencial.

$$T = T_{AMB} + Ce^{-k.t}$$

Materiales

- Un termómetro
- calorímetro
- cronómetro
- agua caliente 300 ml

Procedimiento

- 1) Mide la temperatura ambiente registrando el valor obtenido
- 2) Llena con agua caliente el calorímetro, registrando la Temperatura inicial del agua.
- 3) Comienza a registrar medidas de temperaturas en intervalos de tiempo de 2 min o 5 min (o según tu criterio), hasta que el agua alcance la Temperatura ambiente. Ten en cuenta que mientras más medidas tengas mejor es para el resultado de la experiencia

Consignas:

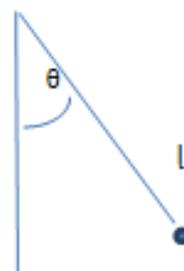
- a) Construye una tabla donde se registre la temperatura ambiente, la temperatura que se registró en cada intervalo de tiempo. Expresar cada medición (temperatura y tiempo) con el resultado de la misma, teniendo en cuenta las incertezas producidas.
- b) Determine el valor de la constante de proporcionalidad K , indicando la incerteza de la medición.
- c) Realiza en la siguiente hoja milimetrada un gráfico que muestre la curva que se produce al comprobar la ley de enfriamiento de Newton.

PE39. Escuela Técnica Alfredo Carlos Passera Mocoretá, Corrientes.

Medición del periodo de un péndulo.

El péndulo es una maquina sencilla que permite medir frecuencias e intervalos de tiempo con mucha precisión. El periodo de un péndulo situado en un campo gravitatorio queda detenido por una relación sencilla entre la longitud del hilo y la aceleración de la gravedad. La ecuación que permite calcular el periodo es:

$$T=2\pi\sqrt{l/g}$$



Experimento

Armar el péndulo suspendido la lenteja atada al hilo, del extremo superior del soporte. Una vez que la lenteja alcanzo la posición de equilibrio (se detuvo), desplazarla un cierto ángulo y dejarla oscilar libremente. Cronometrar el tiempo que tarda en completar 1 periodo completo. Repetir esa medida 20. Luego cronometrar cuanto tiempo transcurre al completar 5, 10, 15 y 20 periodos. Registrar los valores en una tabla.

Repetir el experimento variando la longitud del péndulo, la masa del péndulo y el ángulo de apartamiento del equilibrio.

Calcular el valor de T , a partir de la ecuación realizar la propagación de errores.

- ¿Cómo se modifica el valor de T al variar l ?
- ¿Cómo se modifica el valor de T al variar m ?
- ¿Cómo se modifica el valor de T al variar θ ?

PE40. Instituto Politécnico Superior General San Martín Rosario, Santa Fe.

Para caídas... use un filtro.

Cuando comenzamos a estudiar la rama de la mecánica, muchas veces nos enfrentamos con problemas donde hay un objeto cayendo o pateamos una pelota, pero siempre considerando que no hay rozamiento con el aire. A pesar de que más adelante aprendemos cómo expresar el rozamiento entre dos superficies, el rozamiento con el aire continúa siendo despreciado, generalmente debido a las dificultades que acarrea. El modelo más sencillo que uno puede utilizar es conocido como "rozamiento de Stokes" y

consiste en considerar una esfera moviéndose en un fluido de dimensiones infinitas en régimen laminar (poco probable, ¿no?), en tal caso la fuerza de roce se expresa como:

$$F = 6\pi R\eta v$$

donde R es el radio de la esfera, v la velocidad y η la viscosidad del fluido. En general, se encuentra que si el fluido está en un régimen laminar, la fuerza de roce resulta proporcional a la velocidad ($F \propto v$). Así, cuando el objeto está cayendo, actúan dos fuerzas en oposición:

$$\sum F_y = P - F = m a_y$$

Estos dos términos tienen una gran diferencia: mientras P es constante durante la trayectoria (si cae desde una altura no muy grande), F va aumentando junto con la velocidad. Así, eventualmente, la partícula llegará a una velocidad donde F equipare al peso, es decir, donde la aceleración será nula, y por ende su velocidad no cambiará, motivo por el cual a esta velocidad se la llama **velocidad terminal**. En el caso de la esfera, su expresión sale sencillamente de la igualdad y se obtiene que $v_{term} = \frac{m g}{6 \pi R \eta}$ e incluso se puede calcular la ecuación para la velocidad en función del tiempo:

$$v(t) = \frac{m g}{6 \pi R \eta} \left(1 - e^{-\frac{6 \pi R \eta}{m} t} \right)$$

Según esta ecuación, el tiempo que demora el objeto en alcanzar la velocidad límite depende del exponente $\frac{6 \pi R \eta}{m}$.

En muchas situaciones las altas velocidades de movimiento, o las geometrías complejas, hacen que el régimen del fluido no sea laminar, sino turbulento. Así, por ejemplo en la industria automotriz, y de forma más importante en la aeronáutica, se identifica a los objetos por su Coeficiente Aerodinámico (C_x) que participa de la fuerza de la siguiente manera:

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

Tomando el caso de la esfera en un fluido, C_x vale 0,47. En estas situaciones, encontrar la ecuación para la velocidad no resulta tan sencillo, **pero el concepto de velocidad terminal sigue siendo igualmente aplicable**, con el agregado de que ahora la fuerza de roce tiene otra dependencia con la velocidad.

Con todo esto en cuenta, se propone estudiar la caída de unos filtros de café cuya forma es bastante curiosa. Como no conocemos el modelo más adecuado, una forma de enfrentar el problema es considerar que la fuerza de rozamiento será $F = a \cdot v^b$. Aprovechando las propiedades del logaritmo, se puede probar que $\ln(F) = \ln(a) + b \ln(v)$ quedando entonces una ecuación lineal de logaritmos.

Desarrollo del Experimento

Materiales

- Filtros de café de papel apilables
- Bolitas de papel y cinta adhesiva
- Cinta métrica
- Cronómetro
- Balanza electrónica

Procedimiento

1. Diseñe y monte un experimento que le permita realizar mediciones del tiempo de caída de los filtros para distintas masas desde una misma altura.
2. Realice las mediciones de los tiempos de caída y tabule los datos obtenidos.
3. Realice una tabla con $\ln(P)$ en función de $\ln(v)$.
4. Grafique $\ln(P)$ en función de $\ln(v)$.
5. A partir de la gráfica, realice un ajuste de los datos.
6. Calcule el valor de b .
7. Describa los cuidados que tuvo y las aproximaciones realizadas durante el experimento. Mencione cómo podría mejorarse el experimento.

Sugerencias para el montaje experimental

Los filtros tienen forma de canasta, con su superficie inferior plana. Esta superficie plana es la que debe mirar hacia abajo al caer. Soltándolos al revés, estos se darán vuelta, y no valdrá el modelo aquí expuesto.

La masa de los filtros se puede modificar de tres maneras: apilándolos, depositando bolitas de papel en su interior o ambas al mismo tiempo.

Datos útiles

Propiedades de la función logaritmo natural (\ln):

$$\begin{aligned}\ln(xy) &= \ln(x) + \ln(y) \\ \ln(x^y) &= y \ln(x)\end{aligned}$$

La incerteza asociada a la función logaritmo natural (\ln) es:

$$\Delta(\ln(a)) = \frac{\Delta a}{a}$$

PE41. Escuela Nueva Juan Mantovani Argüello, Córdoba.

Objetivo

Determinación experimental de la eficiencia energética ideal de un panel fotovoltaico.

Materiales

- Un panel solar
- Multímetro digital
- Lámpara y portalámpara
- Cinta métrica

Introducción

La celda fotovoltaica consiste en la unión de un par de materiales semiconductores que se disponen de modo tal que pueda incidir la mayor cantidad de luz posible sobre la superficie de esa unión. Cuando llega un fotón con suficiente energía, este puede ser capaz de transferirle parte de su energía a un electrón y arrancarlo de su órbita, el cual contribuye de este modo a la corriente generada por la celda. No todos los fotones producen electrones por el mecanismo mencionado. Algunos simplemente son absorbidos y su energía se transforma en calor.

En esta práctica se utilizará como fuente de energía lumínica una lámpara incandescente comercial de potencia conocida PL [W], colocada a diferentes distancias d [m] de la celda para obtener diferentes potencias incidentes en la misma. Para esto suponga que la energía de la lámpara se emite por igual en todas las direcciones del espacio y recuerde que la intensidad de la energía lumínica IL [W/m²] disminuye con el cuadrado de la distancia:

$$I_L = \frac{P_L}{4 \pi d^2} \quad (1)$$

Eficiencia energética ideal (η): Se define como el cociente entre la potencia máxima que idealmente produciría la celda y la potencia lumínica incidente en el área total de la celda A_c .

La potencia máxima ideal es el producto del voltaje máximo que puede generar la celda por la corriente máxima. El voltaje máximo es el voltaje medido en circuito abierto (V_{ca}), es decir con el voltímetro conectado directamente a la celda. La corriente máxima es la corriente medida en cortocircuito (I_{cc}), esto es con el amperímetro conectado directamente a la celda:

$$\eta = \frac{V_{ca} I_{cc}}{I_L A_c} \quad (2)$$

Procedimiento y Actividades

- Utilizando las expresiones (1) y (2), obtenga una relación lineal entre el producto ($V_{ca} \cdot I_{cc}$) y ($1/d^2$). Sea claro en indicar cuál es la variable dependiente y cuál la independiente.
- Considere el origen de la fuente luminosa como el centro de la lámpara y utilice una escala del multímetro de modo de tener mayor precisión. Mida con el multímetro los voltajes V_{ca} [V] y corrientes I_{cc} [A] correspondientes a cada distancia d [m]. Obtenga una cantidad suficiente para hacer un buen ajuste. (Se recomiendan unos 15 pares). Construya una tabla con todos los valores medidos y su correspondiente error.
- Grafique los datos experimentales verificando el comportamiento lineal de las variables obtenidas en el punto a).
- A partir del gráfico determine el valor de la pendiente con su correspondiente incerteza. Especifique qué procedimiento, estrategia o método usó. (pares de puntos extremos, regresión lineal, estimación visual, etc).
- Determine el valor de la eficiencia energética ideal η con su correspondiente incerteza.

Ayuda: Si $A=X^2$ entonces $\Delta A=2 X \Delta X$

PE42. Instituto Educativo Dailan Pilar, Buenos Aires.

Tarea

Estudiar la caída libre de una pelota para obtener una medición experimental de la aceleración de gravedad.

Materiales

- Pelota de juguete.
- Calibre
- Cámara digital de 8mpx
- Computadora con el programa de reproducción de video VirtualDub (pueden observarse las filmaciones por fotogramas)
- Tabla de machimbre de 1,8 mts y marcadores para hacer indicaciones en ella.

Procedimiento

Con los materiales disponibles, idear montaje y secuencia de pasos que permita alcanzar el objetivo de la tarea.

Realizar diversas mediciones. Obtener el valor medio y la desviación estándar. Incluir el error experimental relativo.

Proponer modificaciones en las condiciones de la experiencia, con el objetivo de disminuir el error.

PE43. Colegio Nacional de Buenos Aires Ciudad de Buenos Aires.

Objetivo

-Comprobar la expresión matemática del momento de inercia de una esfera maciza

Breve descripción

La tendencia de un objeto a permanecer en su estado de movimiento se denomina **inercia**. Cuando un objeto se mueve puede **trasladarse** o **girar** o **rototrasladar**, que es la combinación de ambos. Se habla entonces de inercia a la traslación e inercia a la rotación.

En el movimiento de traslación, la inercia depende únicamente de la masa del objeto. Cuanto mayor sea la masa mayor es la inercia.

Para el caso de la rotación, cuanto más alejada está la masa del objeto del eje de giro, mayor es la inercia. El momento de inercia I puede pensarse como la resistencia al cambio en un movimiento de rotación

El **momento de inercia, I** , se define de tal manera que combina ambos efectos, tiene que ver con la masa y la distancia perpendicular de la misma al eje de giro.

Teniendo en cuenta lo anterior, la energía cinética de un cuerpo rígido de masa m y momento de inercia I que se traslada con velocidad v y además gira con velocidad angular ω está dada por la ecuación:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 \quad \text{Ecuación 1}$$

El momento de Inercia I depende de la forma y masa del cuerpo. Para un cuerpo con simetría axial (esfera, cilindro, etc) capaz de rodar, el momento de inercia alrededor de un eje que pasa por su baricentro está dado por la expresión

$$I = \beta.m.R^2 \quad \text{Ecuación 2}$$

donde β representa un coeficiente distinto para cada cuerpo, por ejemplo, para el cilindro vale $\frac{1}{2}$, mientras que para una esfera hueca es $\frac{2}{3}$.

Si el cuerpo gira sin resbalar, v y ω se relacionan a través de la expresión:

$$\omega = v/R \quad \text{Ecuación 3}$$

Luego combinando las ecuaciones 1, 2 y 3

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}\beta mv^2$$

Que puede reescribirse como

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2(1 + \beta) \quad \text{Ecuación 4}$$

Montaje experimental

Elementos

- Pista de aluminio
- Cinta Métrica

- Papel carbónico
- Papel blanco
- Soporte universal
- Agarraderas
- Esferas de acero de distinto radio y masa

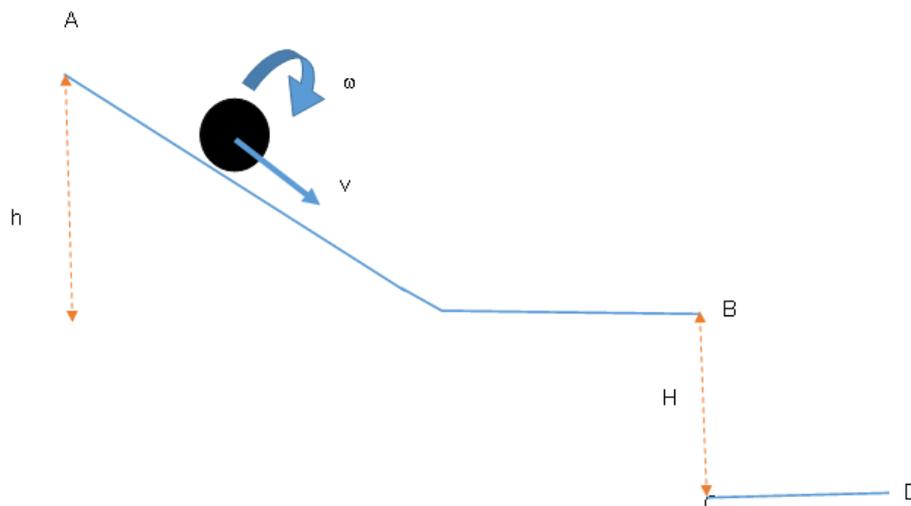
Desarrollo del experimento

Consignas

a) Un cuerpo de simetría axial de masa m y radio R es soltado en A (Figura 2) rueda sin deslizar por el tramo AB. Luego cae en el punto B hasta impactar en el tramo CD horizontal recorriendo una distancia d .

Obtener

- una expresión para la rapidez en el punto B en función de h , g y β . Tener en cuenta que en el tramo AB no hay trabajo del rozamiento debido a que el cuerpo rueda sin deslizar.
 - una expresión para el tiempo que tarda en caer la distancia H
 - una expresión para la distancia d teniendo en cuenta que BC es perpendicular a CD
 - una expresión para β en función de H , h y d únicamente
- b) Armar el dispositivo experimental de las figuras 1 y 2. Colocar el papel carbónico algún lugar del tramo CD y debajo del mismo, el papel blanco



- Dejar caer cada una de las esferas provistas de modo que impacten sobre el papel carbónico y registrar los valores de d , h y H
- Con los datos obtenidos, completar la siguiente tabla

Medición nro	D (cm)	εd (cm)	h (cm)	εh (cm)	H (cm)	εH (cm)

Tabla 1 – Datos obtenidos

e) Obtener β con su error (ver Anexo)

Anexo

Incerteza de $f(x, y, z) = \frac{4x \cdot y}{z^2} - 1$

$$\varepsilon f = \frac{4y}{z^2} \cdot \varepsilon x + \frac{4x}{z^2} \cdot \varepsilon y + \frac{8xy}{z^3} \varepsilon z$$

PE44. Escuela Nacional Ernesto Sábato - Instituto Sagrada Familia Tandil, Buenos Aires.

Objetivo

Desarrollar habilidades en la construcción y análisis de gráficos experimentales y lograr proponer modelos físicos para la evolución del fenómeno estudiado.

Breve descripción

Si un tanque tiene una pequeña pérdida en la parte inferior. Se desea analizar de qué manera se va vaciando:

- En forma pareja, a ritmo constante.
- Rápidamente al principio y más lento al final.
- Más lento al principio y rápidamente al final.
- ¿Depende de cuánto líquido haya al principio?
- ¿Depende de qué altura de líquido haya al principio?



Elementos que pueden resultar de utilidad

- Botella cilíndrica.
- Regla de papel o papel milimetrado.
- Cronómetro.
- Lápiz y papel

Consigna

Pegar la regla de papel en la botella. Realizar un pequeño orificio (aproximadamente entre 1,5 y 2 mm de diámetro) en la parte inferior. Llenar la botella con agua y se destapa el orificio. Cuando el nivel de agua pasa por el cero de la escala, se comienza con la toma de tiempos.

- a) Cronometrar el tiempo transcurrido para los diferentes niveles de líquido y registrarlos en una tabla.
- b) Representar los datos en un gráfico cartesiano de nivel de agua versus tiempo.
- c) Intente ajustar los puntos con una función lineal. ¿Cómo resulta?
- d) Pruebe ajustar los puntos con una función cuadrática. ¿Cómo resulta?

- e) ¿Qué conclusiones puede inferir de los resultados anteriores?
 f) ¿A qué tipo de modelo físico podría asociar el comportamiento?

**PE45. Escuela Superior de Comercio Carlos Pellegrini
 Ciudad de Buenos Aires.**

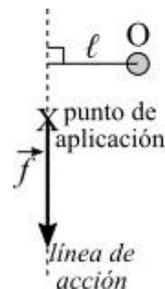
El equilibrio estático de una percha.

Introducción

Para que un cuerpo puntual permanezca en reposo, es necesario que la suma de las fuerzas sobre él sea nula.

Cuando el cuerpo es extenso, esta condición no es suficiente: es necesario, además, que las fuerzas estén aplicadas de forma tal que entre ellas no tiendan a hacer rotar el cuerpo.

El llamado **momento de una fuerza** (respecto de un punto O) es una magnitud que mide con qué intensidad una determinada fuerza tiende a hacer rotar un cuerpo (respecto del punto O). Depende no sólo de la intensidad (módulo) de la fuerza sino también de su punto de aplicación. En el plano se define por



$$M = \pm |\vec{f}| l,$$

donde l es una distancia llamada **brazo de palanca** —la distancia entre O y la *línea de acción* de \vec{f} , como se muestra en la figura. El signo de esta cantidad depende según que \vec{f} tienda a generar una rotación en sentido horario u antihorario.

La **condición de equilibrio estático** para un cuerpo rígido consiste en que tanto la suma de las fuerzas como la suma de sus momentos (respecto de algún punto O) sea nula.

El objetivo de este experimento es estudiar la relación entre el equilibrio de una percha y las fuerzas que se le aplican y sus puntos de aplicación.

Materiales

- Percha
- Hilo
- Vasos descartables
- Balanza
- Cinta adhesiva y tijeras
- Probetas graduadas
- Soportes, barras y nueces
- Papel milimetrado
- Transportador

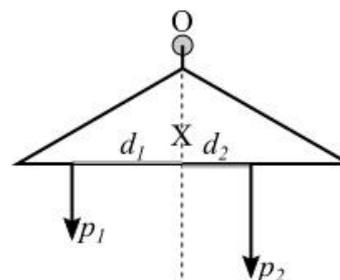
Comentarios generales

- 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 incertezas.
- 4) Al hacer cálculos, use un número razonable de cifras significativas.
- 5) Aclare cualquier cambio o desvío respecto de las instrucciones, junto con una breve explicación de su motivo.
- 6) Trate de ser prolijo.

Experimento 1: percha en equilibrio horizontal

En la figura de la derecha se esquematiza una percha colgada de un punto O, de cuyos lados se han colgado pesos p_1 y p_2 . Si la percha se encuentra horizontal, entonces la condición de equilibrio se puede escribir

$$p_1 d_1 = p_2 d_2.$$



- 1) Tome una percha y dos vasos. Marque el punto medio de la base de la percha de alguna forma conveniente.
- 2) Mediante el hilo, ate un vaso uno de los lados de la percha, más o menos a cuarto de camino, y llénelo con no más de 50 ml de agua. Este vaso quedará fijo por el resto del experimento.
- 3) Determine los valores de p_1 y d_1 , con sus incertezas.
- 4) Tome el segundo vaso y cuélguelo del extremo opuesto de la percha. (Este vaso *no* quedará fijo por el resto de la experiencia).
- 5) Con la percha colgada, agregue agua hasta que quede en posición horizontal. ¿Cómo se asegura de esto?
- 6) Mida los valores de p_2 y d_2 , con sus incertezas.
- 7) Repita los pasos 4-6, acercando cada vez el punto de suspensión del segundo vaso. No se conforme con menos de 10 mediciones.
- 8) Para cada medición hecha, calcule el valor de $1/d_2$ con su incerteza.
- 9) Grafique p_2 en función de $1/d_2$.
- 10) A partir del análisis del gráfico, determine el momento de la fuerza ejercida por el vaso 1, con su incerteza. Compárelo con el valor que se pueda obtener por otro camino.

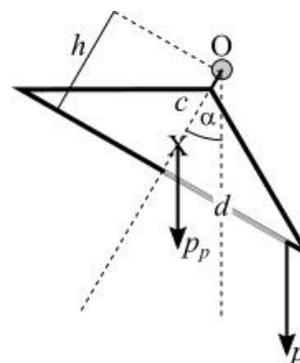
Experimento 2: percha inclinada

En el caso en que se cuelgue sólo un peso de un lado de la percha, la percha de todas maneras *alcanzará* el equilibrio... pero no en posición horizontal.

La percha se inclinará de manera que su propio peso, aplicado en el centro de masa (marcado con X en la figura), realice un momento que compense al del peso colgado.

Aplicando trigonometría es posible demostrar que el ángulo de inclinación α viene dado por la siguiente expresión:

$$d = \left(\frac{p_p}{p} c + h \right) \operatorname{tg} \alpha,$$



donde d es la distancia al centro de la base del punto donde se suspende el peso p , p_p es el peso de la percha, h es la altura de la percha y c es la distancia entre O y el centro de masa.

- 1) Mida el valor de p_p con su incerteza.
- 2) Tome un vaso, agréguele agua de forma que su peso p sea similar a p_p y mida p .
- 3) Determine el valor de h , la altura de la percha.
- 4) Cuelgue el vaso a una distancia d del centro de la percha.
- 5) Determine los valores de d y de α (ángulo de inclinación de la percha) con sus incertezas.
- 6) Repita los pasos 3-4 variando la distancia d . No se conforme con menos de 10 mediciones.
- 7) Para cada medición hecha, calcule el valor de $\operatorname{tg} \alpha$ con su incerteza.
- 8) Grafique d en función de $\operatorname{tg} \alpha$.
- 9) ¿Qué característica espera que tenga el gráfico? ¿Cómo se relaciona con las demás variables del problema?

- 10) A partir del análisis del gráfico, determine el valor de c , lo cual le permitirá saber dónde está el centro de masa de la percha.

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 incertezas
- Justificación de las incertezas
- Gráficos (cada uno en una hoja milimetrada)
- Cálculos
- Resultados obtenidos
- Comentarios finales
- Conclusiones
- Y cualquier información que considere relevante

Apéndice: propagación de incertezas

error relativo de $1/x =$ error relativo de x

$$\varepsilon(\operatorname{tg} \alpha) = \frac{\pi}{180} \frac{\varepsilon(\alpha)}{\cos^2 \alpha}$$

PE46. Colegio Nacional Nicolás Avellaneda Aguilares, Tucumán.

Se desea obtener:

- a) **la masa de cuerpos**, que serán necesarios para determinar
- b) **el módulo de Young E y la tensión de corte T_c de una cuerda**

Para ello se le proveen los siguientes elementos:

- Una madera de densidad y sección uniforme de masa conocida.
- Un soporte "pívor".
- Tres cuerpos de hierro.
- Tres soportes universales.
- Cuerda.
- Tornillo Palmer
- Una ruleta graduada de 1m de alcance.
- Un transportador
- Hilo de coser color rojo.

a) Determinar la MASA DE CUERPOS.

Método Sugerido

Se le sugiere apoyar la madera de sección y densidad uniforme (masa conocida) en el soporte pivot y calcule la de los cuerpos con el principio de palanca.

2-a) Determinar el MODULO DE YOUNG E .

La Elasticidad es la propiedad que tienen los cuerpos en virtud de la cual tienden a recuperar su forma o tamaño primitivo después de una deformación, al cesar las fuerzas aplicadas.

Esfuerzo longitudinal: es la medida de la fuerza aplicada (Tensión de la cuerda) por unidad de superficie, que produce a tiende a producir una deformación en los cuerpos.

$$\text{Esfuerzo} = F/A \quad (\text{Esfuerzo} = T/A)$$

Deformación unitaria es la deformación por unidad de longitud, o sea un coeficiente adimensional puesto que relaciona 2 longitudes:

$$\text{Def.unit.longitudinal} = \Delta L/L$$

Módulo de Young E (Elasticidad longitudinal): Si se aplica una fuerza de tracción T sobre una cuerda o alambre, en la dirección del mismo, (de sección A) experimenta un alargamiento ΔL . En estas condiciones, se define el módulo de Young, por:

$$E = \frac{\text{Esfuerzo}}{\text{Def.unit.longit.}} = \frac{T/A}{\Delta L/L} = \frac{T.L.}{A.\Delta L} \quad (1)$$

$$\text{Def.unit.longit.} = \frac{\Delta L}{L} \quad A.\Delta L$$

la tensión de la cuerda será

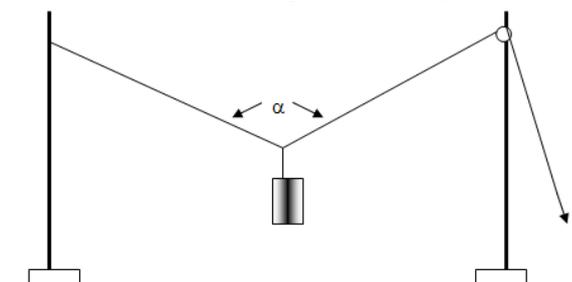
$$T = 0,5 m.g. (\cos \alpha / 2)^1 \quad (2)$$

Método Sugerido

Colocar el hilo en la forma indicada en la figura, ubicando en el "centro" el cuerpo de menor masa, fíjelo de un extremo y el otro móvil deberá fijarlo transitoriamente para distintos ángulos.

Una vez armado el dispositivo experimental, en un tramo de la cuerda –que quedará recto luego de colocarse el cuerpo- coloque marcas utilizando el hilo de coser rojo, lo más separados entre sí, con lo cual procederá a:

- Medir la longitud L entre las marcas, sin colgar ningún cuerpo (tensar suavemente para determinar L)
- Determine el diámetro del hilo y calcule A. (utilice el tornillo Palmer)
- Coloque el cuerpo de menor masa y comience a variar el ángulo.
- Tabular el ángulo, el cálculo de la tensión y ΔL .
- Hacer sucesivas mediciones de lo indicado en el punto anterior, variando el ángulo hasta lograr el corte del hilo.
- Procese las mediciones teniendo en cuenta las expresiones (1) y (2). También grafique T en función de ΔL , salvo mejor criterio que manifieste.



2-b) Determinar la Tensión de Corte Tc

Para esta determinación además de la medición, observación y cálculo, grafique T en función de α para afianzar el resultado obtenido.

La idea es que obtenga el valor el módulo de Young E y la tensión de corte Tc, con un solo cuerpo (debe hacer mediciones hasta lograr el corte); luego reponer el hilo y trabajar con otro cuerpo y finalmente lo repita con un tercero. Por último, procesar los valores obtenidos, para obtener un buen valor.

Para tener en cuenta:

- Se sugiere utilizar luego el valor de $g = (9,79 \pm 0,01)m.s^{-2}$
- Consigne los resultados en unidades del sistema MKS.
- Tenga en cuenta que en todos los casos deben expresarse los errores de medición

El informe respectivo (breve pero claro) indique las dificultades encontradas, supuestos realizados.

**PE47. Instituto Industrial Luis A. Huergo
Ciudad de Buenos Aires.**

Objetivos

- Determinar la relación entre la fuerza aplicada (P) y la carga (Q) colocada en una polea móvil.
- Determinar la relación entre la constante de proporcionalidad P/Q y el número de poleas móviles, para un aparejo factorial.
- Utilizar la relación encontrada para Calcular el peso de un objeto.

Materiales

- 2 Poleas simples
- 2 juegos de poleas fijas sobre una misma montura
- Soga
- Soportes universales
- Dinamómetros
- Juego de pesas
- Cilindro de metal

Procedimiento

Realizar el armado de un sistema formado por una polea móvil acoplada a una polea fija, según el siguiente esquema. En el armado de este dispositivo se debe tener cuidado de que las sogas a los lados de la polea móvil queden paralelos.



Una vez armado el dispositivo, colgar distintas masas de peso conocido (Q) de la polea móvil y medir, la fuerza necesaria para sostener al cuerpo en equilibrio (P). Armar una tabla de valores (con su incerteza correspondiente). Realizar un gráfico de P en función de Q y a partir de él obtener la relación P/Q para este sistema. Expresar la relación general que vincula la fuerza aplicada y la carga (Q) para un sistema formado por una polea móvil.

A continuación se arma el siguiente sistema, llamado aparejo factorial. Este sistema consta de tres poleas fijas y tres poleas móviles.



Realizar el mismo procedimiento que para la polea móvil y, a partir del gráfico, obtener la relación P/Q para este sistema.

Ahora realizar lo mismo, pero utilizando sólo dos poleas fijas y dos poleas móviles.

Comparar los resultados obtenidos para ambos aparejos y encontrar la relación entre la constante de proporcionalidad hallada y el número de poleas móviles del aparejo factorial.

Expresar la relación general que vincula la fuerza aplicada (P) y la carga (Q) para un aparejo factorial.

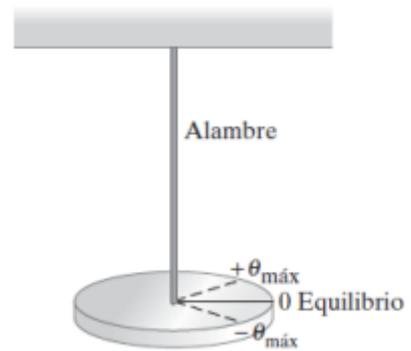
Por último colocar en el aparejo una carga de peso desconocido y, a partir de medir la fuerza aplicada, obtener el peso de dicho cuerpo.

**PE48. Instituto Lasalle
Florida, Buenos Aires.**

Objetivos

Consideremos un alambre delgado suspendido verticalmente con su extremo superior fijo y de cuyo extremo inferior cuelga un cuerpo de momento de inercia I sobre el que se aplica un esfuerzo de torsión en el extremo inferior, provocando una deformación de torsión o cizalladura (ver figura). El alambre responde a esta deformación generando un

momento recuperador cuya intensidad es directamente proporcional al ángulo de torsión: $M = -k \theta$, (1) donde M es el momento recuperador, y θ es el ángulo de torsión (en radianes). Aquí no hay restricción de ángulo pequeño, como en el caso del péndulo, siempre que el alambre responda linealmente de acuerdo con la ley de Hooke. Puede demostrarse que la constante de torsión k , para el caso de un cilindro de radio r y longitud L , está relacionada al módulo de elasticidad transversal G por la expresión: $G = k \frac{2L}{\pi r^4}$ (2). Al suprimirse el momento externo el momento recuperador produce oscilaciones armónicas simples en torno a la posición de equilibrio, rotando inicialmente entre $+\theta_{\text{máx}}$ y $-\theta_{\text{máx}}$. A partir de (1), se obtiene la ecuación diferencial del movimiento armónico simple, a partir de la cual se encuentra la frecuencia (y en consecuencia el periodo de oscilación), la cual depende de la constante de torsión k y del momento de inercia I del alambre:



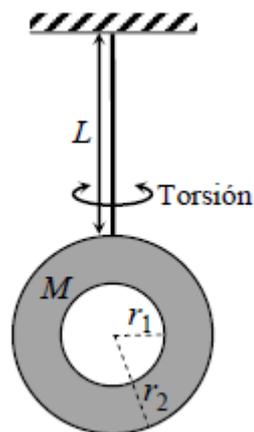
$$\tau = 2\pi \sqrt{I/k} \quad (3)$$

Propuesta

- Determinar el momento de inercia de una arandela metálica. Para ello es necesario medir su masa y su diámetro interior y exterior. La expresión para calcular el momento de inercia respecto del eje de giro propuesto es:

$$I = \frac{1}{4} M (r_{\text{int}}^2 + r_{\text{ext}}^2) \quad (4)$$

- Determinar el módulo de elasticidad transversal G del cobre haciendo oscilar un péndulo de torsión que primeramente deben armar.



Materiales

- Hilo de cobre
- Calibre
- Cinta métrica
- Arandela metálica
- Balanza

Consignas

Mida cuidadosamente el diámetro interior y exterior de la arandela metálica usando el calibre. Mida su masa empleando la balanza. Luego construya el péndulo.

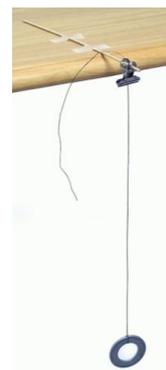
Atención: El hilo del péndulo que se va a construir tiene que quedar recto y vertical, por lo que debe tener especial cuidado en evitar que el hilo se doble.

Fije sobre la mesa el palito de madera, de forma que sobresalga unos centímetros del borde.

Con un pequeño nudo, ate la arandela en un extremo del hilo de cobre. El nudo debe quedar lo más cerca posible del borde de la arandela. Asegúrese de que, al suspender la arandela del hilo, ésta queda en un plano vertical.

Sujete el hilo con la pinza y cuelgue el péndulo, pasando el palito por los orificios de la pinza (ver figura). Ajuste la longitud de hilo, L , al valor máximo que permita la altura de la mesa, sin que la arandela toque el suelo.

Extienda el péndulo sobre el metro y mida la longitud del hilo, L .



Desarrollo del experimento

Una vez implementado el diseño experimental se pide que:

- Determine el momento de inercia pedido con su correspondiente incerteza,
- Mida el período τ de las oscilaciones del péndulo de torsión. Repita el proceso para diferentes valores de L acortando el hilo hasta obtener al menos 4 períodos correspondientes a 5 largos diferentes. Recuerde expresar sus respuestas con la incerteza correspondiente.
- Grafique T^2 en función de L empleando una hoja milimetrada y obtenga a la pendiente de dicho gráfico con su incerteza.
- Determine el módulo de elasticidad transversal G con su correspondiente error. Para ello considere como la principal fuente de esta incerteza la determinación del radio del hilo. Analice las tres fuentes de error (radio del hilo, momento de inercia y pendiente de la recta) para ver cuál de ellas es preponderante en la propagación y si puede en ese caso despreciar a las otras.

PE49. Instituto María Auxiliadora Santa Rosa, La Pampa.

El Péndulo Simple. Medida de la aceleración de la gravedad.

Objetivo

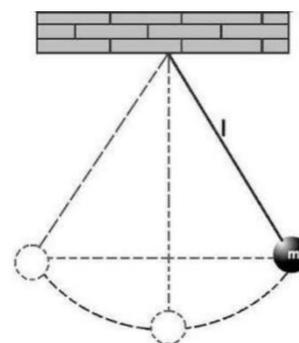
Determinar la aceleración de la gravedad mediante el estudio de un péndulo simple.

Descripción

Todo cuerpo suspendido por un punto que puede oscilar alrededor de un eje que pase por él, y que no contenga al centro de gravedad, es un péndulo. El péndulo simple (Fig.), está formado por un punto material de masa M el cual podrá oscilar suspendido de otro punto a la distancia L de él. El péndulo que se va a utilizar en la práctica va a ser una aproximación, formado por un cuerpo pesado suspendido de un punto-soporte por medio de un hilo prácticamente inextensible y de masa despreciable.

Cuando el péndulo es separado de su posición vertical de equilibrio inicia un movimiento de tipo oscilatorio cuyo

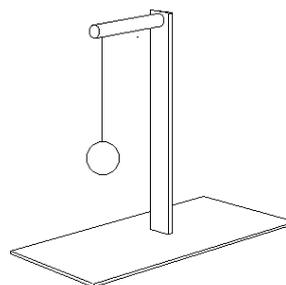
período es: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ en donde L es la longitud del péndulo y g el valor de la aceleración de la gravedad.



La fórmula teórica del período de un péndulo simple está deducida para un ángulo pequeño de separación (10 a 15 grados). Con objeto de homogeneizar las oscilaciones, se desprecian las primeras y **se empieza a contar el tiempo a partir de la quinta oscilación** (considera por lo menos 20 para estimar el período de oscilación)

Materiales

- Pie
- hilo
- tijera
- cuerpo pesado
- regla graduada
- cronómetro.



En la medida del periodo, hay que asegurarse que el movimiento del péndulo se realiza en un plano y que no efectúa movimientos elípticos. Una vez medido el periodo para una longitud cualquiera, **se repite el mismo proceso para otras longitudes distintas del péndulo**. Con todos los valores medidos de L y T así calculados se va rellenando la tabla.

L/T	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Tmedio	T ²
L1										
L2										
L3										
L4										
L5										

Siendo que $T^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g}$

Representa gráficamente T² en función de L a partir de los valores obtenidos experimentalmente.

¿Que tipo de gráfica ha quedado?

¿Qué parámetro es el que buscas para hallar el valor de g?

Entonces g=

Calcula el error absoluto cometido en la medida, y da el valor de g con su correspondiente error.

PE50. Escuelas Técnicas Raggio Ciudad de Buenos Aires.

Objetivos

El objetivo de esta práctica es determinar la conductividad específica del agua destilada y estudiar el comportamiento de la conductividad de las soluciones salinas frente a su concentración.

Introducción: Se define a la conductancia G como la inversa de la resistencia eléctrica R. Análogamente a la resistividad específica de un conductor, las soluciones sólido en líquido tienen un parámetro denominado conductividad específica K, que es directamente proporcional a la conductancia. La conductividad de una solución puede determinarse mediante la medición de la circulación de corriente eléctrica, utilizando electrodos inmersos en dicha solución. Si las líneas de campo son perpendiculares a los electrodos, la conductividad específica puede escribirse como:

$$K = G \cdot d / A$$

donde d es la distancia entre electrodos y A es el área de la superficie del electrodo.

Elementos

- Agua destilada.
- Recipiente plástico de base rectangular.
- Multímetro.
- Fuente de tensión regulable.
- Hojas milimetradas.
- Cinta adhesiva.
- Calibre.
- Sal de mesa.
- Balanza.
- Toallas de papel.
- Dos cables con fichas banana y electrodos planos en los extremos
- Palillo.

Desarrollo

Parte A

Con los elementos proporcionados arme un dispositivo experimental a través del cual pueda determinar la conductividad específica del agua destilada y hállela.

Parte B

Verifique que para soluciones salinas muy diluidas, la conductividad específica es, en un determinado rango entre los 10V y los 15V, proporcional a su concentración. Utilice concentraciones de entre $2,5 \cdot 10^{-4}$ y $14 \cdot 10^{-4}$ gramos de sal por gramo de agua.

Parte C

Confeccione un gráfico de Conductividad específica en función de la concentración.

Observaciones y sugerencias

- El hecho de que las fuentes de tensión sean de corriente continua genera un fenómeno denominado polarización de los electrodos.
- La circulación de corriente eléctrica por un fluido genera un aumento de la temperatura y por ende una variación en la conductividad (en este caso, además provoca inhomogeneidad en la solución). Por ello, es conveniente realizar las mediciones velozmente, con el afán de no producir los efectos mencionados, los cuales afectan considerablemente las magnitudes. Puede utilizar el palillo para agitar la solución a medir, de modo de intentar mantener la homogeneidad en la misma. NO deje los electrodos dentro de la solución mientras no está midiendo. Es aconsejable secar los electrodos cuando son retirados de la solución.



Olimpiada Argentina de Física

Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación - UNC
Ciudad Universitaria - X5000HUA - Córdoba Tel: (+)54-351-5353701 (int. 41361)
Correo Electrónico: oaf@famaf.unc.edu.ar - www.famaf.unc.edu.ar/oaf