

28° Olimpiáda Argentina de Física

Cuadernillo de Pruebas 2018



El presente cuadernillo contiene todos los problemas que fueron presentados a los participantes de la **Olimpiada Argentina de Física 2018**.

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.

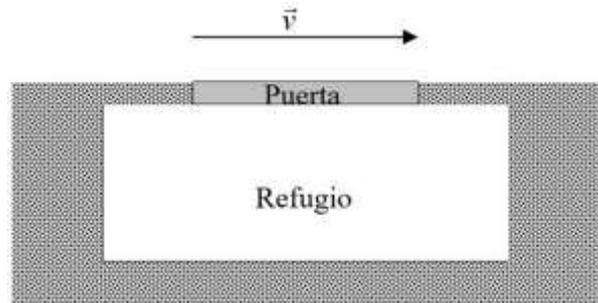
A todos aquellos que colaboraron en la realización de la **28ª Olimpiada Argentina de Física**, nuestro más sincero agradecimiento.

Comité Organizador Ejecutivo

Prueba Teórica - Nivel 1

Problema 1
Vientos Fuertes!!!

Un refugio contra tornados consiste en una habitación subterránea con una puerta de hierro horizontal, como se muestra esquemáticamente en la figura. La habitación cuenta, además, con un sistema de presurización que mantiene constante la presión interior $P_i = 1 \text{ atm}$. El área de la puerta es de 1 m^2 y su espesor de 10 cm.



Durante el paso de un tornado, los vientos horizontales a nivel de tierra realizan un movimiento circular antihorario, cuya magnitud depende de la distancia al centro del tornado de acuerdo a la siguiente ecuación

$$v(r) = v_0 - \gamma r$$

Un cazador de tornados, ubicado a una distancia de 260 m del centro del tornado en cuestión, mide que la velocidad horizontal del viento a nivel de tierra es de 100 km/h; cuando este intrépido científico se desplaza a una distancia de 310 m del centro, encuentra que el aire está quieto.

- a) **Determine los valores de v_0 y de γ .**
- b) **Determine la velocidad horizontal del viento a nivel de tierra en la puerta del refugio sabiendo que el mismo se encuentra a una distancia de 185 m del centro del tornado.**
- c) **¿Cuánto debe pesar la puerta, como mínimo, para que no sea abierta por el tornado? Asuma que adentro del refugio y afuera del mismo la densidad del aire es 1.225 kg m^{-3} .**

Nota: Asuma $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ y $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$

Problema 2
Campo eléctrico atmosférico.

Durante un día de buen tiempo, en la atmósfera se establece un campo eléctrico que está dirigido hacia la Tierra. Este campo eléctrico, junto con otros fenómenos eléctricos presentes en la atmósfera, tales como rayos, relámpagos, etc., forma parte del circuito eléctrico que rodea al planeta Tierra.

Si bien para determinar la magnitud del campo eléctrico atmosférico, usualmente, se utiliza un dispositivo denominado “molino de campo”, en esta oportunidad estudiaremos otro dispositivo para medirlo.

Nociones de campo eléctrico y cargas inducidas.

En un material conductor, ubicado en una región en la cual existe un campo eléctrico, se redistribuyen sus cargas eléctricas de tal manera que en su superficie “aparecen cargas eléctricas inducidas”.

El signo y la magnitud de esas cargas eléctricas inducidas dependerán del campo eléctrico con el cual está interaccionando el conductor. Las líneas de campo nacen en cargas positivas y terminan en cargas negativas, igualmente el sentido del campo es desde las cargas positivas hacia las negativas. La magnitud de la carga inducida sobre un conductor y el flujo de campo eléctrico ϕ que “llega” al conductor, son directamente proporcionales (la permitividad o constante dieléctrica del vacío ϵ_0 es la constante de proporcionalidad). El flujo ϕ de un campo eléctrico uniforme de magnitud E a través de un área A (perpendicular al vector campo \mathbf{E}), está dado por: $\phi = E A$, donde E es el módulo del campo \mathbf{E} . Si el flujo “llega” al conductor inducirá cargas negativas; esto es, si el campo apunta hacia el conductor las cargas inducidas son negativas.

Medidor de campo.

Considere un carrito de masa M , el cual consiste en una plancha rectangular metálica de lados a y b con ruedas aislantes. A la plancha metálica se suelda el extremo de un resorte de alambre, de constante k , perfectamente conductor. El otro extremo del resorte se une a un gancho, también conductor, que está soportado sobre una varilla de material aislante.

El sistema está dentro de una caja metálica perfectamente conductora de la que puede “entrar y salir” por una cara lateral. Mediante el resorte conductor y el gancho, el carrito está conectado a un condensador de capacidad C , tal como se muestra en la Figura 1. La caja y uno de los bornes del condensador están conectados a tierra.

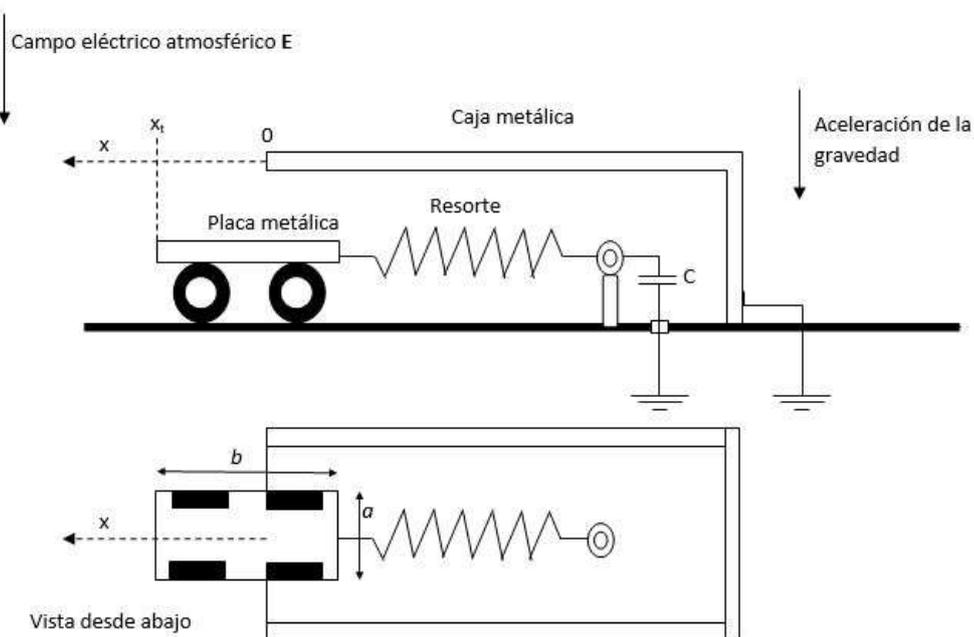


Figura 1

Datos y dimensiones.

$$\begin{aligned} a &= 0,20 \text{ m} & b &= 0,30 \text{ m} & M &= 0,20 \text{ kg} \\ k &= 7,9 \text{ kg s}^{-2} & C &= 40 & \text{pF} &= 40 \cdot 10^{-12} \text{ F} \\ \epsilon_0 &= 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}. \end{aligned}$$

En la posición de equilibrio el carrito tiene su extremo izquierdo justo por debajo del borde abierto de la caja.

- a) Haga un diagrama de cuerpo aislado para el carrito y escriba la ecuación de movimiento del mismo.

Suponga que se aparta al carrito de su posición de equilibrio hasta que el extremo izquierdo del mismo está en la posición x_0 y en el tiempo $t=0$ se lo suelta, por lo que comienza a oscilar. Sabiendo que la función de movimiento de un punto del extremo izquierdo del carrito está dada por: $x_t = A \cos \omega t + B \sin \omega t$ y que la velocidad está dada por $v_t = -\omega A \sin \omega t + \omega B \cos \omega t$.

- b) Determine los valores de A y de B.

Recordando que la aceleración está dada por $a_t = -\omega^2 x_t$.

- c) De una expresión de ω en función de la masa del carrito y de la constante k del resorte.
- d) Determine el signo de la carga eléctrica inducida sobre la superficie del carrito.
- e) Calcule la magnitud de la carga eléctrica inducida sobre la superficie del carrito en función de la longitud expuesta al campo atmosférico E. Para esto, considere que el extremo izquierdo del carrito está a una distancia x_t del borde de la caja. Realice los cálculos numéricos considerando $x_t = 15\text{cm}$ y un campo eléctrico atmosférico "de tiempo bueno"; esto es: $E = 300 \text{ Vm}^{-1}$ y dirigido hacia la tierra.
- f) Determine el signo y la magnitud de la carga presente en la placa superior del condensador C, cuando el carrito está ubicado en la posición del ítem anterior.
- g) Calcule la diferencia de potencial eléctrico V_c entre las placas del condensador C, cuando el carrito está en la posición del ítem c).
- h) Obtenga una expresión para el voltaje sobre el condensador en función del tiempo.

Si en una dada situación se detecta que el voltaje en el capacitor cambió de signo (se invirtió) y que la magnitud del valor máximo se incrementó hasta 100 V.

- i) Determine el módulo, la dirección y el sentido del campo eléctrico atmosférico.

Problema 3

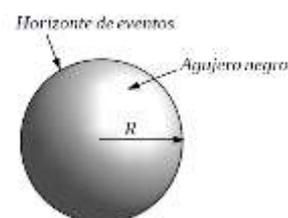
Agujeros Negros y Enanas Blancas

PARTE A.

Agujeros negros

Los *Agujeros Negros*, una de las predicciones más fascinantes de la teoría de la Relatividad General de Einstein, son objetos extremadamente densos, tanto, que si algo cae al agujero: ya no puede escapar, *ni siquiera la luz!!!*

Están caracterizados por un horizonte de eventos (el "borde" del



agujero negro) que delimita la zona desde la cual no se puede salir. Afuera del horizonte de eventos, el campo gravitatorio es similar al producido por un objeto material ordinario.

El objetivo, de esta parte del problema, es encontrar la relación entre la masa y el radio de un agujero negro. Para lograrlo, combinaremos ideas de física Newtoniana y Relatividad y, si bien los resultados serán estimativos, la relación que obtendremos de esta forma es idéntica a la predicha por la Teoría de la Relatividad General.

Los conceptos relevantes a tener en cuenta son:

- **Velocidad de escape:** es la mínima velocidad con la que se tiene que lanzar una partícula desde la superficie de un objeto, para que se aleje infinitamente del cuerpo (es decir, la distancia r al centro del objeto se hace infinita: $r \rightarrow \infty$).
- **Postulado de la Teoría de la Relatividad:** nada puede moverse más rápido que la luz.

A1. Calcule la velocidad de escape v_{esc} desde un objeto esférico de masa M y radio R .

Ahora, buscaremos la relación que deben tener M y R para que este objeto represente a un agujero negro, es decir, para que ninguna partícula, ni siquiera la luz, pueda escapar desde su horizonte de eventos. Para esto puede ser conveniente pensar a la luz como compuesta por partículas que se mueven a velocidad c .

A2. Suponiendo que podemos utilizar la expresión de v_{esc} (hallada en el ítem anterior) para sistemas relativistas, encuentre la cota superior más pequeña para el radio R del horizonte de eventos de un agujero negro de masa M .

Nota:

- Los sistemas relativistas son aquellos que involucran velocidades próximas a la de la luz y/o campos gravitatorios muy intensos.
- Una cota superior para una cantidad f es un valor f_{sup} que es mayor o igual a f .

PARTE B.

Enanas blancas

Las estrellas se mantienen en equilibrio hidrostático debido al balance entre la atracción gravitatoria (hacia adentro) y la presión térmica que resulta de los procesos nucleares (hacia afuera).

Cuando el combustible nuclear se agota, la atracción gravitatoria domina y la estrella comienza a colapsar. Sin embargo, si la masa de la estrella es menor que cierto valor crítico, llamado **Masa de Chandrasekhar**, existe otro proceso, puramente cuántico, que es capaz de detener el colapso gravitatorio. Ese proceso se basa en el principio de exclusión de Pauli, que dice que no puede haber dos electrones en el mismo estado cuántico en una cierta región.

Cuando la estrella se contrae, los electrones son forzados a ocupar estados de mayor energía, generando una presión (presión de degeneración) que balancea esta contracción si la masa de la estrella es menor que la **Masa de Chandrasekhar**; este sistema en equilibrio se conoce como *Enana Blanca*.

Si la masa de la estrella es mayor que la **Masa de Chandrasekhar**, la presión de degeneración es insuficiente para detener el colapso y el estado final, mucho más denso, puede ser una estrella de neutrones o un agujero negro.

El objetivo de esta parte del problema es estimar la energía cinética de los átomos que componen la enana blanca.

Para simplificar las expresiones, puede despreciar los números como 2,3,5, π , etc. que aparezcan en la resolución de los ítems siguientes. **NO desprecie los valores de las constantes físicas presentadas en la hoja de respuestas.**

Considere que una estrella es una bola de átomos de hidrógeno (constituidos por un electrón y un protón), de densidad uniforme, masa M y radio R .

B1. Escriba el número de átomos por unidad de volumen, n , en términos de la masa total de la estrella M , el radio de la estrella R y la masa del protón m_p .

Nota:

- Tenga en cuenta que la masa m_e de los electrones es mucho menor que la masa m_p de los protones ($m_e \ll m_p$).

B2. Encuentre la relación entre el número de átomos por unidad de volumen, n , y el número de electrones por unidad de volumen, n_e .

Suponiendo que la energía cinética promedio de los átomos en la estrella es E_{at} ,

B3. Escriba la energía cinética E_K del conjunto de todos los átomos de la estrella, en términos de n , E_{at} y R .

Para electrones ultra relativistas (con velocidades próximas a c) la energía promedio de los átomos se puede aproximar de la siguiente manera

$$E_{at} \approx p_e c \quad (1)$$

donde p_e es el impulso lineal promedio de los electrones.

Suponga que hay un electrón en cada volumen cúbico de lado λ donde

$$\lambda = \frac{\hbar}{p_e} \quad (2)$$

B4. Escriba el impulso lineal p_e en términos del número de electrones por unidad de volumen, n_e y de \hbar .

B5. A partir de lo encontrado en los ítems anteriores, y usando la ecuación (1) escriba la energía cinética E_K en términos de \hbar , m_p , R y M . Exprésela en la forma $E_K = \frac{\beta}{R}$ e identifique el valor de β , independiente de R .

Prueba Experimental - Nivel 1

Flotabilidad de un cuerpo hueco

Introducción

Cuando a un cuerpo se lo sumerge en el seno de un líquido, si su densidad media es menor a la del líquido, flotará. Cualquier cuerpo que flota está sujeto a dos fuerzas verticales y opuestas: una es el peso del cuerpo \vec{P} que está dirigida hacia abajo y otra es el empuje \vec{E} (peso del líquido desalojado) dirigida hacia arriba.

Si se trata de un cuerpo rígido, el peso actúa en el centro de masa (CM) y el empuje en el centro de masa del volumen del líquido desalojado, conocido como centro de empuje (CE). \bar{P} y \bar{E} son siempre iguales en módulo y, si son colineales, el cuerpo permanecerá en posición vertical como se muestra en la figura 1.

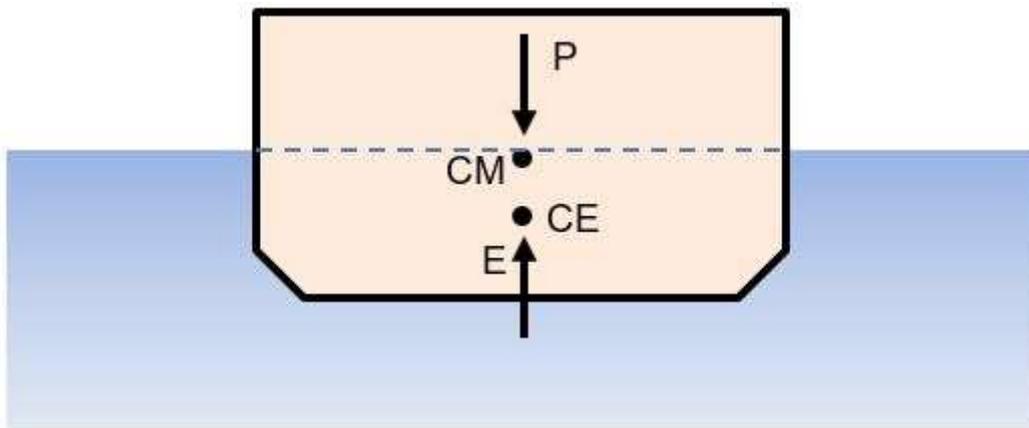


Figura 1

Sin embargo, el cuerpo puede inclinarse por muchas causas exógenas (como viento, la acción de las olas, etc.) provocando que el centro de empuje se desplace a una nueva posición CE' como se muestra en la figura 2a y 2b. Esto provoca que las fuerzas que actúan sobre el cuerpo generen un torque sobre el mismo.

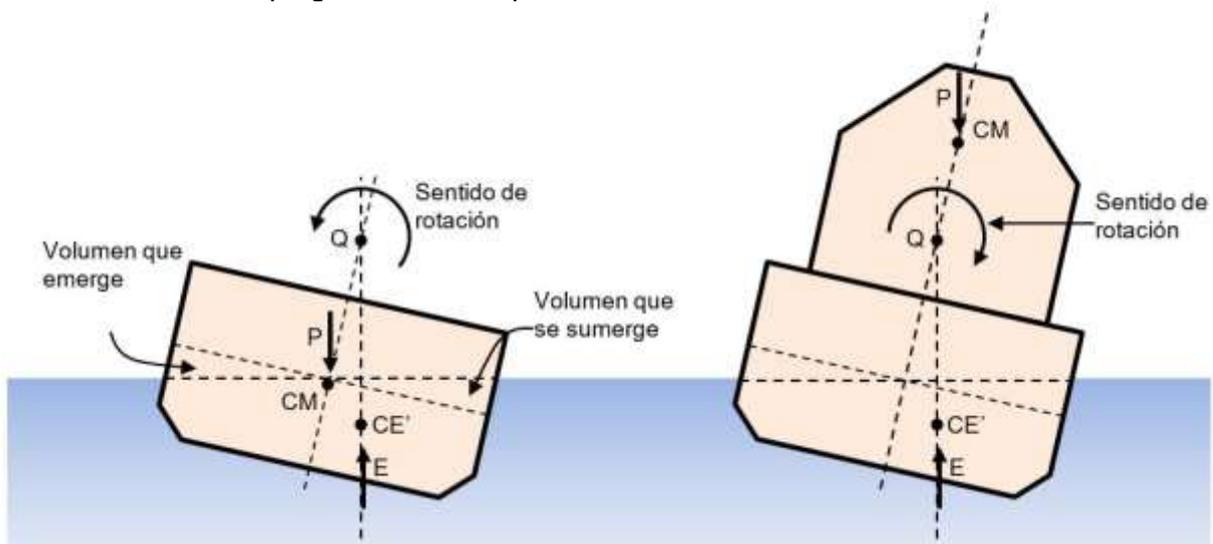


Figura 2a

Figura 2b

Si el punto Q , definido por la intersección del eje del cuerpo y la línea de acción del empuje, está por encima del CM (figura 2a), \bar{P} y \bar{E} producirán un momento en sentido antihorario que hará que el cuerpo retorne a la posición neutral o de equilibrio, de este modo el equilibrio del cuerpo es estable. Si Q está por debajo de CM (figura 2b), el cuerpo se vuelve inestable debido al momento de sentido horario generado por \bar{P} y \bar{E} y el equilibrio del cuerpo resulta inestable.

Suponga que sumerge un cilindro hueco de aluminio de masa M y de sección uniforme A , en un líquido. Lo que se observa es que el mismo tiende a darse vuelta, indicando que el CM se encuentra debajo del punto Q (equilibrio inestable). Para bajar la posición del centro de masa hay que aumentar la masa del cilindro. Esto se logra, por ejemplo, agregando masas de peso uniforme m hasta lograr que el cilindro flote derecho como se muestra en la figura 3. En esta condición, el volumen sumergido V_s verifica la ecuación:

$$M_t g = \delta_{liq} V_s g = \delta_{liq} A h_s g \quad (1)$$

donde M_t es la masa total del cuerpo, δ_{liq} es la densidad del líquido y A es el área transversal. Si n es el número de masas agregadas, se cumple que:

$$(M + n m)g = \delta_{liq} A h_s g \quad (2)$$

De tal manera que:

$$h_s = \frac{1}{\delta_{liq} A} (M + n m) \quad (3)$$

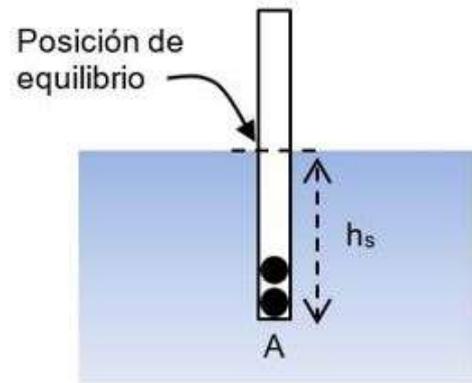


Figura 3

Objetivos

- Determinar experimentalmente el valor de la masa M del cilindro de aluminio y la masa m de una tuerca.

Elementos disponibles

- 55 tuercas de masa m
- 1 recipiente con líquido sobre una base de madera.
- 1 cilindro hueco de aluminio con una escala graduada en su exterior.
- 1 cronómetro
- 1 regla.

Procedimiento

1. Monte el dispositivo y determine el número mínimo n_0 de tuercas que deben introducirse en el tubo de aluminio para que flote verticalmente. **Tenga especial cuidado en que no entre líquido en el cilindro.**
2. A partir de ahí agregue tuercas en el interior del cilindro cuidadosamente y una vez alcanzado el equilibrio mida la profundidad de inmersión h_s .

Consignas

1. Dé el valor de n_0 .
2. Haga una tabla con los valores de h_s y n .
3. Grafique h_s vs n .
4. Ajuste los datos por una recta y determine el valor de la pendiente.
5. Determine el valor de la ordenada al origen de dicha recta.
6. Determine el valor de M
7. Determine el valor de m .

Dato: $\delta_{liq} = 1 \text{ g/cm}^3$

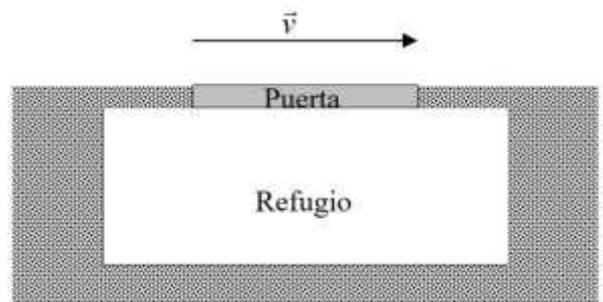
Prueba Teórica - Nivel 2

Problema 1

Vientos Fuertes!!!

Un refugio contra tornados consiste en una habitación subterránea con una puerta de hierro horizontal, como se muestra esquemáticamente en la figura.

La habitación cuenta, además, con un sistema de presurización que mantiene constante la presión interior $P_i = 1 \text{ atm}$. El área de la puerta es de 1 m^2 y su espesor de 10 cm .



Durante el paso de un tornado, los vientos horizontales a nivel de tierra realizan un movimiento circular antihorario, cuya magnitud depende de la distancia al centro del tornado de acuerdo a la siguiente ecuación

$$v(r) = v_0 - \gamma r$$

Un cazador de tornados, ubicado a una distancia de 260 m del centro del tornado en cuestión, mide que la velocidad horizontal del viento a nivel de tierra es de 100 km/h; cuando este intrépido científico se desplaza a una distancia de 310 m del centro, encuentra que el aire está quieto.

- a) **Determine los valores de v_0 y de γ .**
- b) **Determine la velocidad horizontal del viento a nivel de tierra en la puerta del refugio sabiendo que el mismo se encuentra a una distancia de 185 m del centro del tornado.**
- c) **¿Cuánto debe pesar la puerta, como mínimo, para que no sea abierta por el tornado? Asuma que adentro del refugio y afuera del mismo la densidad del aire es 1.225 kg m^{-3} .**
- d) **Si la densidad del hierro es 7874 kg m^{-3} : ¿cuál es la mínima distancia a la que se puede encontrar el centro del tornado, del refugio, para que la puerta no sea abierta?**

Consideremos ahora un segundo refugio, idéntico al anterior, pero situado a una distancia de 200 m del centro del tornado y 100m más arriba del primer refugio, separado del primero por un terreno en suave pendiente.

- e) **¿Cuánto debe pesar la puerta del segundo refugio, como mínimo, para que no sea abierta por el tornado? Asuma que adentro del refugio y afuera del mismo la densidad del aire es 1.225 kg m^{-3} .**

Nota: Asuma $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ y $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$

Problema 2: Campo eléctrico atmosférico.

Durante un día de buen tiempo, en la atmósfera se establece un campo eléctrico que está dirigido hacia la Tierra. Este campo eléctrico, junto con otros fenómenos eléctricos presentes en la atmósfera, tales como rayos, relámpagos, etc., forma parte del circuito eléctrico que rodea al planeta Tierra.

Si bien para determinar la magnitud del campo eléctrico atmosférico, usualmente, se utiliza un dispositivo denominado “molino de campo”, en esta oportunidad estudiaremos otro dispositivo para medirlo.

Nociones de campo eléctrico y cargas inducidas.

En un material conductor, ubicado en una región en la cual existe un campo eléctrico, se redistribuyen sus cargas eléctricas de tal manera que en su superficie “aparecen cargas eléctricas inducidas”.

El signo y la magnitud de esas cargas eléctricas inducidas dependerán del campo eléctrico con el cual está interaccionando el conductor. Las líneas de campo nacen en cargas positivas y terminan en cargas negativas, igualmente el sentido del campo es desde las cargas positivas hacia las negativas. La magnitud de la carga inducida sobre un conductor y el flujo de campo eléctrico ϕ que “llega” al conductor, son directamente proporcionales (la permitividad o constante dieléctrica del vacío ϵ_0 es la constante de

proporcionalidad). El flujo ϕ de un campo eléctrico uniforme de magnitud E a través de un área A (perpendicular al vector campo \mathbf{E}), está dado por: $\phi = E A$, donde E es el módulo del campo \mathbf{E} . Si el flujo "llega" al conductor inducirá cargas negativas; esto es, si el campo apunta hacia el conductor las cargas inducidas son negativas.

Medidor de campo.

Considere un carrito de masa M , el cual consiste en una plancha rectangular metálica de lados a y b con ruedas aislantes. A la plancha metálica se suelda el extremo de un resorte de alambre, de constante k , perfectamente conductor. El otro extremo del resorte se une a un gancho, también conductor, que está soportado sobre una varilla de material aislante.

El sistema está dentro de una caja metálica perfectamente conductora de la que puede "entrar y a salir" por una cara lateral. Mediante el resorte conductor y el gancho, el carrito está conectado a un condensador de capacidad C , tal como se muestra en la Figura 1. La caja y uno de los bornes del condensador están conectados a tierra.

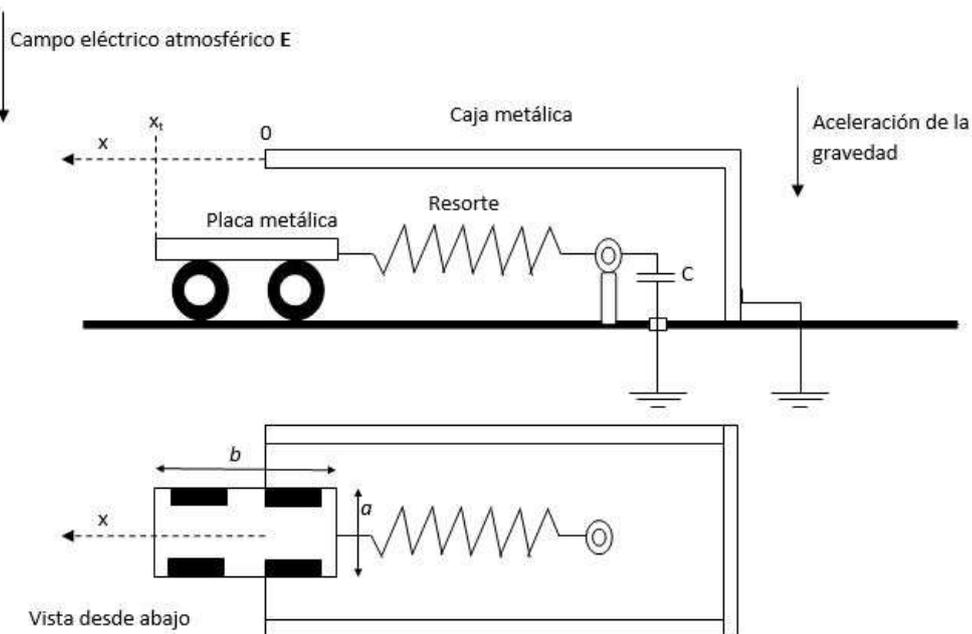


Figura 1

Datos y dimensiones.

$$\begin{array}{lll}
 a = 0,20 \text{ m} & b = 0,30 \text{ m} & M = 0,20 \text{ kg} \\
 k = 7,9 \text{ kg s}^{-2} & C = 40 & \rho F = 40 \cdot 10^{-12} \text{ F} \\
 \epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}. & &
 \end{array}$$

En la posición de equilibrio el carrito tiene su extremo izquierdo justo por debajo del borde abierto de la caja.

j) Haga un diagrama de cuerpo aislado para el carrito y escriba la ecuación de movimiento del mismo.

Suponga que se aparta al carrito de su posición de equilibrio hasta que el extremo izquierdo del mismo está en la posición x_0 y en el tiempo $t=0$ se lo suelta, por lo que comienza a oscilar. Sabiendo que la función de movimiento de un punto del extremo izquierdo del carrito está dada por: $x_t = A \cos \omega t + B \sin \omega t$ y que la velocidad está dada por $v_t = -\omega A \sin \omega t + \omega B \cos \omega t$.

k) Determine los valores de A y de B.

Recordando que la aceleración está dada por $a_t = -\omega^2 x_t$.

- l) De una expresión de ω en función de la masa del carrito y de la constante k del resorte.
- m) Determine el signo de la carga eléctrica inducida sobre la superficie del carrito.
- n) Calcule la magnitud de la carga eléctrica inducida sobre la superficie del carrito en función de la longitud expuesta al campo atmosférico E. Para esto, considere que el extremo izquierdo del carrito está a una distancia x_t del borde de la caja. Realice los cálculos numéricos considerando $x_t = 15\text{cm}$ y un campo eléctrico atmosférico “de tiempo bueno”; esto es: $E = 300\text{ Vm}^{-1}$ y está dirigido hacia la tierra.
- o) Determine el signo y la magnitud de la carga presente en la placa superior del condensador C, cuando el carrito está ubicado en la posición del ítem anterior.
- p) Calcule la diferencia de potencial eléctrico V_c entre las placas del condensador C, cuando el carrito está en la posición del ítem c).
- q) Obtenga una expresión para el voltaje sobre el condensador en función del tiempo.

Si en una dada situación se detecta que el voltaje en el capacitor cambió de signo (se invirtió) y que la magnitud del valor máximo se incrementó hasta 100 V.

r) Determine el módulo, la dirección y el sentido del campo eléctrico atmosférico.

Ahora, suponga que se conecta una resistencia R en paralelo al condensador (ver Figura 2),

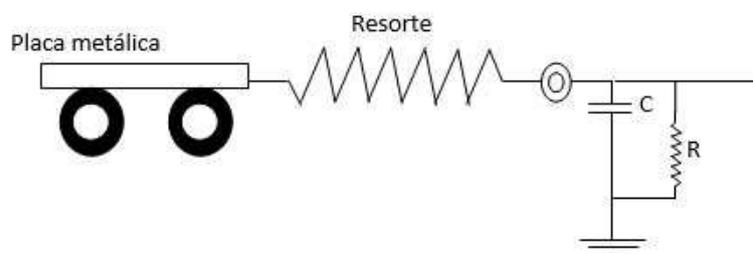


Figura 2

Considerando que el carrito se ha desplazado una pequeña cantidad Δx en un tiempo Δt , y que de la placa ha fluido una pequeña cantidad de carga Δq :

s) Escriba una ecuación de balance para la carga eléctrica, considerando también las cargas que ingresan al condensador Δq_c y las que fluyen por la resistencia dando lugar a una corriente eléctrica i_r .

Sabiendo que el ingreso de una cantidad de carga Δq_c en el condensador produce una variación ΔV_c de la diferencia de potencial entre sus placas y recordando que la resistencia y el condensador están conectados en paralelo:

- t) **Reescriba la ecuación presentada en j) de tal forma que aparezcan en ella Δt , ΔV_c y V_c .**
- u) **Escriba V_c en términos del módulo del campo eléctrico atmosférico E .**

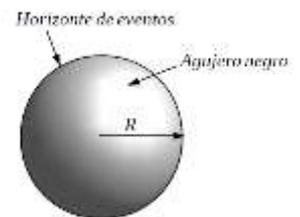
Problema 3: Agujeros Negros y Enanas Blancas

PARTE A.

Agujeros negros

Los *Agujeros Negros*, una de las predicciones más fascinantes de la teoría de la Relatividad General de Einstein, son objetos extremadamente densos, tanto, que si algo cae al agujero: ya no puede escapar, *ni siquiera la luz!!!*

Están caracterizados por un horizonte de eventos (el "borde" del agujero negro) que delimita la zona desde la cual no se puede salir. Afuera del horizonte de eventos, el campo gravitatorio es similar al producido por un objeto material ordinario.



El objetivo, de esta parte del problema, es encontrar la relación entre la masa y el radio de un agujero negro. Para lograrlo, combinaremos ideas de física Newtoniana y Relatividad y, si bien los resultados serán estimativos, la relación que obtendremos de esta forma es idéntica a la predicha por la Teoría de la Relatividad General.

Los conceptos relevantes a tener en cuenta son:

- **Velocidad de escape:** es la mínima velocidad con la que se tiene que lanzar una partícula desde la superficie de un objeto, para que se aleje infinitamente del cuerpo (es decir, la distancia r al centro del objeto se hace infinita: $r \rightarrow \infty$).
- **Postulado de la Teoría de la Relatividad:** nada puede moverse más rápido que la luz.

A1. Calcule la velocidad de escape v_{esc} desde un objeto esférico de masa M y radio R .

Ahora, buscaremos la relación que deben tener M y R para que este objeto represente a un agujero negro, es decir, para que ninguna partícula, ni siquiera la luz, pueda escapar desde su horizonte de eventos. Para esto puede ser conveniente pensar a la luz como compuesta por partículas que se mueven a velocidad c .

A2. Suponiendo que podemos utilizar la expresión de v_{esc} (hallada en el ítem anterior) para sistemas relativistas, encuentre la cota superior más pequeña para el radio R del horizonte de eventos de un agujero negro de masa M .

Nota:

- Los sistemas relativistas son aquellos que involucran velocidades próximas a la de la luz y/o campos gravitatorios muy intensos.
- Una cota superior para una cantidad f es un valor f_{sup} que es mayor o igual a f .

PARTE B.

Enanas blancas

Las estrellas se mantienen en equilibrio hidrostático debido al balance entre la atracción gravitatoria (hacia adentro) y la presión térmica que resulta de los procesos nucleares (hacia afuera).

Cuando el combustible nuclear se agota, la atracción gravitatoria domina y la estrella comienza a colapsar. Sin embargo, si la masa de la estrella es menor que cierto valor crítico, llamado **Masa de Chandrasekhar**, existe otro proceso, puramente cuántico, que es capaz de detener el colapso gravitatorio. Ese proceso se basa en el principio de exclusión de Pauli, que dice que no puede haber dos electrones en el mismo estado cuántico en una cierta región.

Cuando la estrella se contrae, los electrones son forzados a ocupar estados de mayor energía, generando una presión (presión de degeneración) que balancea esta contracción si la masa de la estrella es menor que la **Masa de Chandrasekhar**; este sistema en equilibrio se conoce como *Enana Blanca*.

Si la masa de la estrella es mayor que la **Masa de Chandrasekhar**, la presión de degeneración es insuficiente para detener el colapso y el estado final, mucho más denso, puede ser una estrella de neutrones o un agujero negro.

El objetivo de esta parte del problema es estimar la Masa de Chandrasekhar.

*Para simplificar las expresiones, puede despreciar los números como 2,3,5, π , etc. que aparezcan en la resolución de los ítems siguientes. **NO desprecie los valores de las constantes físicas presentadas al final del enunciado.***

Considere que una estrella es una bola de átomos de hidrógeno (constituidos por un electrón y un protón), de densidad uniforme, masa M y radio R .

B1. Escriba el número de átomos por unidad de volumen, n , en términos de la masa total de la estrella M , el radio de la estrella R y la masa del protón m_p .

Nota:

- Tenga en cuenta que la masa m_e de los electrones es mucho menor que la masa m_p de los protones ($m_e \ll m_p$).

B2. Encuentre la relación entre el número de átomos por unidad de volumen, n , y el número de electrones por unidad de volumen, n_e .

Suponiendo que la energía cinética promedio de los átomos en la estrella es E_{at} ,

B3. Escriba la energía cinética E_K del conjunto de todos los átomos de la estrella, en términos de n , E_{at} y R .

Para electrones ultra relativistas (con velocidades próximas a c) la energía promedio de los átomos se puede aproximar de la siguiente manera

$$E_{at} \approx p_e c \quad (1)$$

donde p_e es el impulso lineal promedio de los electrones.

Suponga que hay un electrón en cada volumen cúbico de lado λ donde

$$\lambda = \frac{\hbar}{p_e} \quad 2)$$

B4. Escriba el impulso lineal p_e en términos del número de electrones por unidad de volumen, n_e y de \hbar .

B5. A partir de lo encontrado en los ítems anteriores, y usando la ecuación (1) escriba la energía cinética E_K en términos de \hbar , m_p , R y M . Exprésela en la forma $E_K = \frac{\beta}{R}$ e identifique el valor de β , independiente de R .

Considere que la energía total de la estrella se puede aproximar por la suma de la energía de formación gravitatoria E_G y la energía cinética E_K , esto es

$$E_{total} = E_G + E_K \quad (3)$$

Para una estrella esférica y uniforme, la energía de formación es

$$E_G = -\frac{\alpha}{R} \quad (4)$$

con

$$\alpha = \frac{3}{5}GM^2 \quad (5)$$

Usando las ecuaciones (3), (4), (5) y lo presentado en el ítem **B5**, la energía total de la estrella toma la forma

$$E_{total} = \frac{-\alpha + \beta}{R} \quad (6)$$

B6. Considerando que los sistemas evolucionan minimizando su energía total, indique cual sería el comportamiento del radio R de la estrella en la evolución. Es decir: ¿el radio tiende a disminuir?, ¿se mantiene constante?, ¿tiende a aumentar? Analice esta situación en los siguientes casos:

1. $\alpha > \beta$

2. $\alpha = \beta$

3. $\alpha < \beta$

donde α y β son las cantidades que aparecen en la fórmula de la energía total (6).

B7. A partir de la configuración de equilibrio identificada en el ítem anterior, determine la Masa de Chandrasekhar M_C . Exprésela en términos de \hbar , G , c y m_p .

Usando los valores de las cantidades físicas presentadas al final del enunciando:

B8. Calcule el valor numérico del cociente $\frac{M_C}{M_{sol}}$. Expréselo con una cifra significativa.

Se sabe que el radio R_{enana} de una enana blanca es proporcional al producto de \hbar^j , $(Gc)^k$ y $(m_e m_p)^\ell$, donde j , k , ℓ son constantes a determinar.

B9. Utilizando análisis dimensional, encuentre j , k , ℓ y escriba la forma funcional de R_{enana} en términos de \hbar , c , G , m_p y m_e .

Constantes Físicas

- Masa solar $M_{sol} = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$.
- Constante de la gravitación de Newton $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^{-2} \text{ kg}^{-2}$.
- Masa del protón $m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$.
- Masa del electrón $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$.
- Constante de Planck reducida $\hbar = 1.05 \times 10^{-34} \text{ J s}$.
- Velocidad de la luz $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$.

Prueba Experimental - Nivel 2

Flotabilidad de un cuerpo hueco

Introducción

Cuando a un cuerpo se lo sumerge en el seno de un líquido, si su densidad media es menor a la del líquido, flotará. Cualquier cuerpo que flota está sujeto a dos fuerzas verticales y opuestas: una es el peso del cuerpo \bar{P} que está dirigida hacia abajo y otra es el empuje \bar{E} (peso del líquido desalojado) dirigida hacia arriba.

Si se trata de un cuerpo rígido, el peso actúa en el centro de masa (CM) y el empuje en el centro de masa del volumen del líquido desalojado, conocido como centro de empuje (CE). \bar{P} y \bar{E} son siempre iguales en módulo y, si son colineales, el cuerpo permanecerá en posición vertical como se muestra en la figura 1.

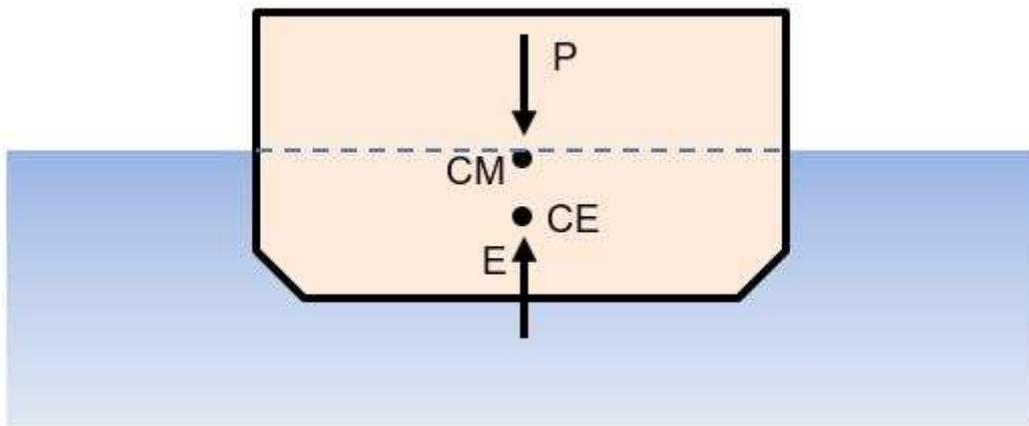


Figura 1

Sin embargo, el cuerpo puede inclinarse por muchas causas exógenas (como viento, la acción de las olas, etc.) provocando que el centro de empuje se desplace a una nueva posición CE' como se muestra en la figura 2a y 2b. Esto provoca que las fuerzas que actúan sobre el cuerpo generen un torque sobre el mismo.

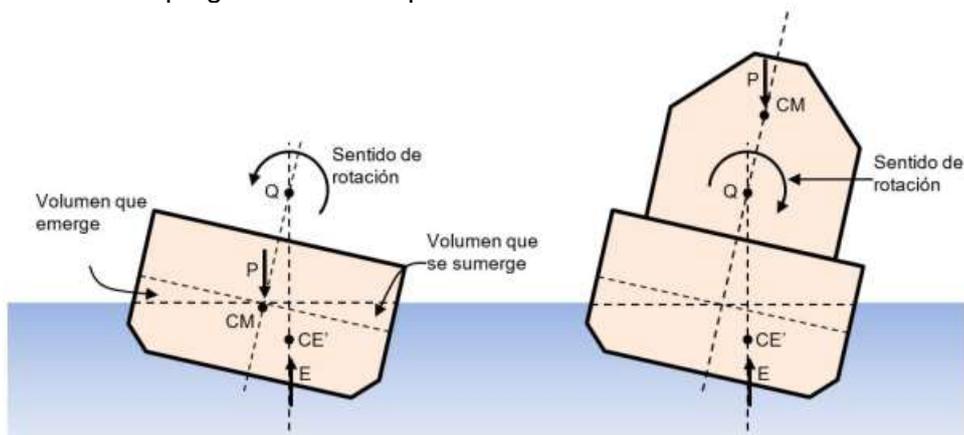


Figura 2a

Figura 2b

Si el punto Q, definido por la intersección del eje del cuerpo y la línea de acción del empuje, está por encima del CM (figura 2a), \bar{P} y \bar{E} producirán un momento en sentido antihorario que hará que el cuerpo retorne a la posición neutral o de equilibrio, de este modo el equilibrio del cuerpo es estable. Si Q está por debajo de CM (figura 2b), el cuerpo se vuelve inestable debido al momento de sentido horario generado por \bar{P} y \bar{E} y el equilibrio del cuerpo resulta inestable.

Suponga que sumerge un cilindro hueco de aluminio de masa M y de sección uniforme A , en un líquido. Lo que se observa es que el mismo tiende a darse vuelta, indicando que el CM se encuentra debajo del punto Q (equilibrio inestable). Para bajar la posición del centro de masa hay que aumentar la masa del cilindro. Esto se logra, por ejemplo, agregando masas de peso uniforme m hasta lograr que el cilindro flote derecho como se muestra en la figura 3. En esta condición, el volumen sumergido V_s verifica la ecuación:

$$M_t g = \delta_{liq} V_s g = \delta_{liq} A h_s g \quad (1)$$

donde M_t es la masa total del cuerpo, δ_{liq} es la densidad del líquido y A es el área transversal.

Si se saca al cuerpo de su posición de equilibrio (elevándolo o hundiéndolo una longitud x respecto a dicha posición) como se muestra en la figura 4 y luego se lo libera, sobre el cuerpo actuará una fuerza neta cuyo módulo es igual a la variación de empuje que ha sufrido y en sentido opuesto al desplazamiento, además de la fuerza de fricción del cuerpo con el líquido. Estas fuerzas darán lugar a un movimiento oscilatorio amortiguado. Sin embargo, despreciando la fricción en las primeras oscilaciones, se cumplirá que:

$$M_t a = \delta_{liq} A x g \quad (2)$$

De tal manera que la solución a esta ecuación es $x(t) = X \cos(\omega t)$ con un período de oscilación dado por:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M_t}{\delta_{liq} A g}} = 2\pi \sqrt{\frac{M_t}{K}} \quad (3)$$



Figura 3

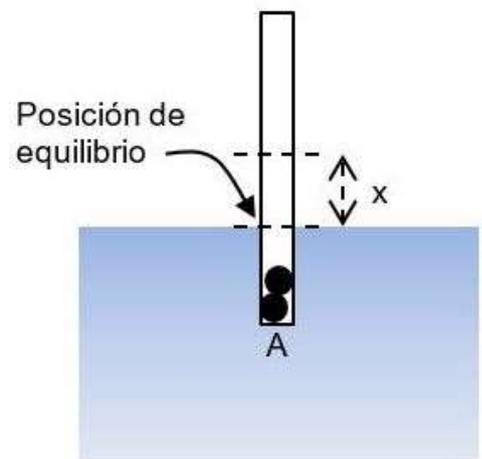


Figura 4

Objetivos

- Determinar experimentalmente el valor de la masa M del cilindro de aluminio y la masa m de una tuerca.
- Determinar experimentalmente el valor de K

Elementos disponibles

- 55 tuercas de masa m
- 1 recipiente con líquido sobre una base de madera.
- 1 cilindro hueco de aluminio con una escala graduada en su exterior.
- 1 cronómetro
- 1 regla.

Procedimiento

1. Monte el dispositivo y determine el número mínimo n_0 de tuercas que deben introducirse en el tubo de aluminio para que flote verticalmente. **Tenga especial cuidado en que no entre líquido en el cilindro.**
2. A partir de ahí agregue tuercas en el interior del cilindro cuidadosamente y una vez alcanzado el equilibrio mida la profundidad de inmersión h_s .
3. Para cada valor de n mida el período de una oscilación. Esta medición es muy difícil. Deberá desarrollar un método y un criterio para hacerlo.

Consignas

1. Dé el valor de n_0 .
2. Haga una tabla con los valores de h_s y n .
3. Grafique h_s vs n .
4. Ajuste los datos por una recta y determine el valor de la pendiente.
5. Determine el valor de la ordenada al origen de dicha recta.
6. Determine el valor de M
7. Determine el valor de m .
8. Haga una tabla con los valores de T y n .
9. A partir de la ecuación (3) encuentre una manera de graficar estos datos de tal forma que la relación sea lineal. De una expresión.
10. Grafique.
11. Ajuste la recta y determine el valor de la pendiente.
12. Determine el valor de K y compárelo con el teórico.

Dato: $\delta_{liq} = 1 \text{ g/cm}^3$

Pruebas Preparatorias

Primer Prueba Preparatoria: Mecánica

Problema Teórico 1

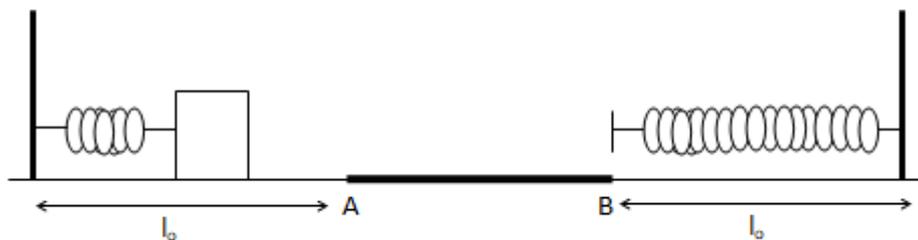
El piloto de un avión quiere ir en línea recta entre dos ciudades (A y B). Las ciudades distan 100 km una de otra y se encuentran sobre el mismo meridiano. La ciudad desde donde parte el avión (ciudad A) está al norte de la ciudad de destino (ciudad B).

El avión tiene una velocidad, **respecto al aire en calma**, de 200 km/h. Al momento del despegue, se le informa al piloto que existe un fuerte viento de 50 km/h en dirección este-oeste.

- Realice un diagrama de la situación planteada. En el mismo indique el sistema de coordenadas a utilizar, la ubicación de las ciudades A y B, la velocidad del viento y la velocidad del avión respecto a tierra.
- Escriba una expresión para la velocidad del avión respecto de tierra en función de la velocidad del avión respecto del aire y de la velocidad del viento.
- ¿Cuál es la dirección en que el piloto debe apuntar el avión a fin que pueda realizar el viaje como lo desea?
- ¿Cuánto tarda en realizar el viaje entre ambas ciudades?

Problema Teórico 2

Dos resortes idénticos, ambos de constante $k = 200 \text{ N/m}$ y longitud natural l_0 , están fijos en los extremos opuestos de una pista plana como se muestra en la figura.



Se empuja un bloque de 5 kg contra el resorte izquierdo comprimiéndolo $0,15 \text{ m}$. El bloque, inicialmente en reposo, se suelta.

La pista no tiene fricción, excepto en el tramo AB. Si el coeficiente de fricción dinámico es $\mu = 0,08$ y la longitud AB es $0,25 \text{ m}$, encuentre:

- la velocidad del bloque en A.
- la velocidad del bloque en B.
- la compresión máxima del resorte de la derecha.

Luego de comprimir el resorte de la derecha, el bloque vuelve a pasar por el tramo AB y rebota en el resorte de la izquierda,

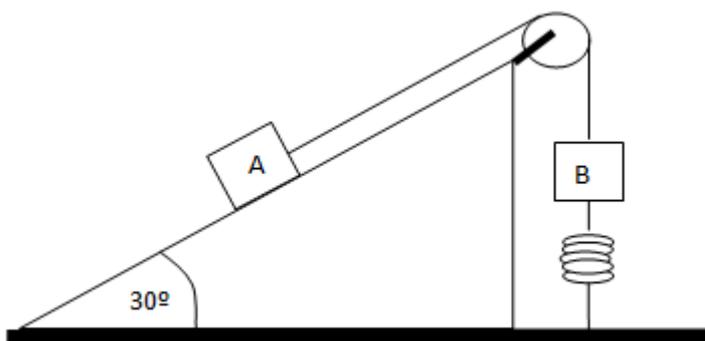
- ¿Cuánto tiempo tarda en detenerse desde que empieza a transitar el tramo AB por tercera vez?
- Respecto del punto A, ¿dónde se detiene el bloque?

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

Problema Teórico 3

Un bloque A de 20 kg se conecta a otro bloque B de 30 kg por medio de una cuerda inextensible sin masa. La cuerda pasa por una polea sin fricción como se muestra en la figura.

El bloque B está conectado a un resorte que tiene una masa despreciable, una longitud natural de 20 cm y una constante de fuerza de 250 N/m. El plano sobre el cual está apoyado el bloque A no presenta fricción. Inicialmente el bloque B está en reposo a 40 cm del piso. Cuando el bloque B es liberado, ambos bloques comienzan a oscilar.



- Haga un diagrama aislado de fuerzas para cada bloque.
- Plantee las ecuaciones de movimiento.
- Calcule la velocidad de los bloques cuando el bloque B se encuentra a 20 cm del piso (es decir, cuando el resorte no está deformado).

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

Problema Experimental.

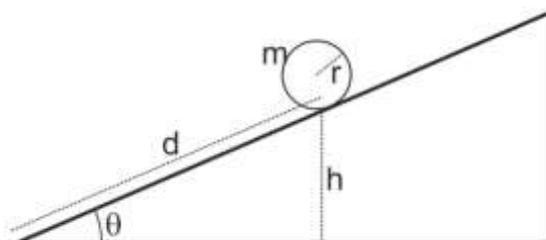
Radio de giro.

La energía cinética de un cuerpo rígido se puede escribir como

$$K = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I_{CM}\omega^2 \quad (1)$$

donde v es la velocidad del centro de masa, ω es la velocidad angular y m e I_{CM} son la masa y el momento de inercia respecto del centro de masa del cuerpo, respectivamente.

Considere un cilindro de radio r y masa m ubicado sobre un plano inclinado (ver la figura). Suponga que inicialmente el cuerpo está en reposo en la posición que se indica en la figura.



Si se libera al cilindro, permitiendo que descienda "rodando sin deslizar" ($v = r\omega$) por el plano inclinado, la conservación de la energía mecánica se puede escribir de la forma:

$$mg[h + r\cos(\theta)] = \frac{1}{2} \frac{(mgr)^2}{(I_{CM} + mr^2)} \frac{h^2}{d^2} t^2 + mgr\cos(\theta) \quad (2)$$

donde g es la aceleración de la gravedad, h es la altura que se indica en la figura y t el tiempo en el que el cilindro recorre la distancia d .

Luego, se puede escribir,

$$h = \frac{2d^2}{g} \left(\frac{r_g^2}{r^2} + 1 \right) \frac{1}{t^2} \quad (3)$$

donde $r_g = \sqrt{\frac{I_{CM}}{m}}$ es el radio de giro.

Objetivo

Determinar el radio de giro r_g de un cuerpo cilíndrico

Materiales

- Cuerpo cilíndrico (lata vacía -de durazno, atún-, pila, etc.).
- Plano inclinado (madera, carpeta rígida, etc.).
- Cronómetro.
- Regla.
- Papel.

Procedimiento

- 1) Determine el perímetro p del cuerpo cilíndrico.
- 2) En el plano inclinado, marque una distancia d (mayor o igual a $2p$).
- 3) Para la altura h (ver figura), mida el tiempo t en el cual el cuerpo cilíndrico recorre la distancia d . Repita la medición al menos 5 (cinco) veces.
- 4) Repita el punto c) para, al menos, 5 (cinco) valores diferentes de h .

Consignas

- a) A partir de la medición de p , determine r .
- b) Reporte las mediciones realizadas en una tabla.
- c) A partir de las magnitudes medidas y de la ecuación 3, elija dos variables (x e y) de manera tal de obtener una relación lineal entre las mismas. Realice un gráfico de las variables elegidas.
- d) Haga un ajuste lineal de los puntos graficados, y determine la pendiente y la ordenada al origen.
- e) A partir de la ecuación 3 y de los valores obtenidos del ajuste, determine el radio de giro r_g del cuerpo cilíndrico.

Segunda Prueba Preparatoria: Termodinámica, Electricidad y Magnetismo

Problema Teórico 1

Una esfera de hierro de 890 g tiene un diámetro de 6 cm y es 0.05 mm más grande que el diámetro de un agujero que se encuentra en una placa de cobre de 89 g. Ambas masas están a una temperatura de 30 °C.

Si el sistema esfera-placa se introduce en un recipiente adiabático con 280 g de agua a 60 °C

- a) ¿Cuál es la temperatura final de equilibrio?
- b) ¿Pasará la esfera a través del agujero cuando el sistema llegue al equilibrio?
- c) ¿Qué temperatura final de equilibrio se requiere para que la esfera pase por el agujero?

Datos útiles:

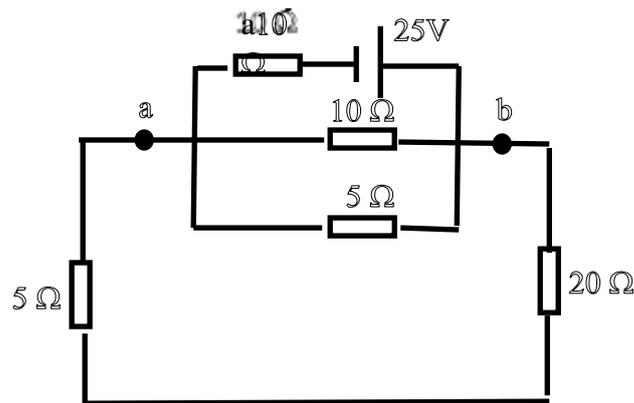
Coefficiente de dilatación del cobre: $\alpha_{cu} = 1.7 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Coeficiente de dilatación del hierro: $\alpha_{fe} = 1.2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
 Calor específico del cobre: $c_{cu} = 390 \text{ J}/(\text{kg K})$
 Calor específico del hierro: $c_{fe} = 450 \text{ J}/(\text{kg K})$
 Calor específico del agua: $c_{agua} = 4180 \text{ J}/(\text{kg K})$

Problema Teórico 2

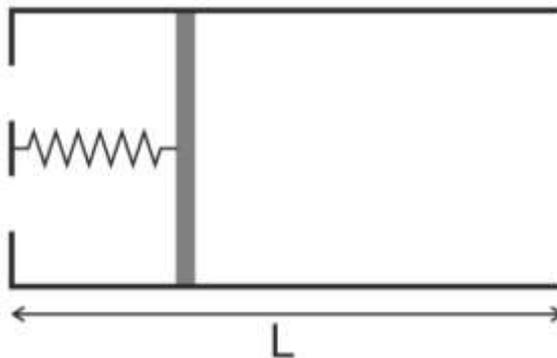
Considere el circuito de la figura y encuentre:

- La corriente que entrega la fuente.
- La diferencia de potencial entre los puntos a y b.
- La corriente que circula por la resistencia de 20Ω



Problema Teórico 3

Considere el sistema de la figura que consiste de una cámara dividida en dos partes por medio de un pistón de masa despreciable. La cámara de la derecha contiene 5 moles de un gas ideal monoatómico a $348 \text{ } ^\circ\text{C}$. La longitud de la cámara es $L = 1 \text{ m}$ su sección transversal es $A = 0,25 \text{ m}^2$. La cámara de la izquierda se encuentra abierta y posee un resorte (sujeto únicamente a la pared) de longitud natural $L_o = 0.5 \text{ m}$ y constante $k = 10000 \text{ kg/s}^2$. No existe fricción entre el pistón y la cámara.



- Encuentre la posición de equilibrio inicial del pistón.

Si ahora el extremo derecho de la cámara se pone en contacto con una fuente a temperatura T_1

- ¿Cuál tiene que ser esta temperatura, para que en el estado de equilibrio el resorte tenga su longitud natural?

Posteriormente un agente externo comprime aún más el gas cuasiestáticamente hasta alcanzar una presión igual a la presión de equilibrio del inciso a) (P_a), siguiendo la recta:

$$P = \alpha V + 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

- c) Calcule la variación de energía interna del gas en este proceso.

Finalmente se expande cuasiestáticamente el gas desde la posición de equilibrio del inciso b) hasta el volumen de equilibrio del inciso a) (V_a) a presión constante.

- d) Determine el calor intercambiado en este último proceso, indicando explícitamente si es absorbido o entregado.
- e) Grafique el ciclo descrito en los pasos b-d.

Datos útiles: Presión atmosférica $P_o = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
Constante de los gases $R = 8,31 \text{ J/(mol K)}$

Problema Experimental.

Determinación de la densidad del aire

Cuando un cuerpo cae en un fluido, el mismo sufre una fuerza de fricción F_D que se opone al movimiento y que depende de la velocidad del cuerpo. Si el cuerpo cae por acción de la gravedad, esta fuerza puede igualar al peso del cuerpo, y éste alcanza una velocidad constante (hemos despreciado a la fuerza debido al empuje) denominada *velocidad terminal*. Esta situación se puede describir mediante la siguiente ecuación:

$$F_D = \frac{1}{2} C_D \rho_a A v^2 = M g \quad (1)$$

donde ρ_a es la densidad del aire, A y M son el área que el cuerpo le ofrece al fluido (sección máxima del cuerpo transversal al movimiento) y su masa, respectivamente, C_D el coeficiente de arrastre, v es la velocidad terminal y g la aceleración de la gravedad.

Objetivo: Determinar la densidad del aire (ρ_a)

Elementos:

- Hojas de papel A4 de gramaje conocido.
- Cronómetro
- Regla
- Transportador
- Compás
- Cinta adhesiva
- Tijera
- Cinta métrica (uso común)

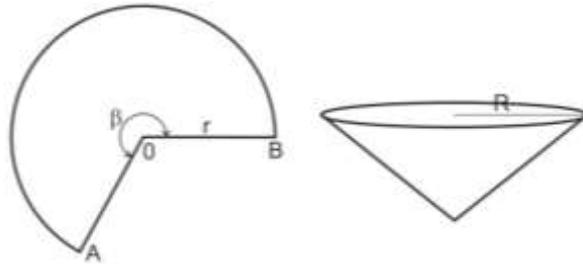
Procedimiento

Armado de los conos de papel:

En una hoja de papel de gramaje conocido, dibuje un círculo de radio $r = 10 \text{ cm}$. Sobre este círculo, dibuje un ángulo β como se muestra en el panel izquierdo de la figura.

Corte el dibujo realizado y pegue con cinta adhesiva los segmentos OA con OB para formar un cono como el mostrado en el panel derecho de la figura. Ponga atención al unir los extremos para que no queden espacios abiertos.

Arme **dos conos** para cada uno de los siguientes ángulos, $\beta = 330^\circ, 300^\circ, 270^\circ$ y 240° .



Mediciones:

Coloque los conos de igual β uno dentro del otro, ubicándolos de manera tal que las uniones estén contrapuestas. Deje caer los conos desde la altura máxima que alcance su brazo y mida el tiempo t_β que tardan los conos en caer desde la altura de sus ojos hasta el piso. Trate de dejar caer el cono siempre de la misma altura y mantenga la cabeza lo más derecha posible.

Repita esta medición al menos 10 veces para cada par de conos.

Determine la altura h de sus ojos utilizando la cinta métrica de uso común.

Análisis teórico

La masa de cada cono puede determinarse a partir del gramaje de las hojas (ρ_p , densidad superficial) y del área que se usó para formar el cono (A_p),

$$m = \rho_p A_p = \rho_p \beta \frac{r^2}{2}$$

donde β es el ángulo expresado en radianes.

El área que el cuerpo le ofrece al fluido (aire) es

$$A = \pi R^2$$

Como se puede ver en las figuras, se cumple:

$$2\pi R = \beta r$$

Luego,

$$A = \frac{r^2}{4\pi} \beta^2$$

De la ecuación (1), podemos escribir

$$C_D v^2 = 2 \frac{g M}{\rho_a A} = 2 \frac{g 2m}{\rho_a A} = 4 \frac{g 2\pi\rho_p}{\rho_a \beta}$$

Para las condiciones de medición $C_D = \frac{B}{v}$ donde $B = 1 \frac{m}{s}$ y $v = \frac{h}{\bar{t}_\beta}$

Reescribiendo,

$$\bar{t}_\beta = \frac{\rho_a h B}{8\pi g \rho_p} \beta \quad (2)$$

A partir de las mediciones realizadas, confeccione un gráfico de \bar{t}_β en función de β y ajuste los puntos graficados con una recta. Determine la pendiente y la ordenada de la recta de ajuste.

A partir de los resultados anteriores y utilizando la ecuación (2), determine la densidad del aire ρ_a .

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

Problemas Teóricos

PT1. Escuela Secundaria N° 2 Clara J. Armstrong - ENET N° 1 Prof. Vicente Aguilera - Colegio del Carmen y San José - Escuela Secundaria N° 3 Gustavo G. Levene - Colegio Padre Ramón de la Quintana - Instituto Pía Didoménico - Instituto Superior FASTA Catamarca - EPET N° 7 Alsina Alcobert - Escuela PreUniversitaria Fray Mamerto Esquiú. San Fernando del Valle de Catamarca.

Un grupo de jóvenes exploradores sale de campamento y se instala en las cercanías del Río El Tala en la Provincia de Catamarca. El joven Pablo, integrante del grupo y jefe de su patrulla, es el encargado de buscar el mejor lugar para asentar la carpa e instalar todo lo necesario para la supervivencia de su tropa.

Es el momento de desayunar y Pablo extrae del baúl de utensilios y herramientas de su patrulla además de la hornalla de campamento, un jarro de cobre de 1 litro de capacidad y 1,3 kg de masa y un bidón con agua, ambos a temperatura ambiente. En ese momento observa su termómetro y ve que marca 68 °F.

- Expresar el valor de temperatura ambiente en °C.
- ¿Cuál es la expansión volumétrica del jarro de cobre al ser utilizado para hervir el agua? Expresar en cm³.
- ¿Cuál es la expansión volumétrica de 1 litro de agua en su proceso de hervor? Expresar en cm³.
- Si Pablo quisiera no derramar agua ¿Qué volumen máximo de agua deberá verter en el jarro de cobre para no sobrepasar su nivel? Expresar en cm³.
- Suponga que Pablo ha tenido la precaución de utilizar la cantidad justa exacta de agua de manera que una vez alcanzado el punto de hervor el nivel de la superficie de agua quede rasante con el borde del jarro de cobre. ¿Cuántos Joules de calor serán necesarios para hervir el agua en dicho jarro?

Datos necesarios para resolver el problema

Coefficiente de expansión volumétrica del agua = 0,00021 °C⁻¹

Coefficiente de expansión volumétrica del cobre = 5,1 · 10⁻⁵ °C⁻¹

Calor específico del agua = 1 cal g⁻¹ °C⁻¹

Calor específico del cobre = 0,092 cal g⁻¹ °C⁻¹

1 litro = 1000 cm³

1 cal = 4,182 J

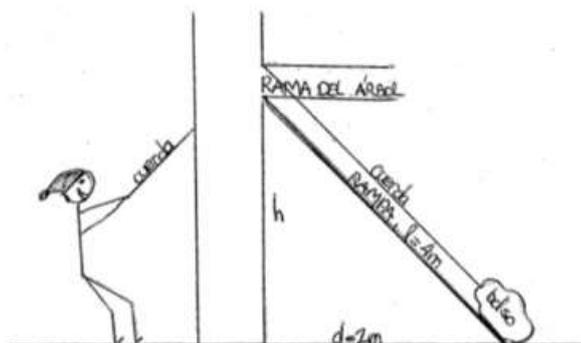
Temperatura de hervor del agua = 100°C

Densidad del agua = 1 g/ cm³

PT2. Escuela Secundaria N° 2 Clara J. Armstrong - ENET N° 1 Prof. Vicente Aguilera - Colegio del Carmen y San José - Escuela Secundaria N° 3 Gustavo G. Levene - Colegio Padre Ramón de la Quintana - Instituto Pía Didoménico - Instituto Superior FASTA Catamarca - EPET N° 7 Alsina Alcobert - Escuela PreUniversitaria Fray Mamerto Esquiú. San Fernando del Valle de Catamarca.

Luego de una exploración de la región, Pablo y su tropa concluyen que el mejor sitio para establecer su rincón de patrulla es un claro rodeado por 5 árboles que guardan una distancia de 5 metros aproximadamente entre uno y otro; allí dejarán depositados el baúl de utensilios y el bolso con los 30 kg de alimentos que serán necesarios durante la estadía en el campamento. Pablo asigna a los integrantes de la patrulla las tareas

correspondientes a recolección de lo necesario para la delimitación y el aseo del lugar y para el encendido del clásico fogón, quedando él solo a cargo de resguardar el bolso de alimentos en las ramas más altas de los árboles que circundan el rincón y así evitar que cualquier animal potencialmente peligroso llegue a él. Teniendo en cuenta el peso del bolso y la cuerda que posee decide que lo mejor será ayudarse de una rampa que él mismo puede elaborar con algunos troncos del lugar, la lona de su carpa canadiense y algunas de las cuerdas con las que cuenta la patrulla. De esta manera reduce al máximo el roce entre la cuerda y la rama del árbol (desprecie los efectos del contacto entre la cuerda y el árbol). Pablo decide dejar registrada su maniobra en el “diario de la patrulla”, un cuaderno donde se asientan todas las eventualidades por las que atraviesa el grupo; allí realiza el siguiente esquema:

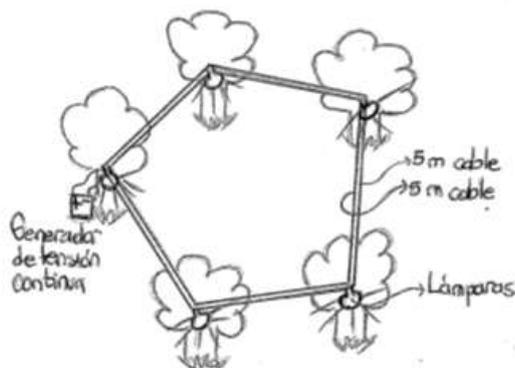


- Si la rampa, construida firmemente, tiene 4 metros de largo y su base está a 2 metros de la base del árbol ¿Cuál es la altura a la que se encuentra la rama? ¿Cuál es el ángulo de inclinación de la rampa?
- Realice un diagrama de cuerpo libre del bolso y establezca todas las fuerzas que actúan sobre él. Considere que la superficie de la rampa es rugosa.
- Calcule las componentes del vector que representa el peso del bolso.
- El bolso se desplaza a velocidad constante. Pablo estima que la fuerza que está aplicando sobre la cuerda es la misma que utiliza en el gimnasio para levantar pesas de 35 kg con sus piernas. ¿Cuál es el coeficiente de rozamiento entre el bolso y la lona que constituye la rampa?
- Calcule la potencia desarrollada por Pablo si el bolso sube por la rampa en 4 segundos.
- Obtenga la velocidad a la que el bolso se desplaza por la rampa.
- Si Pablo contara con una polea que le permita subir el bolso de manera vertical, sin la ayuda de la rampa, ¿en cuánto tiempo lograría subir el bolso si desarrolla la potencia calculada en el inciso e.? Desprecie el roce entre la cuerda y la polea.

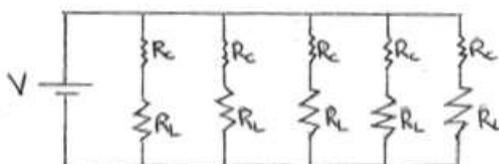
PT3. Escuela Secundaria N° 2 Clara J. Armstrong - ENET N° 1 Prof. Vicente Aguilera - Colegio del Carmen y San José - Escuela Secundaria N° 3 Gustavo G. Levene - Colegio Padre Ramón de la Quintana - Instituto Pía Didoménico - Instituto Superior FASTA Catamarca - EPET N° 7 Alsina Alcobert - Escuela PreUniversitaria Fray Mamerto Esquiú. San Fernando del Valle de Catamarca.

Llegada la noche, Pablo y su tropa deciden alumbrar el rincón de patrulla. En el baúl de utensilios cuentan con cable de constantán, lámparas de alta intensidad y bajo consumo (cada una montada en su portalámparas) y un generador de tensión continua de 18V y 150W de potencia nominal. La idea es colgar una lámpara en cada uno de los 5 árboles que delimitan el rincón de patrulla, de manera que el lugar estará iluminado por 5 lámparas conectadas entre sí, conectadas a su vez al generador. Quedan de acuerdo que la manera en la que obtendrán mayor luminosidad será al realizar la conexión de las

5 lámparas en paralelo. Para plantear el problema deciden esquematizar la situación en el “diario de la patrulla” registrando el siguiente dibujo:



Antes de realizar la conexión, la tropa prefiere realizar unos cálculos preliminares. Para ello grafican el circuito de lámparas a montar de la siguiente manera:



- Calcule la resistencia del cable de constantán para cada uno de las ramas del circuito (en cada rama del circuito se utilizan 10 metros de cable).
- Calcule la resistencia de cada una de las ramas del circuito.
- Calcule la resistencia total del circuito.
- Obtenga la corriente total del circuito y la corriente en cada una de las ramas.
- Determine la caída de potencial en cada una de las lámparas.
- Obtenga el valor de la potencia eléctrica que se aprovecha en las lámparas y se desperdicia en el cable. Diga si el generador sobrepasa o no su potencia nominal de trabajo.

Datos necesarios para resolver el problema

Resistividad del constantán = $49 \cdot 10^{-8} \Omega m$

Sección transversal del cable de constantán = $8,20 \cdot 10^{-7} m^2$

Resistencia de cada lámpara = 10Ω

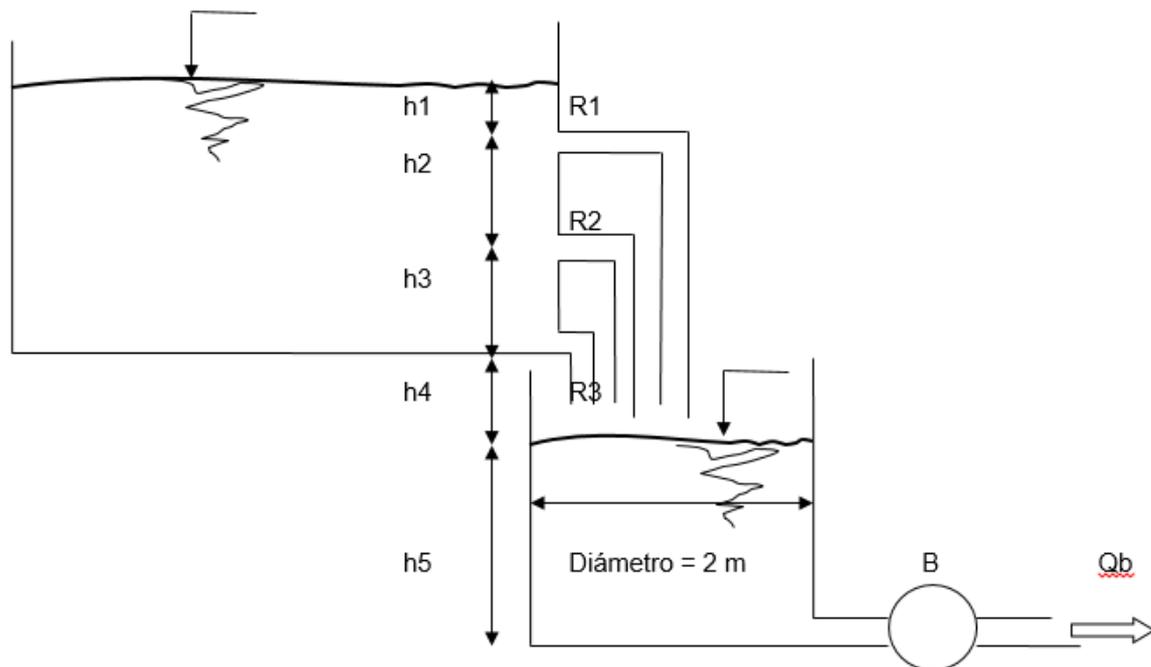
PT4. Colegio Juan Humberto Morán. Eduardo Castex, La Pampa.

Problema1: Un tanque de gran dimensión y otro mas pequeño ambos con agua, en un tiempo inicial $T_0=0$ seg, las alturas eran $H_1=0,5m$ $H_2= 0,7m$ $H_3= 0,6m$ $H_4= 0,2m$ y $H_5=0,8$ m. Durante un tiempo $T_f= 15$ minutos se abren las válvulas de cada caño y se enciende la bomba B cuyo caudal de erogación es $Q_b = 20000$ litros/hora. Siendo $R_1=R_2=R_3= 1$ cm.

Hallar:

- Las velocidades de salida en 1, 2 y 3
- Los caudales en cada uno.
- La altura del agua en el segundo tanque al final del tiempo T_f .

Despreciar la velocidad en la superficie del tanque grande. **Tomar $g= 10$ m/seg²**



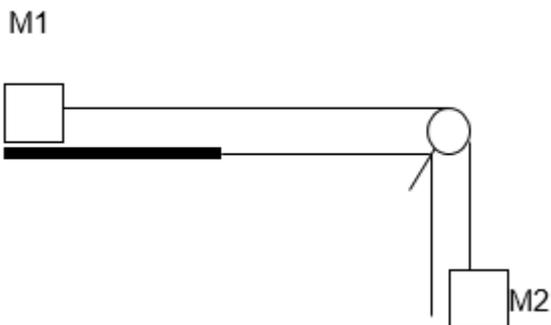
**PT5. Colegio Juan Humberto Morán.
Eduardo Castex, La Pampa.**

Dos cuerpos de masas $m_1 = 40\text{Kg}$ y $m_2 = 20\text{Kg}$ están unidos por una cuerda, el cuerpo 1 está apoyado sobre una superficie con fricción y luego llega a otra sin fricción. En la primera se desliza con velocidad constante y al llegar a la segunda se acelera.

Tomar $g = 10\text{ m/seg}^2$.

Determinar:

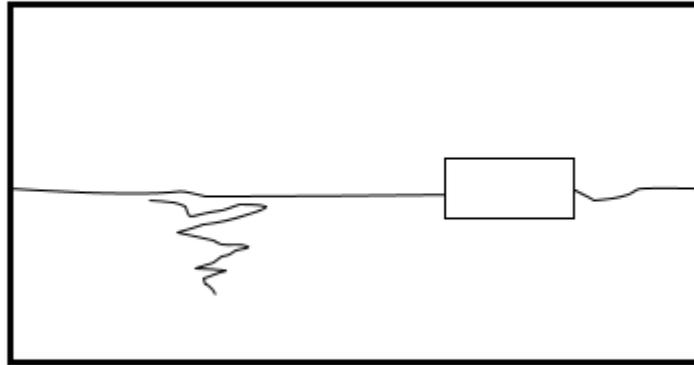
- La tensión en la cuerda en la pista con fricción mediante diagrama de cuerpo libre
- El valor del coeficiente de fricción μ .
- La aceleración en la pista sin fricción.
- El valor de la tensión en la cuerda ahora.



**PT6. Colegio Juan Humberto Morán.
Eduardo Castex, La Pampa.**

Se colocan 40 grs de hielo a una temperatura inicial de $T_i = (-10)^\circ\text{C}$ en un calorímetro junto con 95 cc de agua a 30°C . Indicar a que temperatura termina la mezcla y en qué estado.

Cesp del agua = $1\text{ cal/grs }^\circ\text{C}$ Cesp hielo = $0.53\text{ cal/grs }^\circ\text{C}$ $c_f = 334000\text{ j/Kgr}$



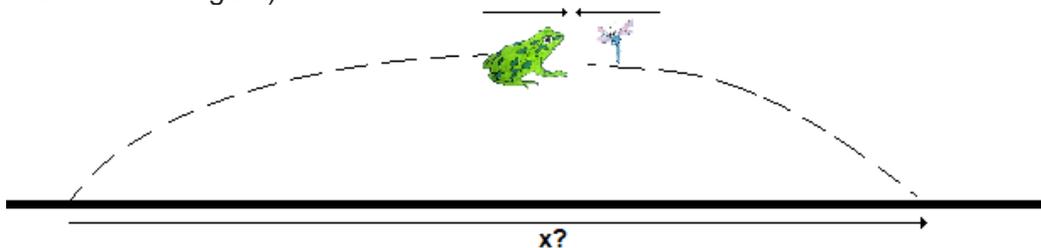
**PT7. Colegio Nacional Dr. Arturo U. Illia - Instituto Albert Einstein
Instituto Santísima Trinidad.
Mar del Plata, Buenos Aires.**

¿Cuánto salta una rana?

Según el Libro Guinness de los récords el mayor salto de rana de la historia corresponde a Santjie, una rana de nariz puntiaguda, *Ptychadena oxyrhynchus*, que alcanzó a desplazarse horizontalmente 10,3 m durante un concurso celebrado en Pietermaritzburg (Sudáfrica), en 1977. Este tipo de rana tiene una masa aproximado de 20 g, y en ese salto llegó a una altura máxima de 1,3 metros.

- a) Calcule la velocidad inicial con la que se impulsó Santjie y el ángulo respecto del piso.

Al realizar un segundo salto, con velocidad inicial y ángulo idéntico al primero, en el momento exacto que la rana se encuentra en su altura máxima decide comerse una libélula de 4g que viaja a 54 km/h paralela al piso en dirección opuesta a Santjie (como se muestra en la figura).



- b) Calcule la distancia horizontal x que recorre la rana en este caso.
c) Calcule el cambio de energía cinética que se produce en el choque.
d) Si la rana al caer, lo hace sobre una hoja cilíndrica de nenúfar de 10 cm de diámetro que flota en el agua, indique la altura que se hunde la hoja, cuando la rana queda en reposo. ($\delta_{\text{agua}} = 1.000 \text{ kg/m}^3$)

**PT8. Colegio Nacional Dr. Arturo U. Illia - Instituto Albert Einstein
Instituto Santísima Trinidad.
Mar del Plata, Buenos Aires.**

Un tranvía eléctrico renovado

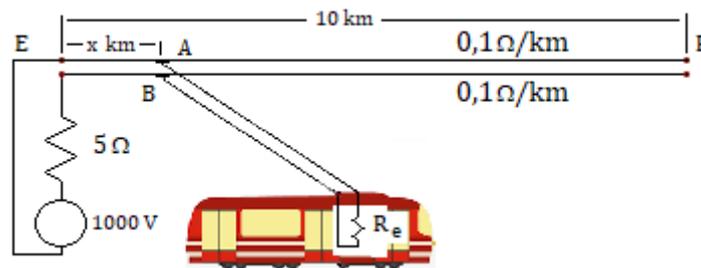
El principal objetivo del tranvía es garantizar el transporte urbano en las condiciones más respetuosas posibles con el ambiente. A la vez, constituye una alternativa interesante para los usuarios y una apuesta decidida por el transporte público, claramente en la línea de los criterios de fomento de la economía en el entorno urbano.

Los nuevos tranvías, gracias a la aplicación de los avances tecnológicos, se han convertido en un nuevo medio de transporte público con un alto nivel de prestaciones por

su accesibilidad, baja acústica, rapidez, regularidad, comodidad y ecología. Varios modelos poseen línea aérea de alimentación que transmite energía eléctrica a las locomotoras. Estas utilizan motores eléctricos que le permiten movilizarse a diferentes velocidades.

Una línea de tranvía (ver figura) de 10 km de longitud tiene al principio de la misma (punto E) un generador de tensión continua de 1000 V y resistencia interna 5Ω . Los cables que transportan la corriente tienen una resistencia equivalente de $0,1 \Omega/\text{km}$. El tranvía presenta una cierta resistencia equivalente, R_e , y absorbe una intensidad de 100 A en la mitad de su recorrido.

- Determine la resistencia equivalente del tranvía.
- La diferencia de potencial V_{AB} de alimentación del tranvía, entre los puntos A y B del gráfico, en función de la distancia x recorrida
- La variación de potencia que sufre el tranvía en todo su recorrido.



- Si en otro extremo F de la línea se coloca otra fuente idéntica a la primera, realice un esquema de la nueva situación y explique cómo cambian sus respuestas en los incisos anteriores.

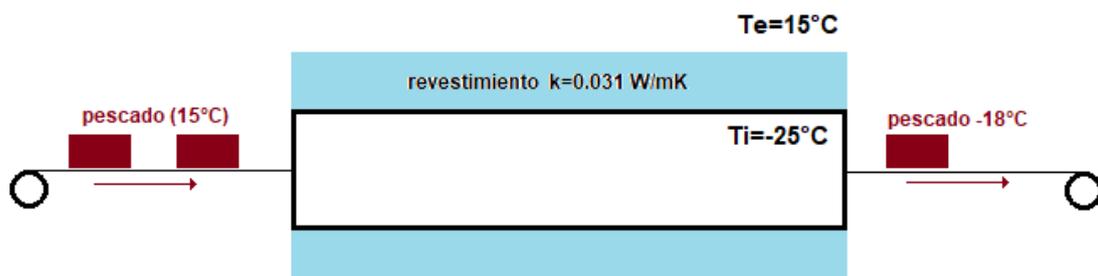
**PT9. Colegio Nacional Dr. Arturo U. Illia - Instituto Albert Einstein
Instituto Santísima Trinidad.
Mar del Plata, Buenos Aires.**

Un túnel de congelado

La industria pesquera es uno de los principales focos industriales de la ciudad de Mar del Plata. Existe una gran variedad de productos que se fabrican, como conservas, harina de pescado, aceite, etc. Sin embargo la mayoría del volumen exportado lo constituye los filets de pescado entero.

La fábrica recibe el pescado fresco que se lava, eviscera, limpia y luego se filetea manualmente. Los filets se colocan en cajones que ingresan a un túnel de congelado. El objetivo es congelar rápidamente el pescado para evitar su descomposición, por este motivo los túneles de congelado deben tener una gran capacidad para descender la temperatura del pescado.

En una fábrica se dispone de un túnel de congelado. El mismo puede modelarse como un cilindro horizontal perfecto de 15 metros de longitud y 1.5 metros de diámetro. Dentro del mismo se hace circular aire a $T_i = -25^\circ\text{C}$, una cinta transportadora introduce los cajones de pescado por una cara del cilindro y los mismos salen congelados por el otro extremo.



El cilindro debe revestirse con una capa de poliuretano expandido (conductividad térmica 0.031W/m.K) para aislarlo del exterior que se encuentra a $T_e=15^\circ\text{C}$. El ingreso de calor por las caras no aisladas del cilindro se estima en $3\text{ W/m}^2.\text{C}$.

- a) Calcule el espesor de poliuretano necesario para que el ingreso total de calor al túnel cuando no se encuentra congelando pescado sea inferior a 2000 W .

El túnel debe ser capaz de congelar 15 Kg /minuto de pescado que ingresa a 15°C hasta -18°C . En una primera aproximación considere que el pescado es como el agua, tiene un $C_{pl}=4.18\text{ J/g}^\circ\text{C}$, congela a 0°C con un calor de fusión de 333 J/g y tiene un $C_{ps}= 2.09\text{ J/g}^\circ\text{C}$.

- b) calcule el calor total, en J , que debe retirarse de 1 kg de pescado a 15°C para llegar a -18°C .
 c) Calcule la cantidad de calor por unidad de tiempo que debe extraer el sistema de refrigeración del túnel de congelado para poder congelar los $15\text{ kg}/\text{min}$ de pescado.

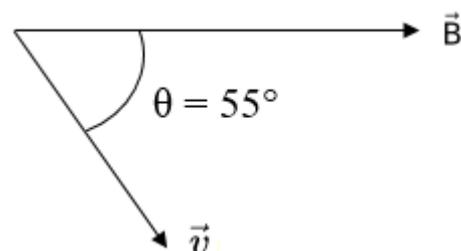
La aproximación que utilizó para calcular el calor del inciso (b) no es del todo acertada, dado que el pescado es en realidad una mezcla de proteínas, grasa y minerales en agua. Para mejorar la estimación se ha enviado a ensayar una muestra de filete de pescado por calorimetría diferencial de barrido (DSC), el gráfico a continuación muestra la cantidad de calor total que ha absorbido la muestra en función de la temperatura (se ha tomado la referencia $Q=0$ en -25°C).



- d) Utilice el gráfico anterior para mejorar su estimación del inciso (b).

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

Calcular el paso y el radio de un positrón que ingresa a un campo magnético de $0,2\text{ T}$ con un ángulo de 55° a una velocidad de $5 \cdot 10^5\text{ m/s}$.



- a) Graficar en R^3 versores unitarios, el vector y descompuesto.
 b) Cálculo del paso.
 c) Cálculo del radio.

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

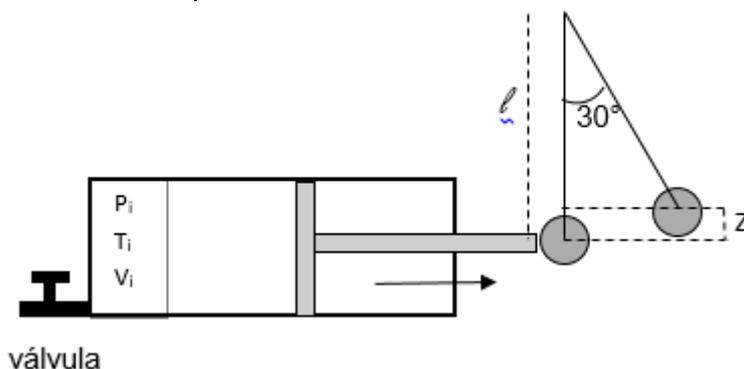
Se dispone de un cilindro adiabático con pistón, inicialmente vacío, y de un péndulo dispuestos según la figura.

El volumen del cilindro es de un litro y en la zona bloqueada por una membrana de 0,1 litro, se inyecta aire.

Cuando la presión llega a 10 atm, a una temperatura de 15 °C, la membrana se rompe y el pistón desplaza la esfera (cuya masa es 10 kg) un ángulo de 30°, siendo la longitud del péndulo, 1 m.

Suponiendo rozamiento nulo e impacto elástico, determinar:

- El Trabajo realizado.
- La masa inicial del aire inyectado.
- La temperatura al final del proceso.
- La presión al final del proceso.



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

Cuatro pasajeros con una masa total de 300 kg observan que, al entrar al automóvil, los amortiguadores se comprimen 5 cm.

Si la carga total que soportan los amortiguadores es de 900 kg, hállese:

- La constante de elasticidad de los amortiguadores.
- El período de oscilación del automóvil cargado.
- Graficar Δx en función del tiempo y señalar en el gráfico el período de oscilación.

PT13. EES N° 75 Julio Cortázar¹ - UEGP N° 16 José Manuel Estrada¹ - EES N° 149².
¹Resistencia - ²Puerto Vilelas, Chaco.

Calorimetría

Se introduce una cuchara de aluminio de 0,05 kg a una temperatura de 150°C en un calorímetro con 0.3 Kg de agua a una temperatura de 28°C. Sabiendo que el calor específico de aluminio es de $234 \frac{J}{Kg^{\circ}C}$ y el del agua es de $4186 \frac{J}{Kg^{\circ}C}$ calcular:

- La temperatura final de la mezcla.

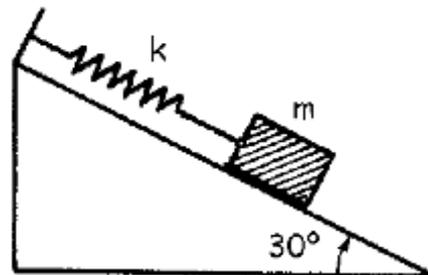
Luego de esto se introduce en el mismo calorímetro un trozo de hierro de 0,08 Kg a una temperatura de 180°C. Teniendo en cuenta que el calor específico del hierro es de $448 \frac{J}{Kg^{\circ}C}$ y la nueva temperatura de equilibrio es de 35°C

- Determine el calor intercambiado por el trozo de hierro.

PT14. EES N° 75 Julio Cortázar¹ - UEGP N° 16 José Manuel Estrada¹ - EES N° 149².
¹Resistencia - ²Puerto Vilelas, Chaco.

Leyes de Newton

Un cuerpo con una masa de 8 Kg está apoyado sobre un plano inclinado de 30° y sostenido por un resorte. Sabiendo que el resorte está estirado 0,03m y sin considerar el rozamiento.



- Confeccione el diagrama de cuerpo libre.
- Calcule P_x y N .
- Calcule la fuerza elástica y la constante del resorte.

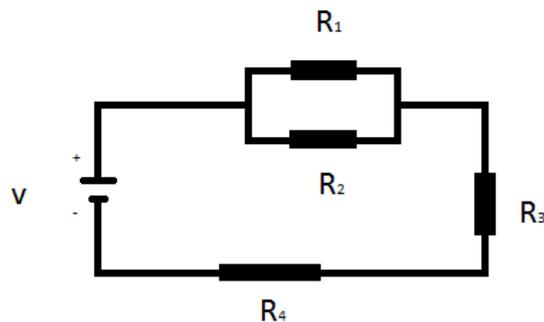
En un momento el resorte se corta y la masa se desliza por el plano inclinado.

- Calcule la aceleración que adquiere.

PT15. EES N° 75 Julio Cortázar¹ - UEGP N° 16 José Manuel Estrada¹ - EES N° 149².
¹Resistencia - ²Puerto Vilelas, Chaco.

Circuitos eléctricos

Sea el circuito de la siguiente figura:



- Calcule la resistencia equivalente para R_1 y R_2 .
- Calcule la resistencia equivalente del circuito.
- Calcule la intensidad de corriente que atraviesa el circuito.
- Calcule la diferencia de potencial en cada una de las resistencias y el valor de la intensidad que las atraviesa.

Datos:

- $R_1=8 \Omega$
- $R_2=12 \Omega$
- $R_3=8 \Omega$
- $R_4=7 \Omega$
- $V= 12v$

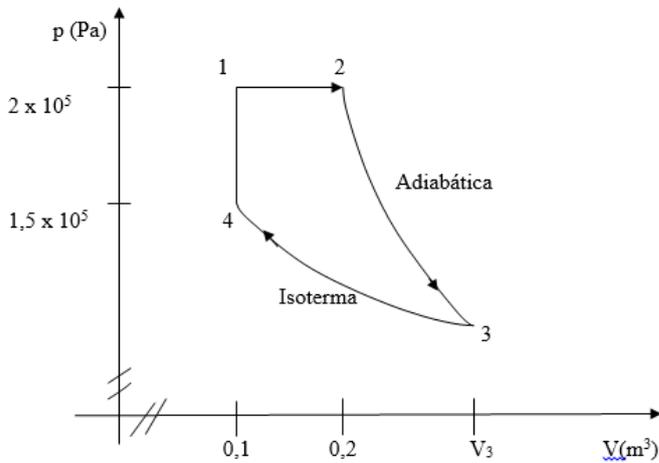
PT16. ET N° 27 Hipólito Yrigoyen.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Ciclo de un gas

Una masa formada por 10 moles de un gas biatómico evoluciona según el ciclo de la figura.

- Hallar los parámetros de cada estado.

- b) Calcular la cantidad de calor Q , la variación de energía interna DU y el trabajo L en cada evolución
 c) Calcular el rendimiento del ciclo



Datos: $R = 8,31 \text{ J/mol.K}$
 $\kappa = 1,4$

PT17. ET N° 27 Hipólito Yrigoyen.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Sobre conductores rectilíneos

La figura 1 muestra dos conductores infinitos, separados por una distancia "d". Las corrientes que circulan son i_1 e i_2 , siendo $i_2 = ni_1$, donde n puede ser > 0 o < 0 (es decir, i_2 puede tener igual o distinto sentido que i_1)

- a) Hallar los puntos donde se anula el campo magnético ($B = 0$) en función de "n".
 b) Analizar las situaciones y calcular la fuerza entre los conductores para los siguientes casos:
 1º) Para $n = 1$
 2º) Para $n = -1$
 3º) Para $n = 2$
 4º) Para $n = -2$
 c) Otra situación corresponde a la figura 2, donde se encuentran 2 conductores colocados horizontalmente, uno encima del otro. El de abajo está firmemente vinculado, inmóvil, y conduce una corriente $i_1 = 20 \text{ A}$. El de arriba es un alambre delgado de peso por metro $0,5 \text{ N/m}$ por donde circula $i_2 = 5 \text{ A}$.
 c - 1) En qué sentido deben circular las corrientes para que se repelan magnéticamente? Justificar
 c - 2) ¿A qué altura h sobre el conductor inferior habrá que colocar al superior para que se pueda soportar por repulsión magnética? Dato: $\mu_0 = 4\pi 10^{-7} \text{ N/A}^2$

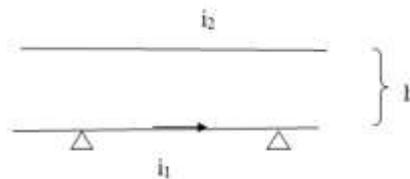
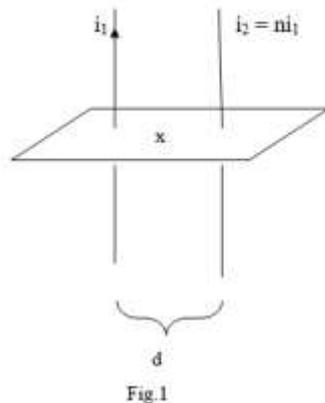


Fig. 2

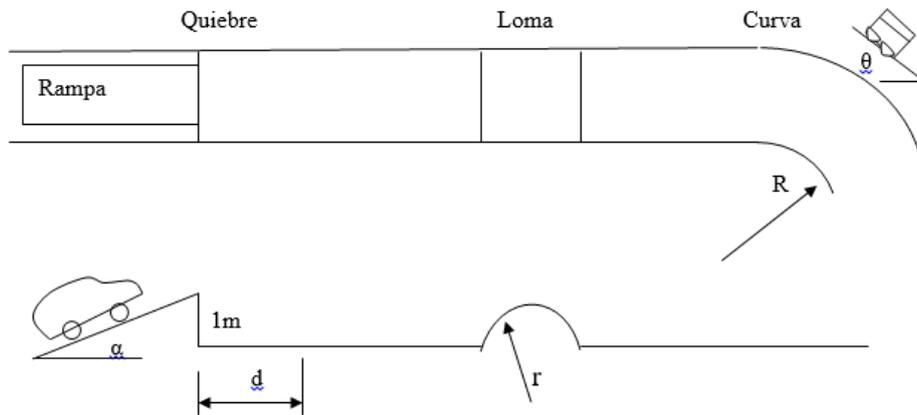
**PT18. ET N° 27 Hipólito Yrigoyen.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.**

Una dura competencia

Un vehículo de 900 kgf de peso circula con velocidad constante a 90 km/h, participando de una carrera de destreza. El reglamento de la competencia indica que los vehículos deben mantener su velocidad constante en todos los tramos. Un sector de la pista tiene una rampa ascendente ($\alpha = 15^\circ$). Luego la pista presenta un quiebre, con un salto de 1m de altura, continuando horizontalmente.

A continuación pasa por una loma, cuyo radio en el punto más alto es $r = 80\text{m}$ y finalmente ingresa en una curva peraltada, con $\theta = 5^\circ$.

El coeficiente de rozamiento estático entre los neumáticos y la pista es $\mu = 0,7$; gravedad $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

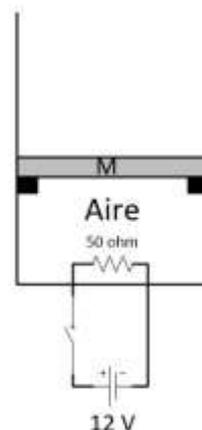


- ¿Qué fuerza debe implementar el vehículo a través de su conjunto motor-transmisión para mantener su velocidad constante en el ascenso por la rampa?
- ¿A qué distancia "d" del quiebre vuelve a tocar la pista?
- Calcular la compresión vertical que ejerce el vehículo sobre la pista, cuando pasa por el punto más alto de la loma.
- ¿Cuál debería ser el radio mínimo de la loma para que el vehículo, circulando a 90 km/h, no se despegue de la pista al pasar por ese punto?
- Hallar una expresión que permita calcular el radio R de la curva peraltada, teniendo en cuenta el ángulo del peralte θ , el coeficiente de rozamiento μ y la velocidad del vehículo. Para los valores conocidos en esta situación, ¿cuál sería el radio?

**PT19. Colegio N° 4-016 Ingeniero Antonio Marcelo Arboit.
Junín, Mendoza.**

El dispositivo que se muestra en la figura, consiste en un tubo cilíndrico de radio $r = 80 \text{ mm}$ y longitud total de 80 cm. Dentro del tubo hay una tapa móvil que tiene una masa M de 4 kg y que se desliza sin fricción, y mediante un pequeño anillo que se encuentra a 20 cm de la base de cilindro funciona como soporte para la tapa.

Al accionar el interruptor comienza a circular una corriente i que al pasar por la resistencia comienza a transmitir calor (muy lentamente) al aire encerrado entre la tapa y el fondo del recipiente (Se considera que las paredes son totalmente aislantes). Suponer que inicialmente el interior y exterior del tubo la presión es la atmosférica.



- Calcula la masa de aire entre la tapa y el fondo del cilindro si consideras que se comporta como un gas perfectamente diatómico ($\delta=1.29 \text{ kg/m}^3$).
- Calcula la presión necesaria para comenzar a elevar la tapa.
- Calcula la temperatura necesaria para que el gas comience a elevar la tapa (Considera que al ser un proceso muy lento se lo puede considerar isocórico).
- Calcula la energía que transmitió la resistencia al gas.
- Calcula el tiempo que debe estar circulando la corriente por la resistencia para aportar esa energía.

Información útil

Calores específicos molares para gases diatómicos:

$$c_p=7/2 R \quad c_v=5/2 R$$

PT20. Colegio N° 4-016 Ingeniero Antonio Marcelo Arboit. Junín, Mendoza.

En un pequeño pueblo existe una rueda de molino de agua que funciona debido a un río que pasa por debajo del molino haciendo que gire como se indica la figura. La rueda tiene 2 metros de diámetro y se puede considerar para realizar los cálculos que la masa de 150 kg está distribuida en la periferia.



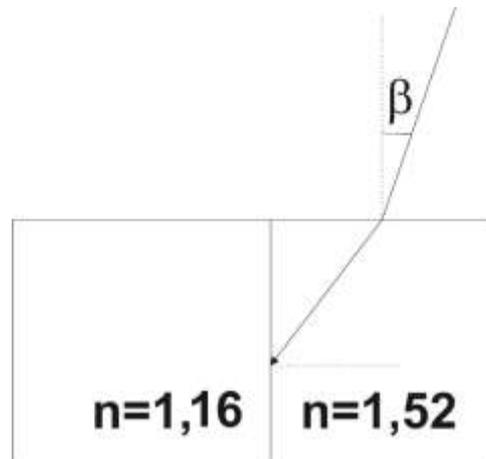
Calcular:

- El trabajo necesario para que la rueda alcance una velocidad de 15 rpm partiendo del reposo.
- La distancia de una pequeña piedra atrapada por la rueda que se libera justo cuando está en la posición más alta de la misma (observe la figura).
- La velocidad a la que debería girar la rueda para que la piedra cuando pase por el punto más alto sienta el efecto de ingravidez.

PT21. Colegio N° 4-016 Ingeniero Antonio Marcelo Arboit. Junín, Mendoza.

Un haz de luz que proviene desde el aire incide sobre un bloque de vidrio como se muestra en la figura.

- Determine la expresión del máximo ángulo de incidencia (β) para el que ocurre reflexión interna total en la cara vertical. Considere que el aire tiene un índice de refracción igual a 1 y el índice de refracción del vidrio es $n=1,52$. Tal como se observa en la figura a la izquierda del bloque de vidrio existe un bloque de otro material con índice de refracción de $n=1,16$.
- La velocidad con que viaja la luz en el bloque de vidrio.
- Si el haz de luz tiene la longitud de onda de color verde ($\lambda=540 \text{ nm}$), con que longitud de onda viaja por el bloque de vidrio.
- Determine la frecuencia del haz luz.



**PT22. Instituto Santa Catalina Labouré.
Clorinda, Formosa.**

Jugando al Fútbol

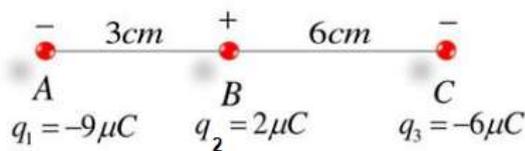
Un arquero se dispone a patear la pelota desde el borde de su área chica en un “saque desde el arco”. Su objetivo es que la reciba uno de los delanteros de su equipo situado 40 m más adelante. Se sabe que la velocidad de salida de la pelota es de 15 m/s y que forma un ángulo de 45° respecto del suelo. Considerando la aceleración de la gravedad $g = 10 \text{ m/s}^2$ y despreciando la resistencia del viento

- Determine si es posible que el delantero reciba la pelota directamente.
- Determine la velocidad mínima con la que debe tirar la pelota, teniendo el mismo ángulo de inclinación, para que llegue a los pies del delantero.
- Teniendo en cuenta la velocidad hallada en el punto anterior:
 - Calcule el tiempo que la pelota está en el aire.
 - Calcule la altura máxima que alcanza.

**PT23. Instituto Santa Catalina Labouré.
Clorinda, Formosa.**

Cargas eléctricas

Se tienen tres cargas puntuales q_1, q_2, q_3 , como muestra la figura

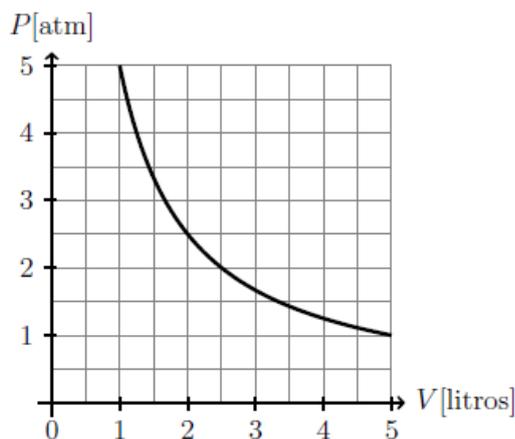


- Determine la Fuerza Electrostática Total que se ejerce sobre la carga q_3 .
- Determine el Campo Eléctrico Resultante sobre la carga q_3 , su modulo, dirección y sentido.

**PT24. Instituto Santa Catalina Labouré.
Clorinda, Formosa.**

Expansión de un gas ideal

El siguiente gráfico muestra el proceso de expansión de 1 mol de gas ideal realizado a temperatura constante



- ¿Qué volumen ocupa el gas cuando la presión es 2 atm? ¿Y cuando la presión es de 6 atm?

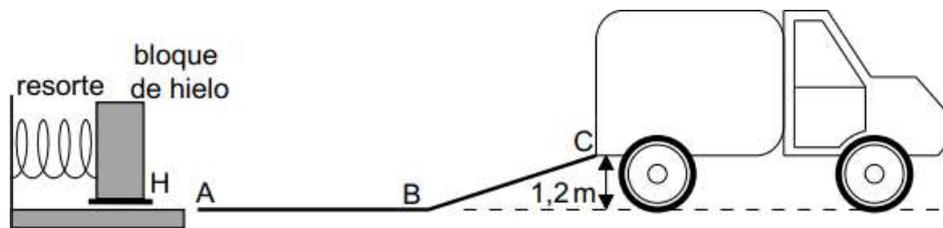
- b) ¿Qué presión tiene el gas cuando el volumen es 4 litros? ¿Y cuando el volumen es de medio litro?
- c) ¿A qué temperatura ocurre la expansión del gas?

Datos Útiles:

- Constante Universal de los Gases Ideales: $R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{l}}{\text{mol} \cdot ^\circ\text{K}}$

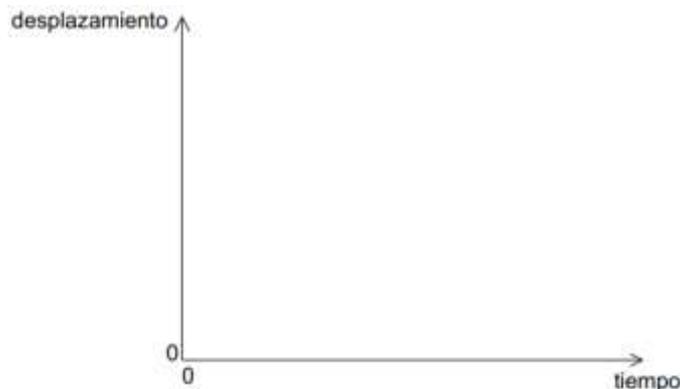
PT25. ET N° 28 República Francesa.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Una empresa diseña un sistema de resortes (muelles) para cargar bloques de hielo en un camión. El bloque de hielo se coloca en un soporte H delante del resorte y un motor eléctrico comprime el resorte empujando H hacia la izquierda. Al soltar el resorte, el bloque de hielo sale acelerado hacia la rampa ABC. Cuando el resorte se descomprime totalmente, el bloque de hielo pierde contacto con el resorte en A. La masa del bloque de hielo es de 55Kg.



Suponga que la superficie de la rampa no tiene rozamiento y que las masas del resorte y el soporte son despreciables en comparación con la masa del bloque de hielo.

- a) Si el bloque llega a C con una rapidez de $0,90 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Muestre que la energía elástica almacenada en el resorte es de 670J.
- b) Calcule la rapidez del bloque en A.
- c) Describa el movimiento del bloque:
- De A a B, refiriéndose a la primera ley de Newton.
 - De B a C, refiriéndose a la segunda ley de Newton.
- d) Sobre los ejes, dibuje aproximadamente una gráfica que muestre como varía el desplazamiento del bloque de A a C frente al tiempo. (No poner números en los ejes).



- e) La descompresión del resorte lleva 0,42s. Determine la fuerza media que ejerce el resorte sobre el bloque.
- f) Se conecta el motor eléctrico a una fuente de potencial de 120V y se forma una corriente de 6,8A. Si el motor tarda 1,5s en comprimir el resorte, estime el rendimiento del motor.

PT26. ET N° 28 República Francesa.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

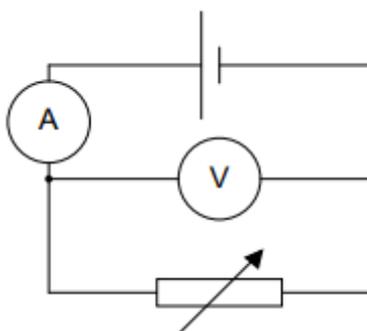
En un experimento para determinar el calor latente específico de fusión del hielo, se deja caer un cubo de hielo en agua que está en un calorímetro bien aislado con calor específico despreciable. Se dispone de los siguientes datos:

Masa del cubo de hielo	= 25 g
Masa del agua	= 350 g
Temperatura inicial del cubo de hielo	= 0 °C
Temperatura inicial del agua	= 18 °C
Temperatura final del agua	= 12 °C
Calor específico del agua	= 4200 J kg ⁻¹ K ⁻¹

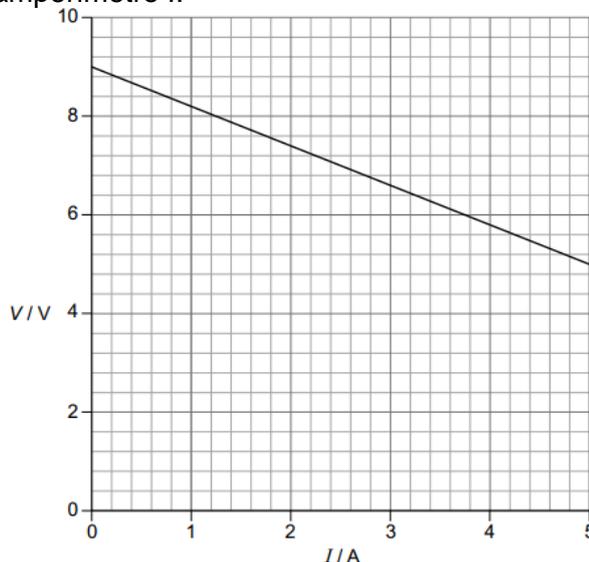
- Utilizando los datos, estime el calor latente específico de fusión del hielo.
- Se repite el experimento utilizando la misma masa de hielo machacado. Sugiera el efecto, si lo hay, que machacar el hielo tiene sobre:
 - La temperatura final del agua.
 - El tiempo que lleva al agua alcanzar su temperatura final.

PT27. ET N° 28 República Francesa.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

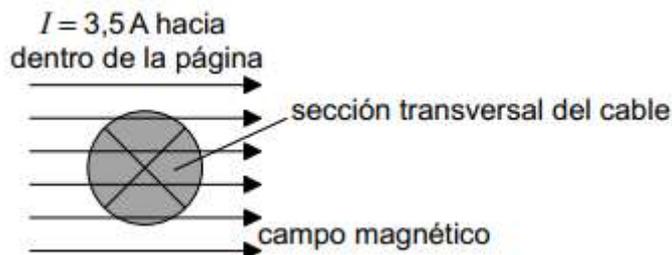
En un experimento, un alumno construye el circuito mostrado en el diagrama. Se supone que el amperímetro y el voltímetro son ideales.



- El alumno ajusta la resistencia variable y toma lecturas del amperímetro y del voltímetro. En la gráfica se muestra la variación de la lectura del voltímetro V frente a la del amperímetro I.



- Utilice la gráfica para determinar:
- La fuerza electromotriz (f.e.m.) de la celda.
 - La resistencia interna de la celda.
- b) Un cable conector del circuito tiene un radio de 1,2mm y la corriente en él es de 3,5 A. El número de electrones por unidad de volumen del cable es de $2,4 \cdot 10^{28} m^{-3}$.
Muestre que la velocidad de desplazamiento de los electrones en el cable es de $2,0 \cdot 10^{-4} \frac{m}{s}$.
- c) El diagrama muestra una sección transversal del cable conector de (b).



Se coloca el cable, que lleva una corriente de 3,5A dirigida hacia dentro de la página, en una región de campo magnético uniforme con una densidad de flujo de 0,25T.

El campo está orientado formando un ángulo recto con el cable.

Determine la magnitud (módulo) y dirección y sentido de la fuerza magnética sobre uno de los portadores de carga del cable.

**PT28. EET N° 1 Coronel Manuel Álvarez Prado.
San Pedro, Jujuy.**

Los integrantes de una familia viven en ciudades distintas,(San Pedro de Jujuy y San Salvador de Jujuy) pero pueden visitarse recorriendo una misma ruta (autopista), que es rectilínea. Deciden encontrarse en algún punto intermedio de la ruta. El hijo se dirige hacia San Pedro de Jujuy a una velocidad constante de 70 km/h y los padres se dirigen hacia San Salvador de Jujuy a una velocidad constante de 60 km/h. Los dos autos parten a la misma hora y la distancia entre las dos ciudades es 130 km.

- Realiza un gráfico posición-tiempo
- Plantee las ecuaciones correspondientes
- ¿Cuántos minutos después de que salieron se encuentran?
- ¿A cuántos km de la ciudad donde vive el hijo se encuentran?
- Cuando se encuentran deciden recorrer 20 km, en un mismo auto, hacia San Pedro para almorzar. Si marchan a 50 km/h. ¿Cuánto tardan en llegar?

**PT29. EET N° 1 Coronel Manuel Álvarez Prado.
San Pedro, Jujuy.**

Una lámpara de arco ha de funcionar con una intensidad de corriente $i = 10 A$ y a una tensión $\varepsilon_1 = 40 v$. Para empalmarla a una red a $\varepsilon = 220 v$, se le añade en serie una resistencia R. Calcular:

- La caída de tensión V en la resistencia.
- El valor R de ésta.
- La energía desarrollada por hora en la lámpara.
- La potencia desarrollada en la resistencia.
- El rendimiento η .

**PT30. EET N° 1 Coronel Manuel Álvarez Prado.
San Pedro, Jujuy.**

Un espejo esférico produce una imagen a una distancia de 4 cm por detrás del espejo cuando el objeto de 3 cm de altura se encuentra a 6 cm frente al espejo.

- a) Determinar la naturaleza de este espejo.
- b) Calcular el radio de curvatura del espejo.
- c) ¿Cuál será la altura de la imagen?

**PT31. Escuela Técnica ORT N° 2.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.**

En la actualidad, la energía eólica es utilizada principalmente para producir electricidad mediante aerogeneradores conectados a las grandes redes de distribución de energía eléctrica. Los parques eólicos construidos en tierra suponen una fuente de energía cada vez más barata y competitiva. El aerogenerador transforma energía cinética del viento en energía mecánica y luego esta energía mecánica se transforma en energía eléctrica.

- a) Si las aspas de un generador tienen una longitud de 30m, calcule el área barren cuando giran.
- b) Si suponemos la velocidad del viento como constante y de 30km/h. ¿cuál es el volumen de aire pasa a través de el área que forman las aspas en una hora?
- c) Sabiendo que la densidad del aire es de $1,2\text{kg/m}^3$, y que la eficiencia del aerogenerador para transformar energía eólica en mecánica es del 35%. Calcule la potencia que logrará producir el generador.
- d) Calcule velocidad del viento en la parte posterior del generador.

**PT32. Escuela Técnica ORT N° 2.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.**

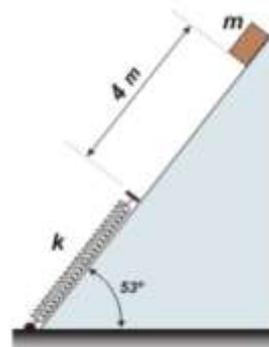
Se quiere calcular el tiempo y el costo de de calentar agua para cocinar. Se llena un recipiente con 20 litros de agua a 20°C y se sumerge en ella un calentador eléctrico conectado a 220 V. Como se desea calentar el agua hasta una temperatura de 85°C exactamente, se calcula el tiempo necesario para alcanzarla, para lo se mide la resistencia del calentador sumergido en el agua y obtuvo $R=28\Omega$.

- a) Calcule la corriente que circula por el calentador, cuando se lo conecta a 220 V.
- b) Calcule cuánta energía debe suministrar el calefactor al agua. Sabiendo que el recipiente utilizado pierde el 20 % de la energía que se le entrega, ¿Cuánto tiempo debe dejarse el calentador conectado a la línea de 220 V para que la temperatura del agua llegue a los 85°C deseados? (El calor específico del agua es $C_{\text{agua}}=1\text{cal/g}^\circ\text{C}$)
- d) Si el precio del kWh es de 60 centavos, cuánto cuesta calentar el agua según el cálculo de c)
- e) ¿Cómo sería su respuesta para el inciso anterior si el calefactor se conecta a 110 V?
- f) Grande fue la sorpresa cuando al cabo del tiempo calculado se comprobó que la temperatura del agua era menor que 85°C . Pensó que había cometido algún error en la determinación de la resistencia del calentador. Midió entonces nuevamente R con el calentador sumergido en el agua caliente y comprobó que ésta había aumentado. Para mejorar sus cálculos midió nuevamente la resistencia del calentador a tres temperaturas diferentes y en base a esas mediciones supuso que entre 20°C y 40°C , $R=28\Omega$; entre 40°C y 60°C , $R=34\Omega$ y entre 60°C y 85°C , $R=50\Omega$, y recalculó el tiempo necesario que debía dejar sumergido el calentador para elevar el agua de 20°C a 80°C . Calcule el nuevo tiempo.

DATOS: $\delta_{\text{agua}} = 1\text{ g/cm}^3$ (constante) $1\text{ cal} = 4.2\text{ J}$

PT33. Escuela Técnica ORT N° 2.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Un paquete de 2 kg se suelta en una pendiente de 53° a 4 m de un resorte largo, cuya constante de fuerza es de 120 N/m y está sujeto a la base de la pendiente. El coeficiente de fricción entre el paquete y la pendiente vale 0,5. La masa del resorte es despreciable.



- ¿Qué rapidez tiene el paquete justo antes de llegar al resorte?
- ¿Cuál es la compresión máxima del resorte?
- Al rebotar el paquete hacia arriba, ¿qué tanto se acerca a su posición inicial?

PT34. Instituto María Auxiliadora.
Santa Rosa, La Pampa.

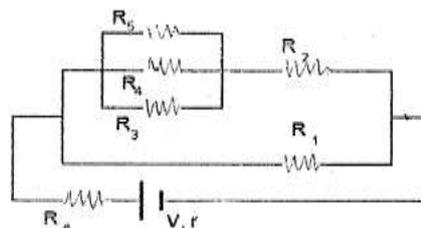
Un electrón de $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg tiene una velocidad inicial de 300000 m/s. Viaja en línea recta y su velocidad aumenta a 700000 m/s en una distancia de 5cm. Si consideras que su aceleración es uniforme,

- ¿Qué tipo de movimiento posee el electrón?
- Realiza la gráfica v-t y a-t correspondientes a ese tramo.
- ¿Cuál es la fuerza que actúa sobre el electrón?
- Compara esta fuerza con su peso.
- ¿Cuál es el cambio de la energía cinética en ese tramo?
- ¿Cuál es el trabajo desarrollado? Expresa el resultado en eV, sabiendo que $1\text{eV}=1,6 \cdot 10^{-19}$ J

PT35. Instituto María Auxiliadora.
Santa Rosa, La Pampa.

Dado el siguiente circuito, responde:

- ¿Cuál es la intensidad de corriente sobre la R_3 ?
- ¿Cuál es la caída de tensión en R_2 ?
- ¿Qué potencia disipa la R_1 ?
- ¿Cuál es la intensidad de corriente que circula por R_6 ?



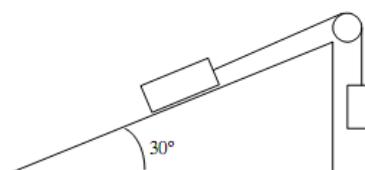
Sabes que : $R_1= 8\Omega$ $R_2= 7\Omega$ $R_3= 2\Omega$ $R_4= 3\Omega$ $R_5= 6\Omega$ $R_6= 5\Omega$
 $V= 120\text{v}$

PT36. Instituto María Auxiliadora.
Santa Rosa, La Pampa.

Dos cuerpos de 30kg cada uno se encuentran unidos por una cuerda que pasa por una polea sin rozamiento como se indica en la figura.

Si el coeficiente de rozamiento es de 0,2:

- Realiza el diagrama de cuerpo libre para cada masa.
- Calcula la tensión que soporta la cuerda.
- Determina hacia donde se mueve el sistema y su aceleración.

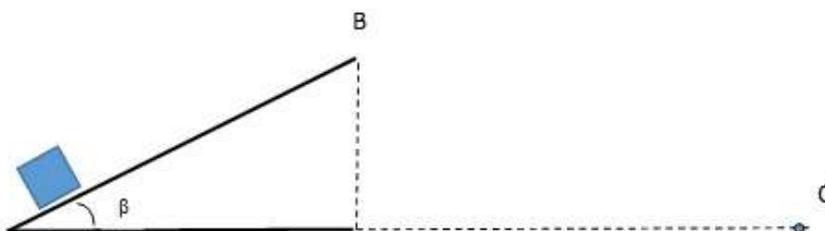


**PT37. Escuela Municipal Paula Albarracín de Sarmiento.
Olivos, Buenos Aires.**

Una persona empuja un paquete de 10 Kg a lo largo de un plano inclinado, con rozamiento, de 2 m de longitud. Para ello le aplica una fuerza constante y paralela al plano; en consecuencia, el paquete, que estaba inicialmente en reposo en el punto A, abandona el plano en el punto B con una velocidad de 1,8 m/s, e impacta en el punto C. El dibujo no está a escala. Las consignas son:

- Realizar los diagramas de cuerpo libre para los tramos AB y BC.
- Hallar el trabajo de la fuerza que aplica la persona.
- Calcular la altura máxima del paquete y el módulo de su velocidad al llegar al piso, utilizando consideraciones energéticas.
- Calcular el trabajo realizado por la fuerza peso en el tramo AB.

$\mu = 0,1$
 $\beta = 37^\circ$
 $g = 10 \text{ m/s}^2$



**PT38. Escuela Municipal Paula Albarracín de Sarmiento.
Olivos, Buenos Aires.**

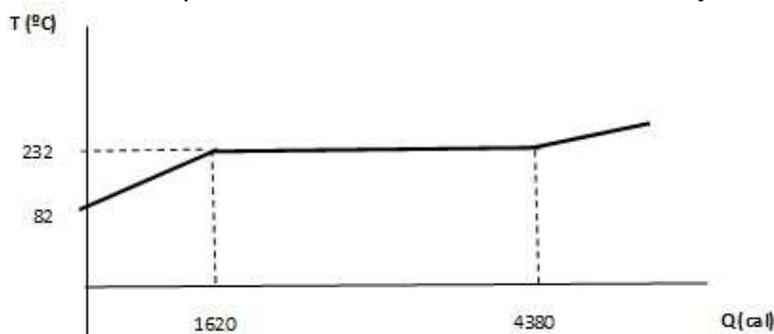
- Al desplazarse en ascensor de un piso a otro de un edificio, una persona experimenta en su oído una fuerza neta hacia afuera debido a una disminución de la presión externa (suponiendo constante la presión detrás del tímpano). Dicha fuerza vale 0,025 N y el tímpano tiene un área de 0,5 cm². Suponiendo que el aire es un fluido incomprensible, cuya densidad es de 1,2 g/lit, determinar la distancia recorrida por el ascensor y el sentido del movimiento.
 $g = 10 \text{ m/s}^2$
- La aorta se ramifica en arterias que se van haciendo cada vez más finas hasta convertirse en arteriolas que finalmente conducen la sangre a los capilares. Sabiendo que el caudal sanguíneo es, para una persona en reposo, de 5lt/min y los radios disminuyen desde 10 mm para la aorta a 0,008 mm para los capilares y la sección total de los capilares es de aproximadamente 2000 cm². Determinar en sistema cgs:
 - El número de capilares y el caudal de cada uno de ellos.
 - La velocidad de la sangre en la aorta.
 - La velocidad en cada uno de los capilares.

**PT39. Escuela Municipal Paula Albarracín de Sarmiento.
Olivos, Buenos Aires.**

- En un recipiente adiabático que contiene 550 g de agua a 22°C, se echan 300 g de plomo fundido (líquido) a 327°C. Puede despreciarse la capacidad calórica del recipiente. Consulte los datos que necesite de la tabla adjunta y determine:
 - La temperatura del agua cuando finaliza la solidificación del plomo.
 - La temperatura de equilibrio del sistema agua-plomo.

Sustancia	Calor esp. del sólido (cal/g °C)	Calor latente de fusión (cal/g)	Calor esp. del líquido (cal/g °C)	Temp. de fusión/solid. (°C)
Plomo	0,031	5,5	Sin dato	327
Agua	0,5	80	1	0

- 2) Si se calientan 200 g de estaño sólido, inicialmente a 82°C, su temperatura varía con el calor entregado como se indica en el gráfico adjunto. Calcule:
- El calor específico del estaño sólido y su calor latente de fusión.
 - ¿Cuál es el estado del estaño cuando se le han entregado 3000 cal? ¿Cuál es la masa respectiva en dicho caso en estado sólido y en estado líquido?



**PT40. Instituto de Enseñanza San Jorge¹ - ET N° 3 Ing. Santiago Maradona¹
Colegio Hermano Hermas de Bruijn¹ - Escuela Big Ben School¹
Centro Educativo Bernardino Rivadavia² - ET N° 6 Cmte. Manuel Besares².
¹Santiago del Estero - ²La Banda, Santiago del Estero.**

Una pareja de recién casados, decidieron ir de luna de miel a las Termas de Rio Hondo. En uno de los paseos fueron hasta el dique frontal y desde la parte superior, mientras observaban salir el agua por los compuertas, lanzaron una moneda para pedir un deseo. Al cabo de 2 segundos escucharon el sonido del impacto de la moneda contra el agua. Sabiendo que la moneda fue lanzada verticalmente hacia abajo con una velocidad de 1,5 m/s y que la velocidad del sonido es de 340m/s, realiza lo siguiente:

- Construye un croquis (gráfico) que te permita esquematizar la situación.
- Identifica los tipos de movimiento intervinientes en el problema.
- Calcula el tiempo que la moneda tarda en llegar al agua.
- Calcula la altura desde donde fue lanzada la moneda.
- Construye las graficas de la velocidad y el espacio recorrido en función del tiempo para el sistema moneda sonido.

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

**PT41. Instituto de Enseñanza San Jorge¹ - ET N° 3 Ing. Santiago Maradona¹
Colegio Hermano Hermas de Bruijn¹ - Escuela Big Ben School¹
Centro Educativo Bernardino Rivadavia² - ET N° 6 Cmte. Manuel Besares².
¹Santiago del Estero - ²La Banda, Santiago del Estero.**

El Tren del Desarrollo que une Santiago con La Banda, tiene un vagón impulsor ($m_1 = 2500 \text{ kg}$) que tira al segundo vagón de masa $m_2 = 2000 \text{ kg}$. Sale cada 1 hora desde la estación del Forum. El coeficiente de fricción entre las ruedas y las vías es $u_c = 0,60$.

Teniendo en cuenta estos datos:

- Esquematice la situación y realice el diagrama de cuerpo libre de cada vagón. (Suponiendo el tren en movimiento).
- ¿Qué fuerza ejerce el vagón impulsor, si logra desplazar el tren con una aceleración de 1 m/s^2 en un tramo sin inclinación?
- En el primer tramo del recorrido las vías tienen una pendiente ascendente de 30° . Para recorrerlo con la misma aceleración, el tren realizó un trabajo de 416.700 Nm , ¿Qué longitud tiene la vía en ese tramo?
- ¿Cuál es la energía Cinética que posee el tren a los 3 s de partir con la aceleración mencionada?
- ¿Se modifica la energía Potencial en ese tiempo? Justifique.
- ¿Qué cantidad de calor se disipa por el rozamiento entre las ruedas y las vías?

Nota: Considera que las ruedas deslizan en lugar de girar. $g = 10 \text{ m/s}^2$

**PT42. Instituto de Enseñanza San Jorge¹ - ET N° 3 Ing. Santiago Maradona¹
Colegio Hermano Hermas de Bruijn¹ - Escuela Big Ben School¹
Centro Educativo Bernardino Rivadavia² - ET N° 6 Cmte. Manuel Besares².
¹Santiago del Estero - ²La Banda, Santiago del Estero.**

Mientras estudiabas para esta prueba, pusiste a calentar agua en un jarro, para tomar mate. Sin darte cuenta, dentro del jarro estaba la bombilla del mate que tiene una masa de 25 g . Luego de hervir el agua durante 5 minutos (algo que no se debe hacer para tomar un buen mate), observaste que la bombilla estaba dentro y la sacaste del jarro dejándola caer dentro de una olla (no lavada desde el almuerzo) que contenía $0,0907 \text{ kg}$ de agua a 20°C . Luego de varios minutos, la bombilla y el agua de la olla estabilizaron su temperatura en 22°C .

Considera que el jarro y la olla tienen masas despreciables y que idealmente la bombilla, el jarro, el agua y la olla, no intercambian calor con el ambiente o con cualquier otro material (Por ejemplo restos de ravioles de la olla). Suponiendo además que utilizaste el “poder de la fuerza” para sacar la bombilla del jarro y colocarla en la olla (como el maestro yoda), responde:

- ¿Cuántos grados descendió la temperatura de la bombilla al enfriarse en la olla?
- ¿Qué cantidad de calor entregó el agua de la olla a la bombilla?
- En base a tus cálculos determina de qué material está hecha la bombilla. Ver la tabla de Calores Específicos.
- Si la temperatura de la bombilla al caer en la olla era de 70°C ¿Cuál hubiera sido la temperatura final alcanzada por el agua de la olla y la bombilla?
- Solucionado este percance, cargaste 1 litro de agua a temperatura ambiente (20°C) en una jarra eléctrica y la conectaste a la red domiciliaria. ¿Cuál es el valor de la resistencia eléctrica de la jarra si el agua alcanzó los 63°C en 30s ?

Datos

Calor específico del Agua: $C_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

Calor latente de vaporización del Agua: $L_{\text{V-H}_2\text{O}} = 540 \text{ cal/g}$

Densidad del Agua: 1 g/cm^3

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

Tabla de calores Especificos

Sustancia	c [J/(g°C)]	c [cal/g°C]
Agua	4.182	1.0
Aire seco	1.009	0.241
Aluminio	0.896	0.214
Bronce	0.385	0.092
Cobre	0.385	0.092
Concreto	0.92	0.22
Hielo (a 0°C)	2.09	0.5
Plomo	0.13	0.031
Vidrio	0.779	0.186
Zinc	0.389	0.093

**PT43. IPETAyM N° 65 Juan Antonio de Mena.
Vicuña Mackenna, Córdoba.**

El problema de las baterías...

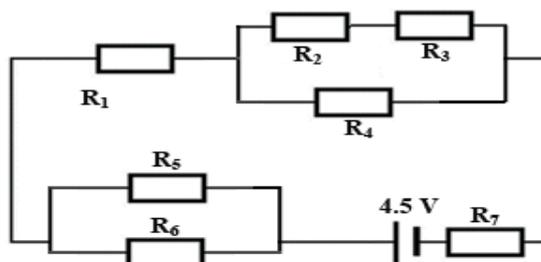
A mediados de noviembre del año 2017, desapareció el submarino ARA San Juan (S-42) con cuarenta y cuatro tripulantes a bordo, cuando se trasladaba desde la ciudad de Ushuaia hacia la base de Mar del Plata, a la altura del Golfo de San Jorge (en la provincia de Chubut). Las causas del naufragio de la nave todavía son desconocidas y sobre ellas han circulado diferentes versiones.

El submarino contaba con un propulsor eléctrico, alimentado por 960 baterías de plomo-acido, que proveían su energía a un motor eléctrico de 6400 kW, que a su vez era el encargado de mover la hélice del submarino.

Para la carga de las baterías, el submarino contaba con cuatro motores diésel de 16 cilindros en V (con una temperatura de trabajo de 700°C) y 1200 kW de potencia cada uno. Un inconveniente que tiene este tipo de submarinos, como el ARA San Juan es que cuando las baterías eran cargadas emiten gases peligrosos, como por ejemplo hidrogeno, que deben ser ventilados hacia el exterior de la nave.

Teniendo en cuenta estos datos técnicos, que ahora conoces del submarino, se pide que averigües:

- ¿Qué tiempo podrá funcionar el submarino, si desde la base donde partió por última vez, se le cargaron 1250 litros de gas oil marítimo a una temperatura de 25°C?
- Teniendo en cuenta que el voltaje que entrega cada una de las baterías de la nave es de 1,9 v, ¿Encontrar cuál será la intensidad de corriente que llega al motor eléctrico que impulsa al submarino?
- Suponga que en uno de los compartimientos del ARA San Juan se tiene una instalación eléctrica como lo muestra la siguiente figura:



Lo valores de las resistencias (en este caso, lámparas) son: $R_1 = 3\Omega$, R_2 y $R_4 = 1,3\Omega$, R_7 y $R_5 = 2,6\Omega$, $R_3 = 1,7\Omega$, $R_6 = 2\Omega$.

¿Qué diferencia de potencial habrá en el circuito eléctrico, si por el circula una corriente eléctrica de 1,3 A?

**PT44. IPETAyM N° 65 Juan Antonio de Mena.
Vicuña Mackenna, Córdoba.**

Los trabajos que realizaba el submarino

El submarino ARA San Juan (veterano de la guerra de Malvinas) cumplía misiones de patrullaje e interceptación en aguas Argentinas, donde principalmente debía controlar que no hubiese barcos pesqueros ilegales en todo el mar argentino. La tarea no era destruir y hundir barcos, sino la de reducir las operaciones de pesca o contrabando sin permiso y detener sus tripulaciones.

Un componente vital para el funcionamiento de un submarino es el dispositivo óptico, llamado periscopio, que es un arreglo de espejos y lentes o prismas, que permite a la tripulación del submarino observar naves que se encuentran en la superficie del mar.

Personal de tripulación, se encuentra observando por el periscopio a un barco que se encuentra pescando sin permiso, la imagen del barco se refleja en dos espejos que tiene en su interior el periscopio.

- a) ¿Cuál es la ley de reflexión? Los rayos de luz llegan luego de reflejarse en los espejos a una lente convergente ($n=1,5$), sabiendo que la luz llega al ojo del marino con un ángulo de 5° ¿Averiguar el ángulo con el que llega la luz a la lente?
- b) Luego de divisar la embarcación que está pescando de forma ilegal, el submarino recibe la orden de interceptar el barco, que según el radar está a 16 km del submarino.
También se conoce la velocidad con la que se mueve el barco y es de 10,8 nudos, como el submarino está sumergido, pone curso hacia el barco a máxima velocidad, 25 nudos. ¿Cuánto tardara el submarino en alcanzar al barco?
- c) ¿Qué distancia recorrerá el submarino para alcanzar al barco?
- d) El desplazamiento (Δ) de un barco es una medida de su peso, ya que indica el volumen de agua que desaloja. ¿Qué principio físico se utiliza para justificar este dato técnico? El submarino ARA San Juan tiene un desplazamiento sumergido de 2336 tn y de 2140 tn cuando está en superficie, teniendo en cuenta que la velocidad del submarino cuando está en la superficie es de 15 nudos y cuando se sumerge puede alcanzar 25 nudos. ¿Cuál será la variación de energía cinética que experimenta el submarino cuando pasa de estar en la superficie a la inmersión?

**PT45. IPETAyM N° 65 Juan Antonio de Mena.
Vicuña Mackenna, Córdoba.**

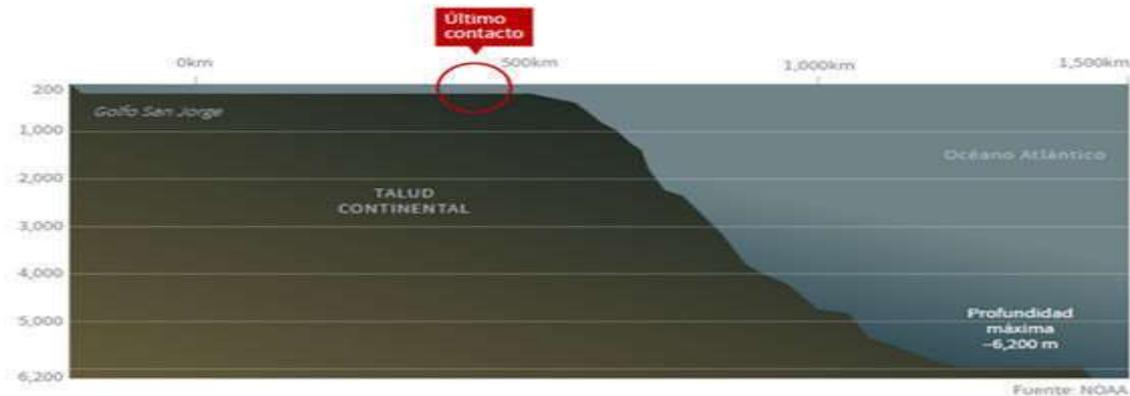
El final del ARA San Juan

Entre las diversas versiones que se barajaron acerca del destino que pudo haber tenido el submarino ARA San Juan, es que haya ocurrido una implosión, por causa de una avería en el sistema de propulsión (diésel-eléctrico). Un submarino siempre tiene la tendencia a hundirse, por eso es que siempre debe estar propulsado, no puede prescindir en ningún momento de su motor.

Una de las versiones que más sustento tiene, es que hubo un fallo en las baterías, esto es que durante el proceso de carga, hubo una acumulación de hidrogeno, que no fue ventilado al exterior de la nave (por un tubo llamado snorkel) provocando una explosión en uno de los compartimientos de baterías, provocando la detención del motor eléctrico y por ende de la nave.

Se conoce que el ARA San Juan podía operar hasta una profundidad máxima de 250 m, luego de la cual, la estructura del casco de la nave sufre daños que pueden ser irreversibles y colapsar.

En la siguiente figura se presentan datos de la variación de la profundidad con la distancia a la costa Argentina:



- Calcule la presión máxima, en atmosferas, que puede soportar la estructura del casco del submarino ARA San Juan.
- Teniendo en cuenta, el desplazamiento (Δ), dato técnico de suma utilidad en una embarcación (observe el problema anterior, para recordar que indica), este se puede expresar matemáticamente como:

$$\Delta = V_{\text{sumergido}} \cdot \delta_{\text{agua de mar}}$$

Encuentre el volumen del submarino del submarino.

- ¿Qué ocurrió, en el submarino, si como se dice en una de las versiones más fuertes, naufragó a 460 m de la costa y fue arrastrado por las corrientes marinas hasta unos 1000 km de la costa? ¿Puede haber ocurrido la implosión en el submarino? Justifique su respuesta con los cálculos.
- Realice los diagramas de cuerpo libre cuando el submarino se encuentra sumergido y cuando se encuentra en la superficie.

Datos

$$\delta_{\text{gas oil}} = 832 \text{ Kg/m}^3$$

$$C_{\text{gas oil}} = 10200 \text{ Kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ l}$$

$$1 \text{ atmosfera} = 101325 \text{ Pa.}$$

$$1 \text{ nudo} = 1,852 \text{ km/h}$$

$$\delta_{\text{agua de mar}} = 1027 \text{ Kg/m}^3$$

$$P_{\text{atmosferica}} = 101325 \text{ Pa.}$$

$$\eta_{\text{diesel}} = 46\%$$

PT46. Escuela Técnica N° 9 Ing. Luis A. Huergo. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

De gira por la naturaleza...

Un grupo de biólogos que investiga al venado pampeano, decide trasladarse a su hábitat natural, para estudiar sus movimientos característicos a diferentes horas del día. El lugar elegido es un parque nacional, que tiene la particularidad de ser plano y no poseer obstáculos notables, y en él se desplazan a campo través en un vehículo todo terreno.

- Se observa un venado ubicado exactamente a 45 metros frente al vehículo detenido. Se decide disparar un dardo adormecedor para poder aproximarse y fijar un inofensivo sensor al animal, que permitirá luego obtener su posición geográfica. El venado, temeroso al descubrir la presencia humana, decide huir, en la recta de dirección que tenía el vehículo, con $v = 12 \text{ ms}^{-1}$. El dardo se lanza en ese instante desde 1 metro de altura y hacia el animal, con velocidad 60 ms^{-1} formando un ángulo de 30° con la horizontal. Buscar las posiciones del dardo y el animal respecto del vehículo al momento en que el dardo impacta el suelo.
- Luego de un intento "no exitoso", se idea una nueva estrategia, que consiste en acercarse lentamente y detenerse al observar al venado. Se observa uno a 80

metros, formando un ángulo de 25° con la dirección del vehículo, que se desplaza en dirección paralela y sentido contrario con $v = 2\text{ms}^{-1}$. La velocidad del animal se mantiene invariable, mientras el auto se ha detenido. Una vez en el aire, la única fuerza que actúa sobre el dardo es su peso, y se sabe que mientras menor es la distancia de vuelo, mayor es la probabilidad de dar en el blanco. Se hace un disparo horizontal, y para controlar que el dardo impacte a la altura correcta de 0,5 metros, se eleva la posición desde la cual se dispara. Hallar los parámetros de disparo para tener la mayor probabilidad de éxito. Explicar este "intento" con detalle haciendo uso de gráficos. La velocidad del dardo es de nuevo 60ms^{-1} .

- c) Cansados de fracasar -otra vez- buscan alternativas, y ante el pacifismo del animal, un biólogo decide ir a fijar el sensor "cuerpo a cuerpo", e inicia una persecución en moto, a una velocidad constante de 20ms^{-1} . El "biólogo motorizado" arranca al momento en que un venado se encuentra exactamente a 75 metros frente a él. Otra vez, el ágil animal, huye... esta vez en dirección perpendicular a la de la moto, con $v = 8\text{ms}^{-1}$. Calcular el tiempo que tardará en interceptar al animal, y la dirección que debe elegir el biólogo para encontrarse con el venado, que no se detiene, y escapa <<alocadamente>> sin cambiar su velocidad. Representar las trayectorias en un gráfico.
- d) Para que la jornada dure más, llevan una heladerita de camping con bebidas, entre las que ubican bloques de hielo. Un termómetro indica la temperatura interior de la heladera, la cuál, en caso de superar los 0°C , es señal de que ha finalizado una larga jornada. Calcular el mínimo calor que debe ingresar en la heladera desde que su temperatura interior asciende a 0°C , para que apenas comience a elevarse otra vez esa temperatura. La masa de hielo es $m = 8\text{kg}$.
- e) Calcular el tiempo que lleva el ingreso de esa cantidad de calor, siendo conocidas las características de la heladera, que tiene forma de paralelepípedo recto de lados 40, 45 y 50 cm y está construida de una capa de material aislante de 3 cm de espesor. Siendo $T_{\text{exterior}} = 20^\circ\text{C}$, se puede considerar que todo el calor se transmite por conducción.
- f) Ante el frío de la noche que se avecina, y antes de volver a la ciudad, parece necesario hervir 3 litros de agua para un amargo mate de despedida. Para esto se utiliza un calentador eléctrico en la casa del cuidador del parque, que lleva el agua desde 10 hasta 80°C . El calentador tiene $20\ \Omega$ de resistencia y funciona perfecto, durante 30 minutos, con 120V de tensión continua, proveídos por acumuladores de una instalación de luz solar. Calcular el calor generado por el calentador y calor mínimo que tuvo que recibir el agua.

Se puede destacar que ningún animal salió lastimado, a la vez que los biólogos disfrutaron del improductivo día...

Datos

$$g = 9,81\text{ms}^{-2}$$

$$\lambda_{\text{heladera}} = 0,05\text{cal m}^{-1}\text{s}^{-1}\text{K}^{-1}$$

$$C_{e_agua} = 1\text{kcal kg}^{-1}\text{K}^{-1}$$

$$C_{e_hielo} = 0,54\text{kcal kg}^{-1}\text{K}^{-1}$$

$$C_{\text{latente_hielo}} = 80\text{kcal kg}^{-1}$$

Misterios en la profundidad...

Un buque en busca de tesoros en el mar, analiza un objeto detectado en el fondo. Luego de comprobar sus dimensiones se identifica que es un antiguo y valioso cañón, de aproximadamente 540 kg, sumergido a 500 metros, lo que hará de la tarea de extracción un gran desafío. El cañón está hecho de hierro e increíblemente ha resistido la corrosión.

- a) Para izar el cañón se lo une a un flotador de volumen variable, que una vez listo, permite inflar con aire comprimido, contenido en un tanque interior, al balón expansible que le permitirá flotar. Este equipo tiene una masa de 1400 kg, un volumen mínimo de $1,25 \text{ m}^3$, y el balón está hecho de un material súper elástico que se deforma con fuerzas despreciables. Calcular la presión a la que se debe llenar ese volumen variable para conseguir la mínima condición de flotabilidad. Ese día, la temperatura del mar es, extrañamente, la misma a cualquier profundidad, $15 \text{ }^\circ\text{C}$.
- b) El equipo se vincula con el cañón, a 500 metros de profundidad, y debe ascender a superficie. Si se mantiene la misma masa de gas que lo hacía flotar en el fondo, calcular el volumen final que alcanzará el balón al emerger. Se conoce que el máximo volumen que puede tener el gas interior del balón, para que este no explote, está limitado a 20 m^3 . Calcular si es posible izar el cañón utilizando este dispositivo flotante. En caso de que pudiera fallar, indicar a que profundidad.
- c) Luego de una mejora al flotador, se le incorpora al balón un regulador de presión. Expresar la cantidad de masa gaseosa que es necesario evacuar, en función de la profundidad del objeto, para obtener flotabilidad ascendente sin que el balón explote y en lo posible conservando una flotabilidad casi neutra.

Por si el sistema anterior no funcionara, se estudia maniobrar un robot que permita vincular el cañón al cabrestante de cubierta por medio de un cable. El cabrestante, cuyo principal uso es mover las anclas, consta de un tambor giratorio de eje vertical, al que se le pueden insertar barras en un plano perpendicular a su eje, las que permiten hacer fuerza y así tirar de cabos o cables.

- d) Un robot submarino desciende a las profundidades y ata el cañón a un cable -de masa despreciable- vinculado a un sistema de poleas, que termina en el cabrestante manual de la cubierta, cuyo tambor es quien hace la fuerza. Calcular la tensión del cable para sostener el cañón al estar este, i) bajo la superficie del agua, y ii) al costado del buque esperando su traslado a cubierta. Efectuar un diagrama de cuerpo libre del cuerpo bajo el agua y al costado del buque.
- e) Cuatro marineros suben el cañón con el cabrestante manual. Calcular la mínima fuerza necesaria total y, considerando que cualquier marinero hace la misma fuerza, efectuar un diagrama de las fuerzas que hacen rotar al cabrestante. El diámetro del tambor es de 60 centímetros, y la longitud de las barras que se insertan en él, en el extremo de las cuales se hace la fuerza, es de 80 centímetros hasta el eje de giro.
- f) El barco es remolcado luego de grave avería en motores. Si la fuerza de tiro del remolcador es 15 kN calcular: i) el área de sección del cable de acero para no superar la tensión admisible; ii) el alargamiento del cable, de 600 metros de longitud inicial; iii) la energía elástica absorbida por el cable.

Datos

Ecuación Gral. de los gases: $PV = nRT$

Módulo de Young o de elasticidad longitudinal: $Y = E = (F/A)/(\Delta L/L_0)$

$\sigma_{\text{admisible_acero}} = 20 \text{ MPa}$

$E_{\text{acero}} = 200 \text{ GPa}$

$R = 8,31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

$M_{\text{aire}} = 28,9 \text{ g mol}^{-1}$

$g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$

$\delta_{\text{fe}} = 7850 \text{ kg m}^{-3}$

$\delta_{\text{agua_salada}} = 1025 \text{ kg m}^{-3}$

$\delta_{\text{agua_dulce}} = 1000 \text{ kg m}^{-3}$

$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$

PT48. Escuela Técnica N° 9 Ing. Luis A. Huergo. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Dilemas electro lumínicos

Se tiene una fuente de tensión de 20 V e infinidad de lamparitas que funcionan con 2 V y 0,2 A. Se quiere lograr la mayor iluminación posible, y para ello hace falta idear un circuito para que las lamparitas funcionen con los valores especificados. La máxima potencia suministrada por la fuente de tensión continua es 60 W.

- Calcular la potencia disipada por cada lamparita.
- Explicar el posible circuito, formado solo por lamparitas, para conseguir el objetivo.
- Calcular la resistencia equivalente de cada rama que parte de un terminal de la fuente de tensión y R_{eq} del circuito.

La resistencia puede calcularse, para un conductor de área uniforme, con $R = \rho L A^{-1}$, siendo A el valor constante de área de su sección y L su longitud. La resistividad de los metales disponibles es: i) cobre $\rho_{\text{cu}} = 1,72 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$; ii) plata $\rho_{\text{ag}} = 1,59 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$; iii) aluminio $\rho_{\text{al}} = 2,65 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$. Elegir el mejor material para el cable del circuito tal que con la misma resistencia se pueda:

- conseguir el menor volumen posible de metal;
- lograr un cable con la menor masa, siendo $\delta_{\text{cu}} = 8940 \text{ kg m}^{-3}$, $\delta_{\text{ag}} = 10500 \text{ kg m}^{-3}$ y $\delta_{\text{al}} = 2710 \text{ kg m}^{-3}$.

Para celebrar los 42 años de existencia, la extraña empresa automotriz, en la que trabaja el «lunático» del circuito anterior, decide organizar un espectáculo de rayos láser. La idea es representar en gran tamaño el número de años, por medio de tramos de luz, en el aire viciado de humo de un enorme salón de fiestas. Para ello se utiliza un láser para cada dígito, y por medio de espejos se reflejan los rayos de forma que sus trayectorias los describan.

- Calcular la disposición del sistema óptico de láser y espejos, para describir la trayectoria de cada dígito, con la geometría elegida, con el menor número de reflejos.

PT49. UEGP N° 55 Don Orión. Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco.

Intercambio de productos

Las ciudad de Resistencia dista 550 Km en línea recta de la ciudad de Santa Fe. Un camión con cereales parte a las 10 a.m desde la ciudad Resistencia hacia Santa Fe a una Velocidad constante de 60 Km/h. Al mismo tiempo desde Santa Fe parte otro camión con frutillas hacia Resistencia, y debido al alto tránsito, éste se desplaza los primeros 10

Km a una velocidad constante de 20Km/h, luego aumenta su velocidad con aceleración constante de 2m/s^2 hasta alcanzar una velocidad de 80 Km/h, continuando a esa velocidad hasta Resistencia.

- Realice un esquema de la situación planteada.
- Determine a cuantos kilómetros de Resistencia se cruzaron y a qué hora.
- Determine a qué hora llego cada camión a la ciudad destino.

PT50. UEGP N° 55 Don Orión.

Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco.

El desafío de los infantes

Tu hermanito intenta subir su autito de plástico por la bajada de un tobogán; mientras tú debes esperarlo en la parte superior del mismo. La masa del autito es de 500g; y el coeficiente de rozamiento del tobogán es 0,20. Al empujar el autito, éste adquiere una velocidad de 3 m/s.

- Realice un esquema con la situación planteada.
- Realiza un diagrama de cuerpo libre para la situación planteada.
- Si se considera que el tobogán presenta un ángulo de inclinación de 30° . Determina ¿cuál será la distancia máxima que va a adquirir el autito y cuánto tiempo le llevará? ¿Llegará hasta donde te encuentras para que puedas atraparlo si la distancia a la que te encuentras es de 2,5m en línea recta?
- Si no logra llegar, ¿Con qué velocidad necesitará empujar el autito para llegar a la cima?

PT51. UEGP N° 55 Don Orión.

Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco.

Llegó la Primavera

El 20 de septiembre se reúnen junto a tus amigos en tu casa para esperar el día del estudiante; y a uno de tus amigos se le ocurre una idea; ¿y si partimos mañana bien temprano de camping!!? Y todos dijeron Siiii! muy buena idea!!!! Inmediatamente comienzan a organizar para comprar bebidas y preparar comida. Pero se encuentran con un problema, no encuentran ningún supermercado cerca abierto para comprar bebidas, entonces recuerdas que tiene unos sobres de jugos en polvo y uno de tus amigos consigue hielo y una gran conservadora.

La conservadora tiene una capacidad para almacenar 25l. en botellas; entonces deciden colocar 2 botellas de 1,5l. 2 botellas de 2,5l. y 7 botellas de 1l. todas llenas con agua líquida, a una temperatura de 30°C , y 4 botellas de hielo de 2,5l. a (-10°C) .

Si consideramos la conservadora como un sistema adiabático y despreciable el plástico de las botellas; determina:

- La temperatura final de equilibrio.
- ¿Qué cantidad de calor absorbieron las botellas de hielo para llegar a 0°C ?
- ¿Cuántos litros de jugo podrán preparar?

Datos útiles:

Calor específico del Agua (Ce H₂O): $1\text{cal/g}\cdot^\circ\text{C}$

Calor específico del Hielo (Ce Hielo): $0.5\text{cal/g}\cdot^\circ\text{C}$

Calor latente de fusión del Hielo (Lf Hielo): 80cal/g

Densidad del Agua: 1g/cm^3

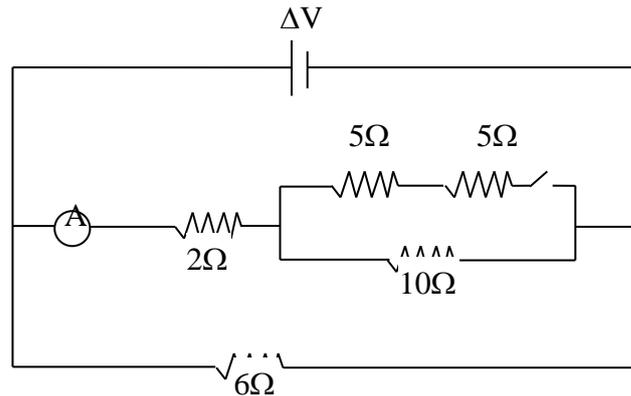
Densidad del Hielo: $0,92\text{g/cm}^3$

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

**PT52. Escuela Politécnica N° 701 Francisco Gilardoni.
Esquel, Chubut.**

En el circuito que se muestra en la figura, el amperímetro mide una corriente de 4 A cuando se cierra el interruptor.

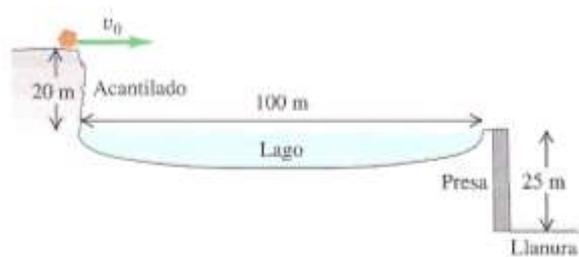
- ¿Cuál es el valor de la intensidad de corriente eléctrica, por esa rama, cuando se abre el interruptor?
- ¿Cual es el valor de la intensidad de corriente eléctrica total que sale de la fuente cuando el interruptor está abierto?
- ¿Cuál es la corriente que circula por la resistencia de 6Ω cuando el interruptor está abierto? ¿y si está cerrado?



**PT53. Escuela Politécnica N° 701 Francisco Gilardoni.
Esquel, Chubut.**

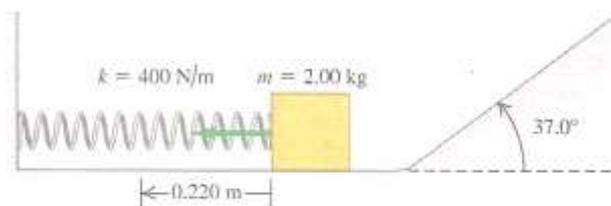
Una piedra de 76kg de masa está rodando horizontalmente hacia el borde de un acantilado que está a 20m por encima de la superficie de un lago. La parte superior de la cara vertical del paredón de la represa está a 100m del acantilado, al nivel de la superficie del lago.

- ¿Qué velocidad mínima debe tener la piedra al perder contacto con el acantilado para llegar hasta la llanura sin golpear el paredón de la represa?
- ¿A qué distancia del pie de la represa caerá la piedra en la llanura?



**PT54. Escuela Politécnica N° 701 Francisco Gilardoni.
Esquel, Chubut.**

Un bloque de 2kg de masa se empuja contra un resorte de masa despreciable y constante $k=400\text{N/m}$, comprimiéndolo 0,22m. Al soltarse el bloque, se mueve por una superficie sin fricción que primero es horizontal y luego sube a 35° de inclinación.



- ¿Qué velocidad tiene el bloque al deslizarse por la superficie horizontal después de separarse del resorte?
- ¿Qué distancia sobre el plano inclinado alcanza el bloque antes de detenerse?

**PT55. Colegio Crucero General Belgrano.
General Campos, La Pampa.**

Quienes son apasionados por el mundo de los drones, desde hace cerca de un año han visto cómo ganan popularidad los vuelos y competiciones de carreras drones. Los drones de carreras o 'drone racing', son un nuevo pasatiempo que se está convirtiendo en deporte de alto rendimiento, y que debido a su preparación, técnica, equipos y competencias, se empieza a perfilar como uno de los deportes del futuro. El colegio Crucero Gral. Belgrano tiene un drone y quiere participar de una competencia de 15 minutos que el municipio está organizando para el día del estudiante. El drone tiene un motor de que es alimentado por 3 baterías de 3,7 VOLT y 0,5 AMPER HORA conectadas en serie que no pueden ser recargadas durante la competencia.

- ¿Cuál es la corriente y la tensión que alimenta al motor?
- Si el rendimiento del drone es óptimo, ¿Qué corriente debería ir consumiendo para llegar al final de la competencia?
- Si el drone consume 0.8 AMPER HORA, ¿Llegara al final de la competencia?
- La potencia del motor es de 150 WATT ¿cuál sería la resistencia que produce el motor en cada caso anterior?

**PT56. Colegio Crucero General Belgrano.
General Campos, La Pampa.**

Dos drones llegaron a la final de la competencia. Uno de los drone llega en 5 segundos a su velocidad máxima que es de 2,5 m/s. El otro tarda 4,5 segundos en llegar a su velocidad máxima de 2,45 m/s. Una vez alcanzada su velocidad máxima siguen con velocidad constante hasta el final.

- ¿Qué aceleración tiene cada uno de los drones al empezar la competencia?
- ¿Qué distancia necesitan para alcanzar su máxima velocidad?
- La meta se encuentra a 500 metros del lugar de salida, ¿Qué drone gana la competencia?
- ¿Cuánto debería medir la pista para que haya un empate?
- Realizar un gráfico.

**PT57. Colegio Crucero General Belgrano.
General Campos, La Pampa.**

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

**PT58. Instituto Politécnico Superior General San Martín.
Rosario, Santa Fe.**

Solo la punta del iceberg...

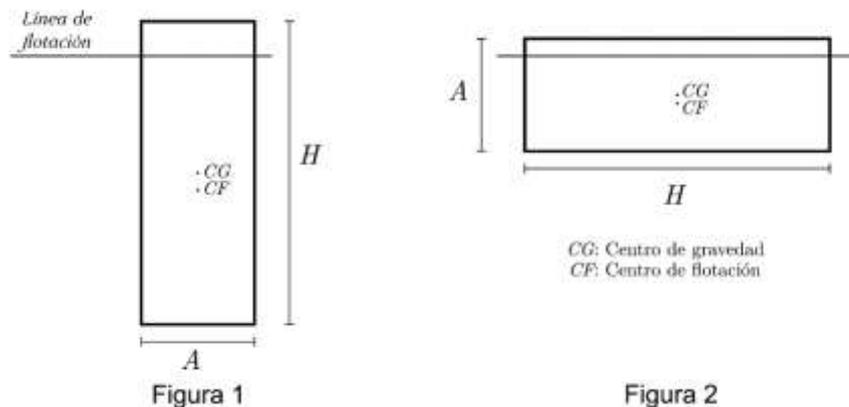
Los Icebergs son enormes masas de hielo que flotan en el mar. Seguro has escuchado hablar de ellos. Por ejemplo, la colisión del Titanic con un iceberg en abril de 1912 desencadenó el hundimiento del famoso transatlántico. Cuando se sospecha que lo que sabemos de un tema, por ejemplo de un escándalo público, es mucho menos de lo que aún ignoramos, se suele decir que esto es sólo la punta del Iceberg. ¿Cuál es el origen de esta expresión? En este problema averiguaremos eso y algunas cosas más sobre estos colosos.

Lo primero que hay que saber, es que los icebergs provienen de los glaciares. ¿Eso quiere decir que están formados por agua dulce y flotan en agua salada? Así es. Cuando

un glaciar en contacto con el mar es sometido a tensiones, mientras sufre los embates de las olas y las mareas, puede sufrir desprendimientos de hielo. Si estas piezas que se desprenden alcanzan los 5 m de altura sobre el nivel del mar, ahí es cuando los llamamos Icebergs.

1. Se sabe que la densidad del agua de mar es 1025 kg/m^3 , mientras que la del hielo es, aproximadamente 920 kg/m^3 . Mientras flota en aguas calmas, ¿qué porcentaje del iceberg se encuentra sumergido? Considere para todos los cálculos de este problema que $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Centro de gravedad y centro de flotación: Cuando un iceberg flota, están en equilibrio las fuerzas de gravedad y el empuje. Suponiendo un iceberg con forma de prisma rectangular (como una caja de zapatos) homogéneo, para que este esté en equilibrio, ambas fuerzas deben actuar sobre la misma recta. Podemos suponer que el peso actúa justo en un punto llamado centro de gravedad, ubicado en el centro geométrico del prisma, mientras que el empuje actúa en el centro de flotación, que se encuentra en el centro geométrico de la parte sumergida del mismo. Si por acción de las olas y el viento (sucundún...), nuestro iceberg tambalea, las dos fuerzas ya no actuarán sobre la misma recta de acción, y el torque producido por ellas ¡hará que el iceberg se tumba!



Llamamos línea de flotación a la intersección de la superficie del agua con las paredes del hielo. En palabras más simples, la línea de flotación sería el nivel del mar en el instante estudiado. Consideremos que nuestro iceberg con forma de caja de zapatos tiene una altura total $H = 100 \text{ m}$. El ancho del iceberg es $A = \alpha H$, en donde $0 < \alpha < 1$. La tercera dimensión, la longitud l , no es importante en nuestro análisis, siempre y cuando se cumpla que $H > l > A$. Al flotar en la forma de la Figura 1,

2. ¿A qué profundidad, por debajo de la línea de flotación, se encuentra el centro de gravedad del iceberg?
3. Si el iceberg se tumba, como muestra la Figura 2, ¿A qué profundidad se encontrará ahora el centro de gravedad? Escríbelo en función de α .
4. Calcula, en función de α , el trabajo que realiza el peso dividido por la dimensión l , es decir, el trabajo del peso por unidad de longitud, para elevar el centro de gravedad desde la posición de la Figura 1 a la de la Figura 2.

Después de tumbarse, se ha producido un aumento de la energía potencial gravitatoria del iceberg. Este trabajo *en contra* de la gravedad es ejercido por el agua que desciende a llenar el espacio dejado por el hielo al subir. Una forma de calcular la energía transferida es suponer que la variación de altura del agua desplazada es igual a la variación de altura del centro de flotación del iceberg. Además, hay que suponer que el volumen de agua desalojada coincide con el volumen sumergido inicial.

5. Calcula la variación de energía potencial gravitatoria por unidad de longitud del fluido desplazado en función de α .

6. Calcula ΔE_l , la diferencia entre las variaciones de energía potencial gravitatoria por unidad de longitud del iceberg y del agua, como una función de α .
7. Esboza una gráfica de ΔE_l en función de α . ¿Para qué valor de α esta diferencia de energía es máxima?

Ayuda: conviene factorizar el polinomio en α obtenido para sacar sus raíces.

8. Calcula la máxima diferencia de energía $l \cdot \Delta E_l$, suponiendo que el largo del iceberg es $l = 60\text{m}$.

Comentarios finales

La diferencia de energía $l \cdot \Delta E_l$ se suele disipar en forma de sonido en el aire y en grandes olas en el mar. Esta energía disipada es proporcional al cubo de la altura H , por lo que un iceberg dos veces más alto que el de este problema disipará una energía 8 veces mayor. Un iceberg típico, de los que se encuentran cerca de la Antártida puede llegar a medir 1200 m de altura total. Si uno de estos colosos de hielo se tumbara, podría producir un tsunami con una energía de 120TJ, lo que equivale a la energía de 2 explosiones nucleares como la de Hiroshima.

PT59. Instituto Politécnico Superior General San Martín. Rosario, Santa Fe.

Das Beste oder nichts

Gottlieb Daimler y Wilhelm Maybach abandonaron la empresa de Nikolaus Otto, Deutz AG, a mediados de 1870 por problemas personales, pero se llevaron con ellos el valioso conocimiento del primer motor de cuatro tiempos, el motor de Otto. Juntos fundaron la *Daimler Motoren Gesellschaft* (DMG), empresa que en 1900, tras la muerte de Daimler, empezó a producir coches de carrera financiados por Emil Jellinek, quien impuso a la línea de vehículos el nombre de su hija Mercedes.

La aparición de los coches Mercedes de DMG le quitó el monopolio de los automóviles deportivos a Benz & Cie., fundada por Karl Benz (quien patentara el primer automóvil en 1886). A pesar de su rivalidad, con la crisis económica alemana de la posguerra, la única salida que encontraron DMG y Benz & Cie. para subsistir fue fusionarse dando origen a Daimler-Benz, empresa que fabricaría el primer Mercedes Benz en 1926.

El **ciclo termodinámico utilizado en el motor Otto** que sirvió a Daimler y Maybach para desarrollar el motor de los Mercedes consiste en las siguientes evoluciones:

- 0 → 1 (carrera de compresión):** compresión adiabática desde (p_0, V_0, T_0) hasta (p_1, V_1, T_1)
- 1 → 2 (combustión):** evolución a volumen constante desde (p_1, V_1, T_1) hasta (p_2, V_2, T_2)
- 2 → 3 (carrera de expansión):** expansión adiabática desde (p_2, V_2, T_2) hasta (p_3, V_3, T_3)
- 3 → 0 (expulsión de calor):** evolución a volumen constante desde (p_3, V_3, T_3) hasta (p_0, V_0, T_0)

Las condiciones iniciales del ciclo son: $p_0=100\text{ kPa}$, $V_0=500\text{ cm}^3$ y $T_0=20^\circ\text{C}$. La tasa de compresión del motor es $r_c=V_1/V_0=1/9$. La carrera de expansión finaliza a una temperatura $T_3=800\text{ K}$. La mezcla de aire y combustible utilizada por el motor puede ser pensada como un gas diatómico ideal con las siguientes características: $c_p = 29.1\text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$, $c_v=20.8\text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ y $\gamma=1.4$.

1. Representa en un diagrama pV el ciclo Otto.
2. Determina el número de moles de aire que se utilizan en el ciclo.
3. Determina el trabajo efectuado por el motor en todo el ciclo.

Se denomina **presión media efectiva** (p_m) a la presión que debería tener un gas que evoluciona isobáricamente entre los volúmenes de trabajo del motor y que desarrolla el mismo trabajo.

4. Determina la p_m del motor.

El **rendimiento** de un motor es la relación entre el trabajo realizado y el calor que ingresa al mismo:

$$\eta = \frac{|W_{neto}|}{|Q_{ent}|}$$

5. Demuestra que el rendimiento del ciclo Otto viene dado por:

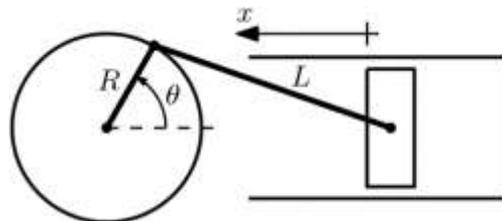
$$\eta = 1 - \frac{T_3 - T_0}{T_2 - T_1}$$

6. Demuestra que el rendimiento del ciclo Otto solo depende de la tasa de compresión del motor:

$$\eta = 1 - \frac{1}{r_c^{1-\gamma}}$$

7. Esboza una gráfica de rendimiento en función de la tasa de compresión, para la misma mezcla de aire y combustible.

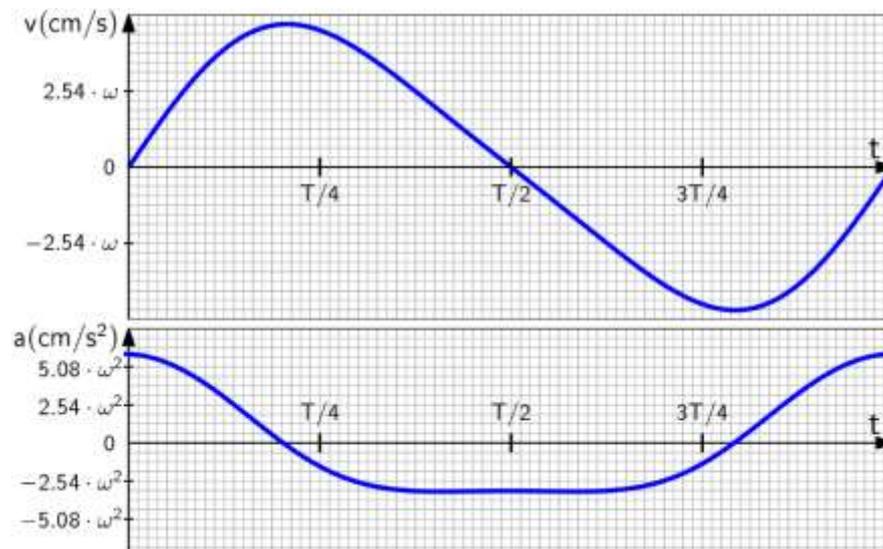
El trabajo generado por el motor se utiliza para mover un **sistema pistón-biela-manivela** como el mostrado en la Figura. Cuando el motor funciona a un número determinado de revoluciones por minuto, la manivela gira describiendo un movimiento circular uniforme. No obstante, dadas las características geométricas del sistema, el desplazamiento del pistón sigue una evolución que es función de la longitud de la biela (L) y el radio de la manivela (R). Nótese que la carrera de expansión del pistón se produce cuando θ va de 0° a 180° y la carrera de compresión, cuando θ va de 180° a 360° .



Supongamos que el motor gira a 2000 rpm, que $L=15.24$ cm y que $R=4.57$ cm.

8. Determina el período T del movimiento de rotación y encuentra la potencia P desarrollada por el motor.
9. Encuentra la **velocidad media del pistón** (v_m) en la carrera de expansión (*debes pensar: ¿qué distancia recorre el pistón en la carrera de expansión?*)

En la Figura siguiente se muestran las gráficas de la velocidad y la aceleración del pistón en función del tiempo.



10. ¿Qué ángulo lleva girada la manivela cuando el pistón alcanza su velocidad máxima?
11. Estima qué porcentaje de la carrera de expansión recorrió el pistón cuando alcanza su velocidad máxima. Explica el procedimiento que utilizaste.

Algunos datos más:

$$R = 8.31 \text{ J/(mol.K)}$$

En una evolución adiabática se cumple:

$$pV^\gamma = \text{cte}$$

El trabajo en una evolución adiabática viene dado por:

$$W = \frac{p_i V_i - p_f V_f}{1 - \gamma}$$

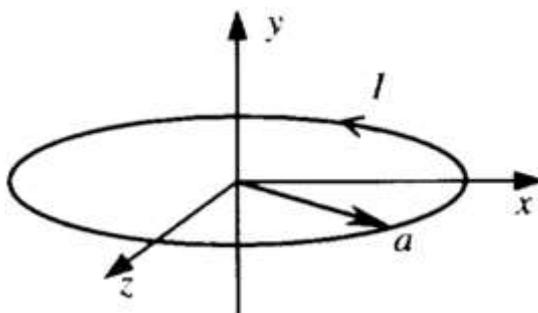
**PT60. Instituto Politécnico Superior General San Martín.
Rosario, Santa Fe.**

Tormenta Solar, ¿el fin?

Año 2022: Por causas que aún no entendemos, nuestro campo magnético terrestre ha desaparecido. Las aves vuelan sin dirección, y confundidas chocan contra árboles y ventanas. Los aviones pierden parte del sistema de navegación. El mundo cae frente al pánico, y nadie da explicaciones. Mientras tanto, científicos de todo el mundo se ponen a trabajar en soluciones con la poca información que se tiene. Y se decide hacer lo único que se puede hacer en tiempos de crisis, si no se puede atacar a las causas, se enfrenta a las consecuencias. Así que se decide construir dos enormes bobinas, de 600 km de radio, en cada polo para reemplazar al perdido campo magnético. Las dificultades logísticas y técnicas son enormes. Y queda poco tiempo, en cualquier momento una Tormenta Solar puede llegar a la Tierra y sin la magnetosfera estamos indefensos.

Estudiando los sistemas eléctricos aún en funcionamiento, con la energía disponible en todas las centrales eléctricas, calculan que se podrá lograr una corriente de 1 000 000 A. Y dado el escaso tiempo para hacer soluciones más innovadoras, van a utilizar un cable de cobre con una sección de 50 cm².

1. ¿Cuántos kilogramos de cobre necesitarán para hacer una vuelta?
2. ¿Cuánta resistencia eléctrica tendrá una vuelta de cable?
3. Al ponerlo en funcionamiento, ¿cuánta energía disipará en una vuelta de cable?
4. ¿A qué diferencia de potencial se deberá someter a los extremos del cable?

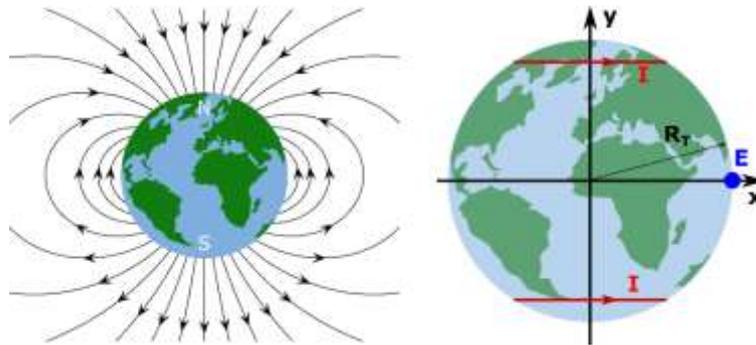


Así, sumado a todos los problemas que tiene la población, toda la energía eléctrica se redirecciona a los polos en un intento de generar artificialmente el campo magnético terrestre, dejando la Tierra en oscuridad (cuando es de noche, si no está el Sol). Después de cálculos realizados por científicos de la NASA, encontraron que una bobina, ubicada como en la figura de la izquierda, en un punto del plano xy, genera un campo magnético de aproximadamente:

$$B_x(x, y) = -\frac{y}{x} B_y(x, y)$$

$$B_y(x, y) = \mu_0 n I \frac{a^2(1 + \alpha) - (x^2 + y^2)(1 - \alpha)}{4(x^2 + y^2)^{3/2}} ; \alpha = \frac{a|x|}{x^2 + y^2}$$

Donde μ_0 es la permeabilidad magnética del vacío, I la corriente por el conductor (definida positiva en el sentido de la flecha de la imagen), n la cantidad de vueltas del cable, a el radio de la bobina (no del cable!). En resumen, como se observa en la siguiente Figura, los científicos quieren pasar de lo que había antes del accidente (izquierda) a un campo generado por las dos bobinas (derecha).



5. ¿Qué dirección tendrá que tener la corriente en las bobinas para que el campo magnético generado tenga el mismo sentido que el de la Tierra? Justifique brevemente.
6. Para hacer las pruebas de la validez del sistema, deciden medir el campo magnético en el ecuador (punto E de la imagen). Calcular el campo magnético generado por las dos espiras (asumiendo que hay una sola vuelta del cable en cada polo).
7. ¿Cuántas vueltas del cable son necesarias para lograr que en el ecuador el módulo del campo magnético sea de $25 \mu\text{T}$?

Nota: a pesar de tomar ciertos datos reales, este problema está plagado de licencias creativas de los autores, carentes de exactitud científica. Hacer el cálculo correcto hubiese sido de una complejidad mayor a la deseada para este problema.

Algunos datos más:

$$\begin{aligned} \delta_{\text{Cu}} &= 8930 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_{\text{Cu}} &= 1,71 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m} \\ R_T &= 6,36 \cdot 10^6 \text{ m} \\ \mu_0 &= 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2 \end{aligned}$$

**PT61. Instituto Jesús María.
Ciudad de Córdoba.**

En un recipiente de aluminio recubierto de material aislante en su exterior, cuyo volumen es de 400 cm^3 , se colocan 300 g de agua a temperatura ambiente, que es de $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Luego se colocan 20 g de hielo a $0 \text{ }^\circ\text{C}$ y se tapa el recipiente.

La temperatura de equilibrio luego de cierto tiempo es de $15 \text{ }^\circ\text{C}$.

- a) Calcule la capacidad térmica del recipiente.
- b) Determine el volumen final de toda el agua a la temperatura de equilibrio.
- c) Determine el volumen del recipiente a la temperatura de equilibrio.
- d) Calcule la variación de presión del aire interior. Suponga la misma temperatura.
- e) Si luego se deja la mezcla un tiempo mucho mayor, con el recipiente destapado. ¿Cuál será el nuevo volumen de la misma?

Ce del agua = 1 cal/g.°C
Calor de Fusión del hielo = 80 cal/g
Coef dilatación del agua = 0,001 °C⁻¹
Coef dilatación lineal del aluminio = 2,3 x 10⁻⁵ °C⁻¹
Densidad del agua a 4 °C = 1 g/cm³

**PT62. Instituto Jesús María.
Ciudad de Córdoba.**

Una esfera rígida, cuyo volumen es 100 cm³ y está confeccionada con un material cuya densidad es 0,80 g/cm³, se encuentra sumergida completamente en un tanque de agua a 20,00 m de profundidad, atada al fondo. Se la suelta. Desprecie las fuerzas de fricción y considere que no varía la temperatura. Adopte 1 g/cm³ como densidad del agua.

- Realice el diagrama de cuerpo libre antes y después de soltarla.
- Calcule la presión hidrostática en el fondo del recipiente.
- Determine el valor del empuje del agua sobre la esfera.
- Determine el valor del peso de la esfera.
- Determine el valor de la fuerza resultante sobre la esfera después que es soltada.
- Determine cuál es la dirección, sentido y magnitud de la aceleración que la esfera adquiere. Dicha aceleración, ¿irá variando a medida que la esfera asciende? Justifique.
- Determine el valor de la energía cinética de la esfera al llegar su extremo superior a la superficie.
- Halle una expresión para calcular el tiempo de ascenso, relacionando distancia, densidad del cuerpo, densidad del líquido y g.

**PT63. Instituto Jesús María.
Ciudad de Córdoba.**

Un cuerpo fijo A posee una carga de 5 µC y se encuentra a 1 m del suelo. A su alrededor gira con rapidez constante en un plano horizontal, un cuerpo B cuya masa es de 1 g y posee una carga de -1 µC, en el vacío, a una distancia de 10 cm.

- Realice el diagrama de cuerpo libre.
- Determine la fuerza eléctrica entre ambas.
- Calcule la aceleración centrípeta de B.
- Calcule la velocidad angular.
- Calcule la velocidad tangencial.

Si repentinamente el cuerpo fijo pierde su carga:

- Dibuje la trayectoria del cuerpo B hasta llegar al suelo. Fundamente su respuesta.
- Calcule el tiempo en llegar al suelo.

**PT64. Escuela Técnica Alfredo Carlos Passera.
Mocoretá, Corrientes.**

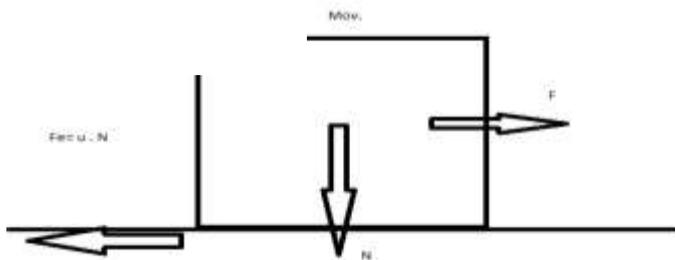
Un recipiente de 1,5 de capacidad contiene 0,075 moles de hidrogeno a 27°C. Calcular:

- la presión a que se encuentra el gas.

- b) Se abre el recipiente y parte del gas se escapa a la atmosfera; en ese caso determinar la masa de hidrogeno que queda en dicho recipiente, si la presión exterior es de una atmosfera;
- c) ¿A que temperatura habrá que calentar el gas que ha quedado encerrado en el recipiente para recobre el valor que tenía en las condiciones iniciales?

**PT65. Escuela Técnica Alfredo Carlos Passera.
Mocoretá, Corrientes.**

Una caja de roble de 30kg descansa sobre una superficie también de roble como muestra en la figura. Determinar: A) la fuerza mínima que es preciso ejercer para ponerla en movimiento $\mu=0,5$. B) La fuerza que debe aplicarse a dicha caja para que adquiera una aceleración de 1m/s^2 ($\mu \text{ cin}=0,20$).



**PT66. Escuela Técnica Alfredo Carlos Passera.
Mocoretá, Corrientes.**

Un circuito R.L.C. está formado por una resistencia de $0,4\text{ K}\Omega$, una bobina de $400\ \mu\text{H}$ y un capacitor de $25\ \mu\text{F}$ conectados en serie a una fuente de alimentación alterna de 230V , 50Hz . Calcular:

- Reactancia del circuito,
- Impedancia total del circuito,
- Corriente total del circuito,
- Ángulo de desfase entre la tensión y la intensidad,
- Potencia Activa, Reactiva y Aparente del circuito,
- Factor de potencia del circuito.

**PT67. Colegio Inmaculada Concepción.
Frías, Santiago del Estero.**

Un joven que se encuentra a 20 m de un perro (dogo argentino) enfurecido arranca con una rapidez constante de 36 Km/h , alejándose en línea recta del animal, que está inicialmente detenido. El perro tarda 2 segundos en reaccionar cuando empieza a perseguir al joven con una aceleración de 4m/s^2 , siempre en línea recta hacia el joven, que huye hacia una tapia que se encuentra más adelante en la misma recta.

- Hacer un esquema ilustrativo de la situación.
- ¿A qué distancia se encuentra el joven del perro cuando este reacciona?
- ¿Cuál debe ser la máxima distancia a la que debe estar la tapia para que el joven pueda subirse justo antes de que el perro lo alcance y lo muerda?
- ¿Con que rapidez llega el perro a la tapia?

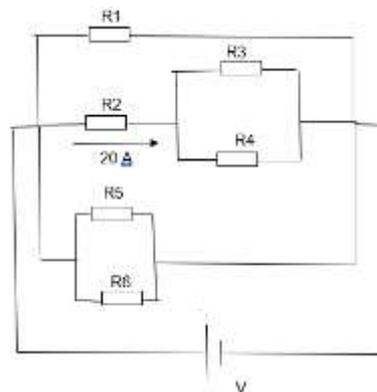
**PT68. Colegio Inmaculada Concepción.
Frías, Santiago del Estero.**

En el circuito de la figura la R_2 es atravesada por una intensidad de corriente de 20 A .

Sabiendo que las resistencias eléctricas presentan los siguientes valores:

$$R_1=10\Omega \quad R_2=5\Omega \quad R_3=20\Omega \quad R_4=5\Omega \quad R_5=20\Omega \\ R_6=30\Omega$$

- ¿Cuál es la diferencia de potencial en los bornes de la batería?
- ¿Cuál es valor de la resistencia equivalente para el circuito?
- ¿Cuál es la intensidad de corriente total que atraviesa el circuito?



**PT69. Colegio Inmaculada Concepción.
Frías, Santiago del Estero.**

Se tiene una bola hueca de hierro a 20°C , tiene un radio interior de 12 mm y un radio exterior de 15mm, siendo la densidad del hierro a esta temperatura 7.874 kg/m^3 y su coeficiente de dilatación lineal es de $11,8 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$ (α)

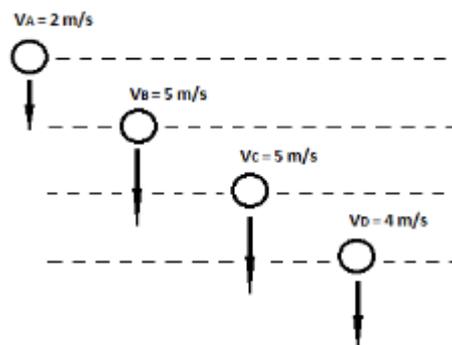
Se eleva la temperatura de la bola a 50°C .

Determine:

- Los nuevos radios interiores y exteriores de la bola.
- El incremento en el volumen ocupado por el hierro.
- La densidad del hierro a 50°C
- Si la bola de hierro esta llena de aire que inicialmente tiene una presión de 100 KPa ¿Cuál será la presión del gas cuando la esfera este a 50°C ?

**PT70. Escuela Modelo de San Juan Secundaria.
Ciudad de San Juan.**

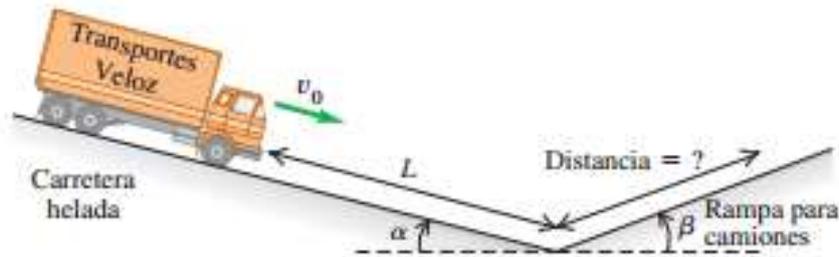
En el dibujo se indican las velocidades de cuatro cuerpos que se dejaron caer con anterioridad. Averigüe cuál de ellos se dejó caer de una altura mayor. Nota: entre las líneas punteadas hay un metro de separación; use $g = 10 \text{ m/s}^2$



**PT71. Escuela Modelo de San Juan Secundaria.
Ciudad de San Juan.**

Los frenos de un camión de masa (m) fallan al bajar por una carretera helada con un ángulo de inclinación $\alpha = 30^\circ$ hacia abajo. Inicialmente, el camión baja con rapidez $v_0 = 15 \text{ m/s}$. Después de bajar una distancia $L = 20 \text{ m}$ con fricción despreciable, el conductor guía el camión desbocado hacia una rampa de seguridad con ángulo $\beta = 20^\circ$ hacia arriba. La rampa tiene una superficie arenosa blanda donde el coeficiente de fricción cinético es $\mu = 0,5$. a) ¿Qué velocidad tiene el camión en la base de la rampa?. b) ¿Qué desaceleración tiene el camión al subir la rampa?. c) ¿Qué distancia sube el camión por

la rampa hasta detenerse? Use $g = 10 \text{ m/s}^2$. Nota: ¿Necesita la masa del camión?. Supóngala.



**PT72. Escuela Modelo de San Juan Secundaria.
Ciudad de San Juan.**

Usted es un profesional especializado en circuitos electrónicos de todo tipo y se le presenta la siguiente dificultad:

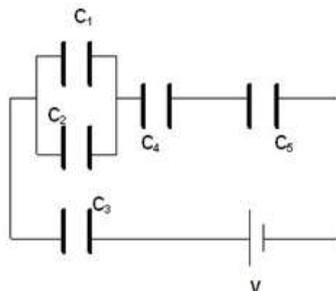
Un cliente le lleva un dispositivo electrónico que tiene un componente que se ha quemado (condensador N°3 en el esquema) y por ello no se pueden leer las especificaciones del mismo (su capacitancia y voltaje), afortunadamente se conoce la capacitancia equivalente de dicho circuito ($C_E = 1,6 \mu F$) y el voltaje total aplicado al mismo ($V = 12V$). Demuestre que es un profesional competente y obtenga:

- a) La capacitancia (C_3) y el voltaje entre sus placas (V_3)
- b) El voltaje y la carga de todos los condensadores del circuito.

!!!El cliente confía en usted, buena suerte y no lo defraude!!!



Condensador C3 quemado



Esquema del circuito

Datos:

$C_1 = 2,0 \mu F$

$C_2 = 4 \mu F$

$C_3 = ?$

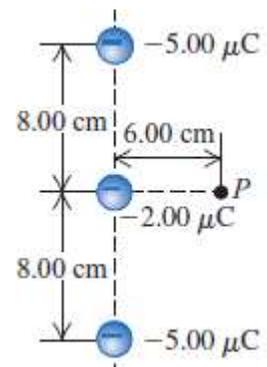
$C_4 = 12 \mu F$

$C_5 = 24 \mu F$

$V = 12 V$

**PT73. EPET N° 3.
Pirané, Formosa.**

Tres cargas puntuales negativas están sobre una línea, como se ilustra en la figura. Encuentre la magnitud y la dirección del campo eléctrico que produce esta combinación de cargas en el punto P, que está a 6.00 cm de la carga de $-2.00 \mu C$ medida en forma perpendicular a la línea que conecta las tres cargas.



PT74. EPET N° 3.
Pirané, Formosa.

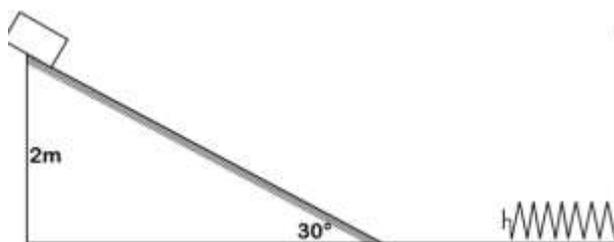
Imagine que usted lanza una pelota verticalmente hacia arriba desde la azotea de un edificio. La pelota sale de la mano, en un punto a la altura del barandal de la azotea, con rapidez ascendente de 15.0 m/s, quedando luego en caída libre. Al bajar, la pelota libra apenas el barandal. En este lugar, $g = 9.8 \text{ m/s}^2$.

Obtenga:

- la posición y velocidad de la pelota 1.00 s y 4.00 s después de soltarla
- la velocidad cuando la pelota está 5.00 m sobre el barandal;
- la altura máxima alcanzada y el instante en que se alcanza;
- la aceleración de la pelota en su altura máxima.

PT75. EPET N° 3.
Pirané, Formosa.

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



continúa su movimiento sobre una superficie horizontal sin rozamiento, hasta que se detiene comprimiendo 10 cm el resorte que se muestra en la figura, que está sujeto a una pared.

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

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

PT76. Escuela Tomás Godoy Cruz - Departamento de Aplicación Docente
Liceo Agrícola y Enológico Domingo Faustino Sarmiento.
Ciudad de Mendoza.

Un bloque de hielo de 30 cm de espesor debe soportar el peso de un hombre de 90 Kg de masa, estando el hielo flotando sobre agua dulce.

- Expresar la condición de flotabilidad para esta situación.
- Si suponemos que el bloque de hielo es de forma cúbica, ¿cuál será la masa del mismo?
- ¿Cuál ha de ser el área del menor bloque de hielo que lo pueda soportar?

La densidad del agua es 1 g/cm^3 y la del hielo $0,92 \text{ g/cm}^3$.

**PT77. Escuela Tomás Godoy Cruz - Departamento de Aplicación Docente
Liceo Agrícola y Enológico Domingo Faustino Sarmiento.
Ciudad de Mendoza.**

Dos veloces balas de plomo cada una de 5g de masa, y a una temperatura de 20 °C chocan de frente a una rapidez de 500m/s cada una. Se supone una colisión perfectamente inelástica y no hay pérdida de energía, por calor a la atmósfera.

- Calcular la cantidad de calor que se produce en el choque
- Si el punto de fusión del plomo es 327°C, ¿cuál será la cantidad de calor necesaria para lograr esa temperatura?
- ¿Qué ocurrirá con las dos balas en el momento de producirse el choque?
- ¿Qué cantidad de calor será necesaria para que dicho suceso se complete?
- Si asumimos que el plomo líquido tiene igual calor específico que el plomo sólido, cuál es la temperatura final del sistema?

$$C_{P_0} = 128 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$$

$$L_{fP_0} = 2,45 \cdot 10^4 \text{ J/kg}$$

**PT78. Escuela Tomás Godoy Cruz - Departamento de Aplicación Docente
Liceo Agrícola y Enológico Domingo Faustino Sarmiento.
Ciudad de Mendoza.**

Una lámpara tiene un filamento cuya resistencia $R_0 = 6\Omega$ a un voltaje $V_0 = 6V$. Se conecta a una batería de resistencia interna despreciable y fuerza electromotriz $V = 8 \text{ V}$ mediante un reóstato de cursor que funciona como potenciómetro. Se desea que la eficiencia

$$e = \frac{\text{Potencia consumida en la lámpara}}{\text{Potencia total de la batería}}$$

no sea menor que 0,6.

- Calcular el valor de la resistencia del reóstato
- ¿Cuál es la máxima eficiencia posible?
- En la situación del punto b) ¿Cómo se debe conectar la lámpara?

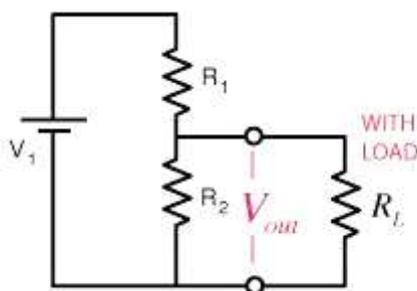


Figura 1

**PT79. Escuela Emilio Civit – Escuela Paula Albarracín de Sarmiento.
Maipú, Mendoza.**

Un cuerpo de masa $m = 1 \text{ kg}$ es empujado por una fuerza horizontal F de módulo 15 N, desde el pie de un plano inclinado en 37° respecto a la horizontal y cuyo coeficiente de rozamiento cinético es 0,2. La fuerza F actúa durante tres segundos solamente.

- Realice el diagrama del cuerpo libre
- Calcule la aceleración del objeto mientras actúa la fuerza y la aceleración del cuerpo luego que la fuerza dejó de actuar
- Determine la distancia recorrida y la velocidad que adquiere a los 3 segundos.

- d) Escriba las ecuaciones del movimiento para el trayecto en que ya no actúa la fuerza F.
- e) ¿Cuánto tiempo más sigue subiendo mientras no actúa la fuerza F?
- f) Determine la distancia total que alcanza a subir por el plano
- g) Calcule la aceleración de bajada.
- h) Indique en qué tiempo se inicia la bajada.
- i) El tiempo que demora en volver al punto de partida.

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

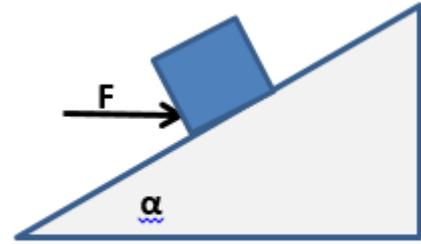


figura 1

**PT80. Escuela Emilio Civit – Escuela Paula Albarracín de Sarmiento.
Maipú, Mendoza.**

Una estatua de oro sólido de 15 kg de masa está siendo levantada de un barco hundido.

- a) Realiza el diagrama del cuerpo libre
- b) ¿Qué tensión hay en el cable cuando la estatua está en reposo y totalmente sumergida?
- c) ¿Qué tensión hay en el cable cuando la estatua en reposo y fuera del agua?
- d) ¿Cuál es el porcentaje que representa la diferencia entre el peso de la estatua sumergida en el agua y el peso real de la estatua?

Tener en cuenta

Densidad del oro: $19,3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

Densidad del agua: $1,03 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

Aceleración de la gravedad $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

**PT81. Escuela Emilio Civit – Escuela Paula Albarracín de Sarmiento.
Maipú, Mendoza.**

Ud. necesita una resistencia de 45Ω pero el negocio de electricidad sólo tiene resistencias de 20Ω y 50Ω .

- a) ¿De qué manera puede conseguirse la resistencia deseada? Esquematice.
- b) Si se aplica a la conexión una diferencia de potencial de 15V. ¿Cuál es el valor de la corriente total en el circuito?
- c) ¿Qué valor de diferencia de potencial existe en los extremos de cada resistencia?
- d) ¿Qué corriente circula por cada resistencia?
- e) ¿Qué potencia eléctrica disipa cada resistencia?

**PT82. IPET N° 89 Paula Albarracín.
Devoto, Córdoba.**

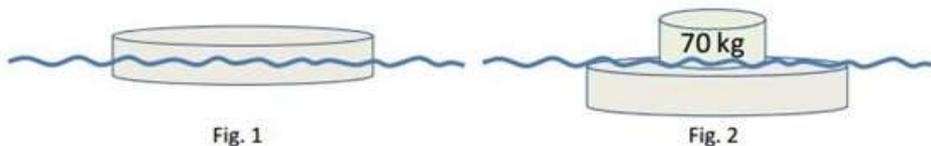
Una nave espacial aterriza en un planeta desconocido y uno de sus tripulantes hace las siguientes mediciones: (1) una piedra de 2,5 kg lanzada hacia arriba desde el suelo con una velocidad inicial de 12 m/s vuelve al suelo al cabo de 8 s. (2) el perímetro del planeta es de $2 \times 10^5 \text{ km}$. (3) el planeta carece de atmósfera.

- a) Calcula la masa del planeta.
- b) Si la nave se coloca en una órbita circular a 30000 km sobre la superficie del planeta, ¿cuántas horas tardará en dar una vuelta alrededor del mismo?

Dato: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.

**PT83. IPET N° 89 Paula Albarracín.
Devoto, Córdoba.**

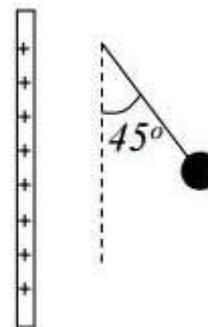
Un objeto de forma cilíndrica, con radio mucho mayor que su ancho, flota en la Mar Muerto de forma que está hundido justo hasta su mitad (fig. 1). Se observa que al colocar encima una masa de 70 kg, el objeto se hunde justo en su totalidad (fig. 2). ¿Cuál es la densidad del agua del Mar Muerto? Dato: el objeto tiene un volumen de 113 litros. Fig 1 y Fig 2.



**PT84. IPET N° 89 Paula Albarracín.
Devoto, Córdoba.**

Una esfera de 0,5 g de masa, cargada eléctricamente, es repelida por una lámina cargada positivamente. La esfera cuelga de un hilo tal y como se muestra en la figura. Debido a la repulsión, el hilo forma un ángulo de 45° con la vertical.

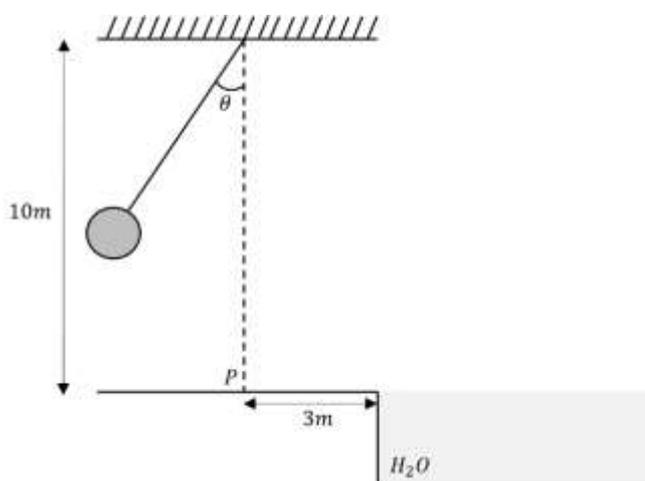
- Dibuja un diagrama con las fuerzas que actúan sobre la esfera cuando se encuentra en equilibrio.
- Calcula el módulo de la fuerza eléctrica que actúa sobre la esfera.
- Calcula la carga de la esfera sabiendo que el campo eléctrico en las proximidades de ésta es uniforme, tiene dirección horizontal y su módulo es $2000 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$. ¿De qué signo es dicha carga?
- Si duplicamos la carga de la esfera, ¿cuál será ahora el ángulo que formará con la vertical el hilo del que está suspendida?



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

Se tiene un hilo de masa despreciable de 5m de longitud, con un extremo fijado a 10m de altura. En su otro extremo se encuentra atada una masa de 200kg y densidad 400 kg/m^3 . A 3m de distancia del punto P se encuentra la orilla de un recipiente con agua líquida en su interior.

- Inicialmente el cuerpo tiene una velocidad de 4 m/s perpendicular al hilo, siendo, en ese instante, el ángulo que forma el hilo con la vertical $\theta = 30^\circ$ (posición mostrada en la figura). Si se considera al sistema como un péndulo simple, calcular la altura máxima que alcanzará la masa.
- Si se corta el hilo cuando la masa se encuentra en su menor altura, y avanzando hacia la derecha. Calcular a



que distancia de la orilla del recipiente caerá la masa y cuál es su velocidad al momento de tocar el agua (modulo dirección y sentido).

- c) ¿Una vez alcanzada la situación de equilibrio. ¿Flota o se hunde?
- Si flota ¿Qué porcentaje del volumen de la esfera quedará sumergido?
 - Si se hunde ¿Cuál es su peso aparente?

Datos

$$g = 10 \frac{m}{s^2}$$

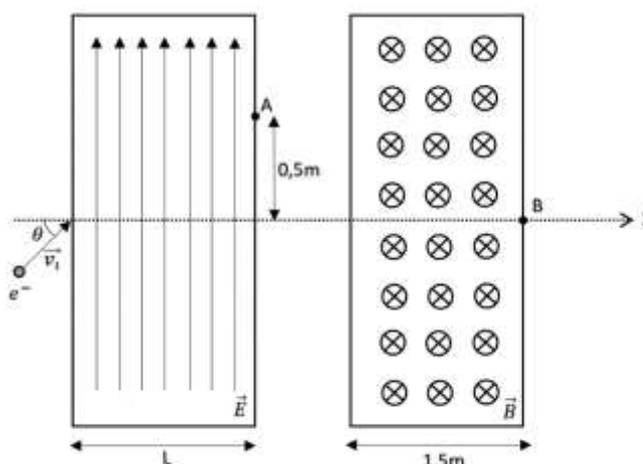
$$\rho_{H_2O} = 1000 \frac{kg}{m^3}$$

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

Un electrón, que viaja con velocidad inicial \vec{v}_i de módulo 10 m/s entra en una región del espacio de donde existe un campo eléctrico \vec{E} uniforme de modulo desconocido, siendo su dirección y sentido los que se muestran en la figura. El electrón incide en la región formando un ángulo $\theta = 45^\circ$ con la horizontal.

Se desprecian los efectos de la gravedad.

- a) Calcular el modulo del campo eléctrico y la distancia L si se sabe que el electrón sale de la región a través del punto A y lo hace con velocidad horizontal (dirección X).



Luego de atravesar el punto A, el electrón recorre una distancia de $0,2 \text{ m}$ en la que no hay campo eléctrico, para luego ingresar en una nueva región del espacio de $1,5 \text{ m}$ de ancho donde existe un campo magnético \vec{B} uniforme de modulo $2 \cdot 10^{-11} \text{ T}$, según se muestra en la figura.

- b) Determine la distancia vertical al punto B a la cual el electrón logra salir del campo magnético.
- c) ¿Cuál es el valor mínimo de \vec{B} para el cual el electrón no lograría atravesar el campo magnético?

Datos

$$\left| \frac{q_e}{m_e} \right| = 1,76 \cdot 10^{11} \frac{C}{kg} \text{ (relación carga-masa del electrón)}$$

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

Un cilindro con un embolo móvil contiene oxígeno a una presión de 2 atm y 300 K . En estas condiciones su volumen es de 4 L . Suponga que el O_2 se puede tratar como gas ideal, y que se somete a los siguientes procesos:

- Calentar a presión constante del estado inicial (estado 1) al estado 2, donde $T = 450 \text{ K}$.
- Enfriar a volumen constante a 250 K (estado 3).
- Comprimir a temperatura constante a un volumen de 4 L (estado 4).
- Calentar a volumen constante a 300 K , regresando el sistema al estado 1.

- Muestre estos cuatro procesos en un diagrama pV , dando los valores numéricos de p y V en cada estado.
- Calcule Q y W para cada proceso.
- Calcule el trabajo neto efectuado por el O_2 .
- Determine la eficiencia de este dispositivo como máquina térmica.

Datos

$$R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$\text{Para el } O_2: \quad C_v = 20,85 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \quad C_p = 29,17 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

**PT88. Instituto Atlético Pilar.
Pilar, Buenos Aires.**

“Yacyretita” (área principal: **electricidad**- área integrada: **mecánica**)

Una represa hidroeléctrica utiliza la energía mecánica del agua para generar energía eléctrica. En general se aprovecha de la energía potencial que posee la masa de agua de un río, dada por un desnivel natural. Si con el desnivel no alcanza, se construye una pared en el curso del río para aumentar esa energía potencial, que es la que determina la capacidad de ese sistema para realizar trabajo. Por ejemplo, en la represa de Yacyretá Apipé (sobre el río Paraná) se elevó hace algunos años la altura de la caída del agua de 15 a 21 metros (en un proyecto que generó polémicas por el impacto ambiental, ya que el embalse de la represa está separado de los esteros por apenas unos centenares de metros.)



Cierto salto de agua tiene un caudal de $6\text{m}^3/\text{s}$ y una altura de 25 metros.

- Calcular la **potencia del salto** en kW y CV

Este salto acciona una turbina cuyo rendimiento es del 80%, y esta turbina mueve un dínamo con 83%de rendimiento. La corriente producida por el dínamo se transporta a un lugar distante 6 km. La tensión entre los bornes del dínamo es de 10000V.

- Calcular la **potencia disponible en los bornes** del dínamo.
- Calcular la **intensidad de corriente** en el circuito
- ¿Cuál es la **resistencia interna** del dínamo?
- ¿Qué medida deberá tener el **diámetro del hilo de cobre** que debe utilizarse para el transporte, sabiendo que la potencia disipada en la línea no debe ser superior al 10% de la potencia disponible en los bornes de la turbina
- Calcular el **peso de cobre empleado** en la línea. (datos: **resistividad** del cobre: $1,6 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$; **peso específico** del cobre $8,9 \text{ g/cm}^3$)

**PT89. Instituto Atlético Pilar.
Pilar, Buenos Aires.**

“Física en tiempos de ajuste” (área principal: **termodinámica**)

Una jubilada que se cuida de los tarifazos, decide ser obediente a los *tips* para ahorrar. En el frío invierno realiza sus trabajos de costura en una piecita sin encender la calefacción.

Sin embargo, al fondo, a la izquierda, arriba y abajo viven vecino que sí encienden la calefacción (utilizando gas natural como combustible). Se puede comprobar experimentalmente que, en una situación como esta, la energía en forma de calor “fluirá” de manera que, en algún momento dejará de modificar las temperaturas de las paredes;

simplemente pasará a través de ellas. Cuando el calor que “fluye” a través de un sólido que, como en este caso, hace de “puente” entre el interior y el exterior, y ya no eleva su temperatura al ser “atravesado”, estamos en presencia del llamado **régimen estacionario de calor**. Es posible calcular el flujo en función de las magnitudes implicadas en el proceso. En la situación del problema, el área total de las paredes que transmiten “calor” es de 44m^2 y tales paredes son de ladrillo hueco de 12cm de espesor.

- Calcular la energía transferida mediante **calor**, cada segundo, sabiendo que la diferencia media de temperatura es de 10°C
- Suponiendo que trabaja unas 12 horas por día, ¿En **cuánto dinero** perjudica la señora a sus vecinos durante todo el invierno (90 días)? (El precio del metro cúbico de gas natural es de $\$5,75$). Discutir sobre los órdenes de magnitudes. ¿Es razonable interpretar la situación del problema como real?
- Indicar como afectarían a los valores del problema los siguientes cambios de condiciones:
 - Las paredes son **otro material**: ladrillo macizo en lugar de ladrillo hueco.
 - Los vecinos se calefaccionan utilizando carbón como **combustible**.
 - El espesor** de las paredes es con ladrillos de 8 centímetros de espesor.

Tablas con valores útiles

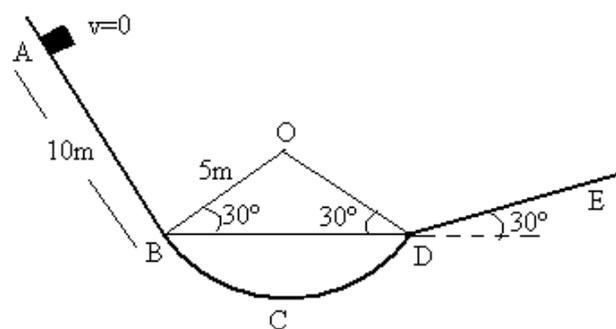
Material	Conductividad térmica [W/(m·K)]
Hormigón	1,63 - 2,74
Agua	0,60 (líquida) - 2,50 (hielo)
Mortero de cemento	0,35 - 1,40
Ladrillo macizo	0,72 - 0,90
Bloques de hormigón	0,35 - 0,79
Ladrillo hueco	0,49 - 0,76

Poder Calorífico de los distintos combustibles		
Combustible	Unidad de Medida	Poder Calorífico
ACPM	Btu/Gl	1,00
Bagazo	Btu/Ton	1,02
Carbón Mineral	Btu/Ton	1,08
Crudo	Btu/Gl	1,16
Energía Eléctrica	Btu/kWh	1,21
Fuel Oil	Btu/Gl	1,25
Gas Natural	Btu/m ³	1,72
GLP	Btu/Gl	2,08
Gasolina	Btu/Gl	3,70

PT90. Instituto Atlético Pilar. Pilar, Buenos Aires.

“Hicieron calentar al proyectil” (área principal: **mecánica**- área integrada: **termodinámica**)

Un bloque de 230 g de masa se suelta desde el extremo “A” de una rampa hasta llegar al punto B. A partir de allí, su movimiento continúa en un arco de circunferencia (radio = 5m). Sale por “D” y describe una trayectoria parabólica. Finalmente impacta en punto E, sobre un plano que está inclinado a 30° respecto a la horizontal. Excepto en el arco de circunferencia, existe rozamiento en el resto del trayecto (coeficiente $\mu=0.5$)

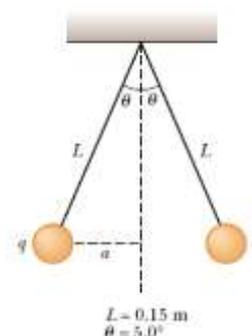


- Calcular la altura del punto A
- Calcular la longitud del tramo AB
- Calcular el ángulo de inclinación de la rampa AB
- Calcular la altura del punto C
- Calcular la **velocidad** de la partícula en el punto más bajo C de su trayectoria circular.
- Calcular la **Normal** en dicho punto.
- Determinar el **punto (x;y) de impacto** del proyectil sobre el plano inclinado DE, y las **componentes de la velocidad** en el punto de impacto.

- h) Si al llegar al suelo, toda la energía se “convierte en calor”, del cual el 60% se emplea en calentar el proyectil, averiguar cuánto aumentará **su temperatura** si su **calor específico** es de $0.25 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$

PT91. Instituto Privado Rivadavia.
Alderetes, Tucumán.

Dos pequeñas esferas idénticas cargadas, cada una con $4.5 \times 10^{-2} \text{ kg}$ de masa, cuelgan en equilibrio como se indica en la figura. La longitud de cada cuerda es de $0,15 \text{ m}$ y el ángulo entre ellas es de 10 grados.

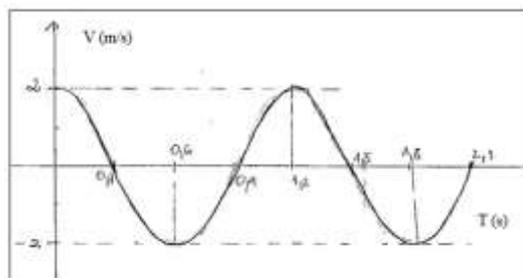


- Realiza el diagrama de cuerpo libre para la esfera de la izquierda.
- Encuentre el valor y signo de las cargas.
- Calcule el valor del campo eléctrico en un punto situado a $1/3$ de la distancia de la carga de la izquierda.

PT92. Instituto Privado Rivadavia.
Alderetes, Tucumán.

El siguiente grafico representa la velocidad de una masa de 150 g unida a un resorte que se mueve con un movimiento armónico simple (M.A.S)

- Calcula la energía potencial elástica (E_k) y la cinética (E_c) del sistema cuando el resorte se encuentra en su máxima elongación.
- Escriba la ecuación de la posición en función del tiempo para éste sistema $x = A \cos(\omega \cdot t + \phi)$
- ¿Cuál es la aceleración a los 6 segundos?



PT93. Instituto Privado Rivadavia.
Alderetes, Tucumán.

Dos cuerpos que tienen masas $m_1 = 10 \text{ kg}$. $m_2 = 8 \text{ kg}$. cuelgan de una polea sin fricción, como se muestra en la figura

- Calcular la aceleración del sistema.
- ¿Cuál es el trabajo total realizado por cada cuerpo, incluido el efectuado por la fuerza de la cuerda cuando la de 10 kg . de masa se desplaza $0,5$ metros hacia abajo.
- Determine el trabajo realizado por la fuerza de gravedad sobre cada bola por separado.



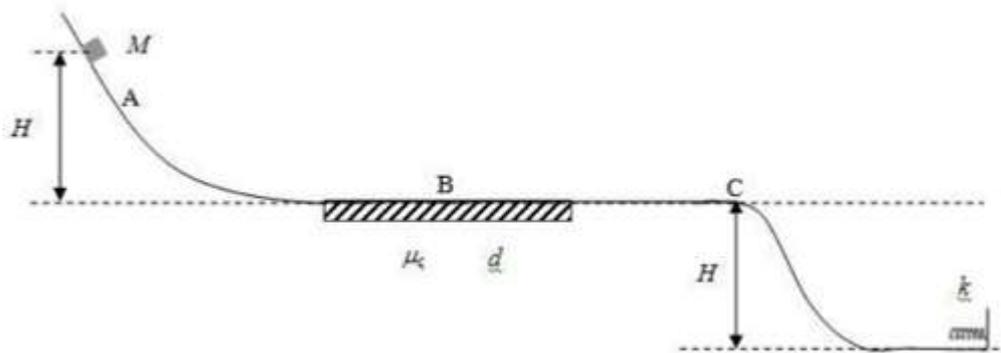
PT94. Escuela Normal de Bella Vista.
Bella Vista, Corrientes.

Determinar la velocidad de traslación de la Tierra alrededor del Sol, suponiendo que su trayectoria sea circular con velocidad uniforme y la distancia radial es de $1,5 \times 10^8 \text{ Km}$, tardando 365 días en realizar una vuelta completa.

**PT95. Escuela Normal de Bella Vista.
Bella Vista, Corrientes.**

Un cuerpo de masa M , que se encuentra inicialmente en reposo a una altura H , desciende por la superficie curva mostrada en la Figura. Todos los movimientos se realizan en el plano vertical. Considere que la pista está libre de rozamiento, salvo en la zona marcada de longitud d . Suponga que la masa M es puntual.

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

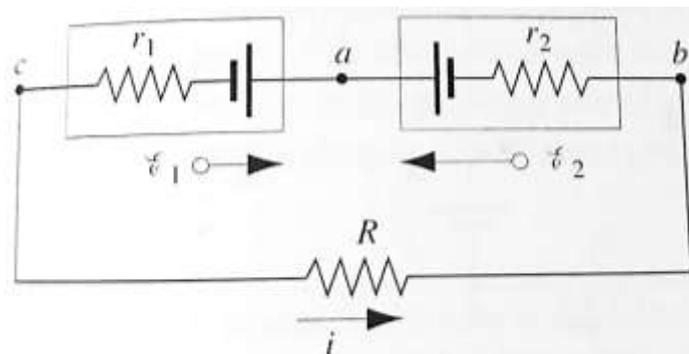


Datos

- $M = 1 \text{ kg}$
- $H = 5 \text{ m}$
- $\mu_k = 0,1$ (coeficiente de rozamiento dinámico)
- $d = 30 \text{ m}$
- $g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{seg}^2}$ (aceleración de la gravedad)
- $k = 784 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ (constante elástica del resorte)

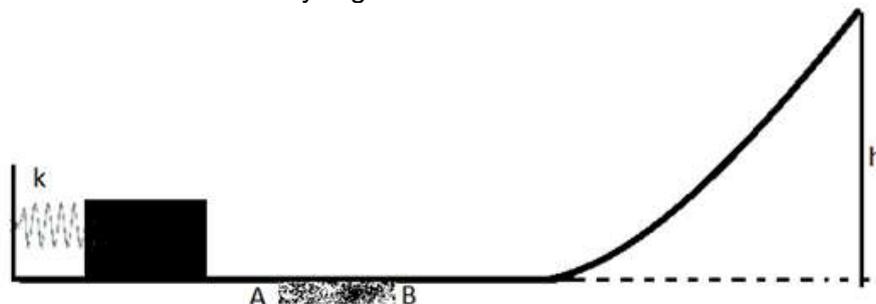
**PT96. Escuela Normal de Bella Vista.
Bella Vista, Corrientes.**

¿Cuál es la corriente en el circuito de la figura? Sabiendo que la fem y los resistores poseen los siguiente valores: $\varepsilon_1 = 2,1\text{V}$, $\varepsilon_2 = 4,4\text{V}$, $r_1 = 1,8\Omega$, $r_2 = 2,3\Omega$, $R = 5,5\Omega$



PT97. ESETP N° 703 José Toschke.
Puerto Madryn, Chubut.

Un cuerpo de 10 kg es impulsado con un resorte de constante elástica $k = 1600 \text{ N/m}$ por una pista con rozamiento despreciable, salvo en el tramo AB (4 metros de longitud y $\mu_d = 0.4$). La compresión inicial del resorte es de 0.5 m. El cuerpo viaja por la pista hasta alcanzar una altura máxima de H y regresa. Calcular

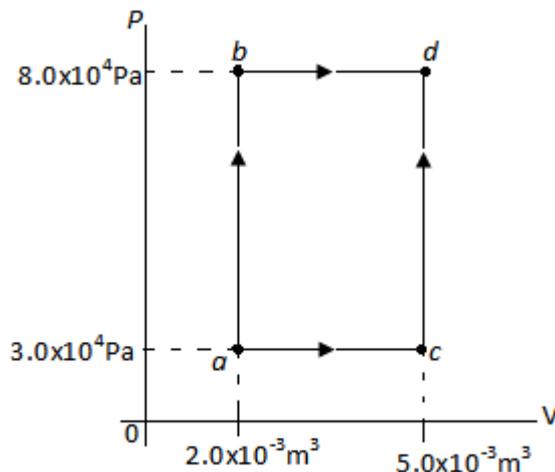


- El valor de la altura h .
- La velocidad con la cual el bloque sale despedido por el resorte
- Considerando que el bloque se detiene definitivamente al pasar por la zona de rozamiento, obtener la distancia del punto B a la cual queda el cuerpo detenido.

Si consideramos que el bloque supera la zona de rozamiento, cual debería ser el valor mínimo de H para lograr que esto ocurra.

PT98. ESETP N° 703 José Toschke.
Puerto Madryn, Chubut.

La grafica pV de la siguiente figura muestra una serie de procesos termodinámicos. En el proceso ab , se agregan 150J de calor al sistema, en el proceso bd se agregan 600J.



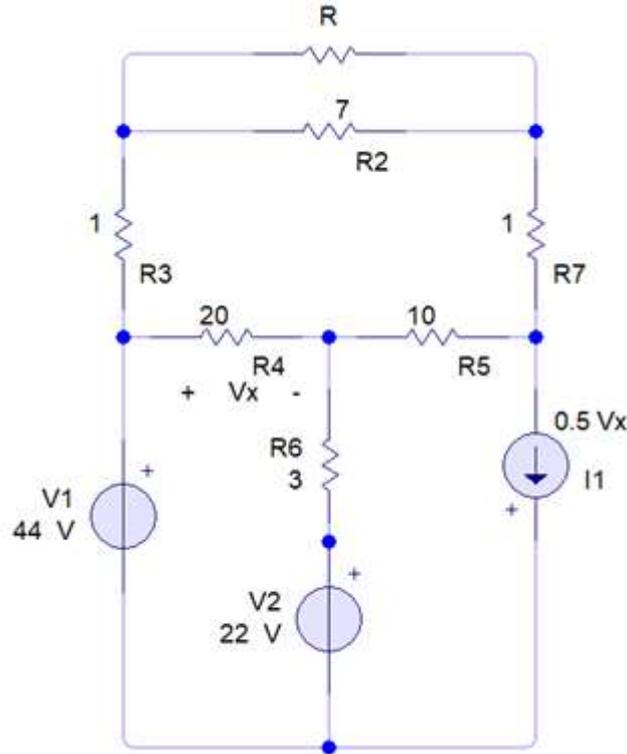
Calcule

- El cambio de energía interna del proceso ab .
- El cambio de energía interna en el proceso abd .
- El calor total agregado en el proceso acd .
- El trabajo neto realizado por el gas.
- Que estados pertenecen al proceso isocórico.
- Teniendo en cuenta el calor involucrado en el proceso bdc . ¿El gas absorbe o entrega calor?

**PT99. ESETP N° 703 José Toschke.
Puerto Madryn, Chubut.**

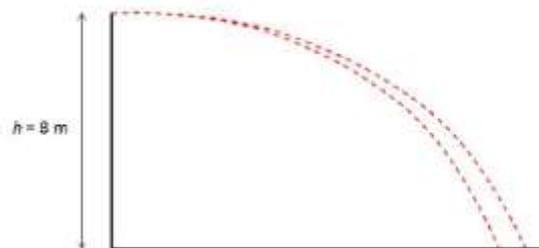
Para el circuito de la figura, en el cual todos los elementos del mismo son conocidos salvo la resistencia R , se pide realice los siguientes cálculos:

- El valor de R que provoca que la potencia consumida por la resistencia sea la máxima posible.
- La potencia que disipa la misma bajo las condiciones anteriores.
- Corrientes en cada una de las ramas del circuito.



**PT100. Instituto Salesiano Pío XI.
Ciudad de Corrientes.**

Un marinero cae desde el mástil de un barco que navega con una cierta velocidad uniforme. El mástil tiene 8 m de altura. Se ha grabado en video la caída del marinero, pero la cámara se ha movido un poco y sólo sabemos que la trayectoria está comprendida entre las dos mostradas en la figura inferior. Haz las medidas que necesites con la regla sobre la figura.

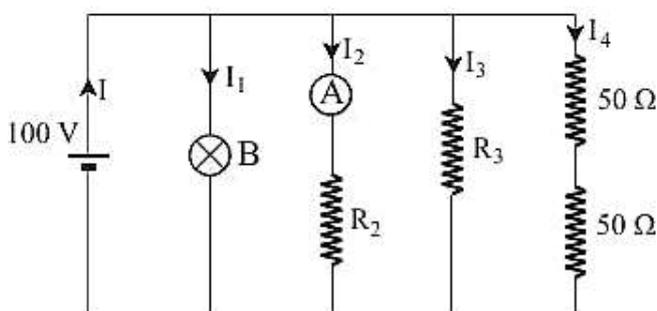


- ¿Qué distancia horizontal recorre el marinero (o el barco) durante su caída?
- Estima la velocidad que lleva el barco. Expresa el resultado en nudos (1 nudo = 1.852 km/h).
- Indica también la incertidumbre (en km/h) de dicha velocidad.
- Calcula el valor de la componente vertical de la velocidad cuando el marinero toca el suelo del barco.

**PT101. Instituto Salesiano Pío XI.
Ciudad de Corrientes.**

En el circuito de la figura, la bombilla B consume 50 W, el amperímetro A, de resistencia despreciable, marca 0,5 A y la resistencia R3 desprende calor a razón de 209 J.s⁻¹. Calcular:

- La intensidad que pasa por cada rama.
- La resistencia equivalente.
- La potencia total consumida por el circuito.



**PT102. EPET N° 13 Gral. José de San Martín - ES N° 11 Abel Acosta.
San José, Catamarca.**

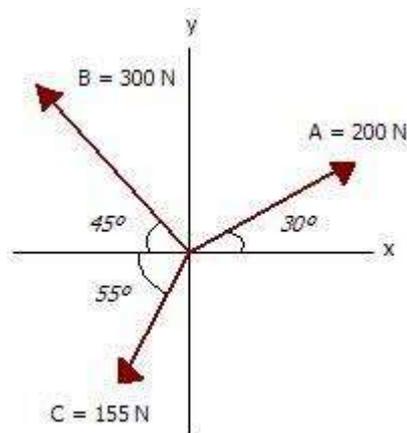
Suponga una partícula que se desplaza una distancia $x = 500m$, describiendo una trayectoria rectilínea en un tiempo $t = 60s$.

- Esquematice la situación propuesta.
- Determine la velocidad media de la partícula al realizar dicho desplazamiento.
- Si tuviese, la partícula, un velocímetro de moto, qué velocidad indicaría la aguja del velocímetro (km/h)
- realice un grafico de $x(t)$ y de $v(t)$

**PT103. EPET N° 13 Gral. José de San Martín - ES N° 11 Abel Acosta.
San José, Catamarca.**

Un auto se queda varado en el rio de Santa María al cruzar por la calle del matadero de la ciudad, van al rescate tres automóviles A (Camioneta hilux), B (Camioneta Land Rover) de los bomberos voluntarios del lugar y un Renault Duster. Según la grafica tiran del auto en diferentes direcciones y tensiones

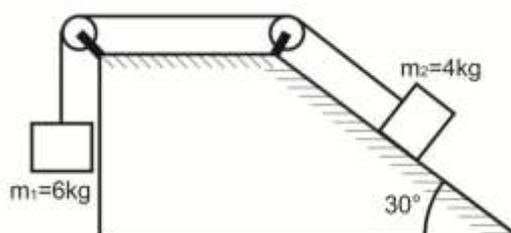
- Calcular las componentes de cada fuerza que hacen los automóviles.
- Calcular la resultante total del sistema.
- Ubicar gráficamente la resultante utilizando el mejor método
- Cuál de los métodos es mejor a la hora de graficar la resultante.



**PT104. EPET N° 13 Gral. José de San Martín - ES N° 11 Abel Acosta.
San José, Catamarca.**

Los bloques de la figura están conectados por medio de una cuerda sin masa que pasa por poleas sin fricción. La aceleración del sistema es 2.0 m/s² hacia la izquierda y la superficie sobre la que apoya el bloque de masa m_2 es rugosa.

- Realice el diagrama de cuerpo aislado de cada uno de los bloques indicando



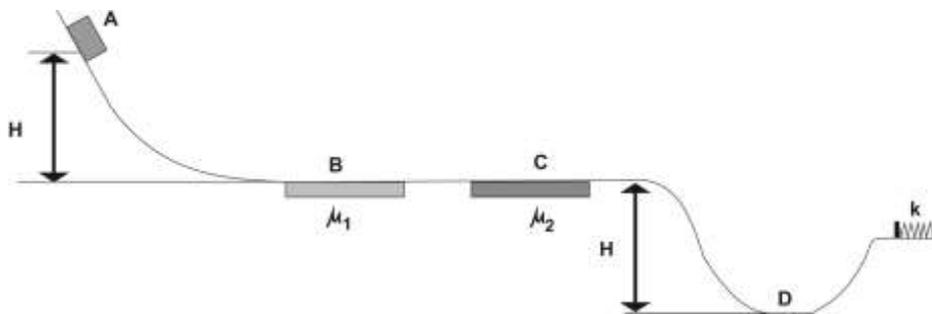
- claramente las fuerzas que actúan sobre los mismos.
- Escriba las ecuaciones de movimiento de los bloques.
 - Determine la tensión en la cuerda.

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

**PT105. Escuela de Agricultura.
General Alvear, Mendoza.**

Un cuerpo de masa M , que se encuentra inicialmente en reposo a una altura H , desciende por la superficie curva mostrada en la Figura 2. Todos los movimientos se realizan en el plano vertical. Considere que la pista está libre de rozamiento, salvo en las zonas marcadas de longitud d . Suponga que la masa M es puntual.

- Dibuje un vector aceleración total posible cuando pasa por A.
- Calcule el vector aceleración total en el punto B.



- Suponga que la masa M llegó al punto D ¿Cuánto vale el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento sobre la masa M ?
- ¿Cuál es la velocidad en el punto D?
- ¿Cuánto comprime la masa M al resorte?
- ¿Hasta dónde llega la masa M luego de dejar el resorte?

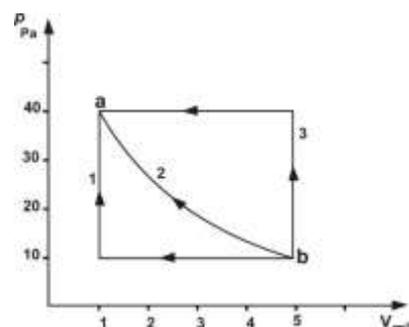
Datos

- $M = 1 \text{ kg}$
- $H = 5 \text{ m}$
- $\mu_1 = 0,1$ (coeficiente de rozamiento dinámico)
- $\mu_2 = 0,3$ (coeficiente de rozamiento dinámico)
- $d = 1,5 \text{ m}$
- $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ (aceleración de la gravedad)
- $k = 784 \text{ N/m}$. (constante elástica del resorte)

**PT106. Escuela de Agricultura.
General Alvear, Mendoza.**

Una muestra de gas que consta de $0,29 \text{ mol}$ se comprime de un volumen de 5 m^3 a 1 m^3 mientras su presión aumenta de 10 Pa a 40 Pa . Compare el trabajo efectuado a lo largo (desde b hasta a) de las tres trayectorias diferentes que muestran en la figura.

En base a los resultados obtenidos elabore una conclusión y represente (en el gráfico P vs V) el trabajo efectuado en cada proceso.

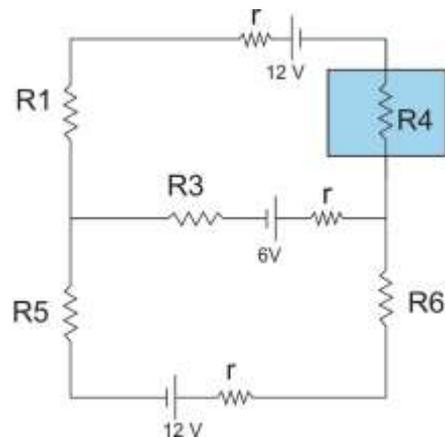


**PT107. Escuela de Agricultura.
General Alvear, Mendoza.**

La siguiente figura muestra un circuito en el cual la R4 está sumergida en un recipiente que contiene 0,88kg de agua dulce a 20°C. Determina:

- La corriente en cada rama
- La caída de tensión en cada resistencia
- La temperatura que alcanza el agua luego de 2 minutos.
- ¿Qué valor de corriente sería necesario para que el agua comience a evaporarse en ese tiempo

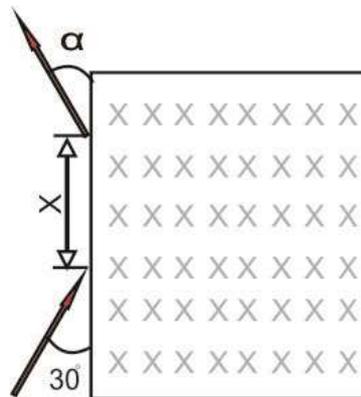
$R_1 = 22\Omega$ / $R_3 = 11\Omega$ / $R_4 = 12\Omega$ / $R_5 = 12\Omega$ / $R_6 = 18\Omega$ / $r = 1\Omega$ (resistencia interna)



**PT108. Escuela de Agricultura.
General Alvear, Mendoza.**

Un protón que se desplaza con una rapidez de $v = 2,5 \cdot 10^5$ m/s en una región sin campos, entra en una región que tiene un campo magnético $B = 1,3$ T. si el protón entra al campo magnético con un ángulo de 30° , como se indica la figura:

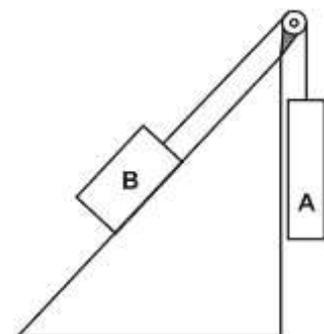
- ¿Qué fuerza magnética se ejerce sobre el protón?
- ¿con que ángulo sale de la región?
- ¿a qué distancia d saldrá de dicho campo B ?



**PT109. Escuela de Agricultura.
General Alvear, Mendoza.**

En la siguiente figura dos bloques están unidos por una cuerda de masa despreciable. El bloque A tiene un peso de 8 kg y el bloque B tiene un peso de 2,5 kg. Teniendo en cuenta que el coeficiente de fricción estática es de 0,5 y el coeficiente cinético es de 0,31 y que el plano tiene un ángulo de 47° con la superficie horizontal determina:

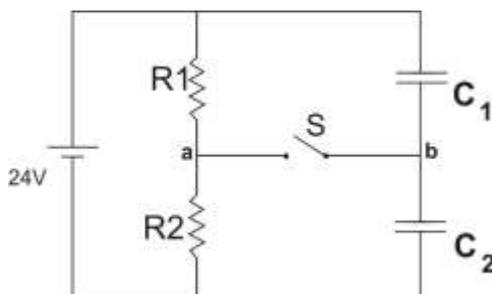
- La aceleración del sistema si al inicio B esta en reposo.
- La aceleración si B sube por el plano.
- La aceleración si B baja por el plano.
- Realiza un diagrama de cuerpo libre da cada bloque.



**PT110. Escuela de Agricultura.
General Alvear, Mendoza.**

Dos resistores y dos capacitores no cargados están conectados como indica la figura. Al aplicarse una diferencia de potencial de 24 V a través de la siguiente combinación, como se muestra en la figura:

- ¿Cuál es el potencial en el punto a con el interruptor abierto?
- ¿Cuál es el potencial en el punto b con el interruptor abierto?
- Cuando el interruptor se cierra ¿Cuál es el potencial final en el punto b?
- ¿Cuánta carga fluye a través del interruptor después de que se cierra?



Donde $R_1=9,2 \Omega$ / $R_2=5,2 \Omega$ / $C_1=0,52 \mu F$ / $C_2=0,23 \mu F$

**PT111. Colegio Emaús.
El Palomar, Buenos Aires.**

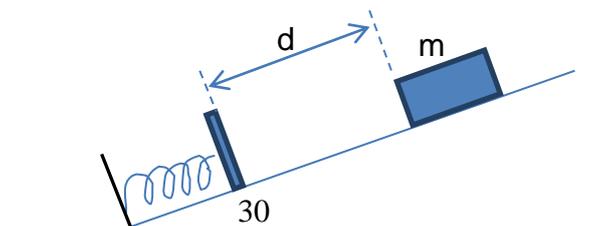
Desde la superficie de la tierra se lanza una piedra verticalmente hacia arriba con una velocidad de 20m/s. Un segundo después de lanzada la piedra, se deja caer (con una velocidad inicial cero) un pequeño bloque de acero desde una altura de 20m sobre la superficie de la tierra. Los cuerpos se mueven a lo largo de trayectorias paralelas.

- Elija un sistema de referencia y plantee las ecuaciones para la posición y la velocidad de la piedra y del bloque en función del tiempo.
- Calcule el tiempo transcurrido hasta que los dos cuerpos se encuentren a la misma altura ¿Cuál es esta altura?
- Grafique posición en función del tiempo de los 2 cuerpos (en un mismo gráfico) e indique en el gráfico el punto de cruce.

**PT112. Colegio Emaús.
El Palomar, Buenos Aires.**

Un bloque de masa $m=1\text{kg}$ parte desde el reposo y desliza una distancia d hacia abajo por un plano inclinado en donde choca con un resorte de constante elástica $k=400\text{N/m}$. El bloque desliza 20cm antes de llegar al reposo momentáneamente comprimiendo el resorte. No hay rozamiento entre el bloque y el plano. La inclinación del plano es de 30° .

- Determine la distancia d .
- Determine la velocidad del bloque en el momento en que choca contra el resorte.



**PT113. Colegio Emaús.
El Palomar, Buenos Aires.**

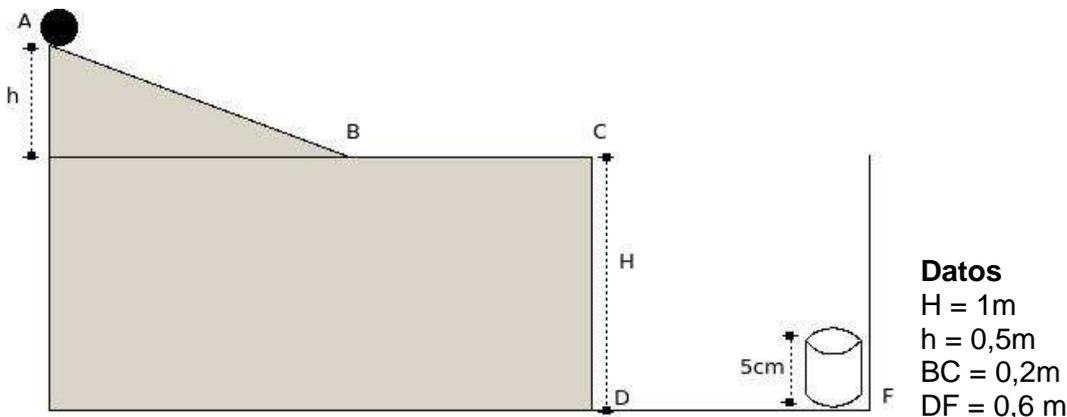
Se tienen tres lámparas de 10Ω cada una.

- Dibujar todas las formas posibles de conectarlas.
- Calcular la resistencia total de cada uno de los circuitos creados en el punto a.
- Elegir uno de los circuitos creados en el punto a, y calcularle la caída de tensión y la intensidad de corriente que lo atraviesa en dos puntos que vos elijas del circuito (márcalos en el circuito elegido), suponiendo que la alimentación del circuito es de 120V.

**PT114. Escuela Nueva Juan Mantovani.
Argüello, Córdoba.**

Se coloca una bolita de 200g de masa en el extremo superior A del dispositivo que se muestra en la figura, cuyo plano inclinado tiene un ángulo constante de 30° . Considerando despreciable el rozamiento del aire y teniendo en cuenta que el coeficiente de rozamiento de la superficie ABC con la bolita es de $\mu_d = 0,15$.

- Hallar una expresión que permita calcular la velocidad de la bolita en el punto C.
- Calcular:
 - El punto de impacto en el suelo.
 - La altura H si el punto de impacto fuera de 0,45m.
 - El trabajo neto realizado sobre la bolita en el tramo AC. ¿Quién ejerce ese trabajo?.
 - La velocidad de impacto en el suelo, respetando las condiciones iniciales del problema.
- Calcular cuánto debería valer la distancia BC para que la bolita caiga exactamente en el recipiente que se encuentra en el punto F de la figura.

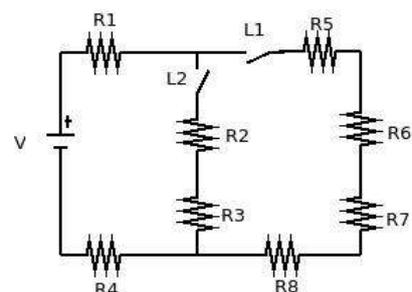


**PT115. Escuela Nueva Juan Mantovani.
Argüello, Córdoba.**

El circuito de la figura es alimentado por una batería de 24v, de resistencia interna despreciable, y 45Ah de carga. Todas las resistencias son de 12Ω y su valor es constante.

Calcular:

- Las intensidades de corriente que circulan por cada resistencia, al estar las 2 llaves cerradas, al estar L_1 cerrada (con L_2 abierta), y al estar L_2 cerrada (con L_1 abierto). Sacar conclusiones.



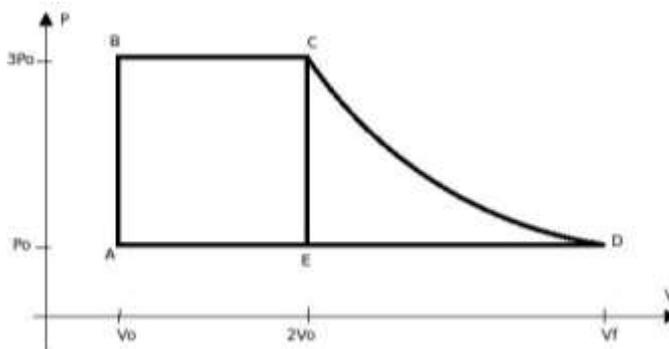
- b) El tiempo de duración de la batería estando ambas llaves cerradas.
- c) Si la potencia máxima que puede disipar cada resistencia es de 1,5 W, verificar si todas las resistencias pueden quedar conectadas, de lo contrario, indicar justificando en qué combinación deben quedar las llaves.
- d) Por un defecto del material, se quemaron las resistencias R_2 y R_3 y se deben reemplazar, pero sólo se cuenta con presupuesto para comprar una sola. ¿de cuántos ohms deberá ser esta nueva resistencia para no modificar la resistencia total del circuito?

Ayuda

Un "Ah" significa Ampere-hora, y es una magnitud que indica la cantidad de carga eléctrica que pasa por los terminales de un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica cuando este proporciona una corriente eléctrica de 1 amperio durante 1 hora. Por ejemplo, 45Ah significa que la batería puede emitir hasta agotarse 45A en una hora, o 1A durante 45hs, ó 0,1A durante 450hs, etc.

**PT116. Escuela Nueva Juan Mantovani.
Argüello, Córdoba.**

Un gas ideal se encuentra inicialmente en el estado A, a una presión P_0 , en un volumen V_0 y a una temperatura T_0 , se somete al ciclo ABCDEA que se describe en la figura, donde el tramo CD es una isotérmica.



Determine:

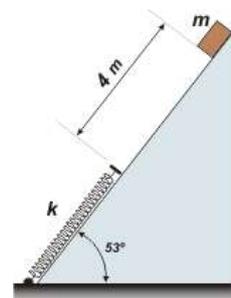
- a) El trabajo neto realizado por el gas en función de P_0 y V_0 y T_0
- b) ¿Cuál es el calor neto que se aporta al sistema en cada ciclo?
- c) Obtenga un valor numérico para el trabajo neto realizado cuando se tiene 1 mol de gas a una temperatura inicial de $T_0 = 0^\circ\text{C}$, $P_0 = 1\text{atm}$; $V_0 = 2\text{ l}$

Datos

$$R = \begin{cases} = 0,08205746 \left[\frac{\text{atm}\cdot\text{L}}{\text{mol}\cdot\text{K}} \right] \\ = 62,36367 \left[\frac{\text{mmHg}\cdot\text{L}}{\text{mol}\cdot\text{K}} \right] \\ = 1,987207 \left[\frac{\text{cal}}{\text{mol}\cdot\text{K}} \right] \\ = 8,314472 \left[\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}} \right] \end{cases}$$

**PT117. Escuelas Técnicas Raggio.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.**

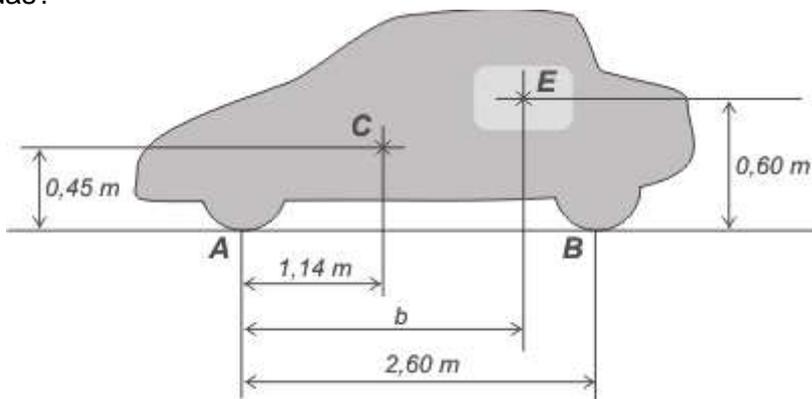
Un paquete de 2 kg se suelta en una pendiente de 53° a 4 m de un resorte largo, cuya constante de fuerza es de 120 N/m y está sujeto a la base de la pendiente. El coeficiente de fricción entre el paquete y la pendiente vale 0,5. La masa del resorte es despreciable.



- a) ¿Qué rapidez tiene el paquete justo antes de llegar al resorte? b) ¿Cuál es la compresión máxima del resorte? c) Al rebotar el paquete hacia arriba, ¿qué tanto se acerca a su posición inicial?

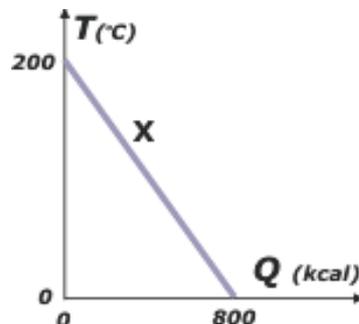
PT118. Escuelas Técnicas Raggio.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Con el motor retirado, la masa del automóvil es de 1.100 kg y su centro de gravedad está en C. (a) Se quiere situar el motor de 220 kg cuyo centro de gravedad denominamos E, de manera que el centro de gravedad del conjunto quede a mitad de distancia entre las ruedas delanteras, A, y traseras, B. ¿Qué valor debe tener b? (b) Si el automóvil se estaciona sobre una pendiente de subida de 15° ¿qué valor tiene la fuerza de apoyo sobre las ruedas?



PT119. Escuelas Técnicas Raggio.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

El gráfico muestra cómo varía la temperatura de una muestra de un kilogramo de un material X que se encuentra en estado sólido a medida que intercambia calor con el medio exterior. A continuación se coloca esa muestra X a 200°C junto con un kilogramo de otro material Y a 150°C en estado sólido. Al llegar al equilibrio ambos materiales son sólidos y se encuentran a 190°C .



- ¿Cuál es el calor específico del material Y?
- Luego se colocan en otro calorímetro un kilo de sólido X a 300°C y un kilo de sólido Y a la temperatura de fusión (250°C). Al llegar al equilibrio se fundió la mitad del material Y. Determinar el calor latente de fusión de Y.

PT120. Escuela Superior de Comercio Carlos Pellegrini
Escuela de Comercio N° 31 Naciones Unidas.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

La calle y los semáforos

Durante la noche, la avenida Córdoba, que es mano hacia el oeste, tiene una onda verde que avanza a 45 km/h . Los semáforos cambian de luz cada 40 segundos y la distancia entre cuerdas es de 100 metros.

En el instante $t = 0$, el semáforo en la encrucijada con la avenida Callao cambia a verde: decimos que la onda verde pasó por Callao.

- A partir de que un semáforo cambia de luz, calcule cuánto tiempo pasa hasta que el semáforo de la cuadra siguiente cambia de luz.

En $t = 0$, una moto cruza Callao a 16 m/s y sigue con esa velocidad hasta llegar a 30 m del siguiente semáforo. En ese momento aplica los frenos, desacelerando uniformemente de manera de llegar al cruce con Riobamba justo cuando el semáforo cambia a verde.

- b) Hallar la aceleración con la que frena el motociclista y con qué velocidad llega al semáforo.
- c) Su compañera, algo más prudente, iba en otra moto a la misma velocidad pero empieza a aplicar los frenos a mitad de cuadra y también llega a Riobamba justo cuando cambia el semáforo. ¿Con qué velocidad llega?
- d) Calcular qué aceleración debería tener cada uno para alcanzar el tercer semáforo con rapidez de 45 km/h.

En $t = 40 \text{ s}$, pasa la onda roja por Callao y a $t = 80 \text{ s}$ estará pasando una segunda onda verde.

- e) ¿A qué distancia está una onda roja de la siguiente onda verde? ¿Qué distancia hay entre dos ondas verdes consecutivas? Llamaremos a este último valor **longitud de onda**.
- f) Proponer un sistema de referencia y escribir la ecuación horaria de posición de la primera onda verde, la primera onda roja, la segunda onda verde y la segunda onda roja.

Usted va en bicicleta pedaleando por Córdoba con todas sus fuerzas a 27 km/h y cruza Callao en $t = 0$.

- g) ¿Cuántas cuerdas podrá avanzar hasta encontrarse con un semáforo en rojo?
- h) Suponga que usted espera detenidamente en el semáforo hasta que cambia a verde y entonces inmediatamente vuelve a moverse con la velocidad anterior. Así, el ciclo se repite. ¿Cuál es, entonces, la velocidad media de su viaje? Si tiene que recorrer 4 km sobre Córdoba, ¿cuánto tiempo le llevará?

Su amigo, en cambio, debe caminar unas cuerdas (también por Córdoba) para tomar el colectivo. Sin embargo, no le gusta quedarse esperando en las esquinas de noche a que cambie la luz del semáforo.

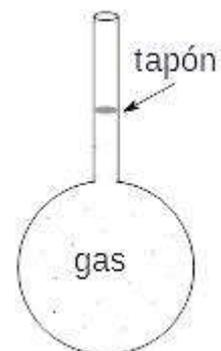
- i) Si en $t = 0$ su amigo también está cruzando Callao, diga cuatro posibles velocidades a las que puede caminar de manera de llegar a la cuadra siguiente justo cuando la luz cambia a verde.

PT121. Escuela Superior de Comercio Carlos Pellegrini
Escuela de Comercio N° 31 Naciones Unidas.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Termómetros de gas

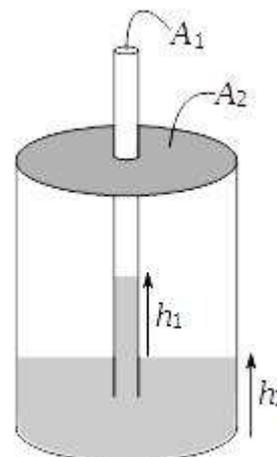
La termometría se basa en identificar propiedades de sistemas relacionadas con la temperatura, cuya medición sea accesible experimentalmente. El principio de funcionamiento de los termómetros clásicos es el de la dilatación volumétrica: los cambios de temperatura producen cambios en el volumen de un sistema (o, equivalentemente, de la densidad). En este problema se propone estudiar con cierto detalle la dilatación térmica de los gases.

Un termómetro de gas muy elemental es como el que se muestra en la figura derecha. Se tiene un gas adentro de un balón de volumen 80 cm^3 separado del ambiente por un tapón móvil muy liviano en el tubo, de diámetro 5 mm. La presión atmosférica se mantiene constante. Como el tapón es libre de moverse, la presión del gas en el interior es igual a la exterior.



- a) Si la altura del tapón a los 20°C es de 5 cm, calcule el volumen del gas a esta temperatura.
- b) Calcule el volumen del gas a los $22,5^\circ\text{C}$, a los 25°C y a los 100°C , y hallar la altura del tapón a cada temperatura.
- c) ¿Es lineal este termómetro? Es decir: el aumento de la altura del tapón ¿es proporcional al aumento de temperatura? Justifique su respuesta.

Este termómetro, si bien es de los más sencillos de analizar teóricamente, no es el más fácil de armar de forma casera. Como diseño alternativo se propone usar un frasco cerrado rígido de 500 cm³ de capacidad que contiene en su interior un gas (aire, digamos) que no puede salir del frasco y alcohol que puede ascender por una columna (un sorbete, digamos). Cuando el gas se calienta, varía su presión y por lo tanto la altura de la columna de fluido. El aire en el exterior, en cambio, se mantiene a presión atmosférica igual a 1013 hPa.



- d) Halle la presión del gas en el interior del frasco si a los 20°C la altura de la columna es $h_1 = 8 \text{ cm}$.
- e) Calcule el número de moles de gas en el interior del frasco si, en esas mismas condiciones, el nivel de líquido en el frasco es $h_2 = 5 \text{ cm}$.
- f) Haciendo la suposición de que el volumen del gas se mantiene constante, calcule la altura de la columna si el gas se calienta hasta una temperatura T . Verifique su resultado reemplazando $T = 20^\circ\text{C}$.

En realidad, esta última suposición no puede ser completamente correcta.

- g) Suponga que el alcohol sube una altura x por la columna. ¿Cuánto varía el nivel de líquido en el frasco? ¿Y el volumen del gas?
- h) Repita el cálculo hecho en f) si tenemos en cuenta que el volumen del gas varía.

Hay más complicaciones: en lo hecho anteriormente, no consideramos que el líquido también puede dilatarse al variar la temperatura.

- i) ¿Cuánto varía el volumen del alcohol si se calienta a 25°C? Teniendo en cuenta el resultado del cálculo hecho en h), justifique si considera despreciable o no esta variación.

Datos

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

$$A_1 = 0.03 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = 30 \text{ cm}^2$$

$$R = 8.314 \times 10^7 \text{ g cm}^2 / (\text{mol K s}^2)$$

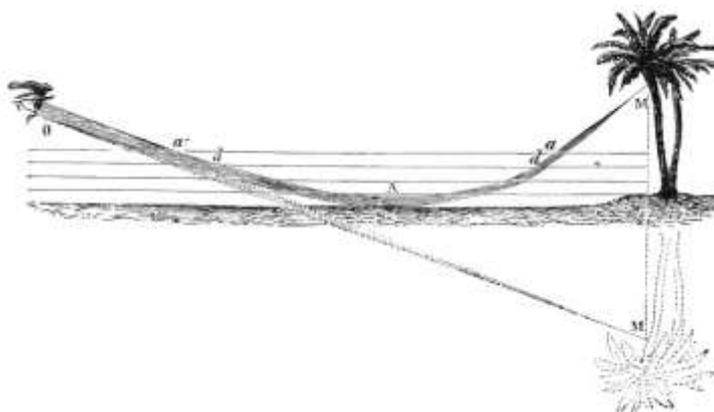
$$\text{Densidad del alcohol a } 20^\circ\text{C}: 0,789 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Coeficiente de dilatación térmica en volumen del alcohol a } 20^\circ\text{C}: 1,09 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$$

PT122. Escuela Superior de Comercio Carlos Pellegrini
Escuela de Comercio N° 31 Naciones Unidas.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

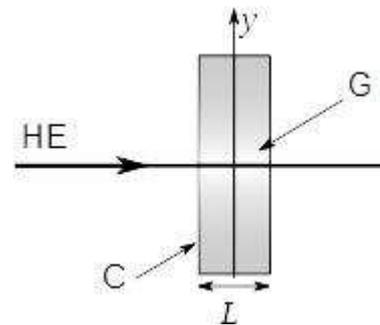
Espectroscopía de lente térmica

En general, un rayo de luz se desvía o se curva si a lo largo de su camino cambia el índice de refracción del medio por donde se propaga. Este es el principio detrás de los espejismos: como el índice de refracción depende de la temperatura, en un día caluroso, el aire cercano al suelo estará más caliente, y por lo tanto tendrá un índice de refracción menor que las capas



de aire superiores. Entonces, al atravesar dichas capas de aire, un rayo de luz encuentra cambios en el índice de refracción y por lo tanto se curva, generando imágenes virtuales que nos pueden generar la ilusión de un oasis.

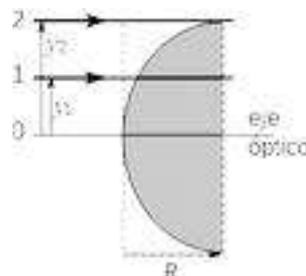
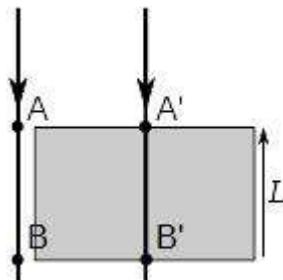
En este hecho (la dependencia del índice de refracción con la temperatura) se basa el fenómeno de lente térmica, descubierto poco tiempo después de la invención del láser. Cuando un objeto transparente (como ser, un líquido en una cubeta C con un poco de colorante) es alcanzado por un haz de luz HE (por haz de **excitación**), puede absorber parte de la energía lumínica y convertirla en energía térmica, provocando un calentamiento alrededor del punto de incidencia. Este gradiente G de temperatura da lugar a un gradiente de índice de refracción y, por lo tanto, puede generar desviaciones en la trayectoria de la luz. En esta situación decimos que se ha generado una **lente térmica en G**.



Intentaremos investigar en qué se parece el comportamiento de una lente térmica al de una lente tradicional para deducir sus propiedades de deflexión de la luz.

Llamamos **camino óptico** s de una trayectoria a la distancia recorrida multiplicada por el índice de refracción del medio en que se recorre.

- a) En la figura de la izquierda se ve un bloque de vidrio de lado $L = 5$ cm con índice de refracción $n' = 1,5$ rodeado de aire ($n = 1$). Calcular el camino óptico s de los segmentos AB y A'B'. ¿Cuál es la diferencia de camino óptico entre las dos trayectorias?



Consideremos ahora una lente tradicional semicircular de vidrio y un conjunto de líneas paralelas (0, 1, 2...) como se ve en la figura de la derecha. El radio del círculo es $R = 4$ cm, la línea 0 coincide con el eje óptico y las líneas 1 y 2 están a distancias $y_1 = R / 2$ e $y_2 = R$ respectivamente del eje óptico.

- b) Para cada línea (0, 1 y 2), hallar el camino óptico s comprendido entre las líneas punteadas.
 c) Repita el cálculo para una línea 3 con $y_3 = 1$ mm.

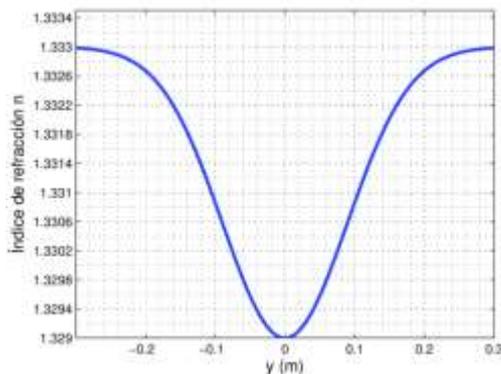
En el ejemplo anterior, el camino óptico varía con y ya que, al aumentar y , queda una parte mayor de la trayectoria dentro del vidrio (y menos afuera). Para trayectorias muy cercanas al eje óptico, es decir cuando $y \ll R$, se tiene la siguiente expresión para el camino óptico en función de la distancia y del haz al eje óptico:

$$s = \frac{n-n'}{2R} y^2 + \text{constante} \quad (1)$$

donde n' es el índice de refracción en el interior de la lente, n el índice de refracción exterior y R el radio de curvatura de la superficie de la lente.

- d) Usando que, en este caso, la constante vale $n'R$, calcule los valores de s arrojados por (1) para las líneas consideradas en los ítems b) y c). Compare con los resultados obtenidos en b) y c), calculando el porcentaje de error en cada caso.

El siguiente gráfico muestra un caso típico, simulado por computadora, del gradiente de índice de refracción en una muestra de agua ($n = 1,333$) con un contaminante violeta que se excita con un láser verde que incide en $y = 0$.

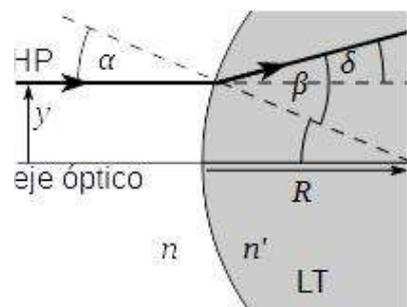


- e) Si el espesor de la muestra es $L = 4$ mm, calcular el camino óptico de dos segmentos: uno con $y = 0$ y otro con $y = 5$ cm.
- f) En la región donde y es muy cercano a cero, el gráfico de n en función de y se puede aproximar como una parábola. Encuentre la ecuación de esta parábola.

Si decimos que la muestra excitada se comporta como una lente, entonces el camino óptico en función de y debería regirse por la ecuación (1) para valores pequeños de y .

- g) Si queremos pensar a este sistema como equivalente a una lente ¿cuáles serían los valores de R y n' ?

Falta considerar el problema de cómo darnos cuenta de que se formó una lente. Una manera sencilla consiste en incidir con un haz de rayos de luz paralelos (llamado **haz de prueba** HP) y medir cómo se desvía. En la figura se muestra tal arreglo, donde la lente térmica LT ha sido reemplazada por una superficie esférica equivalente con radio de curvatura R .



- h) Sabiendo que un rayo incide a una distancia del eje óptico, hallar los ángulos α , β y δ (desviación) que se indican en la figura.

PT123. Colegio N° 3 Mariano Moreno. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Para medir la intensidad del campo magnético terrestre local, se cuenta con lo siguiente:

- Una bobina de 20 vueltas, como la de la figura, de 40 cm de diámetro. En su centro tiene una aguja magnética sobre un cuadrante en el que puede medirse el ángulo de declinación.
- Una fuente de f.e.m. de 12 V.
- Una resistencia variable.
- Un amperímetro.

Cuando circula corriente, la aguja se desvía hasta alcanzar la dirección del campo magnético resultante entre el terrestre local \vec{H} y el inducido por la bobina \vec{B} . La gráfica muestra cómo varía el ángulo de declinación $\hat{\delta}$ con la intensidad de corriente cuando el plano de la

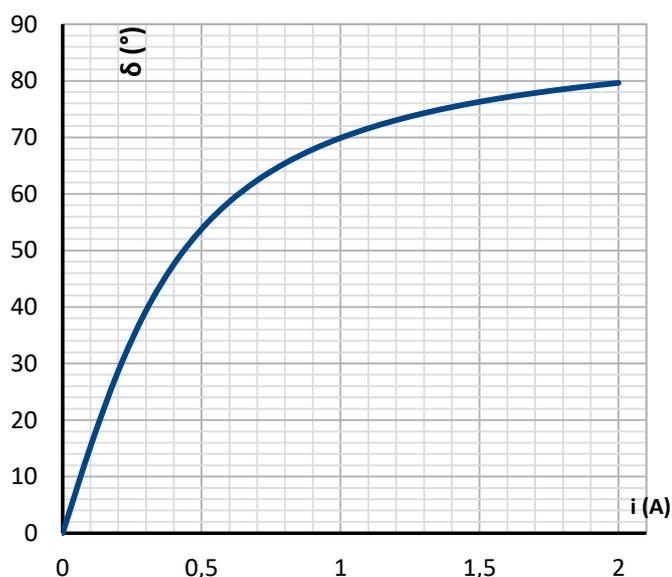


Bobina circular con aguja magnética en el centro

bobina está orientado en dirección Norte-Sur.

- Haga un esquema del circuito necesario.
- Indique con otro esquema los vectores \vec{B} , \vec{H} y el resultante con la orientación de la bobina descrita anteriormente, indicando además el sentido de circulación de la corriente.
- Encuentre la expresión que relaciona al ángulo δ con la intensidad de corriente en la bobina.
- Tomando valores confiables de la gráfica, calcule la intensidad del campo magnético terrestre local.

Indique qué orientación debe darse a la bobina, calcule la intensidad de corriente e indique su sentido, para que la aguja magnética no tome ninguna orientación definida.



PT124. Colegio N° 3 Mariano Moreno.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

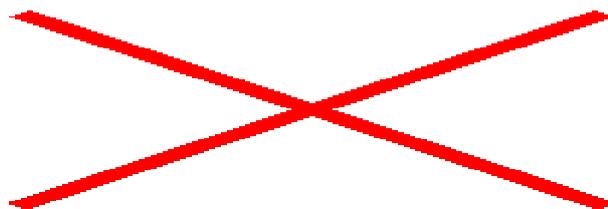
Se prepara una habitación de unos 9 m de largo y casi 5 m de altura para hacer una demostración de mecánica. Se pretende lanzar un resorte de tracción en vuelo parabólico desde un lanzador ubicado en el suelo. El resorte se calza en el vástago del lanzador y se traba en su extremo superior. Al hacer fuerza hacia abajo el resorte se estira y al soltarlo sale disparado en la dirección que define el vástago. Debe atravesar un aro cuando alcanza su máxima altura y embocar en otro aro al que se le agregó una red. Todo esto aprovechando al máximo el espacio disponible en la habitación. Por razones de simplificación, el extremo del lanzador debe quedar a la altura del segundo aro.

- A partir de las dimensiones de la habitación, elija un sistema de referencia, defina una trayectoria¹ y escriba su ecuación². Grafique la trayectoria en el sistema de referencia elegido.
- Derive la ecuación de la trayectoria y calcule el ángulo respecto de la horizontal que debe dársele al lanzador.
- Obtenga el módulo de la velocidad de lanzamiento haciendo consideraciones energéticas y trigonométricas.
- Encuentre una expresión que relacione el estiramiento del resorte con la velocidad de lanzamiento.

Se cuenta con tres resortes para la demostración. Sus características están en la tabla de al lado. El estiramiento se mide sobre el vástago del lanzador con una cinta métrica, y el

procedimiento es bastante incómodo. Esto lleva a cometer errores de uno o dos milímetros al estirar el resorte. Teniendo en cuenta esto:

- e) Elija el resorte con el que considere que hay menos probabilidades de marrar a los aros. Justifique su elección.
- f) Calcule el estiramiento necesario para que el resorte elegido siga la trayectoria elegida.



Referencias

- L:** Longitud.
- Φ :** Diámetro.
- m:** Masa.
- k:** Constante elástica

¹Elija valores fáciles (del orden del metro) para simplificar los cálculos.

²Si para todas las cantidades involucradas se usan unidades del Sistema Internacional (S.I.) pueden omitirse las unidades en la ecuación.

PT125. Colegio N° 3 Mariano Moreno. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Lea el siguiente texto:

“...Y yo pensaba que sabía de electricidad...”

En una de esas tardes de domingo en la colimba, ya de soldados viejos, en la primavera de Río Gallegos, nos juntamos a tomar unos mates al solcito. Conseguimos mate, bombilla, pava, yerba y azúcar, pero el que tenía que conseguir el mechero nos falló. Estábamos discutiendo qué hacer cuando apareció Muñoz. - Uuh, déjenme a mí- dijo, y se metió en el galponcito de atrás de la cocina. Al ratito salió con dos cables y un clavo. Empalmó un cable en la punta del clavo y el otro en la cabeza. Metió el clavo en la pava con agua y, cuando encaró con las otras dos puntas de los cables hacia el enchufe le grité : -¡Pará! ¡Vas a hacer un tremendo corto! ¡Vas a hacer volar todos los tapones de la base! ¡Vamos a terminar todos presos! - Muñoz me miró sonriendo y mandó los cables al enchufe... y no voló nada. Al toque el clavo se puso rojo haciendo un ruido de vibración. - No vayan a tocar la pava- nos advirtió. Y a los cinco minutos el agua estaba lista para el mate. Claro, si yo hubiera sabido lo que sé hoy... Que cuando pasa corriente por un cuerpo, este se calienta. Y que la resistencia aumenta con la temperatura, no me hubiera asustado tanto. ”

- a) Recordando que la red eléctrica provee **corriente alterna** y que la tensión máxima es de 220V , obtenga una expresión que relacione a la resistencia **R** del clavo cuando está calentando el agua, con el aumento de temperatura **ΔT** que se le quiere provocar, la masa **m** de agua que se quiere calentar, y el tiempo **Δt** que tarda en calentarse.
- b) Haciendo las estimaciones necesarias, calcule la resistencia del clavo cuando por él circula corriente mientras está sumergido.
- c) Suponga que la longitud **L** del clavo es de 15 cm y que su diámetro Φ es de 3 mm, y calcule la resistividad **ρ** del hierro a esa temperatura.
- d) Calcule la temperatura que alcanza el clavo sabiendo que la resistividad del hierro a temperatura ambiente **$\rho_0 = 10 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$** , y que su resistividad crece exponencialmente y casi se cuadruplica al llegar cerca de los 280 °C.

Un deporte de invierno: los saltos de esquí.

En esta espectacular modalidad deportiva, los espectadores se mantienen en vilo desde que el atleta inicia el descenso por la pista hacia el trampolín hasta que, tras saltar al "vacío", realiza un estético vuelo, aterriza suavemente, frena y se detiene. Este atleta, mediante un largo y duro entrenamiento, ha adquirido la suficiente destreza para lograr que la física esté de su parte permitiéndole mejorar sus marcas.

El perfil de la pista de saltos, mostrado en la figura 1, presenta cuatro partes: la primera es la zona de aceleración, en la que los saltadores que han partido de alguna de las salidas escalonadas, sin velocidad inicial, descienden por una pronunciada pendiente hasta el trampolín, en el que la pendiente se reduce hasta un ángulo α . En el borde S del trampolín, el saltador inicia el vuelo sobre la zona de salto, que tiene forma aproximadamente parabólica y una longitud L característica de la instalación: se habla así de pistas de 50, 80 ó 90 m.

La tercera zona, P - K, es la de aterrizaje, de longitud M y pendiente constante de ángulo β . A partir del límite K de esta región, el denominado punto crítico, se inicia la cuarta zona, de frenado, en la que no debe producirse el aterrizaje pues disminuye rápidamente la pendiente y el impacto sería peligroso. Según sean las condiciones meteorológicas, el estado de la pista y la calidad de los competidores, los jueces deciden el punto de partida adecuado (una de las salidas escalonadas) para conseguir que el aterrizaje se realice siempre en la zona adecuada, y no en la de frenado. En concreto, los jueces fijan la altura h_0 del punto de salida respecto al borde S del trampolín.

Los principales parámetros de un gran trampolín, ($L \approx 90$ m), se encuentran indicados en el cuadro de datos de la figura 1.

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

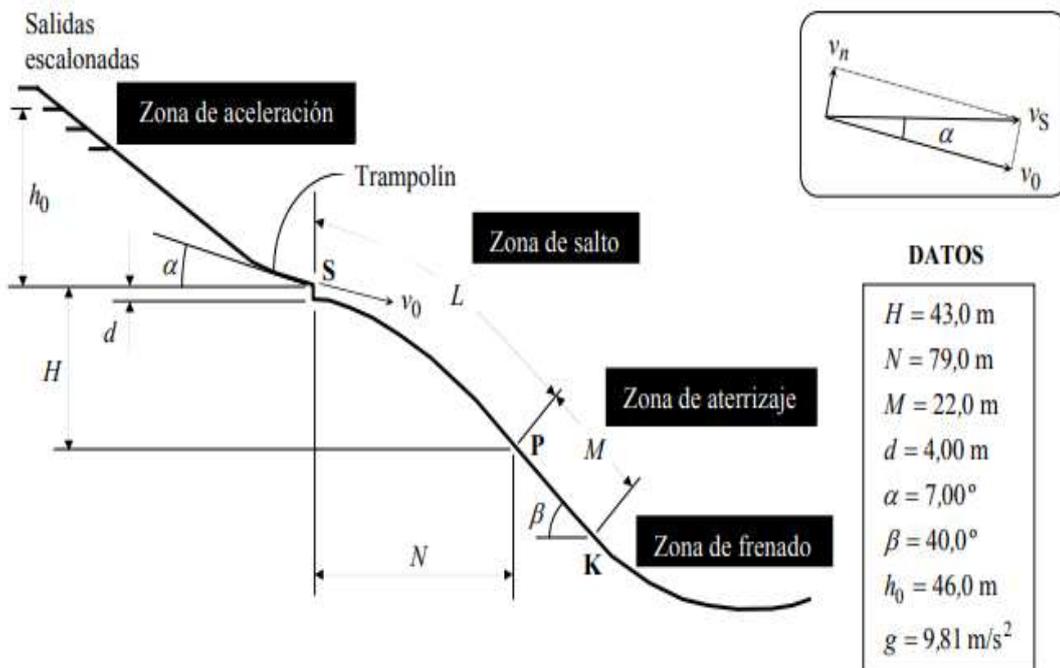


Fig. 1

A pesar de que el trampolín tiene una pendiente final descendente α , la velocidad real de salida del saltador, v_s , es prácticamente horizontal, pues se da un impulso perpendicular a la pista justo antes de iniciar el vuelo. Para ello, el saltador desciende con las piernas flexionadas y las extiende en el extremo final del trampolín, haciendo un gesto similar al de un salto, sin carrerilla, perpendicular al suelo. Así, además de descender en una postura más aerodinámica, consigue imprimirse una velocidad v_n perpendicular al trampolín y alargar el salto. (Observa el diagrama vectorial indicado en la figura 1).

- b) Calcule cuál debe ser el valor de la velocidad v_n y compruebe si podrá conseguirla un atleta capaz de realizar un salto vertical de altura $h_e = 0,60 \text{ m}$, ¡sin carrerilla!

Suponga que la velocidad de salida es exactamente horizontal y no tenga en cuenta los efectos de la fuerza de fricción con el aire ni los de sustentación debidos a la aerodinámica del saltador. (En la práctica el segundo efecto domina sobre el primero, de forma que los saltos reales son algo más largos que los idealizados parabólicos).

- c) Obtenga la ecuación de la trayectoria que hipotéticamente describirá el saltador, referida al sistema de coordenadas OXY indicado en la figura 2.

En dicha figura se representa también el perfil de la pista (sombreado), desde el punto de salida S del trampolín hasta el punto crítico K.

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

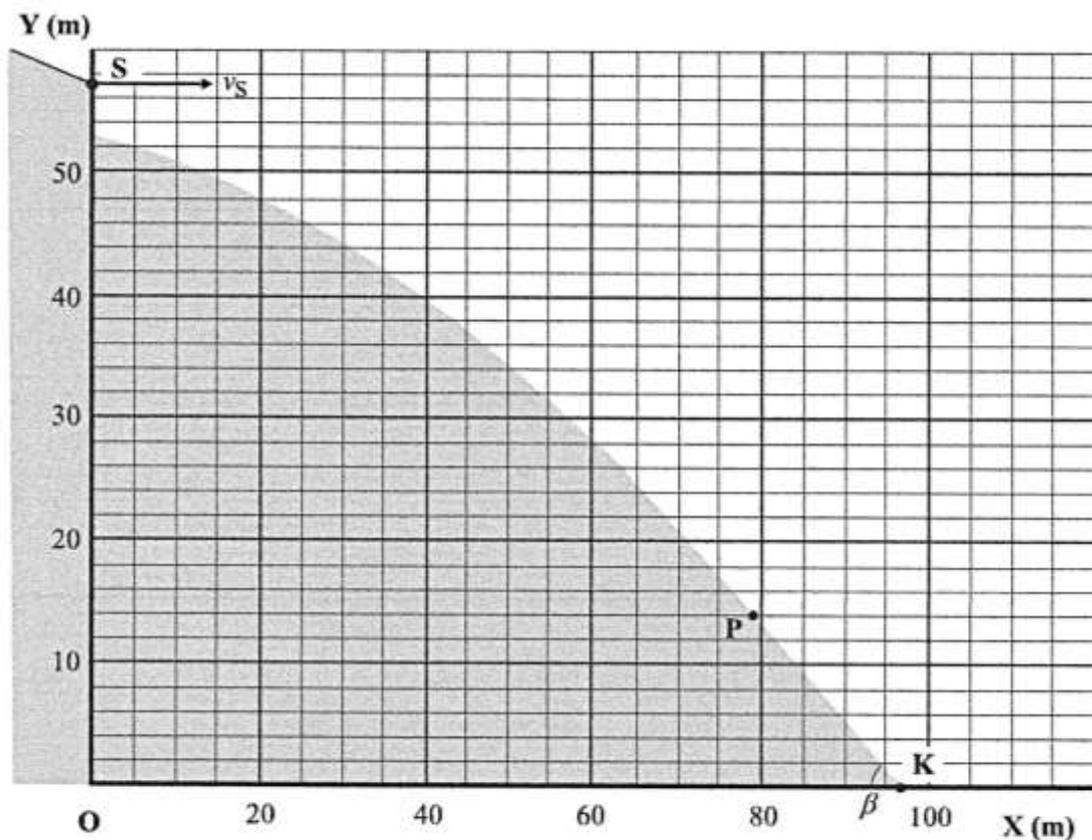


Fig. 2

Criostato para bajas temperaturas

Un sistema simple para controlar la temperatura de una muestra entre 77 K y 300 K consiste en sumergir el recipiente que la contiene en un baño de nitrógeno líquido (NL) contenido en un termo de vidrio.

En nuestro caso, el recipiente que contiene la muestra es un cilindro de 5 cm de radio conectado con el exterior por medio de un tubo cilíndrico de 1 cm de radio. Las paredes laterales del cilindro y del tubo son adiabáticas (aislantes térmicos). La temperatura de la muestra en el interior del cilindro se mantiene a 100 K mediante un sistema que regula la corriente que pasa por una resistencia. Un esquema simplificado de dicho sistema es mostrado en la figura 1.

Las tapas del cilindro interior están compuestas de dos materiales, cobre y alúmina (óxido de aluminio), siendo de cobre la parte externa. El cobre tiene un espesor de 1 cm y la alúmina 3 cm. A 77 K las conductividades térmicas del cobre y la alúmina son $k_{Cu} = 600 \text{ W/m K}$ y $k_A = 26 \text{ W/m K}$ respectivamente.

Experimentalmente se encuentra que, en condiciones de régimen estacionario, el flujo de calor, es decir, la cantidad de calor por unidad de tiempo y por unidad de área, que pasa a través de una pared plana de espesor e y coeficiente de conducción térmica k , está dado por:

$$\frac{1}{A} \frac{\Delta Q}{\Delta t} = k \frac{\Delta T}{e}$$

donde ΔT es la diferencia de temperatura existente entre las caras de la pared de espesor e y área A . Obtenga la expresión y calcule:

- La temperatura en la interfase entre el cobre y la alúmina.
- La cantidad de calor que por unidad de tiempo atraviesa las dos tapas del cilindro interior.

El radio interior del termo que contiene el nitrógeno líquido es de 15 cm. Las paredes y tapa del termo son adiabáticas. En la tapa del termo existe un dispositivo que permite mantener la presión en su interior igual a la atmosférica, p_a .

Obtenga la expresión y calcule:

- La masa de nitrógeno líquido que se vaporiza por unidad de tiempo.
- El cambio del nivel de nitrógeno líquido por unidad de tiempo.
- El número de moles de gas que salen por unidad de tiempo a través del dispositivo.

Otros datos útiles

- Temperatura de ebullición del nitrógeno líquido a presión atmosférica es 77 K
- Calor de vaporización del NL: $\lambda_v = 198.38 \text{ kJ/kg}$
- Densidad del nitrógeno líquido: $\delta_L = 808.61 \text{ kg/m}^3$
- Densidad del nitrógeno gaseoso a 77 K: $\delta_G = 4.61 \text{ kg/m}^3$
- Masa molecular del nitrógeno gaseoso: $m_N = 28.01 \text{ g/mol}$
- Constante de los gases: $R = 8.31 \text{ J/(mol K)}$
- Presión atmosférica: $p_a = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$

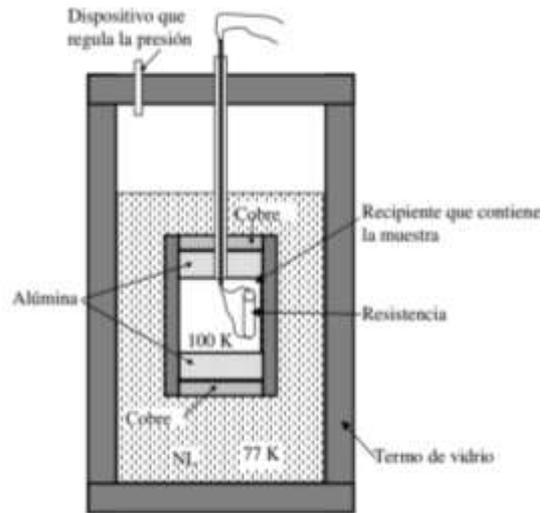


Figura 1

Ondas gravitacionales

El 11 de febrero de 2016 la colaboración ALIGO (advanced Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory) anunció al mundo la primera detección directa de ondas gravitacionales, predichas desde hace un siglo por la Teoría de la Relatividad General de Einstein. La señal con el código GW150914 (figura 1) se había detectado el 14 de septiembre de 2015 en los observatorios de Hanford y Livingston como una oscilación de unos 40 Hz de frecuencia inicial, que aumentó hasta unos 250 Hz en menos de 20 ms. El análisis de la señal, que llevó varios meses, permitió deducir que la onda se había producido a más de mil millones de años luz de la Tierra durante el proceso de fusión de dos agujeros negros moviéndose en órbitas espirales, es decir de radio decreciente, debido precisamente a la pérdida de energía por la emisión de una potente onda gravitacional (figura 2), hasta que el sistema colapsó en un único agujero negro de masa apreciablemente inferior a la suma de las masas de los dos agujeros negros originales.

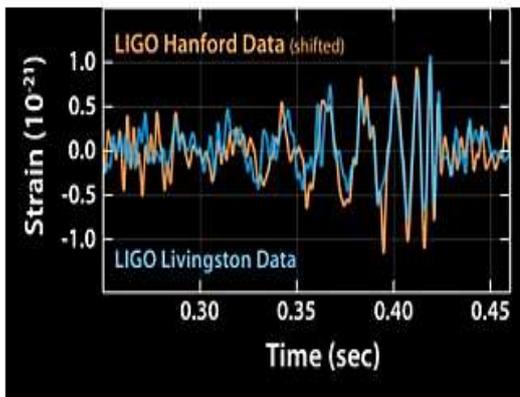


Fig. 1 Señales detectadas

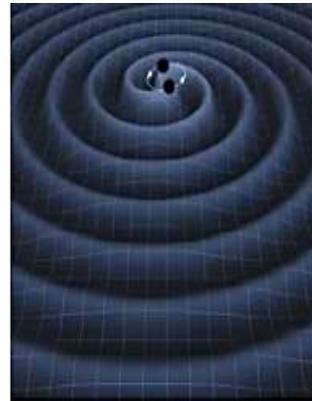


Fig. 2 Impresión artística de las ondas gravitacionales de dos agujeros negros en órbita.

Como sabrá, un agujero negro es un objeto de enorme masa que crea en su entorno un campo gravitatorio tan intenso que ninguna partícula, incluido un fotón que viaja a la velocidad de la luz c , puede escapar a su atracción si se encuentra a una distancia de su centro inferior a R_s (radio de Schwarzschild). En primera aproximación, podemos imaginar el agujero negro como una esfera masiva de radio R_s .

- a) Planteando que la velocidad de escape desde la distancia R_s es c , demuestre que el radio de Schwarzschild de un agujero negro de masa M es $R_s = 2GM / c^2$, donde G es la constante de gravitación universal.

Estudiaremos a continuación el movimiento orbital de dos agujeros negros de igual masa M que interactúan gravitatoriamente. Suponga que ambos describen una trayectoria circular en torno al centro geométrico O del sistema (centro de masas), siendo R la distancia entre sus centros (figura 3).

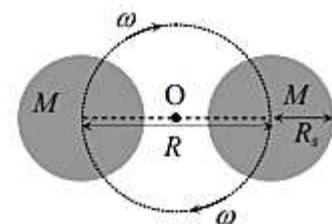


Fig. 3

- b) Determine la velocidad angular ω con que giran ambos cuerpos, en función de G , M y R .

Vamos a hacer algunos cálculos aproximados, cuando los agujeros negros están próximos a tocarse, es decir cuando la distancia entre sus centros es un poco superior a $2 R_s$. Considere en concreto $R_s = 3R_s$. La frecuencia de la señal oscilante detectada en la Tierra (Tenga en cuenta que en cada revolución completa del sistema binario se emiten dos crestas de ondas gravitatorias, de forma que la frecuencia de la señal

detectada en la Tierra es el doble de la frecuencia de la órbita de los agujeros negros); en estas circunstancias fue $f_{\text{señal}} \approx 200$ Hz (situación en $t \approx 0,42$ ms en la escala de la figura 1).

- c) Obtenga una expresión para ω en este caso, en función de G , M y c .
- d) Calcule la masa M de cada agujero negro. Exprese su resultado en kg y en masas del Sol

La Teoría de la Relatividad General permite determinar la potencia P emitida en forma de ondas gravitacionales por un sistema de dos masas orbitando bajo la atracción gravitatoria mutua, como el que estamos considerando. Suponiendo que las dos masas son iguales y que la órbita es circular, se obtiene:

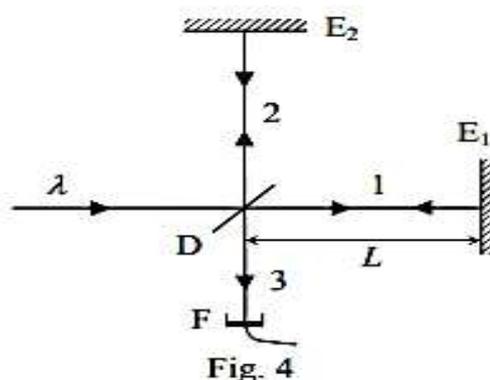
$$P = \frac{64 G^4 M^5}{5 C^5 R^5}$$

La órbita real es espiral, con radio decreciente, pero pueden hacerse cálculos estimativos considerando la misma órbita circular con $R = 3R_s$ de los apartados anteriores. En la figura 1 se observa que la onda gravitatoria se emitió principalmente durante un breve intervalo de tiempo, del orden de $\Delta t = 10$ ms.

- e) Suponiendo que toda la energía emitida durante el proceso de interacción y colapso de los agujeros negros se traduce en una pérdida de masa del sistema, haga una estimación de esta pérdida, ΔM . Exprese su resultado en kg y en masas del Sol

Vamos a hablar ahora del sistema de detección.

Se ha empleado un interferómetro de Michelson, que se esquematiza en la figura 4. Un haz de luz láser, de longitud de onda λ , incide a 45° sobre una lámina semiespejada (divisor de haz, D) donde se divide en dos haces, 1 y 2, que viajan en direcciones perpendiculares. Cada haz se refleja normalmente en un espejo plano, E_1 y E_2 , y vuelve hacia D. Parte del haz 1 se refleja y parte del 2 se transmite, de forma que en el haz 3 se superponen (interfieren) las ondas luminosas 1 y 2 que han ido y vuelto por cada uno de los brazos del interferómetro. La



intensidad de la onda resultante depende de la diferencia de fase, δ , entre estas dos ondas. Por ejemplo, si se superponen en contrafase ($\delta = \pi$) la intensidad resultante I_3 es nula (mínimo interferencial). Cualquier pequeña variación en la longitud de los brazos produce un cambio en el estado interferencial y por tanto en I_3 , que se mide con un fotodetector, F.

Siguiendo con el ejemplo anterior, si partiendo de un mínimo interferencial la longitud de uno de los brazos aumenta en $\lambda/4$, el camino total recorrido por la luz en ese brazo (ida y vuelta) aumenta en $\lambda/2$, de forma que las ondas pasan a interferir en fase y se tiene un máximo interferencial. Si el aumento de longitud fuese $\lambda/2$ se alcanzaría un nuevo mínimo nulo, en el orden interferencial siguiente al inicial. En el interferómetro del observatorio de Livingston los dos brazos tienen la misma longitud $L_0 = 4,0$ km. En la figura 5 se esquematiza, de forma muy exagerada, lo que ocurre cuando una onda gravitacional alcanza la superficie de la Tierra. Estas ondas acortan y alargan periódicamente la fábrica del espacio tiempo de forma que la longitud L de los brazos del interferómetro oscila entre $L_0 + A$ y $L_0 - A$, con la particularidad de que estas oscilaciones están en contrafase, es decir cuando el brazo 1 alcanza su longitud máxima $L_0 + A$, el brazo 2 tiene la mínima, $L_0 - A$, y viceversa.

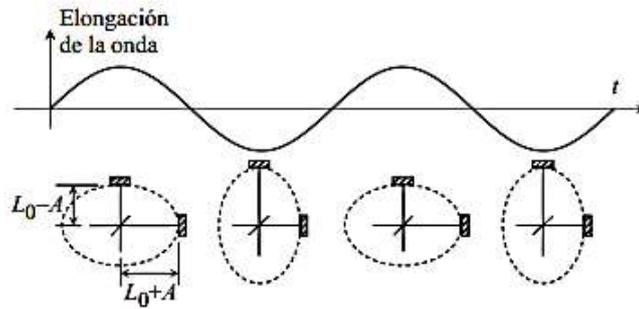


Fig. 5

Suele trabajarse en función de la deformación unitaria (“strain” en inglés) definida como $h = \Delta L / L_0$, donde ΔL es la diferencia entre las longitudes de los dos brazos. Esta magnitud adimensional h es la que aparece en ordenadas de la gráfica de la figura 1, en la que se observan claramente las oscilaciones de h producidas por la llegada de la onda gravitacional. La amplitud de esta oscilación llega a alcanzar el valor $h_{\max} \approx 10^{-21}$ cuando los agujeros negros empiezan a fusionarse.

- f) Haga una estimación de la máxima amplitud de oscilación de los brazos del interferómetro de Livingston, A_{\max} , cuando recibió esta señal. Compare su resultado con el radio de un protón.

La deformación a detectar es en la práctica tan pequeña que han sido necesarios extraordinarios esfuerzos técnicos para impedir que quede enmascarada por el “ruido” producido por microsismos o pequeñas variaciones térmicas.

Para poder detectar ondas muy débiles conviene que L_0 sea lo mayor posible. Pero la longitud antes indicada, $L_0 = 4,0$ km, no sería suficiente en la práctica para poder detectar las ondas producidas por la mayoría de los sucesos cósmicos previsibles. Para aumentar la longitud, se ha recurrido a situar otro espejo dentro de cada brazo, entre el divisor de haz y el espejo original del Michelson (figura 6). Estos espejos tiene una pequeña transmitancia, de forma que, en promedio, la luz realiza unos $N \approx 280$ viajes de ida y vuelta entre los dos espejos enfrentados antes de volver a alcanzar el divisor de haz y contribuir a la interferencia en el haz 3. Con este procedimiento se consigue aumentar la longitud efectiva de los brazos del Michelson hasta

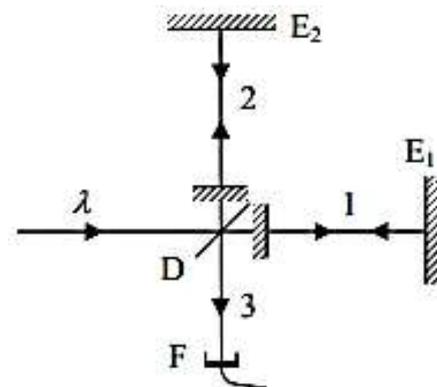


Fig. 6

$$L_{\text{ef}} = NL_0 \approx 1100 \text{ km.}$$

Para terminar, vamos a caracterizar la extraordinaria sensibilidad del aparato. Observando la gráfica de la figura 1, se deduce que el sistema es capaz de detectar deformaciones, no enmascaradas por el ruido, con una amplitud mínima $h_{\min} \sim 10^{-22}$.

- g) Exprese la sensibilidad del instrumento en fracciones de orden interferencial (cada nuevo orden interferencial corresponde aun cambio de 2π en la diferencia de fase δ entre las dos ondas que se superponen en el haz 3), $\delta_{\min} / 2\pi$.

Datos

Constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2$

Velocidad de la luz en el vacío, $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

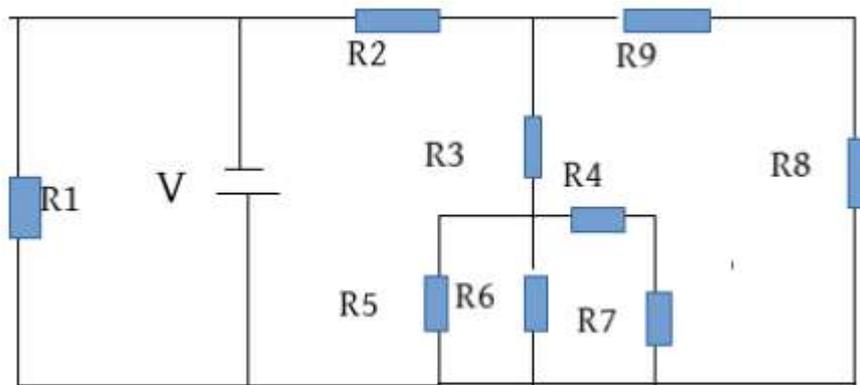
Masa del Sol, $M_{\text{Sol}} = 2,0 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

Radio de un protón, $r_p = 0,88 \cdot 10^{-15} \text{ m}$

Longitud de onda de la luz láser (Nd-YAG): $\lambda = 1,06 \mu\text{m}$

**PT129. Colegio Del Cerro - Instituto parroquial San Alfonso - Colegio de Jesús
Colegio Dante Alighieri - Instituto de Educación Media Dr. Arturo Oñativia
Escuela de Educación Técnica n°3141 Ciudad del Milagro.
Ciudad de Salta.**

El siguiente circuito es una parte de un entramado electrónico para detectar alumnos dormilones del taller de física, pero no funciona bien, así que debemos encontrar los componentes más óptimos para hacerlo funcionar.



En donde:

$$R_1 = 10 \, \Omega$$

$$R_3 = 8 \, \Omega$$

$$R_4 = 4 \, \Omega$$

$$R_5 = 4 \, \Omega$$

$$R_6 = 8 \, \Omega$$

$$R_7 = 2 \, \Omega$$

$$R_8 = 4 \, \Omega$$

$$V = 80V$$

- Calcular las resistencias R_2 y R_9 , si sabemos que R_2 está constituido de plata ($\rho = 1,59 \times 10^{-8} \, \Omega m$ con una forma circular, de radio igual a $0,1m$ y una longitud de $25m$, y R_6 es un conductor de cobre ($\rho = 1,7 \times 10^{-8} \, \Omega m$) y una sección de $2,55 \times 10^{-7} \, m^2$ y una longitud de $30m$.
- Pensando en el circuito planteado, y considerando que hay que minimizar la potencia disipada. ¿ubicaría las resistencias del inciso anterior como están en el dibujo? ¿o las invertiría de lugar?
- Un alambre está a $20^\circ C$ y tiene una resistencia de $40 \, \Omega$. Cuando la temperatura aumenta $10^\circ C$ la resistencia aumenta en $4 \, \Omega$. Calcular el coeficiente de la temperatura

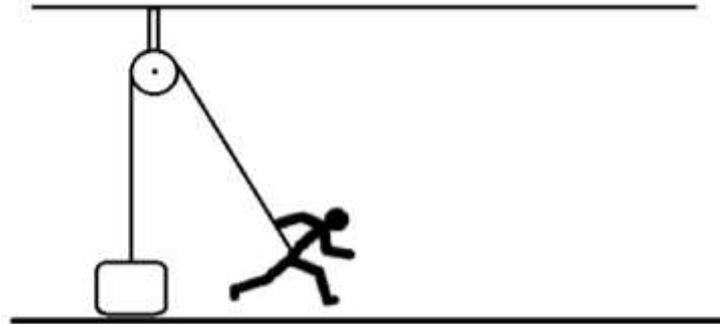
**PT130. Colegio Del Cerro - Instituto parroquial San Alfonso - Colegio de Jesús
Colegio Dante Alighieri - Instituto de Educación Media Dr. Arturo Oñativia
Escuela de Educación Técnica n°3141 Ciudad del Milagro.
Ciudad de Salta.**

Sabemos que a medida que han pasado los años, campeonatos mundiales y locales, se ha ido acentuando la presencia de la metodología científica en el entrenamiento físico de los atletas, en prácticamente todas sus disciplinas. Una en particular donde más se ve este fenómeno, es el football, o fútbol.

En esto se considera hasta el más mínimo detalle de todo lo que realiza el deportista, sus descansos, elongaciones, rendimientos máximos, las películas que mira, de todo.

Para este problema consideraremos algunas situaciones a las que se somete a los pobres jugadores, que tienen como objetivo el análisis de rendimiento y mejora del mismo.

En la primera fase se mide ciertas variables del movimiento del deportista. Considere la imagen:

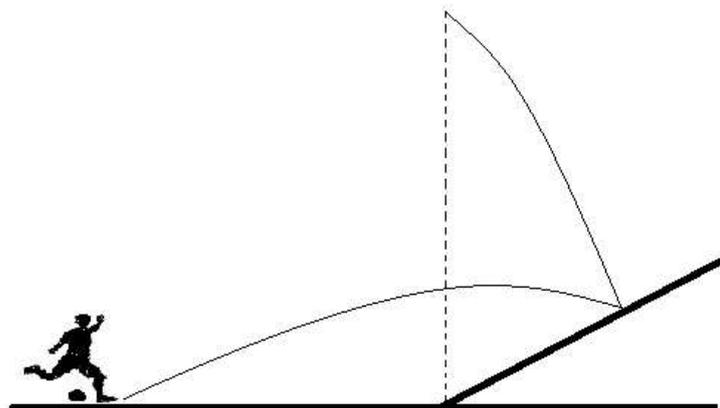


El Jugador se encuentra atado, sogas mediante, a un objeto de m ; con una polea alta fija. El atleta corre, alejándose de la polea y de la pesa, en línea recta, partiendo del reposo, desplazándose en un movimiento rectilíneo uniformemente variado.

- Calcule la aceleración que alcanza, sabiendo que recorre una distancia X , y logra una velocidad V
- Encuentre la altura a la que llega la pesa, cuando el deportista finaliza el movimiento dicho. Considere que la sogas se encuentra atada a su cadera (altura h) y tiene una longitud total L
- Calcule la energía total transferida a la pesa.
- Encuentre la potencia total entregada por el deportista.

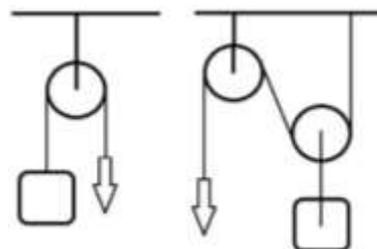
La siguiente fase involucra la precisión que debe desarrollar el atleta.

- Se le da al atleta una pelota y realiza tiros oblicuos. Calcule el ángulo que le debe impartir a un balón al patearlo, para que este alcance una altura máxima de H_{\max} .
- Luego de cansarlo un poco, se le agrega al ejercicio una rampa. Considerando la siguiente gráfica, encuentre el ángulo del plano inclinado.



la distancia del atleta a la base de la rampa es L_0 , el ángulo de patada es α , la altura H y recuerde el valor obtenido en el tercer inciso. (tanto ángulo como altura no son los mismo que el inciso anterior)

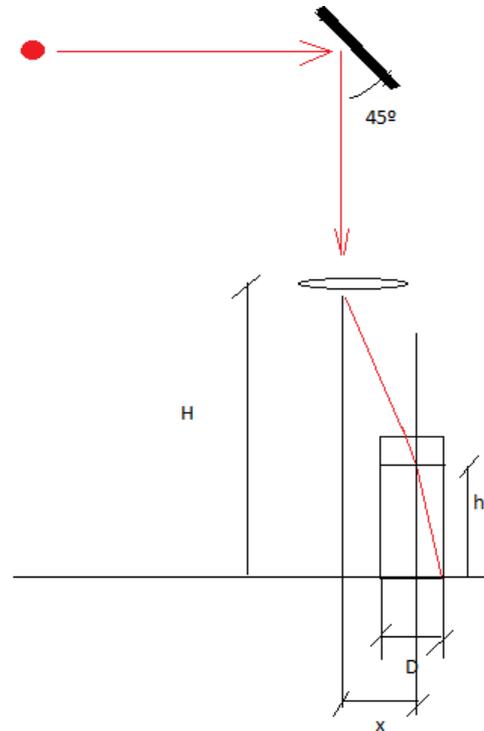
- Suponiendo que al atleta se le exige levantar una pesa, con una polea alta (o sistema), como es mostrado. Calcule la fuerza requerida para cada caso planteado. ¿y si tuviese un sistema de n cantidad de poleas?



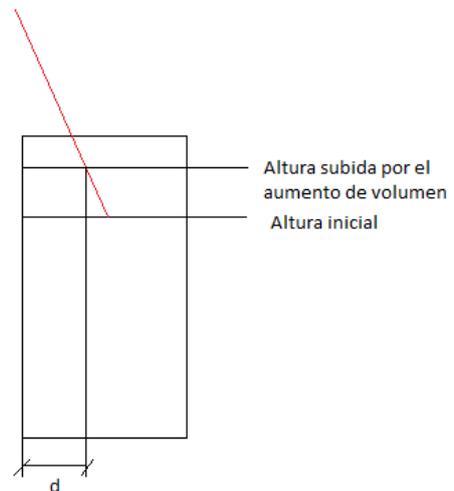
(la masa de la pesa es m , y se desplaza con movimiento uniforme)

**PT131. Colegio Del Cerro - Instituto parroquial San Alfonso - Colegio de Jesús
Colegio Dante Alighieri - Instituto de Educación Media Dr. Arturo Oñativia
Escuela de Educación Técnica n°3141 Ciudad del Milagro.
Ciudad de Salta.**

Depredador quiere practicar puntería con su arma con mira láser, la cual tiene que dominar en diferentes entornos en cualquier parte de los distintos planetas que este visite. Para ello dispone de cierta configuración de práctica. Primero el rayo (considérelo como una fuente puntual) se refleja en un espejo plano dispuesto a 45° con respecto de la vertical, luego incide verticalmente sobre una lente que a su vez desvía este rayo hacia un vaso cilíndrico lleno con agua de coeficiente de refracción n_a , índice de expansión térmica α , calor específico C_p y masa m . El vaso, de diámetro D , se llena hasta una altura h . Considere H la distancia entre la lente y el suelo. Depredador nota que el láser luego de desviarse por la lente incide justo en la mitad del vaso visto horizontalmente y se refracta en el agua llegando a tocar el vértice inferior del vaso como se muestra en la figura.



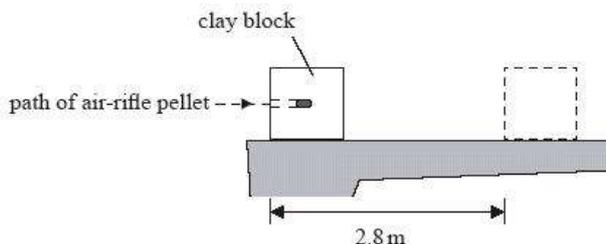
- ¿Para que se cumplan estas condiciones que tipo de lente debería usar Depredador?
- Calcule la distancia x a la que debería estar el vaso en esta configuración de práctica. Considere al índice de refracción del aire como 1.
- Cazando un alien, Depredador se da cuenta que este le había roto el espejo plano por lo que decide usar un espejo esférico. ¿Cree que puede usarlo y conseguir los mismos resultados? De ser así, ¿Cómo y en qué posición lo pondría para reemplazar el espejo plano? Ayúdese con un esquema.
- Está claro que en no todos los planetas las condiciones de presión y temperatura son las mismas. Para lidiar con ello Depredador aumenta la temperatura del agua contenida en el vaso desde T_1 a T_2 , consiguiendo aumentar el volumen del agua en el vaso. Esto causa que el rayo ya no incide a la mitad del diámetro, sino que sufre un desplazamiento d . ¿Dónde incide ahora el rayo al final del vaso?
- Todo este experimento agotó física y mentalmente a Depredador que ahora tiene sed, así que quita el vaso de la configuración y se dispone a tomar el agua que está caliente. Para no quemarse coloca un cubo de hielo de masa m_H . Determine la temperatura de equilibrio cuando el hielo se haya fundido por completo en el agua.
- Si el contenido del vaso en vez de agua hubiera sido cualquier otra sustancia. Sin hacer cálculos ¿Cree usted que Depredador hubiera conseguido mantener la distancia x calculada en el inciso b)? ¿Por qué?



**PT132. Escuela Escocesa San Andrés.
Olivos, Buenos Aires.**

Esta pregunta se refiere a las colisiones.

a) En un experimento, una escopeta de aire pellet se dispara en un bloque de plastilina que se apoya en una mesa. La escopeta de aire sedimenta permanece en el interior del bloque de la arcilla después del impacto.



Como resultado de la colisión, el bloque de arcilla se desliza a lo largo de la mesa en una línea recta y la hora de descanso. Otros datos relativos a la experimento se dan a continuación.

Masa de aire rifle pellet = 2,0 g

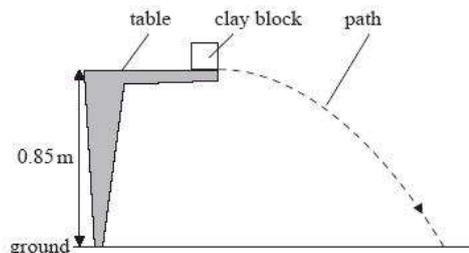
Masa del bloque de arcilla = 56 g

La velocidad de impacto del aire rifle pellet = 140 ms^{-1}

La distancia de frenado de bloque de arcilla = 2,8 m

- i) Demostrar que la velocidad inicial del bloque de arcilla después de que el aire golpea rifle pellet es 4.8 ms^{-1} .
- ii) Calcular la fuerza de fricción promedio que la superficie de la mesa ejerce sobre el bloque de arcilla, mientras que el bloque de la arcilla se está moviendo.

b) El experimento se repite con el bloque de arcilla colocado en el borde de la mesa de manera que se dispara fuera de la mesa. La velocidad inicial del bloque de arcilla es de $4,3 \text{ ms}^{-1}$ horizontalmente. La superficie de la mesa es de 0,85 m por encima del suelo.

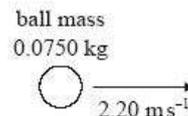


- i) Haciendo caso omiso de la resistencia del aire, calcular la distancia horizontal recorrida por el bloque de arcilla antes de que toque el suelo.
- ii) El diagrama en (b) muestra la trayectoria de la secuencia de arcilla despreciando la resistencia del aire. En el diagrama, dibujar la forma aproximada de la ruta que el bloque de arcilla se llevará a suponer que los actos de resistencia de aire en el bloque de arcilla.

**PT133. Escuela Escocesa San Andrés.
Olivos, Buenos Aires.**

Esta pregunta se refiere a los impulsos.

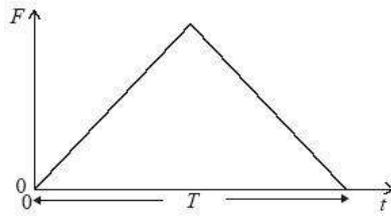
a) Una bola de masa de 0.0750 kg se desplaza horizontalmente con una velocidad de 2.20 ms^{-1} . Afecta a una pared vertical y horizontal rebotes.



Debido a la colisión con la pared, 20% de la energía cinética inicial de la pelota se disipa.

- i) Encontrar la velocidad de la pelota rebota en la pared.
- ii) Demostrar que el impulso dado a la pelota junto a la pared es de 0.313 N s.

b) La pelota golpea la pared en el momento $t = 0$ y deja la pared en el momento $t = T$. El esquema gráfico muestra cómo la fuerza F que ejerce la pared sobre la pelota se supone que varía con el tiempo t .



El tiempo T se mide electrónicamente a la igualdad de 0,0894 s.
 Usa el impulso dado en (b) (ii) para estimar el valor promedio de F .

**PT134. Escuela Escocesa San Andrés.
 Olivos, Buenos Aires.**

a) Una partícula cargada de masa m y carga $+q$ viaja con velocidad v en el vacío. Ingresa en una región de campo magnético uniforme con densidad de flujo B , como se muestra en Fig. T3.1. región de campo magnético camino de la partícula cargada

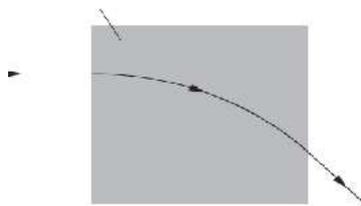


Fig. T3.1

El campo magnético es normal a la dirección de movimiento de la partícula. El camino de la partícula en el campo es un arco de radio r .

- i) Explique por qué el camino de la partícula en el campo es el arco de un círculo.
- ii) Muestre que el radio r está dado por la expresión:

$$r = mv/Bq$$

b) Se coloca una fina placa de metal en el campo magnético de (a). Una segunda carga ingresa en la región del campo magnético. Pierde energía cinética cuando pasa por la placa. La partícula sigue el camino mostrado en Fig. T3.2. región de campo magnético uniforme

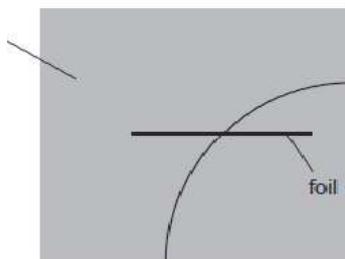


Fig. T3.2

- i) En Fig. 5.2, marque con una flecha la dirección de movimiento de la partícula.
- ii) El camino de la partícula tiene radios diferentes en cada lado de la placa, de 7.4 cm y 5.7 cm.

Determine el cociente:

Cantidad movimiento final de la partícula / Cantidad de movimiento inicial de la partícula

Para la partícula cuando pasa por la placa.

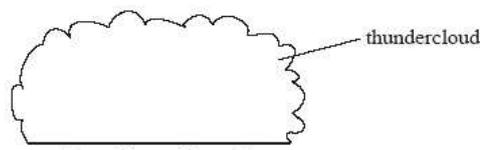
Cociente =

**PT135. Escuela Escocesa San Andrés.
Olivos, Buenos Aires.**

Esta pregunta se refiere a una descarga de rayo.

a) Una nube de tormenta puede ser modelado como una placa cargada negativamente que es paralelo al suelo.

La magnitud de la carga en la placa aumenta debido a los procesos en la atmósfera. Finalmente, una corriente descargas de la nube de tormenta al suelo.



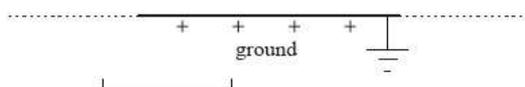
b) La magnitud de la intensidad de campo eléctrico E entre dos placas infinitas cargadas paralelas está dada por la expresión

$$E = \sigma/\epsilon_0$$

donde σ es la carga por unidad de área en una de las placas.

Una nube de tormenta lleva una carga de magnitud 35 C repartidos en su base. El área de la base es $1,2 \times 10^7 \text{ m}^2$

- i) Determinar la magnitud del campo eléctrico entre la base de la nube de tormenta y el suelo.
- ii) Cuando las descargas nube tormentosa, la corriente promedio de descarga es de 1,8 kA. Estimar el tiempo de descarga.
- iv) La diferencia de potencial entre la nube de tormenta y el suelo antes de la descarga es de $2,5 \times 10^8 \text{ V}$. Determinar la energía liberada en la descarga.



**PT136. Escuela Escocesa San Andrés.
Olivos, Buenos Aires.**

Esta pregunta es sobre el calentamiento de un líquido.

a) Sugiera por qué, en términos de un modelo molecular, la energía asociada al derretimiento es menor que la asociada a la ebullición.

b) Se caliente leche usando vapor de agua en un vaso hasta que hierve. Mientras se enfría, algo de la leche se evapora.

- i) Distinga entre evaporación y ebullición.
- ii) El vaso contiene 0.30 kg de leche a una temperatura inicial de $18 \text{ }^\circ\text{C}$. Estime la mínima masa de vapor necesaria para calentar la leche a $80 \text{ }^\circ\text{C}$.

Calor latente de vaporización del agua = $2.3 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$

Calor específico del agua = $4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Calor específico de la leche = $3800 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

**PT137. Escuela Escocesa San Andrés.
Olivos, Buenos Aires.**

Esta pregunta se refiere a la energía interna, el calor y los gases ideales.

a) La energía interna de una pieza de cobre se incrementa por calentamiento.

- i) La pieza 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 su aumento de la temperatura es 20 K . Estimar la capacidad de calor específico del cobre.

**PT138. Escuela Escocesa San Andrés.
Olivos, Buenos Aires.**

Esta pregunta se refiere a la transferencia de energía térmica.

a) Una pieza de cobre se lleva a cabo en una llama hasta que se alcanza el equilibrio térmico. El tiempo que tarda en alcanzar el equilibrio térmico dependerá de la capacidad térmica de la pieza de cobre.

b) La pieza de cobre se transfiere rápidamente a un vaso de plástico que contiene agua. La capacidad térmica de la copa es insignificante. Se dispone de los siguientes datos.

Masa de cobre = 0,12 kg

Masa de agua = 0,45 kg

Aumento de la temperatura del agua = 30 K

Temperatura final del cobre = 308 K

Capacidad de calor específico del cobre = $390 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Capacidad de calor específico del agua = $4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

i) Usa los datos para calcular la temperatura de la llama.

ii) Explique si la temperatura de la llama es probable que sea mayor o menor que su respuesta a (b) (i).

**PT139. Colegio Nicolás Avellaneda.
Aguilares, Tucumán.**

Dos amigos: Isaías y Jorge, están experimentando en el laboratorio de Física y desean elevar la temperatura de 1,584 kg de un líquido ($c_e = 4180 \text{ J/kg } ^\circ\text{K}$, desde los 20°C hasta los 60°C , armando un circuito con dos resistencias que ellos disponen, que cuando se conectan en serie, a una fuente de 110V, dan una resistencia equivalente de $27,5 \Omega$.

El primer interrogante que se les plantea es:

a) ¿En qué tiempo se logra ese cambio de temperatura?

Las resistencias conectadas en serie son las siguientes: Isaías aporta una barra circular de longitud L y sección constante que previamente había conectado en el laboratorio a una fuente de 36V y midió una corriente de 2A (con ello determina R , P , ...), pero luego la corta en tres pedazos iguales que conecta extremo con extremo para formar una nueva barra cuya longitud es igual a una tercera parte de la longitud original y por lo tanto su sección es el triple. Esta nueva barra así formada es la que se utilizó como una de las resistencias en el punto anterior.

b) ¿Cuál es el valor de la resistencia que aporta Isaías?

La otra resistencia, aportada por Jorge, es una barra de sección cuadrada de 3mm de lado, hecha de dos materiales (como lo indica la figura); el primer material tiene una longitud de 25 cm y una resistividad de $5,4 \cdot 10^{-5} \Omega \text{ m}$, mientras que el segundo material tiene una longitud de 36cm. Esta barra, tal como se describe, es la segunda resistencia indicada en la primera parte del problema.



c) ¿Cuánto vale la resistividad del segundo material de la barra de Jorge?

Pero ahora aparece su compañero Seba que les dice: mi papá calienta en menos tiempo el agua; él tiene dos resistencias y en un registro anotó que cuando las conecta en serie, a cierta fuente, disipan 225W con una corriente total de 5A y cuando las conecta en paralelo para la misma corriente total, disipan 50W. ¿Tendrá razón Seba?

d) ¿Cuánto valen las resistencias del papá de Seba?

**PT140. Colegio Nicolás Avellaneda.
Aguilares, Tucumán.**

¡A cargar combustible urgente!

Ante la crisis actual por el aumento del dólar y por ende de la nafta, en una estación de servicio, un agricultor temeroso de los aumentos, deja su cisterna para que se la llenen de combustible. La cisterna vacía tiene una masa de 300 kg; es de forma cilíndrica de 0,8m de radio y 2m de largo. La manguera que utiliza el playero arroja combustible a razón de 180 litros por minuto –con una velocidad de salida horizontal de 25m/s-, y cuya densidad es de 800kg/m³. Se le solicita que calcule:

- Peso del combustible, cuando la Cisterna está llena.
- Tiempo de llenado.
- Fuerza horizontal que debe realizar el playero, cuando el combustible sale – también en forma horizontal- de la manguera, mientras llena la cisterna.

Una vez llena la cisterna, desde la parte superior de un camión estacionado a 1,50m de distancia, otro operario -de 80 kg de masa- toma una velocidad de 4m/s para saltar sobre la cisterna, con la intención que con su propio “impulso” (al decir del operario) pueda desplazarla lo suficiente para que no entorpezca el estacionado de otros vehículos, con este planteo y los datos de la figura 2, se le solicita responda:

- el punto A de impacto, donde del operario toca la cisterna (consigna la distancia desde el extremo izquierdo).
- la velocidad con que sale la cisterna a partir de que el operario se posa en ella.

Desprecie la resistencia del aire y el pequeño desplazamiento que pueda tener este hombre a partir del punto de impacto A.

- Si considera un coeficiente de fricción entre la cisterna y el suelo de 0,10, ¿Cuánto se desplaza antes de detenerse?

Como de esta manera, no es posible cumplir el objetivo, se optó por enganchar con un cable –que forma un ángulo θ con respecto a la horizontal- accionado por un motor que lo desplaza a velocidad constante, tal como se muestra en la figura; considerando todas las variables anteriores, se le solicita:

- Encuentre una expresión en función de (μ , m, g, l, h) para la tensión del cable.

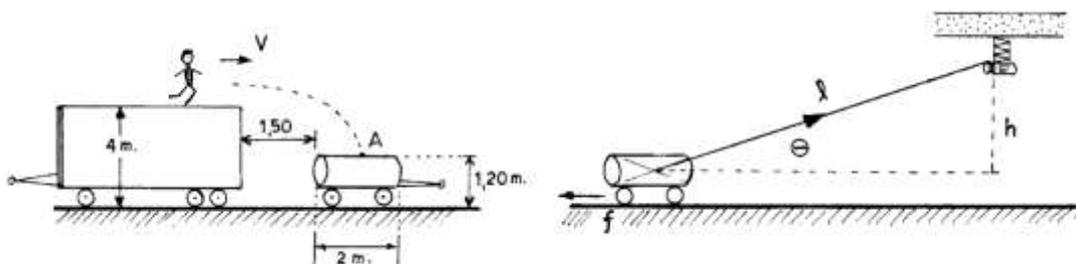


Figura 2

**PT141. Colegio Nicolás Avellaneda.
Aguilares, Tucumán.**

Se colocan en un calorímetro 300 cm³ de agua pura ($\delta= 1\text{g/cm}^3$) a 12,7°C y luego se introduce un cuerpo de hierro de 250 g extraído de otro recipiente con agua en ebullición (en condiciones normales); si supone que no hay intercambio de calor con el ambiente en ningún momento y considera que el calor específico para el agua y el hierro valen: 1cal/g°C y 0,11cal/g °C, respectivamente:

- ¿Cuál es la temperatura final de la mezcla?

La mencionada pieza de metal es un alambre de sección circular de 2mm de diámetro, enrollado en forma de bobina, cuya densidad a 20°C es: $\delta = 7,86\text{g/cm}^3$

b) ¿Cuál es el largo total del alambre?

Teniendo en cuenta la variación de temperatura que experimentó el hierro y que el coeficiente de expansión lineal es: $\lambda = 1,1 \cdot 10^{-5} \text{ 1/}^\circ\text{C}$

c) ¿Qué variación de longitud experimentó?

En realidad, en el calorímetro indicado en el primer párrafo, a más de esas condiciones, hay 100gr de hielo a -5°C . Teniendo en cuenta que para el hielo el calor específico es $0,5\text{cal/g }^\circ\text{C}$ y el calor latente de fusión 80 cal/gr .

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

Mientras Ud. resuelve estas cuestiones dejó agua caliente, para que al terminar tome unos mates. El recipiente es de forma cúbica de 10cm de lado (interior), hecho de vidrio pírex de 3mm de espesor en sus 6 caras, cuyo coeficiente de conductividad térmica es $1,09 \text{ watt/m }^\circ\text{C}$. El agua –que llena totalmente el recipiente- se coloca a 80°C y no debe enfriarse por debajo de los 50°C .

Teniendo en cuenta: (el **marco teórico que se da al pie**), que la temperatura ambiente en ese momento es de 20°C y en el supuesto que se considere que el calor del agua se transfiera en forma instantánea a las paredes del recipiente:

e) Obtenga un tiempo “razonable”, en alcanzar los 50°C .

No se haga problema, tendrá tiempo para todo, pues si considera la conductividad térmica del agua (0,611), este tiempo prácticamente se le triplicará.

La conducción de calor

Si los extremos de un sólido se encuentran a distintas temperaturas, el calor fluirá desde el extremo de mayor temperatura a la de menor, a través del mismo. En un régimen estacionario, donde la temperatura de los extremos se mantiene constante, la cantidad de calor que pasa hacia el exterior en un cierto tiempo, está dada por la Ley de Fourier:

$$Q = k \cdot A \cdot t \cdot \Delta T / e$$

Dónde: K es el coeficiente de conductividad térmica; A: área transversal de las paredes; t: tiempo; ΔT : diferencia de temperatura entre el interior y el exterior; e: espesor de la pared.

PT142. Escuela Philips.

Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Satélites en Júpiter

Entre 1609 y 1618 el astrónomo y matemático alemán Johannes Kepler formuló tres importantísimas leyes sobre el movimiento planetario. Por ese entonces, el también astrónomo y matemático (pero italiano) Galileo Galilei venía trabajando sobre observaciones con sus telescopios y sumando, junto con Kepler y otros, a las ideas de Copérnico y a la construcción de la ciencia tal y como la conocemos hoy en día. En el campo de la astronomía, ambos Kepler y Galileo sentaban por esos años las bases científicas del heliocentrismo.

Seguramente haya oído hablar de Galileo, pero tal vez no sepa que en 1612 utilizó un telescopio para descubrir cuatro lunas orbitando Júpiter. Estas lunas, llamadas Io, Europa, Ganimedes y Calisto, tienen los radios orbitales y períodos orbitales en torno a Júpiter que se muestran en la figura 1.

Teniendo en cuenta que en su tercera ley, Kepler estableció la relación:

Luna	$D [\times 10^8\text{m}]$	$T [\text{días}]$
Io	4,2	1,8
Europa	6,7	3,6
Ganimedes	10,7	7,2
Callisto	18,8	?

Figura 1

$$T^2 = \left(\frac{4\pi^2}{GM} \right) D^3$$

donde T es el período orbital de un cuerpo que orbite otro de masa M , D es el radio orbital o distancia promedio entre los dos cuerpos y $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2$ es la constante de gravitación universal,

- Linealice apropiadamente la tercera ley de Kepler y represente la línea de tendencia correspondiente a los primeros tres valores de la tabla.
- Determine la masa de Júpiter (en kg) a partir de la línea de tendencia

Ya es un hecho que la ley de gravitación universal de Newton aplica a todos los planetas de nuestro sistema solar. Según esta ley, la fuerza gravitatoria que mutuamente se ejercen un planeta y un cuerpo que lo orbite viene dada por:

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

Donde M y m son las masas del planeta y del cuerpo que orbita, respectivamente, y r la distancia entre sus centros de masa.

Como parte de una misión a Júpiter, se quiere colocar en órbita geoestacionaria un satélite que sirva a futuro para la transmisión de información. La órbita geoestacionaria implica una trayectoria circular de modo que el satélite complete una revolución en un período equivalente al "día sideral" de Júpiter.

A partir de aquí considere la masa de Júpiter como $M_J = 1,89 \times 10^{27} \text{kg}$.

- Determine la altitud (en km) a la que debe orbitar el satélite sobre la superficie de Júpiter
- Determine la rapidez (en km/s) que debe tener el satélite a lo largo de su trayectoria

La misión ya tiene en lo, una de las lunas de Júpiter, un satélite de reconocimiento que orbita en trayectoria circular de radio $R_A = 2200 \text{km}$. Se lo quiere transferir a una órbita de menor radio, $R_B = 2080 \text{km}$ para que pueda tomar mejores fotografías de dicha luna. Para lograrlo, primero se conduce el satélite a través de una trayectoria elíptica AB y a tal fin se reduce su rapidez en 25m/s cuando pasa por el punto A. Sabiendo que la masa de la luna lo es de $8,9 \times 10^{22} \text{kg}$,

- Calcule la rapidez (en m/s) del satélite cuando se acerque al punto B sobre la trayectoria elíptica
- Calcule en qué cantidad Δv (en m/s) debe reducirse la rapidez del satélite llegando al punto B, para que ingrese en la nueva trayectoria circular.

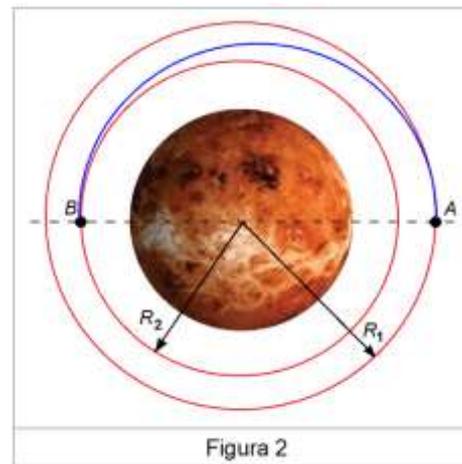


Figura 2

Datos útiles

- Radio Terrestre $R_T = 6400 \text{km}$
- Masa de la Tierra $M_T = 5,97 \times 10^{24} \text{kg}$
- Distancia Tierra-Sol $D_{TS} = 1,5 \times 10^{11} \text{m}$
- Aceleración gravitatoria de la Tierra $g_T = 9,8 \text{m/s}^2$
- Día sideral de la Tierra $d_T = 24 \text{h}$
- Período orbital de la Tierra en torno al Sol $T_{TS} = 1 \text{año}$
- Radio de Júpiter $R_J = 69900 \text{km}$
- Distancia Júpiter-Sol $D_{JS} = 7,8 \times 10^{11} \text{m}$
- Aceleración gravitatoria de Júpiter $g_J = 24,8 \text{m/s}^2$
- Día sideral de Júpiter $d_T = 9 \text{h } 56 \text{min}$
- Período orbital de Júpiter en torno al Sol $T_{JS} = 12 \text{años}$

PT143. Escuela Philips.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Globos en el cumpleaños

El payaso Jabulani se dedica a animar cumpleaños y es un experto en globos. Asiste a los eventos con sus propios tanques para inflar globos frente a los niños y esto genera en los infantes gran asombro.

A un particular evento, Jabulani asiste con dos tanques, uno de aire y otro de helio. Con este segundo, la idea es no solo inflar globos para que se eleven en el aire “desafiando” a la gravedad, sino también maravillar y hacer reír con el típico “truco” de inhalar helio y hablar con una voz graciosa de caricatura. La fiesta transcurre en un ambiente climatizado con temperatura constante de 26°C y los tanques llevados por Jabulani son cilindros de 40cm de diámetro y 90cm de altura. El tanque de aire tiene incorporado un manómetro de tubo cerrado que utiliza mercurio como líquido indicador de desnivel. El tanque de helio tiene incorporado un manómetro de tubo abierto también con mercurio como líquido indicador. Los brazos de los tubos de ambos manómetros son de vidrio transparente y... ¡¡¡¡ tienen $1,5\text{m}$ de longitud vertical para que los niños puedan ver el desnivel de mercurio y asombrarse aún más!!!!

Si inicialmente los tanques contienen $0,25\text{kg}$ de gas el de aire y $0,04\text{kg}$ de gas el de helio (considerados ambos ideales),

- a) ¿Qué desnivel Δh (en cm) indica el manómetro de cada tanque antes de comenzar a utilizarlos?

Es hora de inflar los globos. Jabulani comienza inflando 2 globos con aire y otros 2 con helio. Cada globo se infla hasta que queda como una esfera perfecta de 40cm de diámetro y una presión absoluta interna de $1,035\text{atm}$. Finalizado este proceso,

- b) ¿Qué masa de gas contiene cada globo de aire y cada globo de helio?
c) ¿En qué porcentaje ha cambiado el desnivel Δh en el manómetro de cada tanque?

Supongamos ahora que tanto el tanque como el látex de los globos son materiales aislantes térmicos perfectos. Ya que estamos, supongamos despreciables la presencia del manómetro y la energía elástica que se acumula en el látex del globo. Suponiendo que el inflado se lleva a cabo muy pero muy lentamente,

- d) ¿qué variación de energía interna experimenta el sistema que corresponde al inflado del primer globo de aire?

Eliminemos ahora la suposición de que los materiales mencionados son aislantes térmicos perfectos.

- e) ¿Cuál es ahora el cambio en la energía interna del sistema propuesto?

Consideremos ahora un globo de aire inflado según las condiciones ya mencionadas de presión interna y diámetro. El globo se encuentra ya atado y supuesto de forma esférica. El padre (amante de la física) de uno de los niños presentes observa el globo e inmediatamente recuerda las leyes de Young-Laplace para fluidos. No puede ver el globo sin asociarlo a una masa fluida esférica, tal vez una gota, tal vez una burbuja, o tal vez una pompa. Este padre sabe que Young-Laplace establecen que la presión diferencial interior-exterior viene dada por:

$$\Delta p = 2\gamma/R \text{ (gotas y burbujas)} \quad \text{y} \quad \Delta p = 4\gamma/R \text{ (pompas)}$$

Donde R es el radio de la esfera de fluido y γ la tensión superficial de la interfase interior-exterior.

- f) Determine la fuerza por unidad de longitud a la que se encuentra tensionado el látex de un globo de aire

Luego de inflar un globo con helio y atarlo, Jabulani se lo entrega a un niño. Este lo sujeta feliz pero en un descuido se le escapa. Sabiendo que la masa de latex del globo es de $25g$ y, despreciando los efectos viscosos del aire del salón,

g) ¿qué rapidez posee el globo luego de haber ascendido $50cm$?

En una mejor aproximación, queremos tener en cuenta los efectos dinámicos sobre el globo dada la viscosidad del aire. Para ello, podemos utilizar la siguiente ley que nos da la fuerza viscosa que experimenta un cuerpo moviéndose en aire sin vientos:

$$f_V = 0,235 \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$$

Donde ρ es la densidad del aire, v la rapidez instantánea del objeto relativa al aire y A el área proyectada del objeto en un plano perpendicular a la dirección instantánea del movimiento relativo al aire.

h) Determine la rapidez terminal o límite del globo en su ascenso.

i) Recalcule (con la mejor aproximación posible) la rapidez del globo luego de haber ascendido $50cm$. Para evaluar lo bueno de su aproximación tenga en cuenta que el valor teórico esperado es de $1,50m/s$. Su valor aproximado no debe diferir en más del 10% respecto de dicho valor y ¡ser menor que la velocidad terminal!

Datos

$$p_{atm} = 1atm = 101325 Pa \quad R = 8,31 J/mol K \quad M_{aire} = 29 g/mol$$

$$M_{helio} = 4 g/mol \quad g = 9,8 m/s^2$$

$$\rho_{Hg} = 13600 kg/m^3 \quad V_{esf} = 4\pi R^3/3 \quad V_{cil} = A_{base} \cdot H$$

PT144. Escuela Philips.

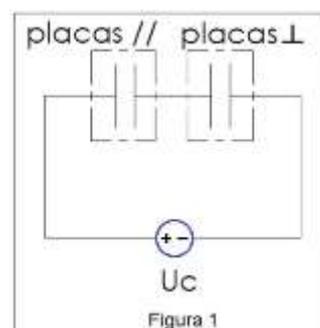
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

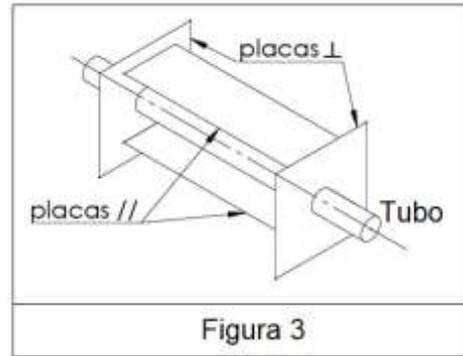
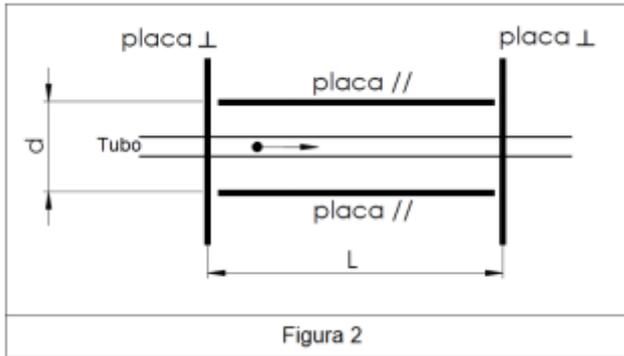
Tiro parabólico con campos electromagnéticos

La levitación electromagnética es un campo de la física muy estudiado por científicos hoy en día. Con las tecnologías actuales es posible el manejo de campos electromagnéticos para el estudio de todo tipo de movimientos tanto de partículas elementales como de pequeños objetos. Un grupo de científicos trabaja para desarrollar un cañón de bolitas cargadas impulsadas por campos eléctricos y magnéticos, que creen podría tener grandes aplicaciones para el transporte de pequeños objetos, una vez bien desarrollada la tecnología. Decidieron hacer un prototipo a escala para probar sus cálculos teóricos, donde una bolita de masa m es cargada con una carga q con un nuevo método diseñado por los científicos. La bolita pasa por un tubo, donde su movimiento es influenciado por una combinación de campos para luego caer en un tiro parabólico. Se propone entonces analizar el prototipo y repetir los cálculos hechos por los científicos.

Parte A: Rapidez

La primera parte del sistema consiste en la aceleración de las bolitas por medio de un campo eléctrico. Para esto se colocan dos placas cargadas perpendiculares al tubo por donde pasan las bolitas, separadas una distancia L . Adicionalmente, se colocan otras dos placas cargadas paralelas al tubo para mantener las bolitas en una trayectoria recta. En ambos casos, el área de las placas es mucho mayor a la distancia entre ellas. El sistema se representa en la siguiente figura. Las dos pares de placas están conectadas en serie a una fuente de tensión U_c como se ve en el circuito de la figura 1.





- Calcule la d.d.p entre las placas paralelas al tubo de manera que cancele completamente el efecto de la gravedad.
- Calcule la aceleración de la bolita al pasar por el tubo.
- Determinar la rapidez v de la bolita una vez que sale de la influencia del campo eléctrico.

Parte B: Ángulo

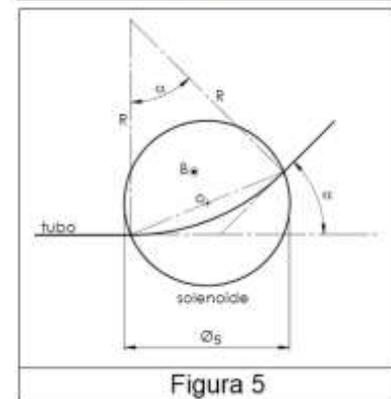
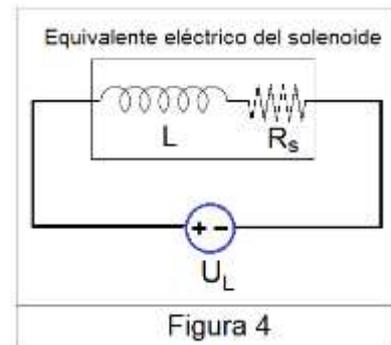
Para cambiar el ángulo de la trayectoria de la bolita se la sumerge a esta en un campo magnético uniforme una vez sale del campo eléctrico de la parte anterior. Este campo magnético produce una rotación, donde al salir del campo, la velocidad de la bolita forma un ángulo α con la horizontal. El campo magnético es generado por un solenoide de diámetro \varnothing_s y N espiras arrolladas en una sola capa a lo largo de la longitud L del solenoide. Las espiras son de alambre de cobre (resistividad ρ) de diámetro \varnothing_E , y el núcleo del solenoide es de hierro (permeabilidad absoluta μ_H). El solenoide está conectado a una fuente de tensión U_L como se muestra en el circuito. (Ver datos al final del problema).

Despreciando el efecto de la gravedad,

- calcule la inducción magnética B generada por el solenoide, supuesto ideal.

Suponiendo que se ajustan las condiciones del experimento de modo que $B = 8T$ (campo uniforme) y $v = 3,5 \text{ m/s}$,

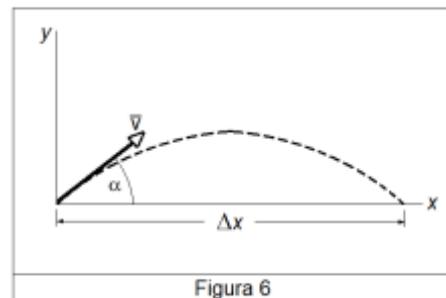
- calcule el radio de giro R de la bolita.
- Determinar el ángulo α respecto a la horizontal con el que sale la bolita de la región de campo magnético.



Parte C: Tiro parabólico

Una vez que la bolita adquirió una velocidad \bar{v} a un ángulo α , esta pasa a un cuarto de tiro separado donde sale del tubo y recorre una trayectoria parabólica hasta chocar con el piso, a una altura igual a la que empezó. El recorrido como se muestra en la figura 6. Suponiendo un ángulo inicial de salida $\alpha = 25^\circ$,

- calcular la distancia ΔX desde la pared hasta el punto de impacto de la bolita con el piso.



Sin embargo, al realizar la experiencia, la bolita cayó a una distancia $\Delta X_p = \Delta X + 1m$. Como estaban muy seguros de sus cálculos, empezaron a buscar algún problema dentro del equipo y encontraron que la pared (de área A) que separaba el equipo del cuarto de tiro, que estaba recubierta con una fina lámina metálica, estaba ligeramente cargada. Esto generaba que la bolita sea acelerada horizontalmente durante el trayecto del tiro parabólico.

- h) Determine el valor de la carga Q con la que estaba cargada la pared (considere que en toda la distancia del tiro parabólico, el área de la pared es suficientemente grande como para considerar el campo eléctrico constante y puramente horizontal).

Datos e información útil

$$U_C = 250 V \quad U_L = 9V \quad m = 10g \quad q = 20mC \quad d = 3cm \quad L = 20cm$$

$$\varnothing_S = 10cm \quad \varnothing_E = 1,5mm \quad \rho = 1,71 \times 10^{-8} \Omega \cdot m \quad N = 300$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} N/A^2 \quad \mu_H = 1000\mu_0 \quad A = 10m^2 \quad g = 9,8 m/s^2$$

- Teorema del coseno: para un triángulo de lados A, B y C y ángulos a, b, c (con letras correspondientes al lado opuesto al ángulo):

$$C^2 = A^2 + B^2 - 2AB \cos(c)$$

- El ángulo que forma la tangente de un círculo en un punto con la horizontal es igual al ángulo barrido del círculo desde la vertical hasta este punto (como se ve en la figura con los ángulos α).
- Desprecie en todo momento el rozamiento con el aire.
- **Considere que las placas y el solenoide ya pasaron por su estado transitorio.**

PT145. Instituto Lasalle Florida. Florida, Buenos Aires.

La cuerda del Alpinista

Las cuerdas de montaña, compañeras inseparables de los escaladores, esconden tras su aparente sencillez unas características extraordinarias logradas con una avanzada tecnología en la que la Física, como de costumbre, es la estrella invitada. Estas cuerdas deben soportar elevadas cargas, ser ligeras y flexibles, resistentes a los roces y cortes, estables con la temperatura... y tienen que ser elásticas, es decir extensibles. En este ejercicio vamos a estudiar esta última propiedad y sus límites. Comencemos con una descripción del uso de la cuerda como elemento protector ante posibles caídas. En la figura 1 se muestra a un escalador que ha llegado al punto C de una pared tras completar un largo de su cuerda. Ha tenido la fundamental precaución de atar firmemente un extremo de la cuerda a la fijación A y pasarla por una anilla (mosquetón) colocada en otra fijación en B. Las distancias entre B y C y entre A y B son respectivamente l_1 y l_2 . La longitud activa de la cuerda es $L = l_1$ y l_2 . Si, alcanzado el punto C, el escalador tiene la mala pata de caerse, el recorrido de su vuelo será $h = 2 l_1$ y el tirón que sufra cuando la cuerda lo frene será menor que el que sufriría si no hubiese puesto el mosquetón en B, ya que entonces el recorrido hubiese sido $2L$, mayor que h .

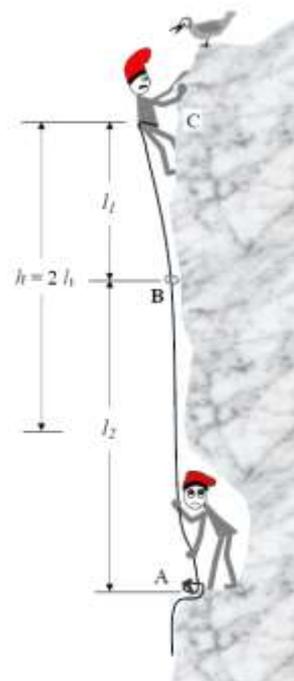


Fig. 1

En la jerga montañera se define el factor de caída, $f = h/L$

Este factor, que puede tomar valores entre 0 y 2, es un concepto muy importante en escalada ya que representa una medida de la “dureza” de las caídas: $f < 1$: caída relativamente suave (el escalador estaba cercano a la fijación B),

$f = 1$: caída dura (B está a mitad del largo),

$f > 1$: caída muy dura (el escalador estaba lejos de B),

$f = 2$: la peor caída posible (sin fijación entre el escalador y el punto A de reunión).

Se deben evitar a toda costa. Son muy peligrosas para el escalador y afectan a la durabilidad de la cuerda y de las fijaciones.

La protección que la cuerda brinda al escalador consiste en frenar su caída, es decir, convertir su energía mecánica en elástica, alargándose la cuerda una cierta longitud x , como si de un resorte se tratase. Este modelo físico cuerda \equiv resorte es válido siempre que el alargamiento x esté comprendido en el intervalo $0 \leq x \leq x_e$ donde x_e es el llamado límite elástico. La Unión Internacional de Asociaciones de Alpinismo (UIAA) exige a los fabricantes de cuerdas que, como máximo, $x_e / L = 0,08$, es decir x_e no debe superar el 8% de L . Para alargamientos superiores a x_e el modelo cuerda \equiv resorte deja de funcionar. La tensión no es proporcional al alargamiento sino que toma un valor máximo, F_m , que se mantiene casi constante hasta que, para alargamientos del orden del 50%, la cuerda se rompe (límite de rotura, $x_r \approx 0,5 L$). El valor de esta tensión máxima, F_m , también lo impone la UIAA: no debe exceder los 1200 daN para cuerdas estándar (1daN = 10N). Todo este proceso se resume en la gráfica de la figura 2, donde se representa, de forma idealizada, la tensión de una cuerda estándar en función de su alargamiento unitario, x / l .

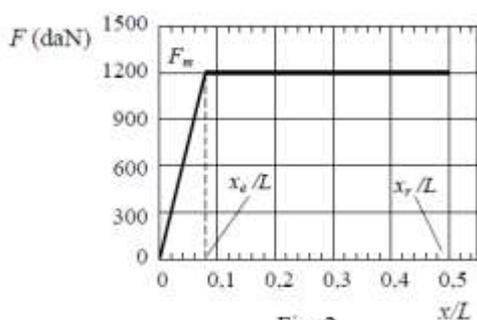


Fig. 2

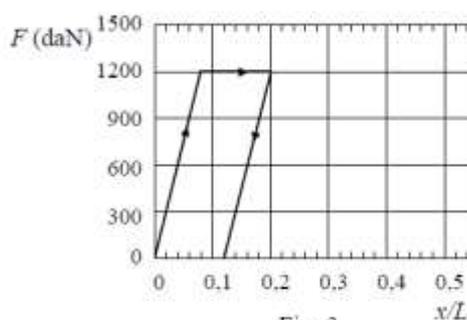


Fig. 3

En el intervalo de alargamientos $x_e \leq x \leq x_r$ el comportamiento de la cuerda tiene una importante peculiaridad: su deformación no es elástica sino plástica, es decir, la deformación alcanzada dentro de este intervalo es permanente, no desaparece al cesar la tensión. Por ejemplo, en la figura 3 se representa la gráfica correspondiente a una caída que supera el límite elástico, llegando hasta $x / L = 0,2$. Cuando la cuerda se relaje (cuando se anule la tensión) no recuperará la longitud inicial L sino que quedará con un alargamiento permanente del 12%. Este proceso de deformación plástica acorta la vida de la cuerda, y puede llegar a acortar dramáticamente la vida del escalador, ya que los alargamientos permanentes se van acumulando en sucesivas caídas, acercándose al fatídico límite de rotura. Después de estas explicaciones, consideremos el caso de un escalador de masa M que sufre una caída de factor f . En el punto más bajo de la caída el alargamiento unitario de la cuerda es x / l y su tensión es F .

a) En el intervalo de validez del modelo elástico, es decir $x \leq x_e$, obtenga la expresión del alargamiento unitario x / L en función de M , g , F y f .

Suponga en lo que sigue que un montañero de 80 kg usa una cuerda que puede soportar una tensión máxima $F_m = 1200$ daN y cuyos límites elástico y de rotura son $x_e / L = 0,08$ y $x_r / L = 0,5$.

b) ¿Cuál es el mayor factor f de las caídas que puede sufrir sin que su cuerda se deforme plásticamente?

- c) ¿Cuál será la deformación plástica unitaria de la cuerda en una caída de factor $f=2$?
- d) ¿Cuántas caídas de tipo $f = 2$ podrá soportar la cuerda sin romperse?

PT146. Instituto Lasalle Florida.
Florida, Buenos Aires.

Electrólisis

Para que circule una corriente eléctrica por un medio cualquiera, tiene que contener partículas cargadas libres para desplazarse. En concreto, si el medio es un líquido, dichas partículas pueden ser:

- Electrones, como es el caso del mercurio (elemento metálico)
- Iones, cuando se trata de una sustancia con enlace iónico. En este caso se pueden dar dos situaciones: que la sustancia esté fundida, o que esté disuelta en agua. En ambos casos, los iones que la constituyen pueden desplazarse libremente. Hay que notar que en la conducción iónica participan iones de distinto signo: aniones (-) y cationes (+).

La figura 1 muestra un esquema de una vasija en la que se produce una corriente eléctrica en un líquido. Las barras son los electrodos, que reciben el nombre de cátodo (-) y ánodo (+). Cuando están conectadas a una batería de diferencia de potencial ΔV , crean un campo eléctrico que es el responsable del movimiento de las partículas cargadas en el interior del líquido. Mediante un amperímetro A puede medirse la intensidad I de la corriente eléctrica que circula. La conducción eléctrica en líquidos iónicos provoca efectos químicos, ya que cada ión, al alcanzar su electrodo, cede o toma de éste los electrones de más o de menos que tiene, y se convierte en átomo o molécula, que se desprende (si es gas), se deposita (si es sólido) o reacciona con el propio medio conductor. En definitiva, la sustancia compuesta original ha quedado separada en sus componentes, cada uno junto a un electrodo. A este proceso de conducción, se le conoce como electrólisis. Sirva de ejemplo la electrólisis de una disolución de cloruro de plata, $AgCl$. Los cationes Ag^+ toman un electrón en el cátodo y se forma plata metálica que se deposita sobre este electrodo. Los aniones Cl^- ceden un electrón en el ánodo y se forma cloro gaseoso, que se desprende. La constante de Faraday, F , es la carga que libera, junto a un electrodo, un mol de sustancia monovalente en una disolución electrolítica. Teniendo en cuenta que la carga elemental es $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ y que el número de Avogadro es $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ partículas/mol}$,

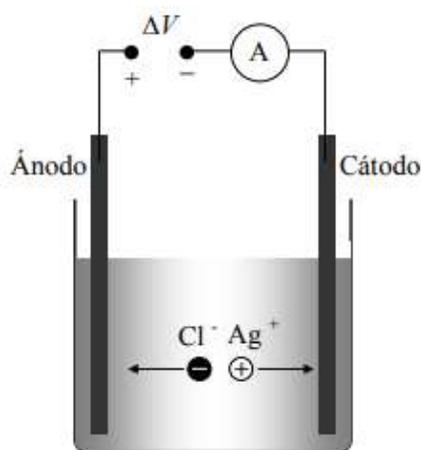


Fig. 1

a) Calcule el valor de la constante F , en Coulombs.

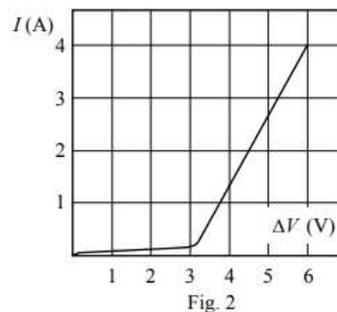
Por una disolución iónica de $AgCl$ se hace pasar una corriente $I_1 = 10 \text{ A}$. Sabiendo que la masas moleculares del Cl y de la Ag son respectivamente, $M_{Cl} = 35,453 \text{ g/mol}$ y $M_{Ag} = 107,87 \text{ g/mol}$,

- b) Calcule la masa de cloro desprendida m_{Cl} y la de plata depositada, m_{Ag} en un tiempo $t_1 = 1 \text{ h}$.

La galvanoplastia es la técnica que utiliza el depósito electrolítico para recubrir de metal un cuerpo sólido colocado como cátodo. Se desea platear una esferita de cobre de radio $r = 10,0 \text{ mm}$ con una capa de plata de espesor $d = 0,10 \text{ mm}$, para lo cual la esferita se introduce como cátodo en una disolución de $AgCl$.

- c) Si la corriente es $I_2 = 1,00A$, y la densidad de la plata es $\rho_{Ag} = 10,5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
 ¿Cuánto tiempo t_2 durará el proceso? (el área de la esfera es $4 \pi r^2$)

Cuando, a partir de cero, se aumenta progresivamente el voltaje entre los electrodos, la corriente que circula es muy débil hasta un cierto valor ΔV_0 . Después aumenta de forma prácticamente lineal, como se muestra en la gráfica de la figura 2, que corresponde a una disolución de AgCl. El valor ΔV_0 , que marca el principio de la electrólisis propiamente dicha, tiene que ver con el estado superficial de los electrodos (polarización). En consecuencia, depende de la naturaleza del cátodo y del ánodo e incluso de la del electrolito



- d.1) ¿Cuál es, en este caso, la diferencia de potencial ΔV_0 ?
 d.2) Calcule a partir de la gráfica, la resistencia eléctrica de la disolución, R , para $\Delta V > \Delta V_0$.
 d3) En esas condiciones, determine y calcule la energía consumida, w , en el proceso por cada mol de sustancia liberada en los electrodos.
 d4) Si se aplica entre los electrodos una diferencia de potencial $\Delta V' = 4,5V$, determine y calcule la potencia invertida en la disociación del cloruro de plata, P_{disoc} , y la disipada por efecto Joule, P_{disip} .

PT147. Instituto Lasalle Florida.
Florida, Buenos Aires.

Cumpleaños del Sol

La formación del Sol comenzó a partir de una nube muy grande de gas y polvo que debido a los efectos gravitacionales se ha comprimido hasta tener las dimensiones actuales. El Sol puede considerarse como una esfera de gas con un radio actual de $R_s = 6,95 \times 10^5 \text{ km}$ y una densidad de masa $\rho_s = 1,4 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$. La energía gravitacional de una esfera de masa M y radio R está dada por la siguiente expresión:

$$U_g = - 3/5 G M^2/R \quad (1)$$

donde $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 / \text{kg}^2$ es la constante gravitacional.

La ley de Stefan-Boltzmann establece que la potencia por unidad de área que radia un cuerpo negro depende de la temperatura a la que se encuentra el cuerpo y está dada por la siguiente expresión:

$$H = \sigma T^4 \quad (2)$$

donde H es la potencia por unidad de área que emite el cuerpo negro, $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W /m}^2\text{K}^4$ es la constante de Stefan-Boltzmann y T la temperatura.

- a) Si el radio del Sol en su etapa inicial cuando se estaba formando era muy grande comparado con su radio actual, calcula el cambio de su energía gravitacional debido a esta contracción. Sugerencia: Considere que el radio inicial del Sol era tan grande, comparado con el actual, que puede tomarse como infinito.

Sobre la superficie terrestre se han hecho mediciones de la cantidad de energía que recibe del Sol en forma de radiación. La constante solar K que es la potencia por unidad de área recibida del Sol sobre la superficie terrestre tiene el valor:

$$K = 1366 \text{ W / m}^2$$

- b) Calcule el valor de la potencia total emitida por el Sol. Tenga en cuenta que la energía emitida por el Sol no tiene una dirección preferente y cuando llega a la Tierra (que podemos considerar puntual) se habrá repartido de forma equitativa

por todos los puntos del espacio situados a 150 millones de kilómetros del Sol (radio de la órbita terrestre), es decir, el frente de onda tendrá forma esférica.

- c) Considerando que la energía que radia el Sol se debe solamente a la contracción gravitacional, y suponiendo que la energía por unidad de tiempo que ha estado radiando desde su inicio es constante, calcule la edad del Sol y exprésela en años (terrestres).*

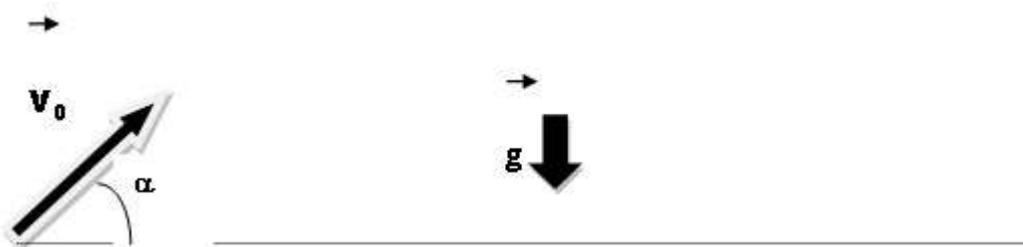
- d) Si el Sol se considera como un cuerpo negro, estime la temperatura del Sol.

* Esta estimación fue planteada por Hermann von Helmholtz a mediados del siglo 19 y da como resultado un valor muy inferior al que actualmente consideramos válido que es del orden de los 4500 millones de años. Los otros cálculos propuestos en este problema dan valores muy similares a los reales.

**PT148. Colegio Nacional de Buenos Aires.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.**

Se dispara una granada con velocidad inicial v_0 y ángulo inicial α respecto de un terreno horizontal como indica la Figura 1. En el punto más alto de su trayectoria explota y se divide en dos fragmentos de igual masa. Uno de los fragmentos posee la componente horizontal del vector velocidad igual a la que tenía la granada justo antes de la explosión y la componente vertical (hacia arriba) igual a un valor v_1 .

- Determine la ubicación de los puntos de impacto de los fragmentos con el suelo, respecto del punto de lanzamiento de la granada.
- Determine la ubicación de los puntos de impacto de los fragmentos con el suelo, respecto del punto donde hubiera impactado la granada sin explotar.
- Calcular la energía liberada durante la explosión



Datos

$g = 10 \text{ m/s}^2$, $\alpha = 37^\circ$, $v_0 = 40 \text{ m/s}$, $v_1 = 100 \text{ m/s}$.

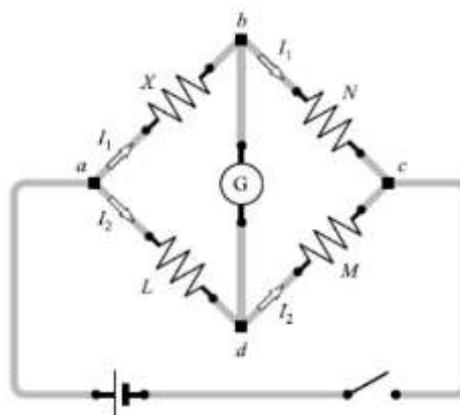
Considere que la granada se dispara desde el nivel del terreno

**PT149. Colegio Nacional de Buenos Aires.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.**

El circuito de la figura 2 se llama puente de Wheatstone y se usa para medir el valor de una resistencia X desconocida. Se dice que el puente se encuentra en *balance* o en *equilibrio*, cuando la intensidad de corriente por el galvanómetro G es nula.

Considerando que el interruptor está cerrado:

- Hallar la relación matemática entre las resistencias X , M , L y N para que el puente esté en equilibrio
- Sabiendo que las resistencias L , M y N valen 3Ω , 2Ω y 10Ω , respectivamente.



- Cuál es el valor de X?
- c) Si la tensión V_0 es de 6 V, y los valores de las resistencias son los del inciso b, hallar la intensidad de corriente en cada resistencia

**PT150. Colegio Nacional de Buenos Aires.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.**

Una partícula de masa m y carga q entra en una región donde existe un campo magnético uniforme B a lo largo del eje x . La velocidad inicial de la partícula es v_0 . Sin tener en cuenta el peso de la partícula y despreciando todo tipo de rozamiento:

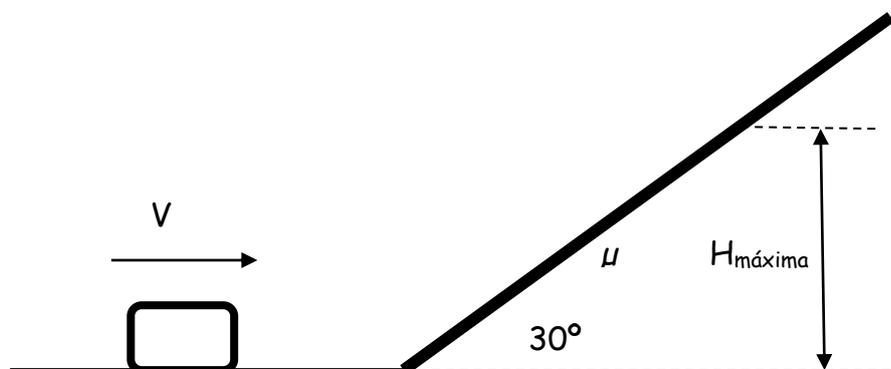
- Describir la trayectoria de la partícula si $v_0 = (v_{0x}; 0; 0)$
- Describir la trayectoria de la partícula si $v_0 = (0; v_{0y}; 0)$
- Describir la trayectoria de la partícula si $v_0 = (v_{0x}; v_{0y}; 0)$
- Para el caso de movimiento circular, calcular el radio de la misma en función de v_0 , m , B y q

**PT151. Instituto Primo Capraro - Colegio San Patricio.
San Carlos de Bariloche, Río Negro.**

Todo lo que sube baja, (menos los precios):

Un bloque de masa $M = 0,5 \text{ kg}$ desliza sobre una superficie horizontal sin fricción y enfrenta una rampa de 30° de inclinación con la horizontal, moviéndose con una velocidad de $28,8 \text{ km/h}$. Mientras sube por la rampa se ve afectado por una fuerza de rozamiento. El coeficiente de fricción entre el bloque y la rampa es $\mu = 0,15$:

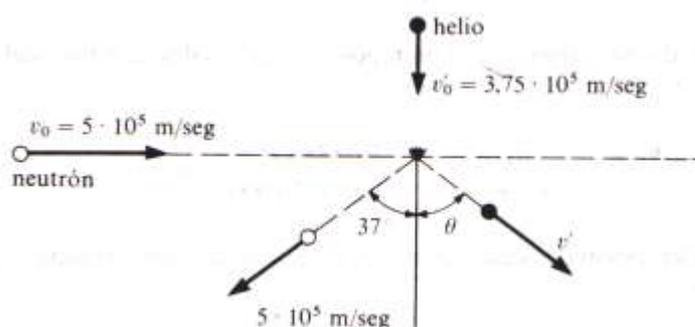
- Representar los diagramas de cuerpo libre del bloque mientras asciende por la rampa y mientras desciende por la misma
- Calcular la fuerza de fricción entre el bloque y la rampa.
- Calcular la distancia que recorrerá el bloque sobre el plano inclinado antes de detenerse y la altura máxima sobre la horizontal que alcanzará. Utilizar conceptos de cinemática y dinámica
- Determinar la rapidez del bloque al regresar a la base de la rampa. Utilizar conceptos de cinemática y dinámica
- Encontrar en cuánto tiempo realizará el viaje de ida y vuelta sobre la rampa.
- Utilizando conceptos energéticos, verificar la altura máxima y la rapidez con que regresó a la base del plano inclinado.



**PT152. Instituto Primo Capraro - Colegio San Patricio.
San Carlos de Bariloche, Río Negro.**

Colisiones nucleares

Para realizar el estudio de átomos y partículas subatómicas se realizan colisiones de dichas partículas dentro de una cámara de niebla, donde se observan las trazas dejadas por las partículas y de esta forma conocer más sobre las mismas. En nuestro caso, un neutrón cuya velocidad es $v_0 = 5 \cdot 10^5$ m/s en la dirección $+x$ y su masa $m = 1$ u (unidad atómica de masa), choca con un núcleo de helio cuya $V_0 = 3.75 \cdot 10^5$ m/s en la dirección $-y$ y $M = 4$ u, como lo muestra la figura, que es una vista superior de la colisión. Si la velocidad del neutrón después de la colisión es de $5 \cdot 10^5$ m/s y se mueve en la dirección indicada, hallar:



a) El módulo de la velocidad (v') y la dirección del movimiento del núcleo de helio (θ) después de la colisión.

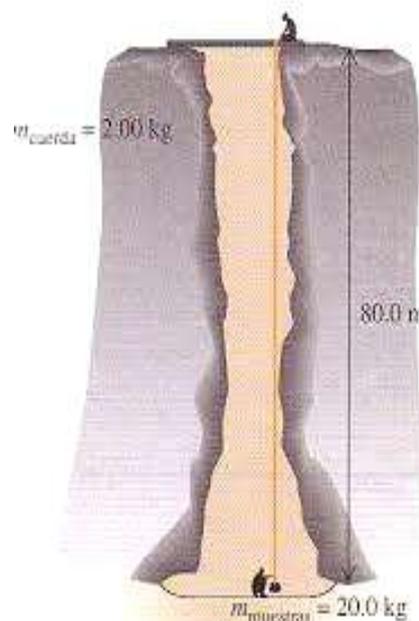
- b) El impulso (módulo y dirección) que el neutrón ejerció sobre el helio.
- c) El impulso (módulo y dirección) que el helio ejerció sobre el neutrón.
- d) Verificar si el choque es elástico. Caso contrario determinar la energía transformada en calor o deformación.

Nota: La unidad de masa atómica unificada o Dalton es una unidad estándar de masa cuya equivalencia es: $1 \text{ u} = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

**PT153. Instituto Primo Capraro - Colegio San Patricio.
San Carlos de Bariloche, Río Negro.**

De geólogos y profundidades. Al final va con onda

En sus tareas cotidianas muchas veces los geólogos deben internarse en las profundidades de las cavernas o en pozos muy profundos para estudiar la conformación geológica de las rocas. Nuestro geólogo amigo se encuentra ubicado en la profundidad de un pozo vertical y su ayudante se encuentra en la superficie. Para llevar las muestras de roca hasta la superficie cuentan con una soga de la cual cuelga un balde. En la superficie, la soga se encuentra unida a un mecanismo de polea, acoplada a un motor el cual por medio de un embrague le permite al ayudante subir el balde con las muestras y bajar el balde vacío. La profundidad del pozo es de 80 m y la masa de la cuerda es de 2 kg. El balde vacío tiene una masa de 2 kg y la carga de minerales es de 18 kg.



El geólogo cargó el balde con los minerales y el mecanismo eleva la carga con velocidad constante.

- a) Dibuja el diagrama de cuerpo libre de la carga mientras es elevada a velocidad constante.
- b) Despreciando la masa de la cuerda, determinar la potencia necesaria para elevar la carga en un tiempo de 10 s.

Si consideramos la masa de la soga:

- Representar en un gráfico cartesiano la fuerza que debe realizar la polea sobre la soga, en función de la distancia de elevación de la carga medida desde el fondo, para elevar la carga desde el fondo del pozo hasta la superficie.
- Encontrar la función matemática que representa dicha fuerza en función de la distancia.
- Encontrar el trabajo total realizado por la fuerza de la polea sobre la soga en todo el recorrido
- Calcular la potencia media necesaria en este caso para elevar la carga en 10 s.

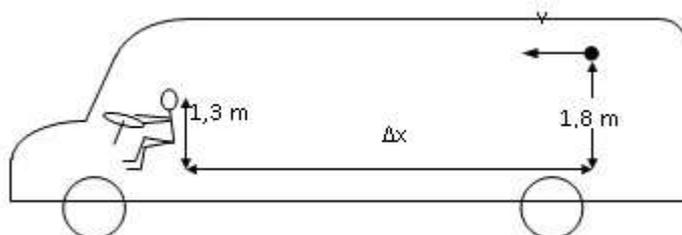
Cuando el geólogo tiene el balde cargado con los minerales (el balde siempre queda colgado y no se apoya en el fondo) tiene que comunicarle a su ayudante para que lo comience a subir. Para ello, el geólogo que está en el fondo, envía señales a su colega de arriba, tirando lateralmente de la cuerda lo que origina una onda transversal. En toda cuerda, la fuerza que realiza la misma (llamada tensión T) está relacionada con la rapidez de propagación de la onda (v) y con la masa por unidad de longitud de la cuerda (μ), con la siguiente expresión:

$$T = \mu v^2$$

- Calcular la velocidad de propagación de la onda sin tener en cuenta la variación de tensión a lo largo de la cuerda causada por su peso.
- Si a un punto de la cuerda se le imparte un movimiento armónico simple transversal con frecuencia de 2 Hz, ¿qué longitud de onda tendrá la onda?

**PT154. Instituto Eduardo L. Holmberg.
Quilmes, Buenos Aires.**

Un colectivo está listo para comenzar su recorrido pero aún se encuentra detenido. Su conductor se llama Jaime y es un científico aficionado que ya fue despedido de numerosos empleos anteriores. En esta ocasión decidió colgar del techo del colectivo un pequeño cuerpo a modo de péndulo y analizar su comportamiento mientras circula.



Lo primero que notó es que al acelerar iniciando su marcha, el péndulo se corrió hacia atrás con un ángulo de 18° con respecto a la vertical.

- Trazar un diagrama de cuerpo libre del péndulo mientras acelera el colectivo.
- Determinar el valor de la aceleración del colectivo.
- Una vez que el colectivo alcanzó una velocidad de 80 km/h, Jaime siguió conduciendo pero sin acelerar y vio que el péndulo adoptaba cierta posición especial. Mostrar cuál es esa posición con un dibujo y trazar el diagrama de cuerpo libre sobre el péndulo.
- Jaime seguía conduciendo sin variar el valor de su velocidad pero ahora el camino toma una curva circular. El péndulo se corre un ángulo igual al anterior pero esta vez en dirección perpendicular a su trayectoria. Determinar el radio de la curva.
- El camino volvió a ser recto y el valor de la velocidad sigue sin cambiar. Jaime manejaba tan distraído que no vio que se había salido del camino y chocó violentamente contra una pared, de manera que el vehículo se detuvo de manera instantánea. El hilo que sostenía al péndulo se cortó en ese momento y el cuerpo salió proyectado horizontalmente hacia adelante. La altura del cuerpo era de 1,8 m y la altura de la cabeza de Jaime era 1,3 m. Milagrosamente Jaime

- no se lastimó en el choque pero el cuerpo le pegó en la cabeza. Averiguar a qué distancia horizontal Δx estaba el cuerpo.
- Si bien el cuerpo comenzó su vuelo en dirección horizontal, al momento de golpear la cabeza de Jaime el vector velocidad tenía cierto ángulo por debajo de la horizontal. Determinar el valor de ese ángulo.
 - “Podría haber frenado en menos de 50 m si no me distraía”, pensaba Jaime. Como el piso era resbaloso por la humedad el coeficiente de fricción entre las ruedas del colectivo y el piso es solo de 0,22. Averiguar si Jaime hubiera logrado detenerse en esa distancia.

**PT155. Instituto Eduardo L. Holmberg.
Quilmes, Buenos Aires.**

Con motivo del golpe en la cabeza Jaime tiene un fuerte dolor. Entonces pensó en ponerse hielo. Consiguió un trozo de 250 g con una temperatura de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ que estaba dentro de un jarró de aluminio de 70 g. Jaime apoyó este jarro sobre la tapa del motor del colectivo que aún estaba caliente y tardó 2 minutos en ir a buscar ese trozo de hielo. Cuando fue, solo quedaba la mitad de hielo.

- Determinar la potencia desarrollada por el motor del colectivo al fundir la mitad de aquel trozo de hielo.
- Jaime vio que tenía mitad hielo y mitad agua. Volvió a apoyar el recipiente sobre el motor y se puso a pensar si le serviría o no para su dolor de cabeza. Tardó 3 minutos más pensando y cuando volvió a tomar el jarro solo tenía agua líquida. Suponiendo que la potencia térmica del motor se mantuvo constante, determinar la temperatura final del agua y del jarro.
- El jarro de aluminio tiene una capacidad de 330 cm^3 . Jaime lo llenó al ras de agua a $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ y lo volvió a apoyar sobre el motor aún caliente del colectivo. Al cabo de unos minutos observó que un poco de agua se derramaba por dilatación. Averiguar el volumen de agua derramada cuando la temperatura llegó a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- ¿Cuánto tiempo tuvo que dejar apoyado el jarro con agua al ras sobre el motor para que sufra la dilatación calculada en el punto anterior? La potencia original se mantiene.
- Cuando ya se le calmó el dolor de cabeza, Jaime se puso a pensar en otro accidente de auto que tuvo hace tiempo, también por estar distraído. Aquella vez se cayó con su auto al fondo de un lago, a 8 m de profundidad, donde el agua tenía una temperatura de $6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tratando de pedir ayuda, infló globos con 500 cm^3 de aire y logró dejarlos salir del auto sin que entrara mucha agua. Los globos llevaban notas pidiendo auxilio pero solo podían resistir un volumen máximo de 1000 cm^3 ; luego reventaban. ¿Jaime logró pedir ayuda con los globos o se reventaron antes de llegar a la superficie? Determinar el volumen que tendrían esos globos al llegar a la superficie, donde la temperatura era de $27\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Datos

(usar solo los que sean necesarios)

$$c_{\text{hielo}} = 2090\text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C} \quad c_{\text{agua}} = 4186\text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C} \quad L_{\text{F (agua)}} = 3,34 \times 10^5\text{ J/kg}$$

$$L_{\text{V (agua)}} = 2,26 \times 10^5\text{ J/kg}$$

$$c_{\text{Al}} = 921\text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C} \quad \alpha_{\text{Al}} = 2,4 \times 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \quad \beta_{\text{agua}} = 2,1 \times 10^{-4}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

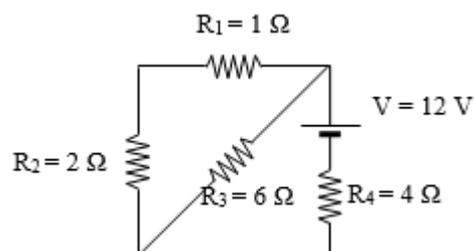
$$P.A.N = 101325\text{ Pa}$$

**PT156. Instituto Eduardo L. Holmberg.
Quilmes, Buenos Aires.**

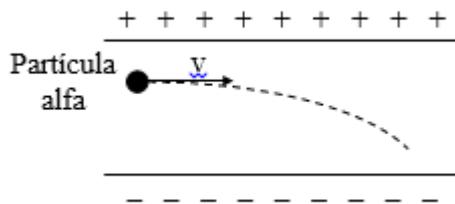
Jaime se quedó pensando en la forma de calentar agua con electricidad ya que finalmente el motor de su colectivo se había enfriado. Encontró un trozo de alambre de acero ($\rho = 10 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$) de 1 mm de diámetro y decidió conectarlo a la batería de 12 V del colectivo, para que funcionara como una resistencia que produce calor.

a) ¿Cuál debería ser la longitud del alambre para que el calentador tenga una potencia de 300 w?

b) Jaime se entusiasmó fabricando resistencias de alambre, entonces hizo 4 resistencias y las conectó como se ve en el diagrama de al lado. Determinar la resistencia equivalente del circuito, la diferencia de potencial en los extremos de cada resistencia, la corriente que circula por cada resistencia y la potencia disipada en cada resistencia.



c) Jaime volvió a pensar en el cuerpo que golpeó su cabeza y se dio cuenta que fue un caso de movimiento parabólico. Recordó que si una partícula cargada se mueve dentro de un campo eléctrico puede estar sometida a una situación similar. Entonces decidió experimentar sobre eso y construyó el siguiente dispositivo.



Una partícula alfa (2 protones y 2 neutrones) se mueve a velocidad v entre dos placas cargadas. La diferencia de potencial entre las placas es 300 v y están separadas 3 cm. Calcular y dibujar la fuerza que recibe la partícula.

d) Averiguar la aceleración de la partícula debida a la acción del campo eléctrico. Jaime creía que sería parecida a la de la gravedad, ¿tenía razón?

e) En la dirección perpendicular a las placas, ¿qué velocidad alcanzaría esta partícula si recorriera los 3 cm de distancia? La velocidad inicial en esa dirección es cero.

**PT157. Colegio Santísimo Rosario.
Monteros, Tucumán.**

Un cilindro horizontal cerrado en un extremo y en el otro extremo con un pistón muy ligero de superficie S , tiene un mol de gas ideal a una temperatura $T = 20^\circ\text{C}$ y una presión $P = 1\text{atm}$. La presión externa es constante e igual a P .

Por medio de una resistencia $R = 10 \Omega$, una cantidad de calor Q es transferida lentamente al gas. El gas se calienta, y en consecuencia a cierta presión que llamaremos "critica", P_{crit} el pistón se mueve. La fuerza de fricción F entre el pistón y las paredes del cilindro es constante; la mitad del calor generado por la fricción se transmite al gas.

Se considera que tanto las paredes del cilindro como el pistón están aisladas térmicamente, y se desprecia la capacidad calorífica de ambas.

Se pide:

a) Calcule la presión critica (P_{crit}) en función de la fuerza de fricción.

b) Calcule la temperatura critica (T_{crit}) correspondiente. Llamamos temperatura "critica" a aquella para la cual el pistón comienza a moverse.

- c) Suponiendo que la capacidad térmica del gas por mol $C = \Delta Q / \Delta T$ es una constante, calcule la cantidad de calor transferido (Q_{crit}) para que el pistón se mueva.
- d) Calcule la cantidad de calor Q_{fr} que se transmite al gas por fricción.
- e) Calcule la cantidad de calor total transferido en ambos procesos.
- f) Si la resistencia R está conectada a una fuente de fem de $E = 220$ voltios, ¿cuánto tiempo deberá estar conectada la fuente para que empiece a moverse el pistón?
- g) Suponga que en el gas del sistema anterior se calienta con tres resistencias $R = 10 \Omega$ en paralelo, hasta que comience a moverse el pistón en 5 minutos. ¿En cuánto tiempo moverán el pistón las diferentes conexiones indicadas a continuación? Todas las resistencias son iguales.
- h) Haga una gráfica cualitativa de la temperatura T en función de Q para todo el proceso, esto es, antes y después de que el pistón se mueva.

**PT158. Colegio Santísimo Rosario.
Monteros, Tucumán.**

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

En un instante dado comienza a actuar la fuerza constante $F = 20$ N que le otorga una aceleración $a = 1,25$ m/s², hasta el punto B, recorriendo una distancia $e_{ab} = 2,5$ m, sin roce, $\mu_1 = 0$. A continuación, el cuerpo recorre el plano descendente BC, de altura $h_{bc} = 2,5$ m, en el que $\mu_2 = 0,2$ (no tener en cuenta el efecto de los codos B y C, suponiendo que el codo B es recorrido sin que el cuerpo “vuele”).

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

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

Calcular:

La masa del cuerpo.

- a) Velocidad en B
- b) Energía mecánica en B
- c) Trabajo de rozamiento en el tramo BC
- d) Velocidad en C
- e) Espacio e_{cd}
- f) Trabajo de rozamiento en el tramo DE
- g) Constante elástica del resorte K
- h) Por la elasticidad del resorte, el cuerpo es empujado hacia atrás, para este efecto,

Calcular:

- i) Velocidad con que pasa el cuerpo de nuevo por el punto D.
- j) Si al regresar, pasando por D, el cuerpo recorre una distancia (lisa) de 0,3 m, hasta F, en el que empieza a moverse hacia arriba por la parte interior de un carril circular vertical, de radio $R = 0,5$ m. Allí experimenta una fuerza de rozamiento, mientras se desliza a lo largo del carril circular, constante de 7 N.
- k) ¿Alcanzará el cuerpo el punto más alto del carril o caerá antes de alcanzarlo?
- l) ¿Cuál será la velocidad del cuerpo en el punto más alta del carril circular?

**PT159. Colegio Santísimo Rosario.
Monteros, Tucumán.**

Se tiene dos esferas de igual volumen ($V = 50$ cm³) unidas por una cuerda delgada, de masa despreciable; se las introduce en un recipiente con agua.

Una de las esferas queda totalmente sumergida, ya que tiene una masa cuatro veces mayor que la que flota en la superficie, sumergida a medias en el agua.

Se pide:

- Diagrama con todas las fuerzas que actúan en cada cuerpo.
- Calcular la densidad de la esfera superior.
- Calcular la tensión de la cuerda.

Suponiendo que ambas esferas unidas por la cuerda, se introducen en un recipiente con aceite,

Calcular:

- El volumen sumergido de la esfera superior.
- La tensión de la cuerda.

PT160. Escuela Industrial Superior. Ciudad de Santa Fe.

Un montacargas de 1.500 [kg] se encuentra inicialmente en reposo en planta baja, parte hacia arriba con una aceleración de $0,50 \text{ [m/s}^2\text{]}$ y a los 12 [s] del ascenso se corta el cable que lo eleva.

- Calcular el tiempo que tarda en alcanzar el piso desde el momento en que se corta el cable.
- Realizar los gráficos $v-t$ y $a-t$ desde el momento inicial.
- Hallar la energía cinética justo antes de impactar en el piso.
- Calcular el trabajo de la cuerda en el ascenso y relacionarlo con la energía cinética del item c.

PT161. Escuela Industrial Superior. Ciudad de Santa Fe.

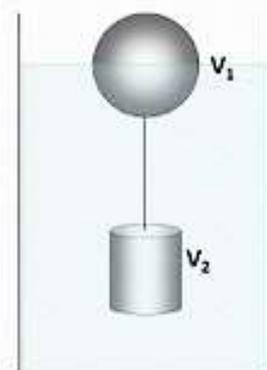
En la figura se observa una esfera unida, mediante una cuerda inextensible y de masa despreciable, a un cilindro sumergido flotando dentro de un recipiente lleno de líquido.

La esfera tiene sumergida la mitad de su volumen.

El líquido tiene una densidad $= 1,04 \text{ [g/cm}^3\text{]}$.

El volumen de la esfera es $V_1 = 0,5 \text{ [m}^3\text{]}$ y su densidad es $120 \text{ [kg/m}^3\text{]}$. El cilindro tiene una densidad de $3.040 \text{ [kg/m}^3\text{]}$

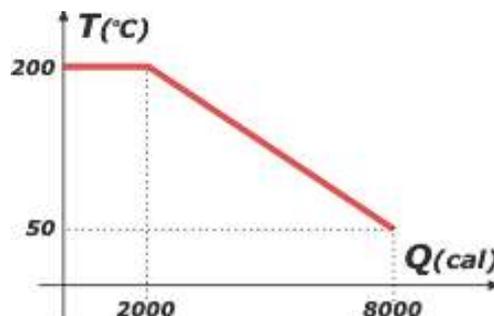
- Realizar un diagrama de fuerzas de cada cuerpo.
- Calcular el volumen V_2 del cilindro.
- Calcular la tensión de la cuerda.



PT162. Escuela Industrial Superior. Ciudad de Santa Fe.

En un recipiente adiabático ideal que contiene agua a $30 \text{ [}^\circ\text{C]}$ se introducen 250 [g] de un metal fundido que se encuentra a $200 \text{ [}^\circ\text{C]}$. La evolución de la temperatura del metal en función del calor cedido (en módulo) se encuentra en la figura. La temperatura de equilibrio del sistema agua-metal es $50 \text{ [}^\circ\text{C]}$.

- Calcular L_F al calor latente de fusión del metal.



- b) Calcular c_p a su calor específico del metal en estado sólido.
- c) Calcular la masa de agua dentro del recipiente.
- d) Qué solución/es daría si se solicita que la temperatura de equilibrio se de $40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

PT163. Colegio Pablo Apóstol¹ - Colegio del Sol².
¹Yerba Buena - ²San Miguel de Tucumán.

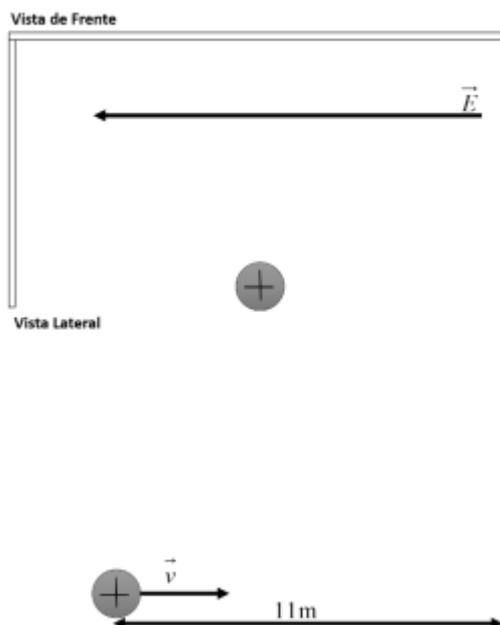
Fútbol Electromagnético

La selección tucumana de físicos llegó a la final de la copa de fútbol y luego de 90 minutos sin goles todo se define desde el punto de penal. Ni lentos ni perezosos los físicos idearon un plan tramposo para ganar: la pelota no es una pelota normal sino una esfera cargada con $Q=10\text{C}$ y cada vez que un rival patea un penal activan un campo eléctrico que desvía la pelota lejos del arco.

El campo eléctrico aplicado está orientado de derecha a izquierda en forma horizontal como se muestra en la Figura.

Suponiendo que el punto de penal está a 11m del arco cuyas dimensiones son 7.0m de largo y 2.0m de alto, que la masa de la pelota es de 445g y que los rivales patean la pelota con una velocidad promedio de 97.2km/h se pide:

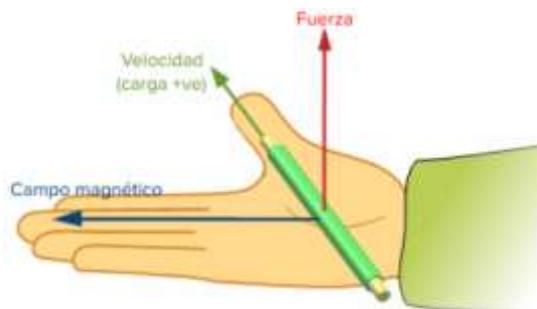
- a) Graficar la trayectoria de la pelota al activarse el campo eléctrico.
- b) Calcular el valor mínimo del campo eléctrico necesario para que la pelota salga por los costados del arco.



Al percatarse de la trampa, los rivales van en busca de un imán con el objetivo de generar una fuerza magnética que anule los efectos del campo eléctrico de los físicos tramposos. Sabiendo que una carga eléctrica con velocidad en presencia de un campo magnético perpendicular a la velocidad experimenta una fuerza magnética cuyo módulo está dado por $F_M = qvB$, y su

dirección y sentido están dadas por la "regla de la mano derecha"

- c) Dibujar cómo deben orientar el campo magnético para que la fuerza magnética se oponga a la eléctrica.
- d) Calcular el valor del campo magnético necesario para anular la fuerza eléctrica.



Dicho campo magnético lo generan con un electroimán que responde a la relación $B = KI$ donde $K = 0.185 \frac{\text{Tesla}}{\text{A}}$ y I es la corriente que circula por el mismo. Si la resistencia del electroimán es de 150Ω :

- e) Calcular la corriente necesaria para generar el campo magnético del punto d)
- f) Calcular la potencia disipada por el electroimán.

PT164. Colegio Pablo Apóstol¹ - Colegio del Sol².
¹Yerba Buena - ²San Miguel de Tucumán.

Arquímedes Newton ven en mi ayuda

Un recipiente cilíndrico de 10cm de radio y 70cm de altura contiene un líquido cuya masa es de 20kg y alcanza una altura de 50cm en el recipiente. El líquido se encuentra inicialmente a 10°C. En el seno del líquido se libera un cubo de masa 150g y 5.0cm de lado, cuya temperatura inicial es de 1500°C. Si $C_{e\text{liquido}} = 0.22 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ y $C_{e\text{cubo}} = .85\text{cal/g}^\circ\text{C}$

- Calcular la temperatura final de equilibrio.
- Determinar el empuje que recibe el cuerpo.
- Despreciando la viscosidad del líquido, determinar la aceleración que adquiere el cuerpo al ser liberado.

Como el cubo no se mantenía en equilibrio se colocó un resorte en el fondo del recipiente unido al cuerpo de manera vertical. El resorte tiene constante elástica $k = 7.0 \text{ N/m}$, masa despreciable y longitud sin estirar de 20cm.

- Calcular el estiramiento del resorte.

Finalmente, el recipiente junto con el cubo unido al resorte son acelerados hacia arriba por una plataforma móvil con una aceleración vertical constante de 15 m/s^2

- Calcular el estiramiento del resorte bajo estas condiciones.

PT165. Colegio Pablo Apóstol¹ - Colegio del Sol².
¹Yerba Buena - ²San Miguel de Tucumán.

La física del epostracismo... o ¿por qué rebotan las piedras en el agua?

Casi todos alguna vez hemos tratado de tirar una piedra en un lago y contar el número de veces que rebota antes de hundirse (lo que comúnmente llamamos "hacer sapito"). A primera instancia la mayoría de la gente piensa que el factor más importante para que la piedra rebote con la superficie del agua es la velocidad de la piedra y su forma, pero los factores más importantes son el ángulo de choque respecto de la superficie del agua, además del giro de la piedra y la posición en el momento del choque.



Si bien es cierto que con cualquier ángulo de contacto inferior a 45° es posible que la piedra rebote, el ángulo con el cuál se consiguen mejores resultados (denominado ángulo mágico) es 20° con respecto a la superficie, ángulo con el cuál la piedra alcanza una mayor distancia. Con respecto al giro y a la posición de choque, a mayor velocidad de giro mejor, y la posición basta con que la parte posterior esté ligeramente más abajo que la parte anterior de la piedra. Teniendo en cuenta todo esto, en el momento de choque de una piedra lanzada contra la superficie del agua, la parte posterior de la piedra está ligeramente sumergida en el agua. Eso hace que la parte posterior de la piedra arrastre el agua por debajo de la piedra, consiguiendo al final hacer rebotar la piedra sobre la superficie del agua. Lo lejos que llegue dependerá de todos los factores de influencia, entre los que se encuentran además de los tres importantes mencionados, la velocidad de la piedra en sí, y por supuesto la forma y la masa de la misma.

En su artículo "*The physics of Stone skipping*" el físico francés Lydéric Bocquet encontró algunos resultados interesantes, como ser que la velocidad crítica necesaria para que una piedra circular rebote sobre la superficie del agua debe ser:

$$V_c = \frac{\sqrt{\frac{16Mg}{\pi\rho D^2}}}{\sqrt{1 - \frac{8M \tan^2(\theta)}{\pi D^3 \rho \sin(\theta)}}$$

Siendo M la masa de la piedra, g la aceleración de la gravedad, ρ la densidad del líquido, D el diámetro de la piedra y θ el ángulo de contacto entre la piedra y el agua. Si una persona en la orilla de un lago lanza horizontalmente una piedra circular de 0.1kg y 10cm de diámetro desde una altura de 70cm de tal forma que rebota sobre agua con un ángulo de 20° y con velocidad crítica horizontal.

a) Calcular la distancia a la cual la piedra hace su primer rebote.

Luego del i -ésimo rebote la piedra tiene una cantidad de energía dada por la relación

$E_i = \frac{E_0}{2^i}$ siendo E_0 la energía inicial de la piedra antes del primer rebote.

b) Graficar Energía en función del número de choques para una piedra que rebota 5 veces antes de detenerse.

c) Calcular hasta qué distancia llega esta piedra si luego de cada rebote la distancia recorrida tiene la misma relación funcional que la energía $x_i = \frac{x_0}{2^i}$

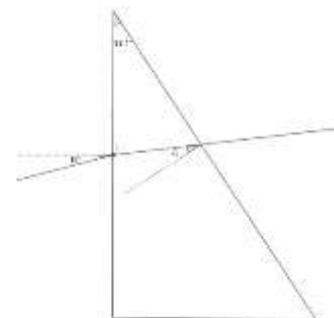
Lydéric Bocquet además calculó que el número N_c de rebotes que da la piedra antes de hundirse depende de la velocidad angular ω con la que está girando antes de golpear contra la superficie del agua, según la relación $N_c = 39.2 \frac{R\omega^2}{g}$

d) Calcular la velocidad angular necesaria para obtener el record mundial de ¡51 rebotes! sobre agua (conseguido por Russell Byars en Julio de 2007). Determinar la aceleración centrípeta de la piedra y la velocidad tangencial.

**PT166. Colegio Provincial N° 1 Joaquín V. González.
Ciudad de La Rioja.**

Óptica Geométrica

Un prisma de sección recta-triangular se encuentra inmerso en el agua. Sobre una de sus caras incide un rayo de luz, con un ángulo de incidencia de 15° , tal como se indica en la figura adjunta. Si el índice de refracción del prisma es 1,5 y del agua es 1,3.



Determinar:

- a) El valor del ángulo I_2 ;
- b) Dado la forma del prisma: ¿se dará reflexión total interna? Fundamentar.

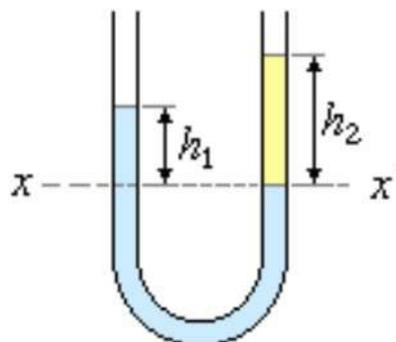
**PT167. Colegio Provincial N° 1 Joaquín V. González.
Ciudad de La Rioja.**

Estática de Fluidos

Un experimentador desea determinar la densidad de una muestra de aceite que ha extraído de una planta. A un tubo de vidrio en U abierto en ambos extremos llena un poco de agua con colorante (para la visibilidad). Después vierte sobre el agua una pequeña

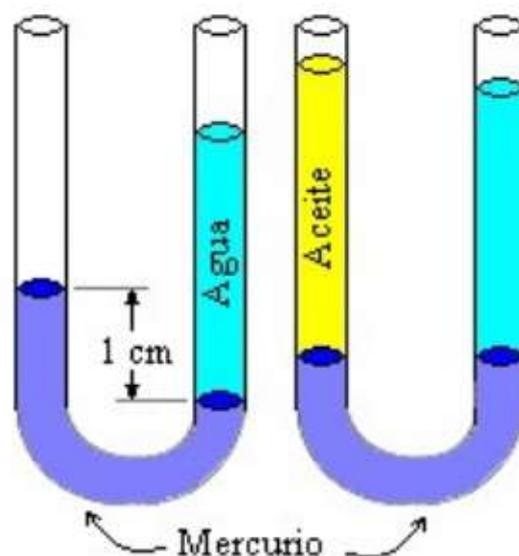
cantidad de la muestra del aceite en un lado del tubo y mide las alturas h_1 y h_2 , según como se muestra en la figura.

- ¿Cuál es la densidad del aceite en términos de la densidad del agua y de h_1 y de h_2 ?
- Si el tubo utilizado tiene una sección de 6cm^2 , y vuelve a realizar el experimento esta vez colocando mercurio en una de las ramas hasta h_1 : 2cm, mientras que en la otra rama coloca un líquido de densidad desconocida hasta h_2 : 10cm. Hallar:



- Densidad del líquido desconocido.
- Peso del líquido desconocido.
- Graficar la situación dada.

- Luego, el mismo experimentador quiso colocar en dos vasos comunicantes agua y mercurio. La diferencia de alturas de los niveles del mercurio en los vasos es $h = 1\text{ cm}$. Utilizando ahora aceite de lino, calcular la altura de este aceite que se debe añadir por la rama de mercurio para que el nivel de éste en los dos casos sea el mismo.



- ¿De qué parámetros depende la densidad de un líquido? ¿De qué parámetros depende la densidad de un sólido?

Datos

Densidad del mercurio = $13,6\text{ g/cm}^3$.
 Densidad del aceite de lino = $0,9\text{ g/cm}^3$

PT168. Colegio Provincial N° 1 Joaquín V. González. Ciudad de La Rioja.

Mecánica celeste

Un satélite artificial, de masa M , describe una órbita circular a una altura h sobre la superficie de la Tierra. Para que un satélite conserve su trayectoria en órbita circular, se debe cumplir que:

$$a = \frac{v^2}{R}$$

Donde a es la aceleración entre ambos cuerpos, v la velocidad que requiere para la órbita y R la distancia hasta el centro de la tierra.

- Deduce la expresión del módulo de la velocidad del satélite, V_1 y calcula su valor, así como el de su periodo de revolución, T .

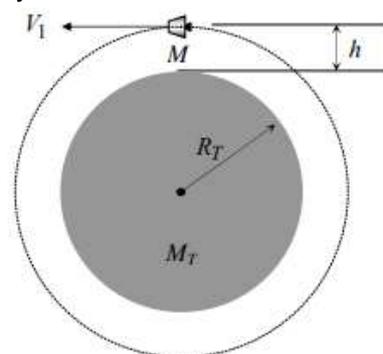


Fig. 1.a

La órbita de la Luna es la trayectoria que sigue ésta en

su movimiento alrededor de la Tierra. Esta trayectoria se describe como una elipse de baja excentricidad que discurre a una distancia media de 384 402 km de esta y que se recorre de oeste a este, es decir, en sentido antihorario. Debido a su muy baja excentricidad (0,05), consideraremos su órbita como circular, en donde su periodo de rotación alrededor de la Tierra es de 27.322 días;

- b) Conociendo estos datos, dar una estimación de la velocidad de la luna.
- c) Suponga que el sol creciera en tamaño, y su masa fuera la misma. Si su volumen fuera 10 veces mayor al volumen original, ¿Cuál sería su actual densidad, con respecto a la densidad original?

Datos

Radio de la Tierra: $6,37 \cdot 10^6$ m

Aceleración de la gravedad: $g = 9,81$ m/s²

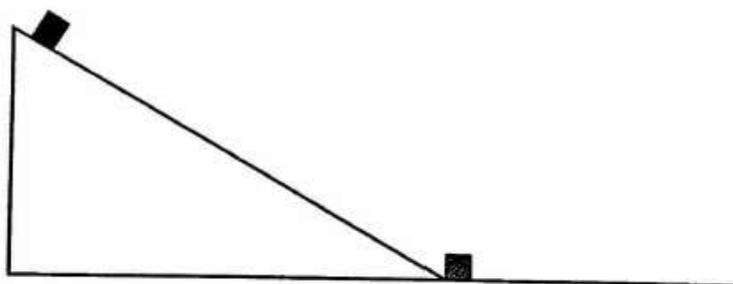
Altura del satélite en el inicio del cambio de órbita: $2,80 \times 10^5$ m

$$G = 6.674 \times 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$$

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

PT169. Escuela Normal Juan Pascual Pringles. Ciudad de San Luis.

Paseando por su barrio observa a dos niños que se entretienen jugando con dos cubos y una rampa, como si fuera una pista con dos autos que se mueven por ella. Por los materiales que observa puede deducir que la pista se compone de un plano inclinado sin fricción, que está a una altura de 0,5 m, y una sección horizontal con un coeficiente de fricción cinética de 0,02. En un momento, observa que se libera el primer "autito" o más bien el Bloque A, cuya masa es de unos 1,5 kg, de la parte superior del plano inclinado, se desliza hacia abajo y choca instantáneamente y de manera inelástica con el Bloque B idéntico en el punto más bajo. Los dos bloques se mueven hacia la derecha a lo largo la sección rugosa de la pista hasta que se detienen. Llega a su casa y su fanatismo por la Física lo pone a realizar los siguientes cálculos

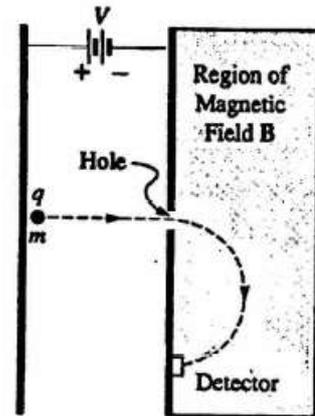


- a) Determinar la energía de potencial inicial del bloque A.
- b) Calcular la energía cinética del bloque A en el punto más bajo, justo antes de la colisión.
- c) Determinar la velocidad de los dos bloques justo después de la colisión.
- d) Hallar la energía cinética de los dos bloques justo después de la colisión.
- e) ¿Qué tan lejos llegarán los dos bloques en la sección rugosa de la pista?
- f) ¿Cuánto trabajo hará la fuerza de fricción durante este tiempo?

PT170. Escuela Normal Juan Pascual Pringles. Ciudad de San Luis.

Un protón con una masa de $1,67 \times 10^{-27}$ kg y una carga de $1,6 \times 10^{-19}$ C se acelera desde el reposo en el plano de la hoja a través de una diferencia de potencial de 220 V entre dos placas paralelas, como se muestra abajo.

La partícula se inyecta a través de un agujero en la placa de la mano derecha en una región del espacio que contiene un campo magnético uniforme con una magnitud de 50 T orientado de forma perpendicular al plano de la página. La trayectoria de la partícula se curva en una trayectoria semicircular e impacta a un detector. Desestima los efectos relativistas en este problema.

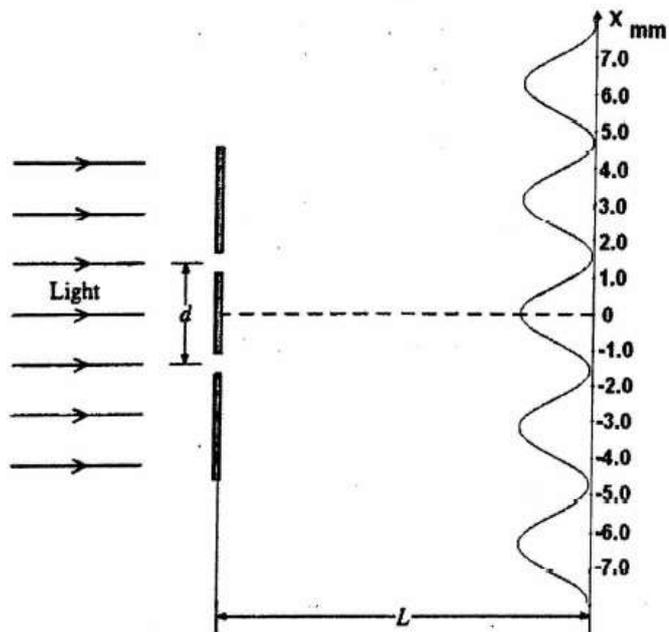


- Indica hacia dónde apunta el campo magnético.
- Determina la rapidez del protón cuando ingresa en la región del campo magnético B
- Halla la fuerza ejercida sobre la partícula cargada por el campo magnético B
- Encuentra la distancia desde el punto de inyección al detector

**PT171. Escuela Normal Juan Pascual Pringles.
Ciudad de San Luis.**

Un grupo de alumnos de nivel medio asisten al Museo Interactivo de la Universidad pública de su ciudad y allí les muestran diferentes experiencias de Física, días más tarde, uno de ellos que quedó impactado con todo lo que pudo aprender vuelve a preguntar sobre una experiencia que,

curioseando por internet, vio y no entendió. El mismo consistía en el diseño de un aparato de doble rendija, como se muestra abajo, en el cuál se hacía incidir una luz monocromática. La separación entre las rendijas era de 0,3 mm. Como consecuencia de la difracción un patrón de interferencia se producía en la segunda pantalla a 4,5 m de distancia. Entonces, Usted que es la encargada del Museo Interactivo revisa la experiencia y le propone que vuelva en una semana para poder reproducir en vivo la misma y salvar las dudas más importantes, de manera que entienda lo básico de lo que está sucediendo en la misma. Para ello, debe responder a las siguientes cuestiones:



- ¿Qué propiedad de la luz demuestra este experimento?
 - ¿A qué velocidad se mueve la luz?
 - Encontrar la longitud de onda de la luz incidente basada en el patrón de interferencia.
- Si el aparato de doble rendija se sumerge en el agua ($n = 1,33$)
- ¿Cuál es la frecuencia de la luz en el agua?
 - ¿Cuál es la longitud de onda de la luz en el agua?
 - ¿Qué sucede con la distancia entre dos franjas adyacentes en el agua?

PT172. Escuela ORT - Sede Almagro.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Angry Spark

La competencia a *Rovio* sacó un (¿nuevo?) juego llamado *Angry Spark*, donde se aplica un potencial muy intenso y repentino a un pájaro catiónico, el cual adquiere una velocidad inicial con cierto ángulo respecto de la dirección que llamaremos horizontal (dado que al no haber gravedad en el juego resulta difícil definir un *abajo*). El pájaro, que tiene la característica de que su cociente carga-masa es uno, entra inmediatamente en un campo eléctrico uniforme de $E = 9.82 \text{ V/m}$. Dicho campo apunta en dirección perpendicular a la definida dirección horizontal, y el objetivo es tratar de destruir ciertas estructuras atómicas inestables que se ubican a unos 10 metros de donde se ubica la fuente de potencial, en esta dirección que llamamos horizontal.

- En caso de obtener una velocidad inicial de 20 m/s y un ángulo de inclinación de 45 grados respecto de la horizontal definida, calcular la distancia máxima que alcanza el Angry Spark con la línea horizontal.
- Determinar si el Angry Spark arrojado de esta manera alcanza a desestabilizar la estructura atómica objetivo. En caso de no hacerlo, indicar si se pasa o si le falta para alcanzarlo.
- Si arrojar al pájaro con un ángulo lo separa de la línea horizontal trazada entre la fuente de potencial que lo expulsa y la estructura atómica inestable, hallar los dos ángulos que le posibilitan al pájaro a volver a cruzar esa línea 5m más adelante, si la velocidad inicial dada por ese potencial es la anterior.
- Si dado cualquier ángulo y cualquier velocidad inicial se tiene un alcance x , determinar de cuánto será el alcance respecto de este último si el cociente carga-masa fuera de un tercio.

PT173. Escuela ORT - Sede Almagro.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Impacto galáctico: un final de película

En una de las escenas más espectaculares de *Los Últimos Jedi*, la desconocida vicealmirante Holdo decide usar su nave como una flecha y trazar un hueco en la nave de los villanos de la película: la Primera Orden. En una maniobra nunca antes vista, la nave de Holdo choca de frente con la nave de la Primera Orden, quedando quieta al terminar de hacer el agujero. La nave de la vicealmirante Holdo, a partir de ahora, será conocida en toda la galaxia como *la flecha*.

- Considerando que la velocidad final de la masa desplazada es igual a la velocidad inicial de la flecha, y usando la conservación de la cantidad de movimiento, muestre que la masa desplazada es igual a la masa de la flecha.
- Calcule la profundidad de impacto D en función de las densidades ρ_1 y ρ_2 de la flecha y la nave de los malos respectivamente, y el largo L de la flecha (aproxime el área transversal A de la flecha por una constante).
- Mariana, una fan de *Star Wars*, analizó videos de la película y llegó a la conclusión de que la nave de la Primera Orden mide aproximadamente 13,2km, mientras que la flecha tiene un largo de unos 3,5km. Si la nave de la Primera Orden está hecha de una aleación metálica de densidad 7000kg/m^3 , y sólo el 10% de ella es sólida, ¿qué densidad tiene la flecha? (Tener en cuenta que la imagen no está a escala)

**PT174. Escuela ORT - Sede Almagro.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.**

Clepsidra

La clepsidra es una forma antigua de medir el tiempo. El sistema consiste en dos vasijas de cualquier material a diferentes alturas, donde la que más alto se encuentra tiene un pequeño orificio. La vasija se llena de agua y por el orificio empieza a escapar, cayendo en la vasija de al lado, como se observa en la figura. Usualmente, tenían marcas en sus paredes para poder medir tiempos parciales. Los atenienses lo utilizaban para controlar el tiempo de sus oradores en sus espacios de discusión política.

Bernoulópulos, nuestro joven protagonista estudiante de trabajos manuales, diseña una clepsidra con una vasija cilíndrica de cerámica de 50cm de radio, y llena con 2000 litros su interior para hacerle unas pruebas. Luego, deja un orificio de 2cm de diámetro.

- a) Calcular la velocidad de salida del chorro de agua que cae a la segunda vasija.
- b) Para calibrar sus marcas internas, Bernoulópulos tiene que saber cuánto tiempo pasó si se evacuó el 10% del agua que colocó. ¿Qué tiempo en segundos pondrá en esa marca?
- c) Hallar una expresión para el volumen de la primera vasija en función del tiempo, dejando implícita la dependencia de la altura con el tiempo.

Daniel Bernoulli, tatarata-tatarata-(...)-tatarata-tatarata nieto de Bernoulópulos, hace una apuesta más fuerte, y halla una expresión matemática para la altura de la superficie del líquido en función del tiempo. ¿A qué expresión llega?

Problemas Experimentales

PE1. Escuela Secundaria N° 2 Clara J. Amstrong - ENET N° 1 Prof. Vicente Aguilera - Colegio del Carmen y San José - Escuela Secundaria N° 3 Gustavo G. Levene - Colegio Padre Ramón de la Quintana - Instituto Pía Didoménico - Instituto Superior FASTA Catamarca - EPET N° 7 Alsina Alcobert - Escuela PreUniversitaria Fray Mamerto Esquiú. San Fernando del Valle de Catamarca.

DETERMINACION DE LA DENSIDAD DE UNA MONEDA

Fundamento teórico

Las diferentes sustancias que existen en la naturaleza se caracterizan porque la unidad de volumen (m^3 o cm^3) tiene diferente masa. Por ejemplo la masa de un centímetro cúbico de hierro es de 7,8 g, mientras que el mismo volumen de glicerina tiene una masa de 1,26g.

La densidad absoluta de una sustancia homogénea se define como el cociente entre la masa y el volumen de dicha sustancia.

Si una masa m ocupa un volumen V , la densidad es igual a:

$$d = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Objetivos

- Utilizar adecuadamente instrumentos de medición.
- Calcular volumen.
- Determinar la densidad de un cuerpo regular.

Materiales necesarios

- 4 monedas
- Regla
- Balanza de precisión.

Procedimiento experimental

- a) Para determinar el volumen de la moneda recuerde que ésta tiene forma de cilindro, por lo que se debe medir su diámetro y su espesor (grosor) que corresponde a la altura (h) del cilindro.

Para facilitar esta medición puede colocar las cuatro monedas en forma de torre y medir su altura; luego aplicar la ecuación (2):

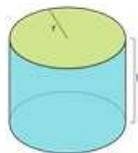


Fig 1

$$V = \pi r^2 h \quad (2)$$

Donde: $\pi = 3,14$

$r = D/2 =$ radio de la moneda

$h =$ espesor (grosor) de la moneda.

- b) Anote los valores en la tabla 1:

Moneda	Diámetro(cm)	radio =diámetro /2 (cm)	Altura (h) cm	Volumen(cm ³)
1				
2				
3				
4				

Tabla 1: Registro de datos geometricos

- c) Pese cada moneda y determine su masa(recuerde que 1gf es equivalente numéricamente a 1 g masa) y coloque el valor medido en gramos en la tabla 2.
d) Calcule la densidad de cada moneda completando la tabla 2:

Moneda	Masa (g)	Volumen (cm ³)	Densidad(g/ cm ³)
1			
2			
3			
4			

Tabla 2: Determinación de densidad

Requerimientos

Al finalizar la experiencia deberá entregar un informe escrito con letra clara, que conste de:

- Planteo del problema
- Valores obtenidos en las mediciones, tablas, gráficos.
- Fuentes de error y análisis de 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.

PE2. Escuela Secundaria N° 2 Clara J. Amstrong - ENET N° 1 Prof. Vicente Aguilera - Colegio del Carmen y San José - Escuela Secundaria N° 3 Gustavo G. Levene - Colegio Padre Ramón de la Quintana - Instituto Pía Didoménico - Instituto Superior FASTA Catamarca - EPET N° 7 Alsina Alcobert - Escuela PreUniversitaria Fray Mamerto Esquiú. San Fernando del Valle de Catamarca.

Objetivo:

- Medir el ascenso capilar de un líquido.
- Calcular el radio de poro del material absorbente.

Fundamentación

El ascenso capilar de un fluido por las paredes de un tubo capilar o por canal angosto es inversamente proporcional al radio del tubo (ancho del canal). Esto significa que cuanto más fino es el capilar (o más angosto el canal) mayor es la altura alcanzada por el líquido. El mismo comportamiento se visualiza en el ascenso vertical de un líquido por un papel absorbente debido al fenómeno de capilaridad. La altura final que alcanza el líquido

(frente del fluido) depende de varios factores, entre ellos, de la porosidad del material. El modelo que explica este comportamiento físico esta dado por la expresión matemática:

$$h = \frac{2\gamma}{\delta R g} \quad \text{Ecuación 1}$$

Los parámetros de la ecuación 1 son: h es la altura que asciende el nivel del líquido en el papel absorbente; γ es la tensión superficial del líquido [$\gamma_{\text{agua}} = 73 \cdot 10^{-3} \frac{N}{m}$]; δ , densidad del líquido [$\delta_{\text{agua}} = 1000 \frac{kg}{m^3}$]; R es el radio del poro del papel; g es la aceleración de la gravedad [$g = (9,78 \pm 0,01) \frac{m}{s^2}$]

Metodología de Trabajo

Material de Laboratorio

- Soporte universal
- Papel absorbente
- Agua destilada
- Caja de Petri
- Regla plástica calibrada en milímetros
- Cronómetro (Apreciación: 0,01 s)

Desarrollo Experimental

- a) Se sostiene verticalmente uno de los extremos de la tira de papel absorbente en la abrazadera del soporte universal.
- b) Colocar el agua destilada en la caja de Petri.
- c) Sumergir el extremo libre de la tira del papel absorbente de modo tal que toque unos pocos milímetros el agua destilada.
- d) Mida el tiempo una vez introducida la tira en el líquido, tomando lecturas a intervalos de 1 minuto durante 30 minutos en total.
- e) Vuelque los datos en una tabla
- f)

$h \pm \Delta h$	$t \pm \Delta t$

- g) Realizar la gráfica de altura en función del tiempo.
- h) Describir de modo detallado qué sucede en el ascenso del líquido y los fundamentos físicos de lo observado en la gráfica generada en el ítem 7-.
- i) Con la altura del frente del fluido, calcular el radio de poro R del papel, valiéndose de la ecuación 1.

Requerimientos para la redacción del informe

Al finalizar la experiencia deberá entregar un informe escrito con letra clara, que conste de:

- Planteamiento 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 acorde a lo solicitado.
- Conclusiones.
- Comentarios que desee realizar referidos dificultades relacionadas a la realización de la experiencia.

PE3. Escuela Secundaria N° 2 Clara J. Armstrong - ENET N° 1 Prof. Vicente Aguilera - Colegio del Carmen y San José - Escuela Secundaria N° 3 Gustavo G. Levene - Colegio Padre Ramón de la Quintana - Instituto Pía Didoménico - Instituto Superior FASTA Catamarca - EPET N° 7 Alsina Alcobert - Escuela PreUniversitaria Fray Mamerto Esquiú. San Fernando del Valle de Catamarca.

Determinación del índice de refracción en el agua

Fundamento teórico

La óptica geométrica considera la propagación de la luz en un medio, prescindiendo de su naturaleza ondulatoria. Supone que un haz de luz que se propaga en un medio homogéneo e isótropo recorre un camino rectilíneo, sin difractarse. Introduce el concepto de rayo de luz, como una línea perpendicular a los frentes de onda que indica la dirección de propagación.

Al atravesar una superficie plana que limita dos medios de distinta naturaleza (distintos índices de refracción), parte del haz se refleja (reflexión) sobre el mismo medio y otra parte del haz se transmite en el segundo medio sufriendo un cambio de dirección (refracción).

Analizando experimentalmente la trayectoria de los rayos incidente, reflejado y refractado, se puede demostrar que:

“Los rayos incidente, reflejado y refractado, así como la normal a la superficie, yacen todos en el mismo plano”.

El *ángulo de reflexión* θ_t (que es el ángulo que forma el haz reflejado con la normal a la superficie), es igual al *ángulo de incidencia* α , para todas las longitudes de onda y para cualquier par de materiales.

La trayectoria del haz transmitido en el segundo medio, *ángulo refractado* β , queda descrito por la Ley de Snell o de refracción.

Objetivos

- Observar la trayectoria de la luz en la frontera de dos medios de diferentes características.
- Verificar experimentalmente las leyes de reflexión y refracción.
- Aplicar estas leyes en la determinación del índice de refracción del agua.

Materiales necesarios

Transportador con soporte: 1
Broche con tubo plástico: 1
Lapicera de color rojo: 1
Regla y escuadra: 1
Cinta adhesiva transparente: 1
Hojas tamaño A4: 2
Recipiente de plástico transparente: 1
Calculadora: 1
Agua: 1

Fundamento teórico de la experiencia

En el experimento, la fuente de luz es la línea roja (L) dibujada sobre la hoja de papel, que tendrá que atravesar primero la cubeta con agua (medio A) y luego el aire (medio B) a los efectos de ser visualizada por el observador a través del tubo de plástico. El transportador construido servirá para medir el ángulo β de refracción de la luz al atravesar el tubo, mientras que el ángulo α de incidencia se calculara midiendo los parámetros geométricos H y X relacionados con la línea roja (fuente de luz) según se ilustra en la figura 1. Calculado el ángulo de incidencia α y medido el de refracción β se podrá aplicar la formulación matemática de la ley de Snell: $n_A \text{sen } \alpha = n_B \text{sen } \beta$

, siendo: $\alpha = \arctan\left(\frac{x}{H}\right)$ y β el ángulo de refracción medido en forma directa sobre el transportador de cartón especialmente construido.

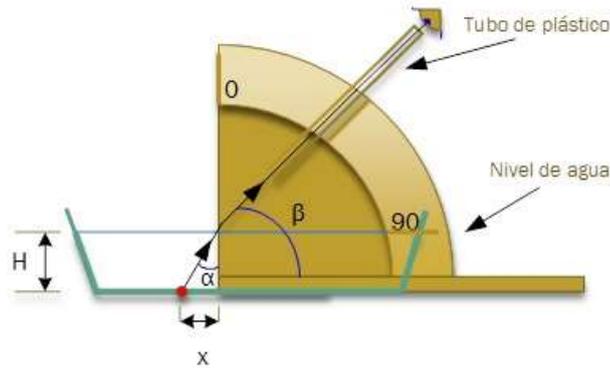
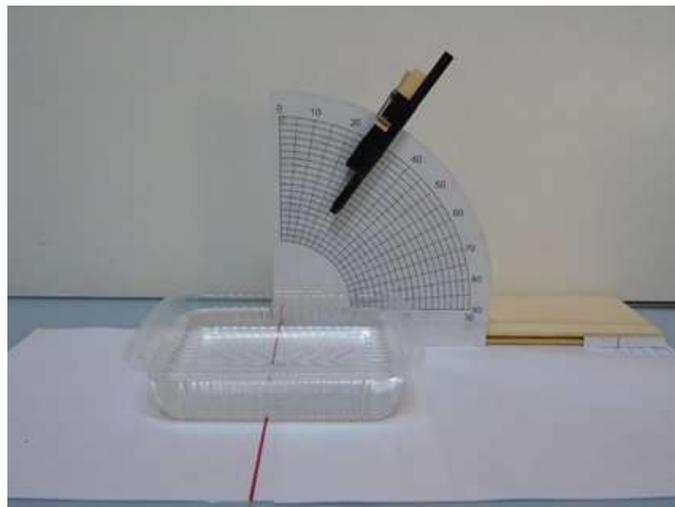


Figura 1

Disposicion de los elementos

En la fotografía 1 se puede observar la disposición de los elementos para realizar la experiencia.



Fotografía 1

Procedimiento experimental

Procedimientos	Actividades
1. Colocar la hoja de papel en la que se dibujó la línea roja sobre la mesa y sujetarla a la mesa de trabajo con cinta adhesiva.	A. Registrar los valores medidos de x, H y β .
2. Ubicar el transportador con soporte paralelo al margen mayor de la hoja con el punto O coincidiendo con la línea roja trazada sobre la hoja.	B. Calcular los valores de α a partir de la definición de tangente con los valores H y x para cada ángulo medido.
3. Colocar el recipiente vacío sobre la línea roja de la hoja, junto al transportador.	C. Confeccionar la Tabla 2 con los valores obtenidos en los ítems A) y B).
4. Llenar el recipiente con agua hasta la línea horizontal de 90° del transportador con soporte.	D. Calcular el índice de refracción del agua, considerando $n_{\text{aire}}=1$

5. Medir la altura H del agua.	E. Estimar un valor para el error cometido en el cálculo del índice de refracción.
6. Colocar el broche con el tubo en un ángulo β de 70° , manteniendo el tubo radial al centro O .	
7. Desplazar el transportador hasta observar la línea roja por el tubo.	
8. Medir la distancia x , entre la línea roja y el punto O del transportador y tabular el valor medido.	
9. Repetir desde el punto 6 hasta el 8 por lo menos cinco veces disminuyendo el ángulo β .	

Tabla 1

Rayo	H	x	β ($^\circ$)	α ($^\circ$)	$\text{sen } \alpha$	$\text{sen } \beta$	n
Rayo 1							
Rayo 2							
Rayo 3							
Rayo 4							
Rayo 5							

Tabla 2

Verificar el cumplimiento de las Leyes de Refracción.

Requerimientos

Al finalizar la experiencia deberá entregar un informe escrito con letra clara, que conste de :

- Planteo del problema
- Valores obtenidos en las mediciones, tablas, gráficos.
- Fuentes de error y análisis de 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.

PE4. Colegio Juan Humberto Morán. Eduardo Castex, La Pampa.

Determinación de la Viscosidad de fluidos: Detergente

Introducción

La Viscosidad es un parámetro de los fluidos que tiene importancia en sus diversas aplicaciones industriales, particularmente en el desempeño de los lubricantes usados en máquinas y mecanismos. **La viscosidad de las sustancias puras varía de forma importante con la temperatura y en menor grado con la presión.** La facilidad con que un líquido se escurre es una pauta de su viscosidad.

Se define la viscosidad como la propiedad que tienen los fluidos de ofrecer resistencia al movimiento relativo de sus moléculas. También se suele definir la viscosidad como una propiedad de los fluidos que causa fricción, esto da origen a la pérdida de energía en el flujo fluido.

La importancia de la fricción en las situaciones físicas depende del tipo de fluido y de la configuración física o patrón. Si la fricción es despreciable, se considera el flujo como ideal.

Unidades de medición

En el Sistema Internacional se mide en **Pascales segundo**, pero la unidad más utilizada es el centipoise (cps), **equivalente a 1 mPa seg.** La viscosidad cinemática es el cociente entre viscosidad dinámica y densidad, y se mide en centistokes. **También se utiliza en el CGS el Poise = dina . s /cm²** o el centipoise.

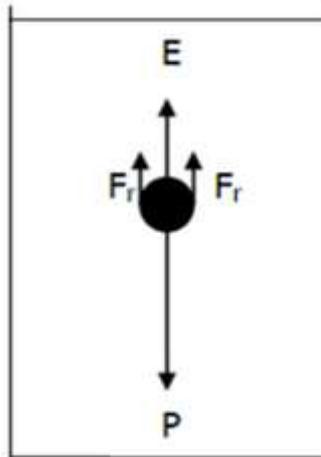
Ecuación de Stokes

El fluido alrededor de una esfera ha sido estudiado por Stokes. Su aplicación es de gran utilidad en la resolución de problemas tales como los del sedimento de partículas de polvo. Stokes encontró que la fuerza de fricción F_r (fuerza ejercida sobre la esfera por el flujo de un fluido alrededor de ella) vale:

$$F_r = 6 \cdot \pi \cdot R \cdot \mu \cdot V_{lim}$$

Siendo: R = el radio de la esfera V_{lim} = la velocidad de caída constante de la esfera
 μ = **Viscosidad del fluido.**

Para encontrar la velocidad final de una esfera que cae en un fluido en reposo, debe tenerse en cuenta que: Fuerza de empuje hidrostático E + fuerza de Fricción F_r = Peso.



Para el análisis de la viscosidad de algún líquido se estudian los movimientos de la 'esfera' en dichos fluidos haciendo uso del balance de fuerzas de la segunda Ley de Newton.

En este caso el cuerpo ha llegado a su velocidad terminal V_{lim} , no se encuentra acelerado:

$$\text{Fuerza de empuje hidrostático} + \text{Fuerza de Fricción} - \text{Peso} = 0$$

Debido a que hay una 'fuerza viscosa' que se opone al peso, tenemos que

$$\text{Fuerza de empuje hidrostático} + \text{Fuerza Fricción } F_r - \text{Peso} = 0$$

.Matemáticamente lo expresamos así: $\Sigma F = E + F_{viscosa} + (-mg) = 0$

Sean δ_{esfera} , $\delta_{liquido}$ las densidades de la esfera y del fluido tenemos lo siguiente:

$$\left(\frac{4}{3}\right) \pi \cdot r^3 \cdot \delta_{liquido} \cdot g - \left(\frac{4}{3}\right) \pi \cdot r^3 \cdot \delta_{esfera} \cdot g + 6 \pi \cdot r \cdot \mu \cdot V_{lim} = 0$$

Despejando μ . obtenemos

$$\mu = \frac{2 \cdot r^2 \cdot g \cdot (\delta_{esfera} - \delta_{liquido})}{9 \cdot V_{lim}} \quad \text{(formula principal)}$$

donde: μ = la viscosidad del líquido r = radio de la esfera, $g= 981 \text{ cm/seg}^2$ gravedad
 δ_{esfera} = densidad de la esfera, $\delta_{liquido}$ = densidad del líquido V_{lim} = velocidad, que es igual a: h/ t , t = tiempo de caída de la esfera en un marco de referencia h = longitud del tubo en el mismo marco de referencia

Que se utilizará en la experiencia de laboratorio.

Unidades $\mu = \text{dina.s/cm}^2 = 1 \text{ Poise}$

En la ecuación principal

$$\mu = \frac{(2) (r^2) (g) (\rho_{\text{sfera}} - \rho_{\text{liquido}}) / (9)(h/t)}{(cm^2) (cm/s^2) (grs/cm^3) / (cm/s)}$$

$$\mu = \text{Dina} \cdot \text{seg} / (cm^2) = \text{Poise}$$

Procedimiento experimental

Elementos a utilizar

- Tubo de vidrio graduado, esferas de diferentes radios.
- Cronometro, calibre de medición del radio de las esferas.
- Fluidos: detergente.
- Balanza.

Procedimiento para determinar la viscosidad a la temperatura ambiente del laboratorio

- Determinación de las densidades del fluido (analizar los errores)

Tara (grs)	Bruto (grs)	Masa Neto (grs)	Volumen (cm ³)	Densidad (grs/cm ³) δ

- Determinación de la densidad de las esferas (analizar los errores)

	Masa (grs)	Radio (cm)	Volumen (cm ³)	Densidad (grs/cm ³)
Esfera 1				
Esfera 2				
Esfera 3				
Esfera 4				
Esfera 5				
Esfera 6				

- Medición de los tiempos de caída de cada esfera en el fluido en los tubos (analizar los errores)

- Calculo de la velocidad límite de cada uno (analizar los errores)

	Tiempo caída (seg)	Altura h (cm)	Velocidad limite V_{lim} h/t (cm/seg)
Esfera 1			
Esfera 2			
Esfera 3			
Esfera 4			
Esfera 5			
Esfera 6			

- Determinación desde la formula principal de la viscosidad μ . (analizar los errores)

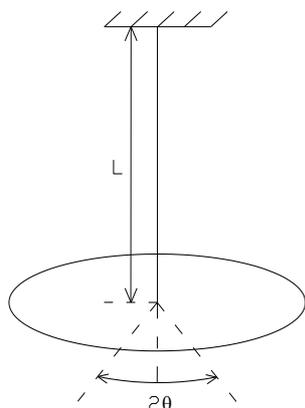
$$\mu = \frac{2 \cdot r^2 \cdot g \cdot (\delta_{\text{sfera}} - \delta_{\text{liquido}})}{9 \cdot V_{lim}} \quad \text{(formula principal)}$$

	Esfera 1	Esfera 2	Esfera 3	Esfera 4	Esfera 5	Esfera 6
Viscosidad μ (Dinas seg/cm ²)						

Determinación del módulo de corte de un alambre mediante un péndulo de torsión

Introducción y fundamentos

En este práctico usted utilizará un péndulo de torsión para hallar el módulo de corte de un alambre. El arreglo consiste en un alambre en cuyo extremo se fija un disco. El extremo superior del alambre se encuentra vinculado al soporte y el inferior al disco. Si se desplaza levemente el disco un ángulo θ respecto de su posición de reposo (plano radial) el esfuerzo de torsión transmitido al alambre da origen a una cupla restituyente (dentro del comportamiento elástico) y el sistema comienza a oscilar. El período T está dado por la siguiente expresión:



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{MR^2 L}{\pi G r^4}}$$

Donde:

M es la masa del disco

R su radio.

L, **r** y **G** son la longitud, el radio y el módulo de corte del alambre respectivamente.

Deberá medir 5 péndulos similares de longitudes diferentes y sus períodos correspondientes.

Procedimiento

Dispone de 5 péndulos ubicados en diferentes estaciones, cada uno de ellos de diferente longitud L_i . Mida el tiempo t_i de 10 oscilaciones de T_i de cada uno de ellos. No olvide registrar los errores de L y T . En otra estación cuenta con el material necesario para medir M , R y el espesor del alambre, anote estos valores con sus errores.

Se pide:

- Complete la tabla con los valores de t_i , T , L , sus errores, agregue además los datos de las dos columnas en donde aparecen los valores de T^2 y su error.
- Construya un gráfico de T^2 vs L en hoja milimetrada.
- Halle la pendiente del gráfico y utilícela para hallar G con su error.
- Calcule qué pendiente tendría el gráfico si los discos de madera fueran del doble de radio.
- Aunque usted no lo haya notado, el alambre está barnizado con una fina capa de polímero. Qué error introduce esto en sus resultados si el módulo G del polímero es mucho menor al del alambre. Justifique.
- Eventualmente puede ocurrir que los extremos desde donde medir L no estén del todo claros. Ya sea por la inexactitud de donde comienza el hilo, donde se encuentra fijo, cómo está adherido al disco, etc. Diga cómo podría darse cuenta con su gráfico si los valores de L están medidos sistemáticamente de manera incorrecta, justifique.

	t_i	Δt_i	T_i	ΔT_i	L	ΔL	T_i^2	ΔT_i^2
1								
2								
3								
4								
5								

**PE6. IPET N° 266 General Savio.
Río Tercero, Córdoba.**

Variación del coeficiente de Resistencia

Como sabemos el efecto del calor y del frío afecta a todos los materiales. Por ejemplo, en un metal el calor hace que se dilate mientras que el frío provoca el efecto contrario, es decir, que se contraiga.

En las resistencias la variación de temperatura hace que ésta aumente o disminuya su valor. Esta variación de resistencia puede ser calculada mediante una fórmula.

Todos los materiales, en mayor o menor grado y dependiendo de su naturaleza, de sus características o del medio en el que vayan a trabajar, ofrecen una resistencia al paso de la corriente

Es por esto que cuando se diseña un circuito hay que tener en cuenta las condiciones anteriores de forma que se garantice su correcto funcionamiento.

La propiedad específica de resistencia eléctrica de cada sustancia se denomina resistividad, que se define como la resistencia que ofrece un material de 1 metro de largo y una sección de 1 m² al paso de la corriente. Su unidad en el Sistema Internacional es $\Omega \times m$.

La resistividad de cualquier material no es constante, depende de la temperatura (esto se debe a que los iones del conductor vibran con diferente amplitud, lo cual hace más probable que un electrón en movimiento choque con un ion, esto impide el arrastre de los electrones por el conductor y, por tanto, también la corriente) y de otras circunstancias como las impurezas o los campos magnéticos a los que está sometido.

En esta experiencia mediremos la resistencia de distintos materiales a diferentes temperaturas para hallar la relación entre la temperatura y la resistencia.

Mediante este experimento logramos determinar el valor del coeficiente α de resistencia de un material en función de la temperatura. A través del dispositivo experimental, mediremos la temperatura de un medio líquido no conductor a intervalos de tiempo y la resistencia del material. Repitiendo este procedimiento a diferentes temperaturas, luego se traduce la información en un gráfico para luego analizar, interpretar y calcular el coeficiente antes mencionado.

$$R = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t) \quad \text{de donde} \quad \alpha = \frac{R - R_0}{R_0 \cdot (t - t_0)}$$

Objetivo: Encontrar de forma práctica la relación entre la resistencia y la temperatura de un material, para luego determinar el coeficiente de resistividad del material.

Materiales:

- 1 bobina de contactor de 24 V
- Agua destilada
- alambre Nicrom de 0,2 mm de diámetro
- 4 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 óhmetro (multímetro con terminales conectados a una resistencia)
- Recipiente plástico.

Actividades

Armado del dispositivo:

- Para armar el dispositivo de la figura colocar la resistencia (una bobina de cobre de accionamiento de un contactor conectada al multímetro) en un medio líquido no conductor (agua destilada previamente calentada a 70 °C) que se halla dentro de un recipiente plástico.
- Colocar también un multímetro con sensor de temperatura en el mismo recipiente.



Desarrollo de la experiencia:

- Tomar la lectura de la temperatura y la resistencia para 10 valores diferentes de temperatura.
- Repetir el procedimiento tres veces.
- Construir una tabla de valores (temperatura en °K y resistencia en Ω)
- Graficar y ajustar una recta.
- Calcular la pendiente de dicha recta y determinar la ordenada al origen.
- Calcular el valor de α .
- Repetir la experiencia con alambre Nicrom de 0,2 mm de diámetro y 1 m de longitud.

Redacte conclusiones del trabajo realizado.

PE7. EES N° 75 Julio Cortázar¹ - UEGP N° 16 José Manuel Estrada¹ - EES N° 149².
¹Resistencia - ²Puerto Vilelas, Chaco.

Ley de Hooke. Determinación de la Constante de restitución de un resorte

Introducción

Un resorte tiene la característica de ser elástico, es decir de variar su longitud (aumenta si es estirado y disminuye si es comprimido) y luego recuperar su longitud inicial. Dentro de ciertos márgenes, estas variaciones de longitud son proporcionales a las fuerzas aplicadas. Esta afirmación constituye la ley de Hooke que se expresa matemáticamente como $F_r = k \cdot x$, siendo F_r la magnitud de la fuerza que se debe aplicar para producir una variación de su longitud dada por x y k una constante que indica la rigidez del resorte.

Supongamos un experimento donde suspendemos una masa m en un resorte de constante k , debido a lo cual éste experimenta un alargamiento x . La expresión del equilibrio de las fuerzas elástica del resorte y gravitatoria del peso suspendido será:

$$m \cdot g = k \cdot x$$

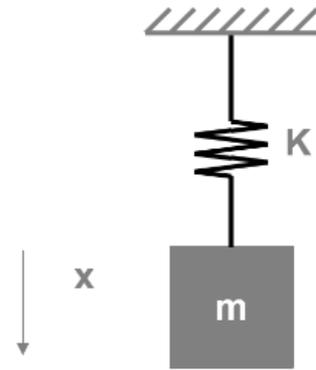
Donde g es la aceleración de la gravedad en el lugar donde está instalado.

Objetivo

Determinar la constante de restitución de un resorte.

Materiales

- Resorte.
- Cinta métrica o regla.
- Masas de diferente valor.
- Balanza.



Procedimiento

- Realice el montaje del equipo experimental.
- Mida el valor de una de las masas con la balanza.
- Cuelgue dicha masa del resorte y mida la longitud x de estiramiento del resorte.
- Repita el mismo procedimiento para las demás masas.

Consignas

- Construya una tabla donde consigne los valores medidos para la masa, la longitud de estiramiento y la fuerza del peso suspendido.
- Calcule la constante de restitución k para cada una de las mediciones.
- Represente gráficamente La fuerza del Peso suspendido en función de la longitud de estiramiento x .
- Determine el valor de k con su correspondiente incertidumbre.
- Presente todo lo pedido en los puntos anteriores de forma escrita.

PE8. ET N° 27 Hipólito Yrigoyen. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

... A contar gotas!!!

Determinación de la tensión superficial del etanol por el método del cuentagotas

Elementos utilizados

- Pipeta graduada
- Agua destilada
- Etanol (Alcohol etílico)
- Vasos de precipitados - Probetas

Introducción

La superficie de los líquidos tiene un comportamiento similar al de una membrana en estado de tensión. Esto hace que si se quiere atravesar la superficie de un líquido deben vencerse las fuerzas contenidas en el plano de dicha superficie, definidas como tensión superficial (g) y que se distribuyen a lo largo del perímetro ó longitud de corte realizado a esa superficie. Es decir que:

$$g = F/L \quad \text{siendo } F: \text{ resultante de las fuerzas } g$$
$$L: \text{ Longitud de corte de la superficie del líquido}$$

Si se hace escurrir un líquido a través de un conducto (pipeta), dejándolo gotear, la gota que se forma va aumentando su tamaño hasta que su peso supera a las fuerzas de tensión superficial, distribuidas en el contorno del conducto; así la gota cae.

El método es comparativo:

- 1- Se hace escurrir a través del conducto (pipeta) un volumen "V" conocido de agua destilada y se cuentan el número de gotas que caen "n".
- 2- Se hace escurrir por el mismo conducto igual volumen "V" del líquido cuya tensión superficial se quiere determinar, contando el número de gotas que caen "n' "

Para obtener la expresión de cálculo, se plantea:

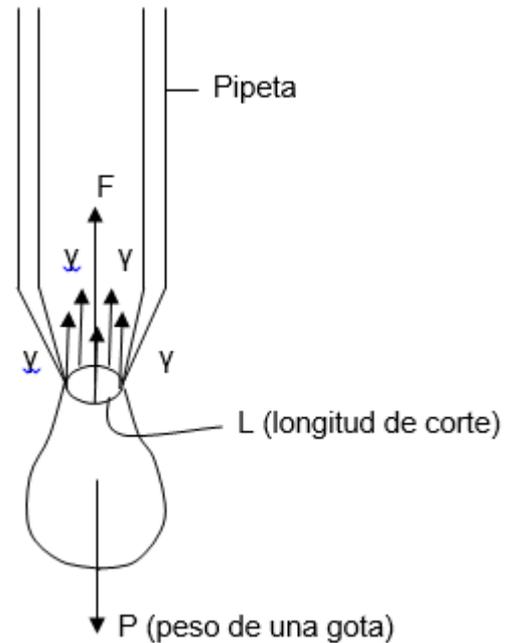
Para una gota de agua destilada:

$$P = F$$

siendo v el volumen de una sola gota de agua destilada, P_e : peso específico; δ densidad

$$P_{e_{\text{agua}}} \cdot v = \gamma_{\text{agua}} \cdot L$$

$$\delta_{\text{agua}} \cdot g \cdot v = \gamma_{\text{agua}} \cdot L$$



Para "n" gotas de agua destilada, multiplicamos la expresión anterior por "n" en ambos miembros

$$\delta_{\text{agua}} \cdot g \cdot v \cdot n = \gamma_{\text{agua}} \cdot L \cdot n$$

Como $v \cdot n = V$ (es el volumen total escurrido):

$$\delta_{\text{agua}} \cdot g \cdot V = \gamma_{\text{agua}} \cdot L \cdot n$$

De la misma forma para el etanol:

$$\delta_{\text{etanol}} \cdot g \cdot V = \gamma_{\text{etanol}} \cdot L \cdot n'$$

Dividiendo miembro a miembro a las 2 últimas ecuaciones y simplificando::

$$\frac{\delta_{\text{agua}}}{\delta_{\text{etanol}}} = \frac{\gamma_{\text{agua}} \cdot n}{\gamma_{\text{etanol}} \cdot n'}$$

Despejando:

$$\gamma_{\text{etanol}} = \frac{\delta_{\text{etanol}} \gamma_{\text{agua}} \cdot n}{\delta_{\text{agua}} \cdot n'}$$

Datos

$$\delta_{\text{agua}} = (1,00 \pm 0,01) \text{ g/cm}^3$$

$$\delta_{\text{etanol}} = (0,80 \pm 0,01) \text{ g/cm}^3$$

$$\gamma_{\text{agua}} = (73 \pm 2) \text{ dinas/cm}$$

Desarrollo

Utilizando siempre la misma pipeta:

- a) Hacer escurrir 5 volúmenes diferentes de agua destilada contando el número de gotas "n" (repetir la medición 3 veces para cada volumen y estimar el error del número de gotas "n", observando que los valores de "n" no sean muy diferentes entre sí). Estos volúmenes serán: 1,2 ml; 1ml; 0,8 ml; 0,6 ml y 0,4 ml
- b) Enjuagar la pipeta con 3 ml de etanol y descartar esa muestra (no volverla al frasco de alcohol)
- c) Hacer escurrir los mismos 5 volúmenes de etanol, contando las gotas n'. (repetir la medición 3 veces para cada volumen y estimar el error de n').
- d) Confeccionar las siguientes tablas para cada uno de los volúmenes:

Agua destilada

	n_1	n_2	n_3	$n \pm Dn$
V= 1,2 ml				
V = 1,0 ml				
V = 0,8 ml				
V = 0,6 ml				
V = 0,4 ml				

Etanol

	n'_1	n'_2	n'_3	$n' \pm Dn'$
V= 1,2 ml				
V = 1,0 ml				
V = 0,8 ml				
V = 0,6 ml				
V = 0,4 ml				

e) Confeccionar la tabla siguiente y construir el gráfico $n = f(n')$

	$n \pm Dn$	$n' \pm Dn'$
V= 1,2 ml		
V = 1,0 ml		
V = 0,8 ml		
V = 0,6 ml		
V = 0,4 ml		

f) Determinar la pendiente del gráfico $n = f(n')$ con su error

g) Determinar γ_{etanol} con su error.

**PE10. Colegio N° 4-016 Ingeniero Antonio Marcelo Arboit.
Junín, Mendoza.**

Determinación del módulo de rigidez del cobre

Materiales

- Cable de cobre de radio conocido de longitud de 70 cm
- Calibre
- Cinta métrica
- Cronómetro
- Palito de madera tipo brochett
- Broche del tipo aprieta papel con ojal.
- Cinta adhesiva.
- Tijera
- Arandela de aproximadamente 10 g

Experimento

El módulo de rigidez (también llamado de corte, de cizalladura o de elasticidad transversal) es una constante de cada material elástico que caracteriza la deformación que sufre el material cuando se somete a un esfuerzo de corte, es decir aplicado en dirección tangente a la superficie sobre la que actúa. El principal objetivo de esta prueba es determinar experimentalmente el módulo de cizalladura del cobre a partir de medidas

del periodo de oscilación de un péndulo de torsión, formado por un hilo cilíndrico de cobre del que se suspende una arandela metálica.

Se demuestra que, para pequeñas deformaciones torsionales del hilo, el periodo de oscilación de un péndulo de torsión, T , viene dado por

$$T^2 = (8 \cdot \pi^2 \cdot I \cdot L) / (G \cdot R^4)$$

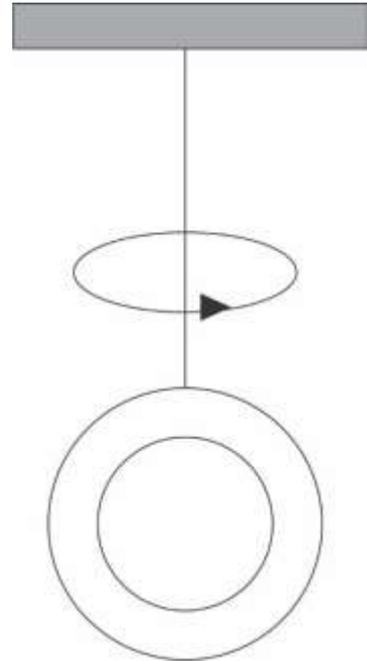
donde L es la longitud del hilo, R el radio de su sección, G el módulo de cizalladura del material del hilo e I el momento de inercia de la arandela respecto a un eje diametral.

Supuesto que el grosor de la arandela es pequeño comparado con sus radios, I viene dado por

$$I = 0,25 \cdot M \cdot (r_1^2 + r_2^2)$$

donde M es la masa de la arandela, y r_1 y r_2 son sus radios interior y exterior.

Fije sobre la mesa el metro de papel, con cinta adhesiva. Fije también 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. 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 .



Consignas

- Mida con el calibre los diámetros interior y exterior de la arandela, utilice la balanza para determinar masa de la arandela. Calcule su momento de inercia.
- Haga una estimación de la incertidumbre del momento de inercia.
- Mida el periodo T de las oscilaciones torsionales del péndulo. Repita el proceso para valores de L decrecientes, hasta unos 25 cm. Presente sus resultados en una tabla.
- Represente gráficamente en un papel milimetrado los puntos correspondientes a esta dependencia (se espera una dependencia lineal entre T^2 y L).
- Determine la pendiente, p , de la recta que mejor se ajusta a esos puntos.
- Deduzca el valor del módulo de cizalladura del cobre.

**PE11. Instituto Santa Catalina Labouré.
Clorinda, Formosa.**

Péndulo Simple. Determinación de la aceleración de la gravedad

Introducción

Se denomina péndulo simple o péndulo matemático a un punto material suspendido de un hilo inextensible y sin peso, que puede oscilar en torno a una posición de equilibrio. La distancia del punto pesado al punto de suspensión se denomina longitud del péndulo simple. Nótese que un péndulo simple no tiene existencia real, ya que los puntos materiales y los hilos sin masa son entes abstractos. En la práctica se considera un

péndulo simple un cuerpo de reducidas dimensiones suspendido de un hilo inextensible y de masa despreciable comparada con la del cuerpo.

El péndulo matemático describe un movimiento armónico simple en torno a su posición de equilibrio, y su periodo de oscilación alrededor de dicha posición está dado por la ecuación siguiente:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

donde L representa la longitud medida desde el punto de suspensión hasta la masa puntual y g es la aceleración de la gravedad en el lugar donde está instalado.

Objetivo

Determinar la aceleración de la gravedad a partir del periodo de un péndulo simple.

Materiales

- Péndulo simple.
- Cinta métrica o regla.
- Cronometro.

Procedimiento

- Separar el péndulo de la posición vertical un ángulo pequeño (menor de 10°) y dejarlo oscilar libremente, teniendo cuidado de verificar que la oscilación se produce en un plano vertical.
- Se pone en marcha el cronómetro y se cuentan N oscilaciones completas a partir de la máxima separación del equilibrio (se aconseja tomar a partir de $N = 20$, bien entendido que una oscilación completa dura el tiempo de ida y vuelta hasta la posición donde se tomó el origen de tiempos). El periodo del péndulo es igual al tiempo medido dividido por N .
- Se repite la medida anterior con distintas longitudes para el péndulo.

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 dicha medición.
- Realice un gráfico L vs T^2 .
- Determine el valor de g con su correspondiente incertidumbre.
- Presentar todo lo pedido en los puntos anteriores de forma escrita.

PE12. ET N° 28 República Francesa. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Determinar la aceleración de la gravedad

Un péndulo simple es un modelo idealizado que consiste en una masa puntual suspendida de un hilo sin masa e inextensible.

La trayectoria de la masa puntual no es una recta, sino el arco de un círculo de radio L igual a largo del hilo. Se produce un movimiento armónico simple (MAS) cuando el ángulo inicial (Θ) es pequeño (menores a 10°) y se dicha condición el periodo del péndulo está dato por:

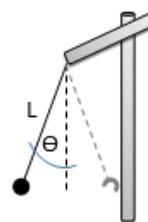


Figura 1, esquema de montaje de péndulo simple

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad \text{Ecuación 1}$$

Objetivo

Determinar la aceleración de la gravedad (g) mediante un péndulo simple.

Materiales

- Soporte universal, nuez y varilla
- 1 m de hilo fino de coser.
- Tapón de goma
- Regla de 1 m

Procedimientos

- Armar el dispositivo de la figura 1.
- Elegir un ángulo menor a 10° (este ángulo será el mismo para todas las mediciones)
- Medir la distancia L del largo del hilo (sugerencia 90 cm) y a continuación atar el tapón de goma
- Medir el tiempo de 10 oscilaciones y luego dividir el valor obtenido por 10 para determinar el periodo de la oscilación.
- Repetir el ítem anterior otras 2 veces (en total 3)
- Repetir los ítem 3, 4 y 5 para 6 longitudes de hilo distintas (se recomienda que las mismas sean equidistantes)
- Volcar las mediciones en una tabla de datos.
- A partir de las magnitudes medidas y de la ecuación 1, elija dos variables (x e y) de manera tal de obtener una relación lineal entre las mismas. Realice un gráfico de las variables elegidas.
- Haga un ajuste lineal de los puntos graficados, y determine la pendiente y la ordenada al origen

A partir de la ecuación 1 y de los valores obtenidos del ajuste lineal, determine la aceleración de la gravedad.

PE13. EET N° 1 Coronel Manuel Álvarez Prado. San Pedro, Jujuy.

Introducción teórica

Se denomina densidad d a la relación entre la masa m y el volumen V de un cuerpo. En el SI se expresa en kg/m^3 , pero es bastante frecuente expresarla en g/cm^3 :

$$d = m/V$$

En esta práctica van a determinar la densidad de una goma de borrar; la masa se medirá con una balanza y el volumen con una probeta. Además, a partir de la sensibilidad de los aparatos de medida utilizados, llevarán a cabo una estimación del error cometido en la medida de la masa y del volumen. Para estimar el error en la densidad tendremos en cuenta que al realizar una división (o una multiplicación), el número de cifras significativas del resultado no puede ser mayor que el número de cifras del dato que menos tenga.

Objetivos

- Determinar la densidad de un cuerpo.
- Expresar las medidas con el número de cifras adecuado.
- Estimar la calidad de una medida.

Materiales

- Probeta de 100 ml.
- Balanza.
- Tres gomas de borrar del mismo material pero de diferentes tamaños.



Trabajo a realizar en el laboratorio

Para determinar la densidad de las gomas de borrar procede como sigue:

- Coloca una goma sobre la balanza y observa la lectura que se obtiene:

¿En qué unidades mide?	¿Cuál es su sensibilidad?	su justificación

- Mide la masa de las tres gomas. Anota en la tabla siguiente las masas de cada goma e indica el número de cifras significativas con que expresas cada una de las medidas.

Goma grande	Número de cifras significativas	Goma mediana	Número de cifras significativas	Goma pequeña	Número de cifras significativas

- Como ya sabemos, siempre que hacemos una medida se comete un error. Vamos a considerar que en las medidas anteriores se comete como mínimo un error igual a la sensibilidad de la balanza. De acuerdo con esto calcula el error relativo e_r en cada una de las medidas anteriores. Recuerda que el error relativo se expresa normalmente sin cifras decimales.

e_r en la goma grande	e_r en la goma mediana	e_r en la goma pequeña

- De acuerdo con el resultado anterior, ¿cuál de las tres medidas tiene mayor exactitud? ¿Cuál tiene menor exactitud?

--

- A continuación usaremos una probeta con agua para medir el volumen de cada una de las gomas.

	V _{agua} sin la goma	V _{agua} con la goma	V de la goma
Grande			
Mediana			
Pequeña			

Análisis de los resultados obtenidos

Anota en la tabla siguiente los resultados finales obtenidos para la masa m y el volumen V de cada goma.

	m (g)	Número cifras significativas	V (cm ³)	Número cifras significativas
Grande				
Mediana				
Pequeña				

A partir de la definición de densidad, ($d = m/V$), calcula la densidad de cada goma. Expresa el resultado con el número de cifras adecuado, esto es, ten en cuenta que el resultado de una división no puede tener más cifras significativas que el dato que menos cifras tenga.

	m (g)	V (cm ³)	$d = m(g) / V$ (cm ³)	Justificación
Grande				
Mediana				
Pequeña				

En teoría, las tres gomas que has utilizado deberían presentar la misma densidad:

¿por qué?	¿por qué obtenemos resultados diferentes en la práctica?

De todos los valores que has obtenido para la densidad...

... ¿cuál podemos esperar que tenga mayor error?	Justificación

De acuerdo con todo lo anterior, ¿qué valor darías para la densidad de la goma? Justifica tu respuesta por medio de un informe que describa los objetivos del trabajo realizado en el laboratorio así como el análisis de los datos obtenidos.

PE14. Escuela Técnica ORT N° 2.

Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

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

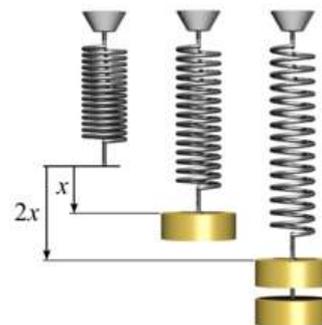
Cuando se aplica una fuerza a un objeto, este puede alargarse, comprimirse, flexionarse o torcerse. Las fuerzas internas entre los átomos del objeto se resisten a estos cambios. Dichas fuerzas se vuelven más grandes a medida que los átomos son desplazados más lejos con respecto a sus posiciones originales. 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.
- Confeccione una tabla con las magnitudes de masa, peso y alargamiento con sus respectivas incertezas asociadas.
- 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.

PE15. Instituto María Auxiliadora. Santa Rosa, La Pampa.

Propósito de la actividad

Realizar observaciones para determinar el punto de fusión y de solidificación de la naftalina.

Materiales

- Naftalina molida
- Vaso de precipitado
- Tubo de ensayo delgado
- Un mechero y su trípode
- Una malla metálica
- Pie con nuez
- Un termómetro

Desarrollo de la experiencia

- Llena, hasta la mitad aprox., el tubo de ensayo con la naftalina
- Coloca el termómetro en el tubo de manera que el bulbo quede en la parte media del tubo rodeado con el polvo de la naftalina.
- Coloca el tubo a "baño María" y comienza a calentar.
- Registra la variación de temperatura según intervalos de tiempo que determines (cada minuto, por ejemplo)
- Tabula en una tabla, como la que te muestro más abajo, los valores de temperatura.

Tiempo (en s o m)	0	1	2	...
Temperatura °C				...
				...
				...

- Vuelca los datos en un plano cartesiano Temperatura en función del tiempo y halla las ecuaciones de los tramos.

Análisis de la experiencia

- Observando el gráfico que realizaste, determina la temperatura de fusión de la naftalina y escribe su valor.
- ¿Es este valor dependiente de la masa de naftalina usada? Explicate
- Serviría este dispositivo para determinar el punto de fusión del plomo? ¿Por qué?
- ¿Que describe cada una de las partes del gráfico?
- ¿Qué harías para determinar la temperatura de solidificación de la naftalina?

PE16. Escuela Municipal Paula Albarracín de Sarmiento. Olivos, Buenos Aires.

Principio de Arquímedes

Un cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido sufre una fuerza externa denominada empuje, vertical y con sentido hacia arriba, igual al peso del fluido desplazado por dicho cuerpo. De tal forma:

$$E = \rho_{fl} \cdot V_{cs} \cdot g$$

donde "E" es la fuerza empuje, " $\rho_{fl} \cdot V_{cs}$ " es la masa del fluido desplazado representado respectivamente por la densidad del fluido (ρ_{fl}) y el volumen del cuerpo de la parte sumergida (V_{cs}) que es igual al volumen de fluido desplazado.

Para un cuerpo equilibrado sumergido en el fluido, la fuerza empuje es igual al peso de dicho cuerpo.

Objetivo

Determinar la densidad de un líquido.

Materiales

- Cuerpos de madera en forma de prisma con diferentes masas (y alturas).
- Recipiente con el líquido.
- Balanza.
- Regla.
- Lapicera.
- Paño para secar.

Desarrollo del experimento

Mida la masa del cuerpo y el volumen del cuerpo de la parte sumergida, de la manera más conveniente, para por lo menos cinco cuerpos diferentes.

Consignas

- Reporte las mediciones realizadas en una tabla.
- Realice el gráfico de la relación lineal entre ellas.
- Haga un ajuste lineal de los puntos graficados, y determine la pendiente y la ordenada al origen.
- A partir del Principio de Arquímedes, el equilibrio de fuerzas y los valores obtenidos en el ajuste, determine la densidad del líquido expresada en g/cm^3 .

**PE17. Instituto de Enseñanza San Jorge¹ - ET N° 3 Ing. Santiago Maradona¹
Colegio Hermano Hermas de Bruijn¹ - Escuela Big Ben School¹
Centro Educativo Bernardino Rivadavia² - ET N° 6 Cmte. Manuel Besares².
¹Santiago del Estero - ²La Banda, Santiago del Estero.**

Objetivo

Determinar el módulo de Young, E, de un material plástico.

Lista de Materiales

- Papel milimetrado
- Hilo piolín, cinta de papel
- 2 Reglas
- Vaso descartable
- Jeringas

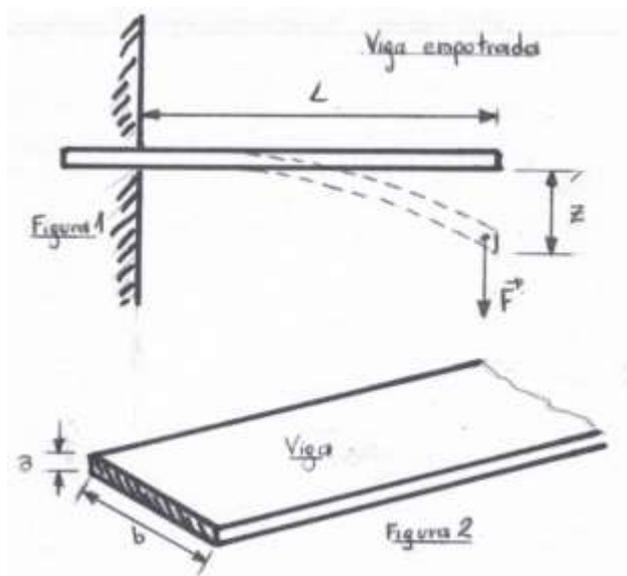
Descripción

“Una viga empotrada por uno sus extremos y en voladizo, experimenta esfuerzos que producen su flexión; esto es, la viga se arquea, se deforma. Si la viga soporta, además de su propio peso, una carga extra, la flexión que experimenta se incrementa. Los esfuerzos aplicados deforman la viga, según sea su geometría y el material que la compone, pero si son tales que las deformaciones son elásticas (límite elástico), entonces cuando cesan la viga retoma su forma original.

Supongamos una viga “sin peso” de sección rectangular y longitud L , empotrada, a la que se le aplica en el extremo libre una fuerza F (ver figuras 1 y 2). La viga se deforma, perdiendo su horizontalidad, y su extremo libre descende una cantidad z . Se puede demostrar que:

$$z = \frac{L^3}{3EI} F$$

con $I = \frac{ab^3}{12}$ donde “a” y “b” son las dimensiones de la sección de la viga y “E” es el módulo de Young correspondiente al material del cual está compuesta la viga.”¹



Procedimiento

- 1) Montar un dispositivo similar al de la imagen utilizando como viga una regla plástica de al menos 30 cm de longitud y un vaso descartable como recipiente donde agregar el agua (Fuerza).
- 2) Colocar un volumen determinado de agua en el vaso para someter la regla a una fuerza que provoque su deformación.
- 3) Registrar en una tabla los valores de masa de agua y la longitud z , que se desplazó el extremo libre de la regla al agregar agua.
- 4) Repetir el paso 2 y 3 agregando diferentes cantidades de agua hasta obtener al menos 10 mediciones de cada magnitud. Corroborar en cada medición que la regla haya vuelto a su posición inicial, es decir que no se haya deformado permanentemente.
- 5) Completar la tabla calculando la fuerza correspondiente a cada medición.
- 6) Trazar una gráfica de Fuerza en función de z (longitud de la deformación).
- 7) Aproximar los puntos graficados a una recta y calcular su pendiente para obtener el módulo de Young E . Informar 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 Longitud de deformación con sus correspondientes incertezas.
- c) Gráfico de Fuerza en función de la longitud de deformación z , empleando los datos de la tabla, seleccionando las unidades y escalas adecuadas. Ajuste de puntos a una recta.
- d) Determinación del valor del módulo de Young del plástico con el que está hecha la regla, con su correspondiente incerteza.

Nota: Todas las 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.

PE18. IPETAYM N° 65 Juan Antonio de Mena.
Vicuña Mackenna, Córdoba.

Determinación experimental del módulo de elasticidad o módulo de young (e) de un material

Objetivos

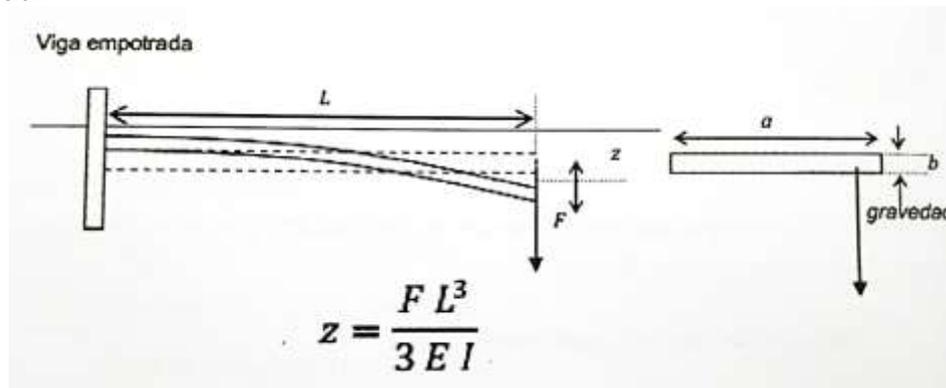
Encontrar experimentalmente el módulo de elasticidad o de Young (E), de una lámina plástica en forma sencilla.

Introducción

El científico Tomas Young, fue el primero en proponer su medición experimental, y básicamente expresa el comportamiento de cualquier material elástico, frente a esfuerzos de tracción o compresión. La importancia de saber el valor del módulo de Young o módulo de elasticidad de un determinado material, es conocer su límite elástico.

Se define como límite elástico al valor máximo de esfuerzo que soporta un material sin sufrir deformaciones permanentes, luego de superado este parámetro, todos los materiales sufren deformaciones plásticas y posteriormente roturas.

Entonces suponga que se quiere construir o reparar la estructura de un submarino, como el ARA San Juan y para ello siempre debemos conocer las características del material a utilizar, como así también las condiciones de esfuerzo a las cuales será sometido en las operaciones cotidianas de la nave, por eso resulta indispensable saber el módulo de elasticidad.



Teniendo en cuenta que I, se calcula con las dimensiones de la regla, a (largo total de la regla), b (espesor de la regla), L es la longitud de la regla desde donde esta empotrada hasta el lugar en el que fue aplicada la fuerza, puede o no coincidir con a.

$$I = \frac{a \cdot b^3}{12}$$

Materiales

- 2 Reglas pasticas de 30 cm.
- Cinta métrica.
- 5 trozos de hilo de 50 cm. cada uno.
- Cinta adhesiva.
- Probeta de 100 ml.
- Contrapesos para sujetar las reglas.
- 5 vasos plásticos de 300 ml.
- Marcador indeleble.
- Agua.

Procedimiento

- a) Montar en una mesa, un dispositivo como el de la figura, colocando ambas reglas, una al lado de la otra, separadas por un centímetro entre ellas. Las dos reglas deben quedar al mismo nivel (importante).
- b) Pegar un trozo de hilo a ambos lados de la boca del vaso de 300 ml, con cinta adhesiva, de tal manera que los vasos puedan ser colgados sobre la viga (en este caso regla). Rotularlos del 1 al 5. Repetir esta acción cinco veces.
- c) Medir los siguientes volúmenes de agua con la probeta y colocarlos según la siguiente tabla:

Vaso #	Volumen de agua [ml.]
1	50
2	100
3	150
4	200
5	250

- d) Colgar el vaso 1, en el extremo libre de la regla y medir la longitud z con respecto a la regla libre. Repetir este procedimiento para todos los vasos. ($\delta_{\text{agua}}=1 \text{ kg/l}$)

Resultados

- 1- Armado del equipo experimental.
- 2- Completar la siguiente tabla con los datos obtenidos experimentalmente:

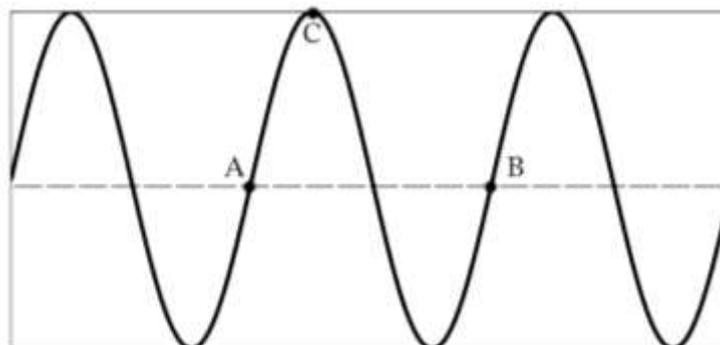
Vaso #	Masa [kg.]	Fuerza aplicada [N]	Longitud de esfuerzo [m]
1			
2			
3			
4			
5			

- 3- Traza en un papel milimetrado un gráfico de Fuerza aplicada (F) (eje y) versus longitud de esfuerzo (z) (eje x).
- 4- Realice un ajuste lineal de la gráfica y encuentre el valor de la pendiente.
- 5- Determine el valor del módulo de Young (E) con su correspondiente incerteza, indicando sus unidades de medida. Reflexione sobre lo hecho durante la experiencia, mencionando los errores cometidos y sus posibles correcciones.

PE19. Escuela Técnica N° 9 Ing. Luis A. Huergo. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Un Arco Iris Sonoro

Investigación de la velocidad del sonido por resonancia a distintas frecuencias, en tubos abiertos, o cerrados en un extremo.



La figura es la representación de una onda, donde la separación de C respecto del eje es la amplitud, relacionada con la intensidad, y el segmento AB, entre dos puntos contiguos que tienen la misma fase, es una longitud de onda.

En A y B, donde la onda cruza el eje, y la amplitud es nula, se dice que hay nodos; en C, donde la amplitud es máxima, se tiene un anti-nodo. La frecuencia, cuya unidad es Hertz (Hz), es la cantidad de ciclos por segundo, o la cantidad de longitudes de onda de propagación cada segundo. La velocidad de la onda es, según lo anterior:

$$v = \lambda f$$

v : velocidad

λ : longitud de onda

f : frecuencia

El sonido es una perturbación de presión en el medio elástico por el que se propaga. La energía de la onda sonora varía entre energías potencial de compresión elástica y cinética por la velocidad de las partículas del medio.

Una onda sonora estacionaria es aquella que oscila en el tiempo pero cuyo perfil de presiones no cambia para ciertas posiciones. En un tubo cerrado en un extremo, las ondas sonoras se propagan en ambos sentidos, desde el parlante hacia el fondo, y se reflejan en el fondo hacia el parlante. Por la geometría del tubo, las ondas en ambos sentidos de propagación interfieren de forma constructiva. Existe resonancia si la longitud de onda está en determinada relación con la velocidad de propagación y las características geométricas del medio, que en esta experiencia son la longitud del tubo por el que se propaga y, en menor medida, su diámetro. La longitud resonante no es la del tubo exacta; puede observarse resonancia sin estar el parlante en contacto con el borde del tubo, sino a cierta distancia.

Se usa parlante y generador de ondas para crear resonancia. Se varían las condiciones de la experiencia -frecuencia del sonido y características geométricas del tubo-. Se estudia la relación entre longitud y frecuencia para obtener la velocidad del sonido. La longitud de onda λ -lambda- se determina con la longitud del tubo, y la frecuencia con el generador.

Un tubo que resuena, abierto en un extremo y cerrado en el otro, tendrá un nodo en el extremo cerrado y un anti-nodo en el abierto. Un nodo representa un punto en el que la velocidad del aire es mínima, y el anti-nodo representa el punto donde la velocidad del aire es máxima. Es máxima en el extremo abierto porque en él se genera el sonido, es mínima en la cara cerrada, porque es una parte inmóvil del tubo, y las partículas en el límite con él tienen velocidad nula. Los gráficos representan la velocidad promedio de las partículas en cada posición del tubo; puede efectuarse un gráfico similar de presiones en función de la posición. El desplazamiento de las partículas y la presión del aire son dos variables que oscilan.

Al existir resonancia, por interferencia constructiva, el sonido se hace intenso, y se atenúa en otro caso. El aire húmedo, la temperatura, y la presión, son factores que pueden influir en la velocidad del sonido.

Para tubos cerrados son posibles los armónicos $\lambda = \frac{4L}{2n-1}$ con $n = 1, 2, 3, 4, \dots$

Considerando la corrección de longitud del tubo, la longitud efectiva de resonancia puede ser: $L_{ef} = L + 0,4 D$

Para tubos abiertos son posibles los armónicos $\lambda = \frac{2L}{n}$ con $n = 1, 2, 3, 4, \dots$

O considerando la corrección de longitud del tubo, por el ajuste hecho en dos extremos, sería $L_{ef} = L + 0,8 D$

y la fórmula para calcular longitud de onda queda $\lambda = \frac{2(L+0,8D)}{n}$ para los mismo valores de n

Posibles pasos de la experiencia para un tubo con un extremo cerrado

- 1- Para una longitud del tubo inicial nula, elegir una frecuencia a emitir por el parlante.
- 2- Alargar la longitud de aire en el interior del tubo, y manteniendo la misma frecuencia en el parlante, registrar con la mayor exactitud, cada longitud del tubo en resonancia.
- 3- Determinar la conveniencia de ajustar la longitud según el diámetro D del tubo.
- 4- Calcular la velocidad del sonido; puede ser calculando la distancia entre nodos, o considerando la relación entre λ y la longitud del tubo. Se puede evaluar la aplicación de la corrección por longitud efectiva.
- 5- Repetir lo anterior con otra/s frecuencia/s.

- 6- Obtener el valor mas exacto posible de la velocidad del sonido explicando el método elegido.
- 7- Entre tres resonancias, se pueden medir dos medias longitudes de onda, promediar, y calcular la velocidad con tal valor de $\frac{1}{2} \lambda$. En caso de haber sido aplicado este método en el punto 6, buscar otro alternativo.
- 8- Explicar el mejor método, a su consideración, para determinar el valor de la velocidad del sonido, con las varias velocidades obtenidas por resonancia.

La velocidad de propagación del sonido en el aire se puede obtener, teniendo la temperatura en °C, con la fórmula

$$v = 331,4 \text{ m/s} + 0,6 T_c$$

Para distintos gases o para aire, una aproximación mejor puede obtenerse con la siguiente fórmula, originada en la teoría y probada empíricamente

$$v = \sqrt{\frac{\gamma R T}{M}}$$

γ : constante adiabática

R: constante universal de los gases

M: masa molar del gas

T: temperatura en Kelvin

Para el aire,

$$\gamma = 1,4$$

$$R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$M = 28,97 \text{ g mol}^{-1} \text{ -aire seco-}$$

- 9- Comparar la velocidad obtenida de forma experimental con la calculada.

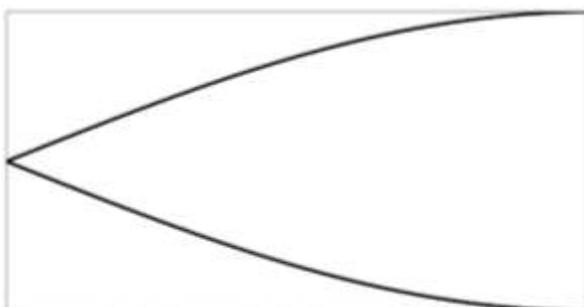
Tubo resonante con extremos abiertos

En resonancia tendrá un anti-nodo en cada extremo, y al menos un nodo interior. El número de nodos se relaciona con la longitud de onda y el numero de armónico. El primer armónico -fundamental-, tiene un nodo, el segundo armónico dos, etc.

- 10- Obtener resonancia para distintas frecuencias en varios tubos abiertos en ambos extremos de longitud fija.
- 11- Calcular la frecuencia de resonancia, para tubos cerrados en un extremo, de la misma longitud que el tubo abierto, y comparar frecuencias y longitud.
- 12- Calcular la velocidad del sonido con tubos abiertos.

Desplazamiento promedio de las partículas, en un tubo cerrado en un extremo, con una onda en resonancia

1er. armónico o frecuencia fundamental $L = 1/4 \lambda$

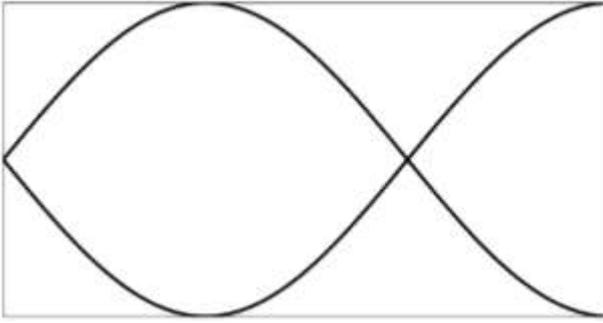


1er. armónico o frecuencia fundamental

$$L = 1/4 \lambda$$

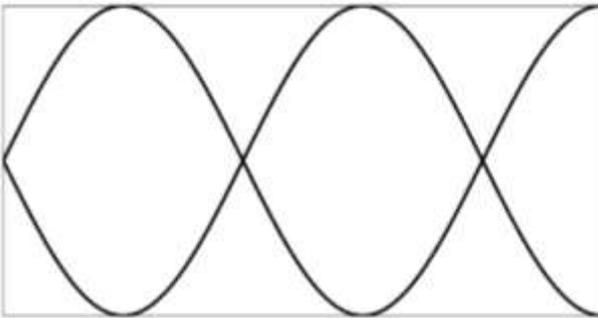
$$f = f_1$$

3er. armónico $L = 3/4 \lambda$



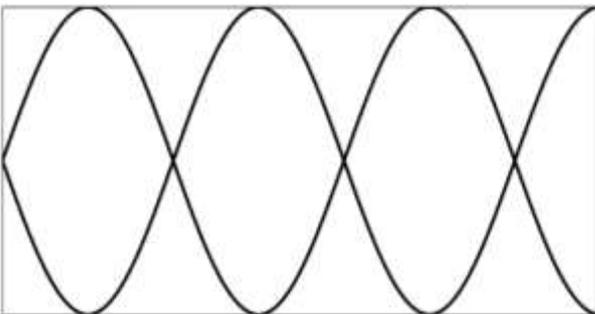
3er. Armónico
 $L = 3/4 \lambda$
 $f = 3 \cdot f_1$

5to. armónico $L = 5/4 \lambda$



5to. armónico
 $L = 5/4 \lambda$
 $f = 5 \cdot f_1$

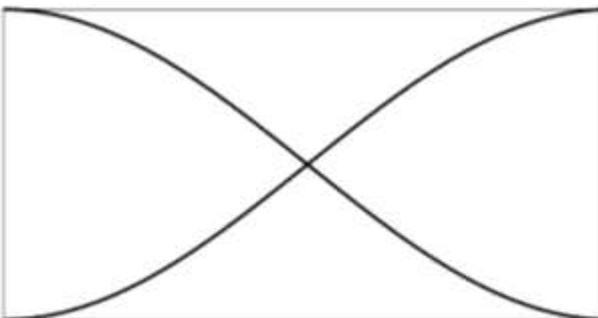
7mo. armónico $L = 7/4 \lambda$



7mo. armónico
 $L = 7/4 \lambda$
 $f = 7 \cdot f_1$

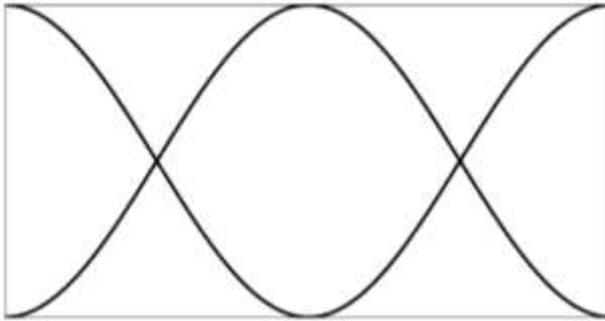
Desplazamiento promedio de las partículas en un tubo abierto en resonancia

1er. armónico o frecuencia fundamental $L = 1/2 \lambda$



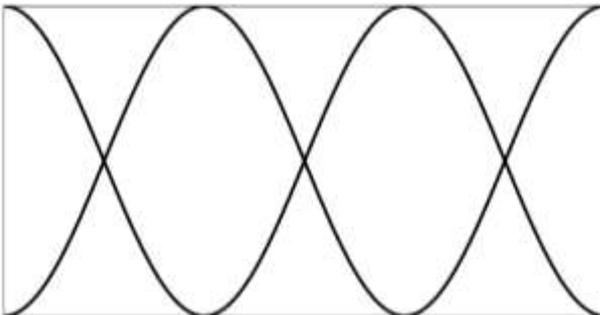
1er. armónico o frecuencia fundamental
 $L = 1/2 \lambda$
 $f = f_1$

2do. armónico $L = 1 \lambda$



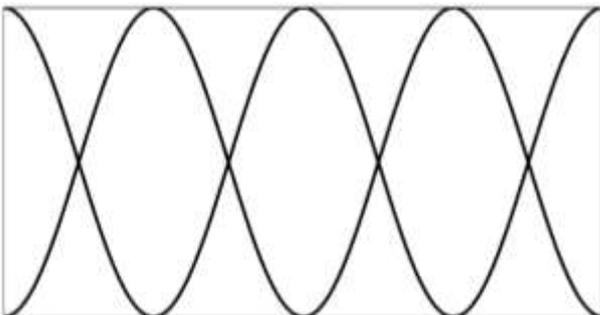
2do. armónico
 $L = 1 \lambda$
 $f = 2 \cdot f_1$

3er. armónico $L = 1,5 \lambda$



3er. armónico
 $L = 1,5 \lambda$
 $f = 3 \cdot f_1$

4to. armónico $L = 2 \lambda$



4to. armónico
 $L = 2 \lambda$
 $f = 4 \cdot f_1$

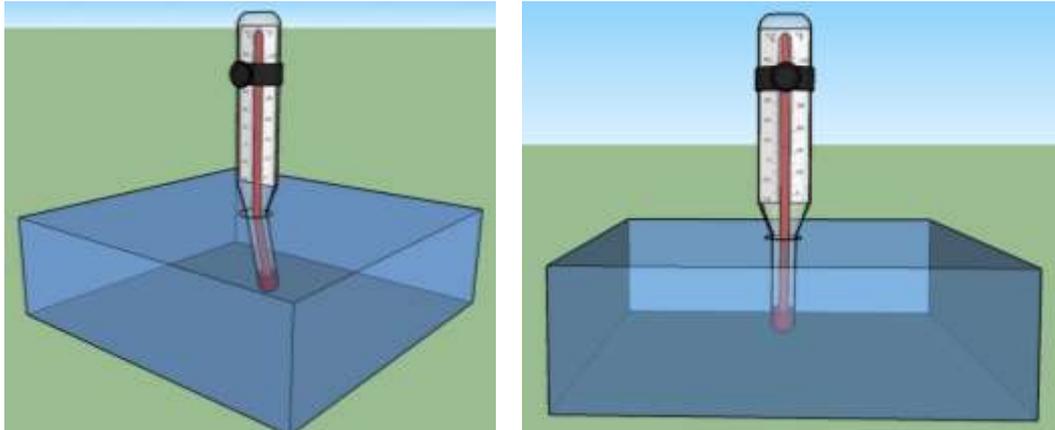
PE20. UEGP N° 55 Don Orión.
Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco.

Determinación del coeficiente de conducción térmica del vidrio

La conductividad térmica es una propiedad física de los materiales que mide la capacidad de conducción de calor. En otras palabras, la conductividad térmica es también la capacidad de una sustancia de transferir la energía cinética de sus moléculas a otras adyacentes o a sustancias con las que está en contacto. En el Sistema Internacional de Unidades la conductividad térmica se mide en $W/(m \cdot K)$ (equivalente a $J/(m \cdot s \cdot K)$ o en unidades de $cal/(s \cdot cm \cdot ^\circ C)$)

La determinación de la constante de conductividad térmica de materiales depende de la medición del flujo de calor que pasa a través de la muestra, de la diferencia de temperatura entre las dos caras y del espesor de la placa. En este experimento la cantidad de calor que pasa a través del recipiente de vidrio se determina a partir del flujo de calor que logra pasar al interior del recipiente y llegar al centro del mismo por unidad de tiempo.

En la figura se muestra una imagen del recipiente a utilizar para tomar las temperaturas que va tomando el agua en función del tiempo.



La ecuación que representa el flujo de calor por unidad de tiempo a través de la placa está dada por:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{K \cdot A \cdot \Delta T}{e}$$

$$\text{en unidades de: } \left[\frac{\text{cal}}{\text{s}} = \frac{\frac{\text{cal}}{\text{s} \cdot \text{cm} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot \text{cm}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{cm}} \right]$$

Donde ΔQ es la cantidad de calor, k coeficiente de conducción térmica del material, A y e son el área y espesor respectivamente, ΔT variación de temperatura, y Δt el tiempo.

Por lo que la constante de conductividad térmica, K , queda representada como:

$$k = \frac{e \cdot \Delta Q}{A \cdot \Delta T} \quad \text{en unidades de: } \left[\frac{\text{cm} \cdot \frac{\text{cal}}{\text{s}}}{\text{cm}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \right]$$

Excepto $\Delta Q/\Delta t$ que se determina indirectamente a través de la masa de agua, su calor específico y la diferencia de temperaturas, por unidad de tiempo; cada uno de los parámetros de la ecuación se pueden medir directamente: el espesor de la placa e , la diferencia de temperatura entre las dos caras de la placa, $\Delta T = T_i - T_f$, y el área del recipiente A .

Objetivo

Determinar el coeficiente de conducción térmica del vidrio

Materiales

- Recipientes de vidrio.
- Termómetro.
- Termómetro de ambiente
- Cronómetro.
- Regla.
- Calibre.
- Recipiente graduado.
- Agua a baja temperatura.
- Calculadora.

Procedimiento

- 1) Con una regla mida todas las caras del recipiente, a manera de obtener el área en contacto con el agua.
- 2) Utilice un calibre y mida el espesor del vidrio.
- 3) Coloque agua hasta llenar el recipiente; luego pase el agua a un recipiente graduado; para poder medir el volumen del mismo y obtener la masa a partir de la densidad del agua.

$$\rho = 1g/cm^3$$

- 4) Luego coloque agua a baja temperatura hasta llenar el recipiente.
- 5) Mida la temperatura a la que se encuentra el agua en ese instante y tape el recipiente.
- 6) Controle la hora en la que realiza la primera medición y accione el cronómetro.
- 7) Controle la Temperatura ambiente en ese momento.
- 8) Registre en una tabla la Temperatura del agua cada 5 minutos.
- 9) Con los datos de temperatura y el tiempo valla determinando el flujo de calor, considerando que el valor de Calor especifico del agua $Ce = \frac{1cal}{g.^{\circ}C}$.

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{m.Ce.\Delta T}{\Delta t}$$

- 10) Luego de obtener el flujo de calor por unidad de tiempo, determine k del vidrio, mediante la ecuación:

$$k = \frac{e.\frac{\Delta Q}{\Delta t}}{A.\Delta T}$$

- 11) Observe Todos los valores de temperatura obtenidos a medida que se acercaba al equilibrio térmico; analice los mismos junto con el valor de k y luego compárelo con el de la tabla de coeficientes del vidrio. No olvide que se debe tener en cuenta que k del agua = $0,0014 \frac{cal}{s.cm.^{\circ}C}$ al momento de analizar sus conclusiones.

PE21. Escuela Politécnica N° 701 Francisco Gilardoni. Esquel, Chubut.

Determinación de la constante elástica de un resorte

El módulo de la fuerza aplicada por un resorte es proporcional al cambio de longitud del mismo, es decir

$$F=k.\Delta l$$

Donde k es la constante elástica del resorte, y Δl es la diferencia entre la longitud inicial y la longitud final del resorte $l-l_0$.

Elementos

- Resorte
- Regla
- Soporte
- Pesas y porta pesas

Procedimiento

- Cargar el resorte con distintos pesos P_i y medir las longitudes correspondientes. Realizar varias mediciones de este tipo.
- Graficar los valores obtenidos en un sistema de ejes cartesianos.

- Ajustar los puntos graficados con una recta. Determinar la pendiente y la ordenada de la recta de ajuste.
- Trazar en el gráfico la recta de ajuste.
- A partir de los parámetros de la recta de ajuste, determinar el valor de la constante elástica del resorte con su correspondiente error.

**PE22. Colegio Crucero General Belgrano.
General Campos, 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 entrada 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 métrica
- una balanza
- un recipiente con agua

- armar un plano inclinado con angulo de 30°
- dejar caer cada uno de cuerpos en seco y húmedo
- tomar los tiempos de caída de cada uno

- Con estos datos y todos los que sean necesario determinar el coeficiente de rozamiento en cada uno de los casos.
- Velocidad con la que llega al final del plano inclinado
- Potencia con la que llega
- Energia cinetica
- Que considera mejor para realizar la reforma en la entrada

**PE23. Instituto Politécnico Superior General San Martín.
Rosario, Santa Fe.**

Magneto puede volar

Los imanes son una parte esencial de nuestras vidas; almacenan información, nos acercan los teléfonos de un delivery desde la heladera, etc. Cómo interactúan los imanes entre sí, depende de muchos factores como la geometría del mismo y el proceso de construcción. Sin embargo, nos resulta fácil saber que al acercar dos imanes, o se atraen o se repelen, según como los ubique. Nuestro trabajo ahora será estudiar exactamente esa relación.

En términos generales, se espera que, si no se cambia la geometría, lo cual incluye que no haya rotaciones entre ellos, el comportamiento estará descripto por una ley del tipo

$$F_{mag}(r) = \beta \frac{1}{r^{\chi}}$$

Donde r es la distancia y χ un exponente que depende de la geometría (para dos dipolos magnéticos por ejemplo, $\chi = 4$). Para este experimento se propone utilizar $\chi = \frac{1}{2}$.

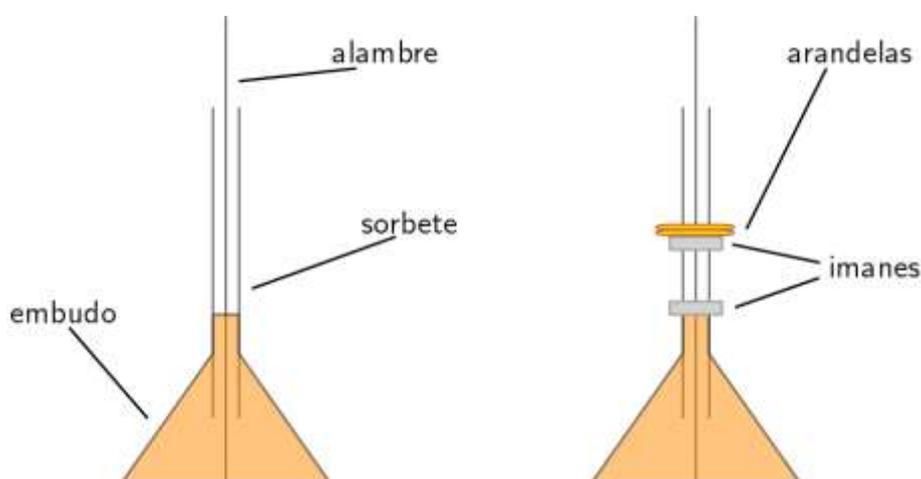
Otro problema de los imanes es que, por el principio de funcionamiento de las balanzas electrónicas, medir su masa en las mismas puede generar dificultades; quitándonos información relevante para resolver nuestros problemas.

Objetivos

- Estudiar la interacción entre dos imanes.
- Calcular la masa del imán.

Materiales

- 2 imanes toroidales
- Regla
- Soporte vertical
- Arandelas
- Balanza
- Dinamómetro



Consigna

- Monta el dispositivo en sintonía con la imagen.
- Prepara las arandelas que se usarán como peso.
- Realiza una tabla con tres columnas: cantidad de arandelas (n), masa de las arandelas (m_n) y distancia entre los imanes (r_n).
- Grafica la masa de las arandelas en función de la distancia entre imanes.
- Realiza una tabla de m_n en función de $1/\sqrt{r_n}$.
- Grafica los datos de la tabla anterior y ajusta los datos.
- Encuentra la expresión analítica para obtener la masa del imán a partir del ajuste realizado. *Ayuda:* te puede ser de utilidad hacer el diagrama de cuerpo libre y recordar que $F_{mag}(r) = \beta \frac{1}{\sqrt{r}}$.
- Mida la masa del imán y compara con la expresión obtenida de la gráfica.

**PE24. Instituto Jesús María.
Ciudad de Córdoba.**

Y dale con la pelotita...

Como usted habrá observado en una colisión, todos los cuerpos sufren una pequeña deformación y por tanto liberan energía en forma de calor. La facilidad con que un cuerpo recobra su forma original después de un choque, es la medida de su elasticidad. Se debe

tener en cuenta que tanto la cantidad de movimiento como la energía se conservan en los choques. En el caso de un cuerpo duro, es posible considerar que su energía cinética prácticamente se conserva. Cuando se trata de cuerpos suaves o que puedan rebotar más lentamente, registra una pérdida de su energía cinética.

Si la energía cinética se conserva después del choque, se dice que este ha sido perfectamente elástico. Si los cuerpos que chocan entre sí, permanecen juntos luego del mismo, se dice que es perfectamente inelástico. La mayor parte de los choques varían entre estos dos extremos.

Una forma de medir la elasticidad de un choque, es relacionando las velocidades relativas de los cuerpos antes y después del mismo.

La pérdida de energía cinética se puede representar por e , la fracción entre la velocidad relativa final de ambos cuerpos y la velocidad relativa inicial, o sea :

$$(v_{1f} - v_{2f}) = -e \cdot (v_{1i} - v_{2i}) \quad (1)$$

Por lo que, despejando : $e = -(v_{1f} - v_{2f}) \times (v_{1i} - v_{2i})^{-1} \quad (2)$

Donde: v_{1i} ; v_{1f} , son las velocidades de la pelota antes del choque y después del choque.

v_{2i} ; v_{2f} , son las velocidades de la superficie (tierra) antes y después del choque.

Como $v_{2i} = v_{2f} = 0$, reemplazando en (2), se tiene

$$e = -v_{1f} / v_{1i} \quad (3)$$

Para choques perfectamente elásticos, $e = 1$

Para choques perfectamente inelásticos, $e = 0$

Aplicando las ecuaciones del movimiento uniformemente variado, y suponiendo nulo el rozamiento, se obtiene

$$v_f^2 = v_o^2 \pm 2.g.h$$

Donde si $v_o = 0$, queda $v_f = - (2.g.h_0)^{1/2} \quad (5)$

Si a esa velocidad final de caída la denominamos v_{1i} , es decir, la velocidad del cuerpo inmediatamente antes de chocar con la superficie desde una altura h_0 , se obtiene

$$v_{1i} = - (2.g.h_0)^{1/2} \quad (6)$$

Igualmente se obtiene $v_{1f} = (2.g.h_1)^{1/2} \quad (7)$, al tratarse de la velocidad con que el cuerpo comienza a ascender luego de chocar con la superficie, en sentido contrario a v_{1i} .

Reemplazando en el coeficiente de restitución, se tiene

$$e = (2.g.h_1)^{1/2} \times (2.g.h_0)^{-1/2}$$

Simplificando $e = (h_1/h_0)^{1/2} \quad (8)$

Si se deseara obtener la altura de un segundo rebote, se tendría $h_2 = e^2 \cdot h_1 \quad (9)$

Y así sucesivamente.

Objetivo

Determinar el Coeficiente de Restitución (e) de una pelota de ping-pong. (Fórmula también conocida como relación HUYGENS-NEWTON).

Elementos

Pelotita de ping-pong – Cinta métrica

Requerimientos

Sólo podrá utilizar los elementos provistos, papel, lapicera, calculadora.

Al finalizar el trabajo, deberá presentar un informe que incluya los siguientes puntos:

- Esquema del dispositivo experimental montado.

- Diagramas de cuerpo libre en distintas posiciones de la pelotita; antes de tocar la superficie, en el instante que la toca y mientras asciende.
- Descripción y fundamentación del procedimiento utilizado.
- Cuadros de valores de las mediciones realizadas, al menos 5 series con distintas alturas iniciales.
- Determine el coeficiente de restitución para cada altura inicial, con su error.
- Determine el coeficiente de restitución medio, con su error.
- Grafique h_1 (X) h_0
- Determine la pendiente de gráfica y explique qué representa.
- A partir de dicha pendiente, obtenga el valor de e , con su error.
- Analice las fuentes de error y diga qué modificaciones haría para disminuirlas
- A partir de los datos de la primera altura inicial, calcular el número de rebotes hasta que la pelotita sólo ascienda 1 cm.

RECUERDE: si rompe la pelotita terminó su experimental.....

**PE25. Escuela Técnica Alfredo Carlos Passera.
Mocoretá, Corrientes.**

Aplicación ley de ohm

Los conocimientos de la Ley de Ohm se llevaran a la práctica y se observara cómo la Ley se cumple perfectamente, siempre que las conexiones y mediciones sean hechas correctamente.

Se realizaran mediciones de voltajes, resistencias y corrientes eléctricas y a establecer relaciones entre estos valores en base al tipo de conexión con la que se esté trabajando, que puede ser en serie, paralelo y serie paralelo.

Objetivo

Comprobar, que la corriente es la misma en cualquier elemento conectado en serie, como así también lograr el armado de diferentes tipos de circuitos y comprobar dichas mediciones tanto teóricas como experimentales.

Elementos

- Resistencia de diferentes valores
- Alambre #24
- Tester análogos o digitales
- Fuente de voltaje

Circuito

Cuando un grupo de resistencias se conecta, figura 1, por todas ellas fluye la misma corriente.

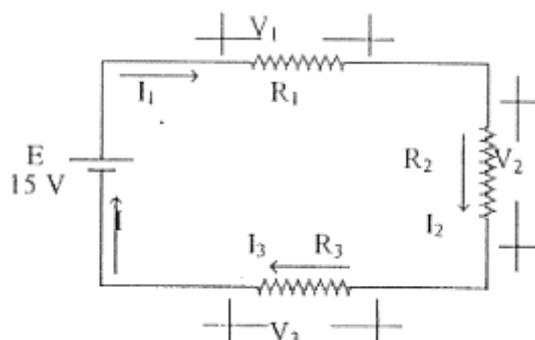


Figura 1

Procedimiento

1. Alambrar el circuito de la figura.
2. Tomar lecturas de voltaje y resistencia, anotándolas en la tabla.
3. Explicar el proceso por el cual fue resuelto.
4. Calcular teóricamente el voltaje y la corriente en cada elemento del circuito.
5. ¿Cómo son entre si los valores de la corriente en los diferentes elementos de un circuito en serie?
6. ¿Cómo se calcula la caída de potencial en una resistencia de forma teórica y experimental?

Datos	R1	R2	R3	Re	V1	V2	V3	E	I1	I2	I3	I
Teóricos	5600	1500	470									
Experimentales												

Procedimiento

1. Alambrar el circuito de la figura.
2. Tomar lecturas de voltaje y resistencia, anotándolas en la tabla.
3. Calcular el voltaje y la corriente en cada elemento del circuito.

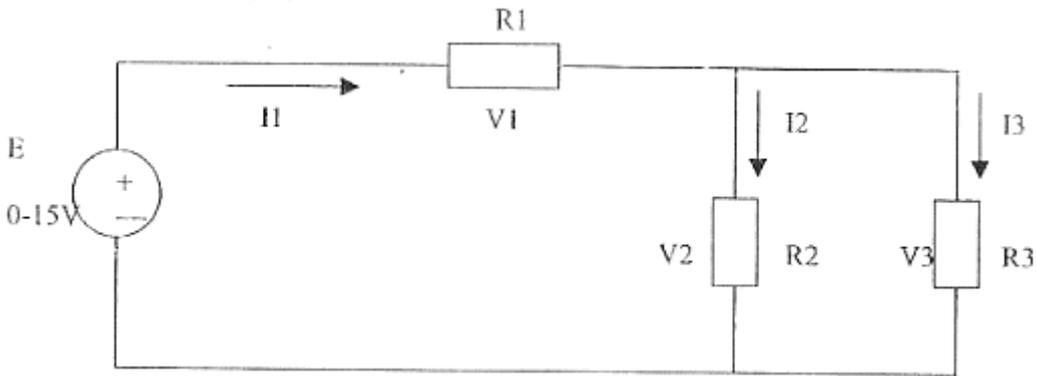


Figura 4

Datos	R1	R2	R3	Re	V1	V2	V3	E	I1	I2	I3	I
Teóricos	5600	1500	470									
Experimentales												

**PE26. Colegio Inmaculada Concepción.
Frías, Santiago del Estero.**

Objetivo

Determinar el volumen de un cilindro hueco mediante medidas directas e indirectas. Comparar los resultados.

En toda medición intervienen: La magnitud física que se quiere medir, el instrumento con el que se mide el método de medición y el experimentador.

La experiencia nos demuestra que cuando se repite una medición se pueden obtener distintos valores aunque no exista ninguna equivocación por parte del experimentador. La variación en los resultados de cada medición pone de manifiesto la incerteza en la

determinación del resultado de la medición. Las incertezas pueden deberse tanto al instrumento o a los procesos de medición como al experimentador. También pueden aparecer fluctuaciones cuando la magnitud a medir no es exactamente estable o no está perfectamente determinada. Suponiendo que la magnitud a medir está perfectamente determinada y no varía durante el proceso de medición, las incertezas se deberán en general tanto al instrumento de medición como al experimentador.

Pasos a seguir

Se calculará el volumen de un cilindro hueco utilizando diversos instrumentos de medida indirecta y directa.

1) Con regla (medición indirecta)

- a) Medir 6 veces la altura, los diámetros externos y diámetros internos del cilindro.

	altura	d inter	d exter
1			
2			
3			
4			
5			
6			

- a) Determinar el valor de la h y los d (externos e internos) con sus respectivos errores.

$$h \pm \Delta h = \quad d_{\text{ext}} \pm \Delta d_{\text{ext}} = \quad d_{\text{int}} \pm \Delta d_{\text{int}} =$$

- b) Determinar el valor representativo del volumen del cilindro V con su error.

$$V = \pi \cdot h \cdot (d_{\text{ext}}^2 - d_{\text{int}}^2) / 4$$

2) Cálculo del volumen con probeta graduada (medición directa de volumen)

- a) Se llena una probeta graduada hasta un cierto nivel X₁; luego se introduce el cilindro y se lee el nuevo nivel alcanzado X₂.

	X ₁	X ₂
1		
2		
3		
4		
5		
6		

- b) Determinar el valor de X₁ y los X₂ con sus respectivos errores.

$$X_1 = X_1 \pm \Delta X_1 = \quad X_2 = X_2 \pm \Delta X_2 =$$

- c) Determinar el valor representativo del volumen del cilindro V con su error.

El volumen queda determinado por la diferencia de esas dos lecturas (volumen del líquido desplazado). $V = X_2 - X_1 =$

Determinar $V \pm \Delta V =$

3) Teniendo en cuenta los resultados obtenidos elabora una conclusión.

Objetivo

Determinar la aceleración de la gravedad utilizando la cinemática bidimensional

Breve descripción

Analizaremos el movimiento de un proyectil (esfera) lanzado desde la mesada del laboratorio. Este tipo de movimiento se analiza partiendo de dos suposiciones: 1) La aceleración de caída libre (g) es constante y dirigida hacia abajo. 2) Los efectos de fricción con el fluido (aire) son despreciables. Con estas suposiciones se tiene que la trayectoria que sigue el cuerpo es de tipo parabólica, como muestra la figura 1:

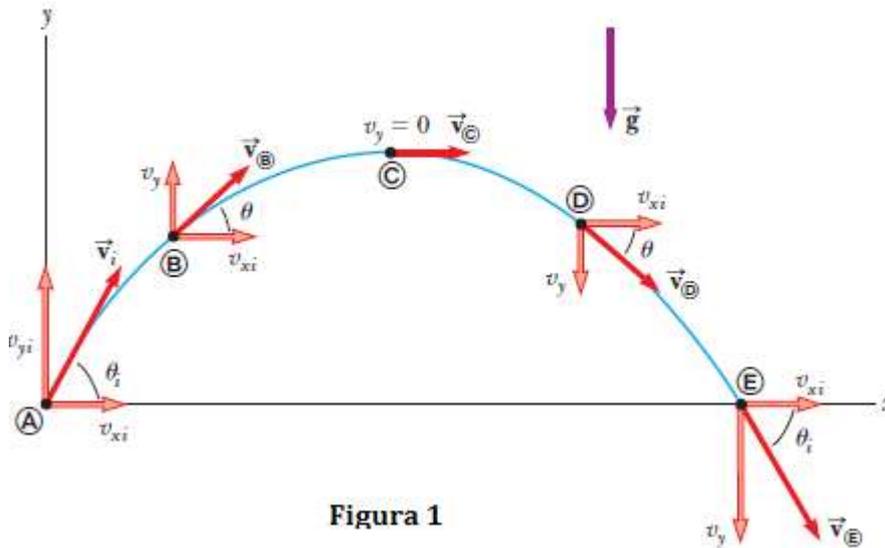


Figura 1

En estas condiciones, las ecuaciones de movimiento según los ejes de referencia serán:

$$y = y_i + v_{yi} \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2 \quad (1)$$

$$x = x_i + v_x \cdot t \quad (2)$$

Llamemos (h) a la altura inicial y consideremos: $x_i = 0$; $y_f = 0$. De modo que:

$$g = \frac{2h}{\Delta t^2}$$

Montaje Experimental

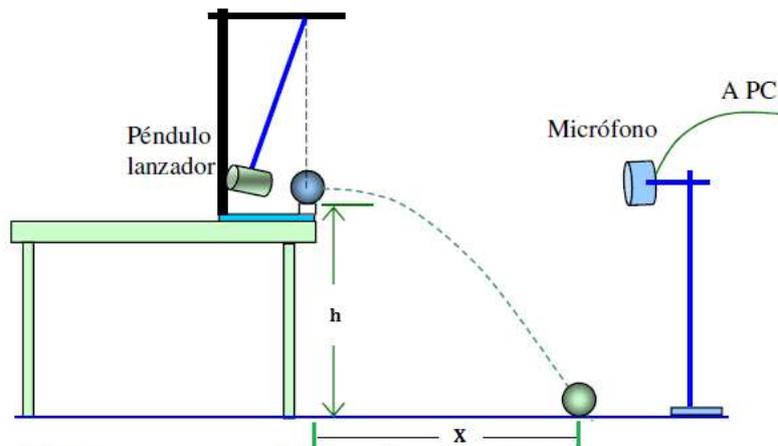


Figura 2 Esquema experimental para medir el tiempo de caída de una esfera metálica.

Elementos necesarios

- Soporte universal

- Péndulo físico
- Una esfera metálica o similar
- cinta métrica
- PC con programa audacity o similar
- hojas de papel A4 con carbónico

Desarrollo del experimento

Arme el péndulo sobre el soporte y asegúrese de que este golpeará a la esfera, este péndulo servirá de lanzador para la esfera (**IMPORTANTE:** mantenga el mismo ángulo de salida del péndulo), cuyo movimiento analizaremos. Para registrar los tiempos utilizaremos el programa audacity que analizará la señal de sonido proveniente del impacto del péndulo con la esfera (salida) y el impacto de la esfera con el piso (llegada). Debe colocar la cinta métrica en el piso de manera que pueda registrar el alcance de la esfera, para ello coloque junto a ella las hojas de papel con carbónico, que serán las encargadas de dejar la huella del golpe de la esfera en el piso.

Consignas

- Mida el tiempo de caída de la esfera (5 a 10 mediciones). Registre los alcances para cada caso.
- Determine la velocidad de salida de la esfera y la altura inicial del movimiento (h)
- Con los datos anteriores (promedios) construya la gráfica Y(x) para el movimiento de la esfera.
- Determine el valor de la aceleración de la gravedad.

PE28. EPET N° 3.

Pirané, Formosa.

Determinación del valor de g en la ciudad de Pirané 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:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

que relaciona al período T con la longitud l del péndulo.

Objetivos

Determinar el valor de g en la ciudad de Pirané

Lista de materiales

- Soporte
- Esfera de madera o metal
- Cronómetro
- Transportador
- Cinta métrica

Procedimiento

- 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)
- c) Complete la siguiente tabla:

l(cm)	t(s)	T(s)= t/n*	Tprom. (s)	(Tprom) ² (s ²)

n*=numero de oscilaciones =10
d- Calcule el valor de g.

Requerimientos

Al finalizar la experiencia deberá entregar un informe escrito con letra clara, que conste de:

- Planteo del problema
- Valores obtenidos en las mediciones, tablas, gráficos.
- Fuentes de error y análisis de cómo influyen en el resultado final.
- Resultado experimental de lo solicitado.
- Conclusiones.
- Comentarios que desee realizar referidos a la realización de la experiencia.

**PE29. Escuela Tomás Godoy Cruz¹ - Departamento de Aplicación Docente¹
Liceo Agrícola y Enológico Domingo Faustino Sarmiento¹
Escuela Emilio Civit² - Escuela Paula Albarracín de Sarmiento².
¹Ciudad de Mendoza - ²Maipú, Mendoza.**

Objetivo

Verificar si el comportamiento del módulos del campo magnético de inducción magnética producido por un dipolo magnético sobre el eje del mismo, responde a una ley del tipo $\frac{1}{x^3}$

Breve descripción

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

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

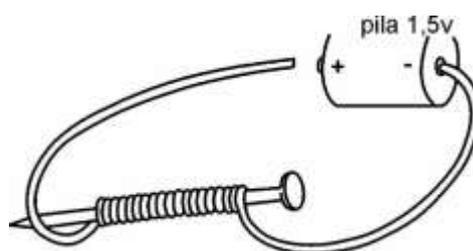


FIGURA 1

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

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

La dirección del vector campo magnético en ese caso es la del eje x .

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

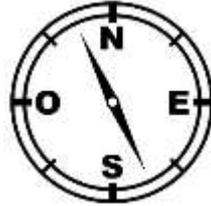


FIGURA 2

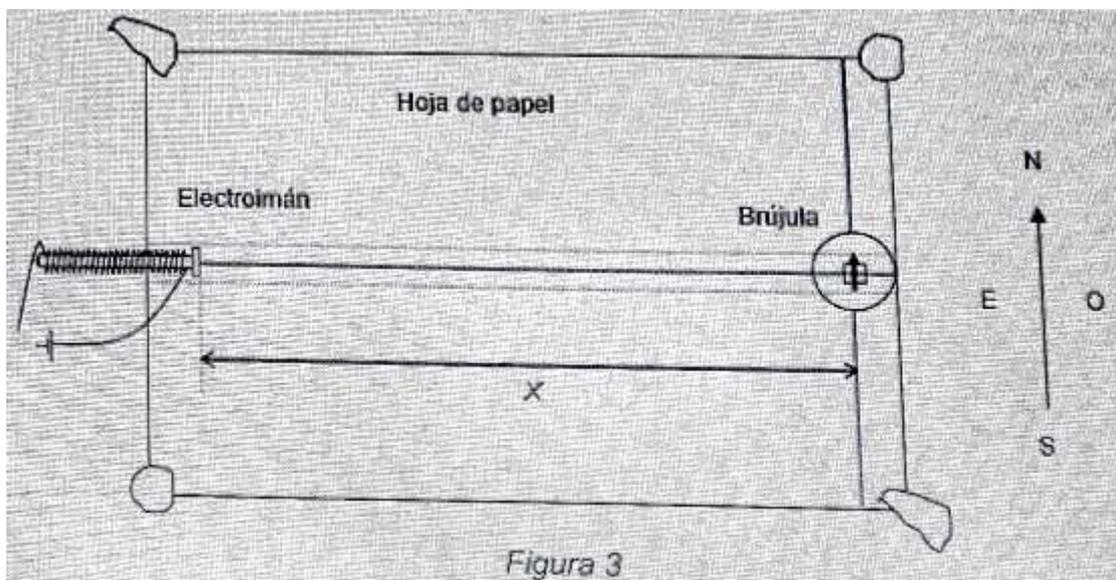
La experiencia consiste en verificar que el módulo del campo de inducción magnética B a lo largo del eje del electroimán varía con la distancia como el de un dipolo magnético, esto es:

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

Elementos

- Brújula
- Electroimán
- Hojas en blanco
- Papel milimetrado
- Regla
- Pila AA

Para realizar la verificación ubique el eje del electro imán perpendicular al campo magnético terrestre y sobre un plano paralelo a la superficie terrestre. De esta manera, la presencia del campo del electroimán sumado vectorialmente al terrestre producirá una desviación de la aguja magnética producido por el electroimán y la aguja de la brújula.



Procedimiento sugerido

- Apoye la brújula sobre un extremo de una hoja de tal manera que el lado corto quede alineado con la dirección N-S. Pegue, con cinta adhesiva, la hoja a la mesa y marque sobre la hoja el contorno de la carcasa de la brújula.
- Marque una recta que “contenga” a la aguja y una recta perpendicular que pase por el centro de la aguja y sea paralela al lado largo de la hoja (dirección E-O). El punto de intersección es el origen del sistema de coordenadas que se utilizará.
- Apoye el electro imán sobre la línea sobre la línea E-O, a una distancia x del centro de la aguja y enciéndalo. Verifique que la aguja se orienta y marque la posición del electro imán.
- Observe y anote el ángulo que se mueve la aguja de la brújula con respecto a la dirección N-S
- Consigne en una tabla los valores de α y de x correspondientes.

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

f) Construya una nueva tabla en la que se consigne los valores de $\frac{1}{x^3}$ y de $tg \alpha$.

g) Haga un gráfico $\frac{1}{x^3}$ vs $tg \alpha$. Verifique si el comportamiento es lineal, en tal caso ajuste una recta.

Recomendaciones

- Para determinar la dirección de la aguja utilice la regla como guía y trace la recta que “contiene” a la aguja de la brújula sobre el papel base.
- Mida las distancias desde la cabeza del clavo hasta el centro de la aguja de la brújula y déjelas asentadas en el papel base.
- Mantenga la pila alejada de la brújula durante todo el experimento.
- Desconecte la pila luego de cada medición.
- Luego de cada medición verifique que la aguja de la brújula esté en la posición original (con el centro en el origen de coordenadas)

PE30. IPET N° 89 Paula Albarracín. Devoto, Córdoba.

Seguramente has observado cómo el agua se acumula en el extremo de una canilla, formando gotas que caen sucesivamente. Inicialmente, puede observarse una pequeña superficie ovalada. Después, a medida que el agua se acumula, esta superficie va tomando forma esférica y finalmente cae. También podemos ver que las gotas siempre caen cuando alcanzan un determinado volumen. Es decir, no caen a veces gotas pequeñas y luego gotas grandes. Si el flujo de agua se mantiene constante, las gotas que se desprenden tienen siempre el mismo tamaño. Sin embargo, si en vez de agua, saliera alcohol, las gotas se desprenderían en otro momento y su volumen sería diferente. La explicación del hecho de que líquidos diferentes generen gotas de distinto tamaño, reside en el mismo principio que justifica que algunos insectos puedan “caminar” sobre la superficie del agua y que puedas usar servilletas de papel para absorber agua, y la que igualmente explica porque la sabia asciende desde las raíces hasta las hojas y porque el detergente sirve para lavar. La explicación de todos estos fenómenos reside en una propiedad que tienen todas las sustancias que presentan un límite en su extensión, una frontera que la separe de otra fase diferente. Esta propiedad se denomina tensión superficial, y corresponde a la fuerza de cohesión por unidad de longitud que un líquido ejerce sobre la frontera que lo separa de otro material. Entonces podemos pensar que, en el momento en que una gota se desprende de un gotero, el peso de la gota se equilibra con la fuerza de cohesión. En este problema experimental analizaremos este hecho.

Material

- Bandeja de trabajo (úsala para evitar que accidentalmente se mojen tus hojas de trabajo)
- Botella de agua
- Botella de alcohol (CUIDADO: este alcohol NO es ingerible)
- 2 jeringas de 3 ml cada una. Usa una para el alcohol y otra para el agua. Ponles una pequeña marca con las etiquetas para que no las confundas
- 1 frasco. Usa este frasco para preparar las soluciones de alcohol en agua.
- 1 Piceta. Llena la piceta de agua y úsala para enjuagar el frasco antes de preparar una nueva solución.
- Toallas de papel. Úsalas para secar el frasco después de enjuagarlo.
- Un gotero con una marca. La marca corresponde a un volumen que deberás determinar. Si no puedes ver claramente la marca, resáltala con lápiz.
- Papel milimétrico, hojas blancas, etiquetas, lápiz y regla.
- Recipiente de desperdicio, úsalo para vaciar la solución que hayas usado y no te sirva.

La parte experimental consiste en preparar soluciones de alcohol en agua a diferente concentración volumétrica (ϕ):

$$\phi = \frac{V_{\text{alcohol}}}{V_{\text{alcohol}} + V_{\text{agua}}}$$

La concentración volumétrica ϕ de alcohol en agua, se define como el volumen del alcohol dividido entre la suma del volumen del alcohol y el volumen del agua.

Para cada solución, llenarás el gotero hasta la marca establecida y contarás el número de gotas que se obtienen al vaciar dicho volumen.

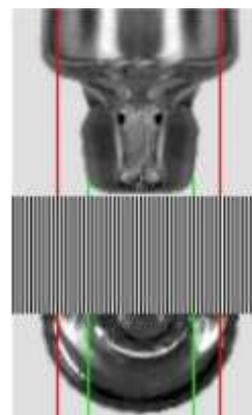
Pregunta 1

Prepara soluciones volumétricas desde $\phi = 0.0$ hasta $\phi = 1.0$, de 0.1 en 0.1. Para cada solución llena el gotero hasta la marca y cuenta el número de gotas que vacían el gotero. Repite cada medición de número de gotas tres veces y calcula el promedio. Reporta tus resultados en la tabla.

SUGERENCIA: Usa un volumen total de la solución de 10 ml.

Pregunta 2

Mide el volumen del líquido en el gotero hasta la marca, denótalo como V_t y escríbelo en la hoja de la tabla. Calcula el volumen de las gotas de cada solución y escríbelo en la tabla. Llama v al volumen de las gotas. Te sugerimos reportar tres cifras significativas. Para este ejercicio utiliza la fotografía que se muestra en la IMAGEN 3 (Fotografía digital de la boquilla del gotero, vista de frente y de lado. CUIDADO: La fotografía está ampliada de manera arbitraria. Sin embargo, las líneas corresponden a una escala de 300 pixeles por pulgada. Nota, también, que las líneas blancas y negras tienen un pixel de ancho cada una de ellas). Indica claramente las unidades que uses.



Pregunta 3

Haz una gráfica del volumen v de las gotas como función de la concentración ϕ .

Pregunta 4

Un buen ajuste de la gráfica anterior es de la forma: $v = A + Be^{-\alpha\phi}$ con $\alpha = 4$. Por medio de un análisis gráfico calcula el valor de A y de B .

Pregunta 5

La fuerza de cohesión entre la gota que cuelga y la boquilla del gotero esta dada por: $F_{cohesion} = \gamma L$, donde γ es la tensión superficial del líquido y L la longitud de la línea de contacto entre la gota y la boquilla. Obtiene el valor de L .

Dado que la tensión superficial de un líquido corresponde a la fuerza de cohesión por unidad de longitud, podemos pensar que, en el momento en que la gota se desprende del gotero, el peso de la gota se equilibra con la fuerza de cohesión. De acuerdo con lo anterior, expresa la tensión superficial en términos de las cantidades conocidas. Denota como ρ_{OH} a la densidad del alcohol y ρ_{H_2O} a la del agua.

Recuerda entregar todas las hojas donde hayas realizado tus cálculos.

TABLA

\emptyset	Nº de gotas	Nº de gotas	Nº de gotas	Promedio	N
0.0					
0.1					
0.2					
0.3					
0.4					
0.5					
0.6					
0.7					
0.8					
0.9					
1.0					

PE31. Instituto Industrial Luis A. Huergo.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Refracción de la luz

Objetivos

- Determinar el índice de refracción del par acrílico/aire.
- Determinar el ángulo crítico de reflexión total del acrílico.

Marco teórico

Al incidir un haz de luz sobre una superficie transparente se produce un cambio en su velocidad. Este fenómeno se denomina refracción de la luz. Dicho cambio en la velocidad de la luz se hace visible en un cambio en su trayectoria (si la luz llega a la superficie con un cierto ángulo diferente a 90°).

Al incidir el rayo con un determinado ángulo de incidencia i sobre la superficie, al refractarse, lo hace con un ángulo de refracción diferente r . Estos ángulos son medidos respecto de la recta normal a la superficie.

La relación existente entre el ángulo incidente y el refractado viene dada por la **Ley de Snell**, cuya expresión matemática es:

$$n_1 \sen i = n_2 \sen r$$

donde n_1 es el índice de refracción del medio de donde se mide el ángulo incidente y n_2 es el índice de refracción donde se mide el ángulo refractado.

Se define ángulo crítico de reflexión total al mínimo ángulo de incidencia para el cual no se produce la refracción, y todo el haz de luz es reflejado con dirección paralela a la superficie.

Materiales

- Disco de Hartl.
- Fuente de luz.
- Semicírculo de acrílico.
- Tablero soporte.

Procedimiento

Realiza las mediciones que permitan llegar a los objetivos propuestos y expresar el valor con el correspondiente error experimental, a partir del dispositivo entregado (ver figura)



PE32. Instituto Atlético Pilar. Pilar, Buenos Aires.

“Reaccionando a tiempo”

OBJETIVOS

- Calcular el tiempo de reacción ante un estímulo visual y analizar su efecto en otras de mediciones.
- Medir magnitudes. Determinar errores/incertidumbres. Interpretar y presentar resultados.

Materiales

- Regla de 30 cm
- Cronómetro
- Celular con aplicación *Timer Plus* (Es para realizar ejercicio físico. Entre otras cosas, emite pulsos lumínicos a través de la cámara del teléfono, a intervalos programables)

Introducción

Un arquero de fútbol detecta los movimientos de un jugador del equipo contrario que patea un penal, sabe qué pretende hacer y reacciona de manera rápida y precisa. Ataja el disparo. Las personas presentes en un evento son víctimas de un incendio, pero no pasa a mayores gracias a alguien que apenas detecta el fuego corre por el extintor más cercano. Un conductor frena a tiempo y logra no chocar a un imprudente peatón que se le cruza de repente. Estos son ejemplos en los que cobra especial protagonismo el tiempo de reacción.

La respuesta de una persona ante un estímulo es un proceso automático pero complejo. Un sensor lo percibe, se transmite al cerebro para generar respuesta. Luego, el cerebro

envía comandos de acción a las partes del cuerpo, que reaccionan. Todo esto produce un retraso desde que se da el estímulo hasta que se responde. Es a ello que se le da el nombre de tiempo de reacción.

Cuando se miden intervalos de tiempos cortos, el tiempo de reacción puede ser una fuente de error, y debe considerarse al analizar los resultados. Si quien activa el cronómetro lo hace de la misma manera al inicio que al final del intervalo, el tiempo de retraso en apretar el cronómetro se “cancela”. Pero ¿qué sucede con la propagación de errores en este tipo de medida?

El error en la medida del intervalo se calcula como:

$$\Delta T_i \rightarrow f = \Delta T_f + \Delta T_i$$

Y bajo ciertas suposiciones (discutir cuáles), los errores ΔT_f y ΔT_i son iguales al error en la determinación del tiempo de reacción ΔT_r . Por lo tanto, resulta:

$$\Delta T_i \rightarrow f \approx 2 \cdot \Delta T_r$$

Por lo cual, aunque la medida del intervalo no está afectada por el tiempo de reacción, el error de dicha medida sí lo está.

Procedimiento

La experiencia consiste inicialmente en determinar la distancia de caída libre de una regla si intentamos detenerla apenas se inicia la caída. Con ese dato puede calcularse el tiempo de reacción.

Luego, se trata de determinar la duración del intervalo de tiempo que transcurre entre dos destellos sucesivos emitidos por la cámara del celular.

La actividad debe realizarse necesariamente en parejas:

1. Un estudiante sostiene verticalmente la regla, por su parte superior. El otro se prepara alineando su mano con un punto inferior de la regla, con los dedos abiertos (la regla queda libre)
2. Sin avisar, el primero suelta la regla y el segundo intenta sujetarla apenas se inicia la caída
3. Repetir este proceso 20 veces. (todas las veces tener la misma referencia en la regla. La mano debe permanecer horizontal.) construir una tabla como la siguiente para el registro de las mediciones y futuros cálculos:

I	X_i	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1			
.....			
20			
	$\bar{X} =$		$\sigma =$

4. Repetir todo el procedimiento intercambiando las funciones de los estudiantes.
5. Usando la tabla de valores de las mediciones (una por cada miembro), calcular:
La distancia media de caída de la regla. Escribir su correspondiente error ΔX
La desviación estándar correspondiente a dicha distancia.
6. Calcular el tiempo de reacción. (ayuda: utilice la ecuación de posición para un MRUV. Valor para g aquí en Buenos Aires 9.797 m/s²)
7. Registrar los tiempos de reacción de todos los participantes de esta prueba. Calcular el valor medio y el error correspondiente.
8. Abrir la aplicación *Timer Plus* (instalación previamente solicitada)

En la configuración

- Desactivar las opciones asistente de voz y vibración.
- Mantener activadas las opciones de linterna y flash de pantalla

En Tabata

Configurar:

- Prepárate: 00min 03seg
- Entrenar: (Es el intervalo de tiempo que habrá entre los destellos. Es conveniente que sólo el estudiante que configura la aplicación sepa el valor del dato)

- Descansar: (Es de elección libre, pero debe ser el tiempo suficiente para que un alumno reinicie el cronómetro y el otro registre en la tabla)
 - Rondas: 20 o más.
9. Un estudiante activa la aplicación que dará lugar a sucesivos destellos de luz a intervalos regulares y apoya el celular sobre la mesa. El otro estudiante medirá el tiempo que transcurre entre dos encendidos. Conviene que apriete los botones necesarios, pero sin mirar el cronómetro. Es muy importante no tratar de anticiparse o adivinar cuándo ocurrirá el encendido.
 10. Repetir la experiencia 20 veces (si se eligió un tiempo de descanso adecuado, no es necesario reiniciar la aplicación, sino más bien usar las rondas programadas). Construir para el registro una tabla como la siguiente:

$Tf \rightarrow i$		$T - \bar{T}$	$(T - \bar{T})^2$
1			
...			
20			
	$\overline{Tf \rightarrow i}$		$\sigma =$

11. Repetir todo el procedimiento anterior intercambiando los roles.
12. Con la tabla de valores (una por cada alumno),
Calcular El tiempo medio entre los destellos y en el error en la media correspondiente, de este intervalo.
13. Comparar el valor obtenido con el real (el otro estudiante revelará el tiempo exacto de programación)

Conclusiones

Pueden guiarse con preguntas como las siguientes:

- ¿Qué factores pueden influir en el tiempo de reacción de una persona?
- ¿Cuáles son las posibles fuentes de error en la determinación de la caída de la regla?
- ¿cómo influye la apreciación del cronómetro comparado con el tiempo de reacción?
- ¿Cómo podría medirse el tiempo de reacción ante un estímulo auditivo? Dicho tiempo ¿Sería menor o mayor que el visual? ¿Por qué?

PE33. Instituto Privado Rivadavia. Alderetes, Tucumán.

Medición de la aceleración de la gravedad

La aceleración causada por la gravedad, denominada aceleración gravitacional, varía de un lugar a otro en la Tierra pues depende de la altitud. La gravitación es la fuerza de atracción entre cualesquiera dos objetos que tienen masa. El valor de aceleración gravitacional se determina por los valores de la masa del cuerpo y de la Tierra en este caso.

El movimiento armónico simple es aquél que describe un péndulo en ausencia de fricción. Es un movimiento periódico y oscilatorio. El periodo del movimiento armónico de un péndulo simple (en aproximación de pequeñas oscilaciones) es

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Siendo L:longitud del péndulo g:aceleración de la gravedad local T:periodo del movimiento para pequeñas oscilaciones Despejando g obtenemos:

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$$

Utilizando esta expresión se podría calcular el valor de g determinando para un péndulo dado, la longitud y el periodo. Para obtener mayor precisión, se suelen medir los periodos correspondientes a varias longitudes de péndulo.

Objetivo

El objetivo de ésta experiencia es emplear correctamente los conocimientos sobre movimiento armónico simple y de teoría de errores que nos permitan determinar la aceleración de gravedad a través de los datos obtenidos en el funcionamiento de un péndulo simple.

1° Parte.

Armar el dispositivo de la siguiente forma con los materiales.

Lista de materiales

1. Soporte
2. Esfera de metal.
3. Cronómetro
4. Transportador
5. Regla.
6. Hilo
7. Material pegante.



2° parte.

Medir 4 veces el tiempo de 10 oscilaciones completas de la esfera para una longitud determinada del hilo, hacer esto hasta obtener 4 datos confiables con 5 longitudes diferentes del hilo con una variación de 5 cm.

Se recomienda practicar algunas veces con el sistema antes de iniciar la toma de datos, (es necesario tener cuidado de que el nudo del péndulo no se mueva mientras el péndulo oscila y que el ángulo de apertura sea siempre el mismo).

3° Parte.

Una vez terminada la fase de mediciones.

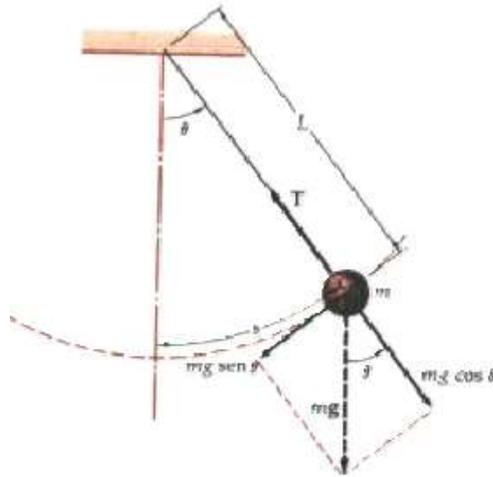
1. Se determina el periodo correspondiente a los 4 tiempos medidos con la longitud L_1 , calcular los periodos para esos tiempos, dividiendo el tiempo medido para las 10 oscilaciones completas (t) entre el número de oscilaciones.
2. Hacer lo mismo para las otras 5 longitudes.
3. Determinar una expresión que muestre una dependencia lineal entre L y T .
4. Representar en papel milimetrado la relación lineal entre L y T , trazar la recta que mejor aproxime los cinco puntos experimentales.
5. Determinar la ecuación de dicha recta con los cálculos de las incertidumbres correspondientes.
6. Obtenga el valor de g y de su incertidumbre.
7. Compare el valor de g con el valor de g de bibliografía.

PE34. Escuela Normal de Bella Vista. Bella Vista, Corrientes.

Experiencias reales con equipo básico

Llamamos péndulo simple a un ente ideal constituido por una masa puntual suspendido de un hilo inextensible y sin peso, capaz de oscilar libremente en el vacío y sin rozamiento. Al separar la masa de su posición de equilibrio, oscila a ambos lados de dicha posición, realizando un movimiento armónico simple. En la posición de uno de los extremos se produce un equilibrio de fuerzas.

El peso de la bola se descompone en dos componentes: una primera componente que se equilibra con la tensión del hilo, de manera que: $T = mg \cos \theta$



A segunda componente, perpendicular a la anterior, es la que origina el movimiento oscilante: $F = -mg \sin \theta$

Sin embargo, para oscilaciones de valores de ángulos pequeños, se cumple: $\sin \theta \cong \theta$

Por consiguiente, podremos escribir, teniendo en cuenta, el valor del seno del ángulo:

$$F = -mg$$

$$\sin \theta = -mg \theta = -mg \frac{x}{\lambda}$$

$$F = -m\omega^2 x \qquad F = -mg \frac{x}{\lambda}$$

Con la ecuación obtenida anteriormente vemos que: $\omega^2 = \frac{g}{\lambda}$ y teniendo en cuenta:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Donde T es el período, es decir el tiempo utilizado en realizar una oscilación completa,

así llegamos a: $T = 2\pi \sqrt{\frac{\lambda}{g}}$

O lo que para nuestra situación

$$g = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot l$$

Materiales

- metro
- masa de péndulo
- hilo
- una hoja de papel
- cronometro.

Desarrollo

- Instale el hilo con la masa conocida para formar un péndulo, controle que no exista nada que obstruya el recorrido del cuerpo.
- Una vez preparada la escena, iniciar la experiencia sin empujar el cuerpo, anotando los datos en la tabla (cada renglón son datos distintos de masa o longitud o distancia. **No promediar entre renglones**)

l(m)	m(g)	X (m)	(θ)	oscilaciones	t (seg)	Periodo T	$g = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot l$

- Completada la fase de mediciones, se representa, en papel milimetrado, g en función de l, se traza la recta que mejor aproxime los seis puntos experimentales y se mide la pendiente de dicha recta. Como se ha representado

PE35. ESETP N° 703 José Toschke.
Puerto Madryn, Chubut.

Objetivos

Determinar la aceleración de un móvil que viaja por un plano inclinado. (Plano de Galileo)

Introducción

El desplazamiento de un móvil sobre un plano inclinado es una de las formas más sencillas de reproducir un Movimiento Rectilíneo Uniforme Variado. (de aquí en adelante MRUV). Esta práctica fue empleada por Galileo para estudiar la dependencia temporal de la distancia recorrida por el móvil. En un movimiento acelerado uniformemente ya el móvil no recorre distancias iguales en tiempos iguales, lo que si ocurre es en tiempos iguales, adquiere iguales incrementos de rapidez”.

Si llamamos $v(t)$ a la coordenada de la velocidad del móvil en la vía recta para un instante t , v_0 a la velocidad inicial que dicho móvil tiene en el momento t_0 , en el cual empezamos a estudiar el problema, y a es su aceleración, puede describirse el movimiento de dicho móvil mediante la ecuación horaria (Sears et al., 2009):

$$v(t) = v_0 + a(t - t_0) \quad (1)$$

Si tomamos $t_0=0$ la ecuación (1) queda:

$$v(t) = v_0 + a t \quad (2)$$

Por lo tanto la ecuación (2) matemáticamente puede modelarse con una función lineal del tipo:

$$f(t) = b + m \cdot t \quad (3)$$

Donde b es la ordenada al origen (velocidad inicial del móvil) y m la pendiente (velocidad del móvil)

Materiales

- 1) Dispositivo para generar MRUV: consta de un plano inclinado con un riel de aproximadamente 74 cm de largo a que puede voltearse en torno a una base pivote.
- 2) Cronómetro digital.

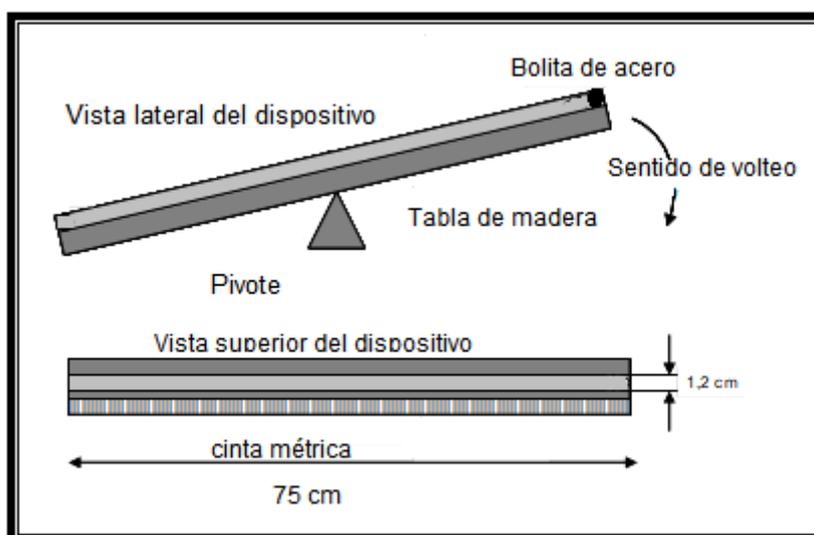


Figura 1: Esquema de la vista lateral (arriba) y superior (abajo) del dispositivo para generar MRUV.

Observando la Figura 1 puede deducirse que al instante en que se voltea el dispositivo se produce el descenso de la bolilla que circula de izquierda a derecha del esquema.

Procedimiento.

Estimación de las velocidades.

- Sobre la cinta métrica ubicada a lo largo de la madera marcar 10 posiciones separadas cada 5 cm.

¿Qué consecuencia tendrá en el experimento marcar una mayor cantidad de posiciones?
 ¿Y marcar una menor cantidad de posiciones?

- Posicione la bolilla en el extremo derecho del dispositivo tubo (ver Figura 1 vista lateral)
- Con cronómetro en mano voltee rápidamente el dispositivo (haciendo pivotar la tabla sobre su base) y accione el cronómetro cuando la bolilla comience a moverse.
- Mida los tiempos en que el la bolilla pasa por cada una de las marcas realizadas en la cinta.
- Repita este procedimiento al menos 5 veces y tome como valor medido de tiempo para cada posición el promedio de los tiempos obtenidos en cada repetición.

¿Qué consecuencia tendrá en el experimento iniciar el cronómetro simultáneamente al momento de que la bolilla comience moverse? ¿Qué puede decir de la velocidad de la bolilla en los primeros instantes del movimiento?

- Registre los datos confeccionando una tabla similar a la Tabla 1 (8)

x (cm)	t ₁ (s)	t ₂ (s)	t ₃ (s)	t ₄ (s)	t ₅ (s)	t _{prom} (s)
0	0	0	0	0	0	0
5						
10						
..						

Tabla 1: Tabla ejemplo de posiciones de la bolillas y tiempos medidos.

- Con los datos obtenidos estime la velocidad y escriba la ecuación horaria de posición. (3)
- Realice el grafico de la velocidad en función del tiempo. (1)
- Confeccione un grafico de la posición en función del tiempo y realice una recta de ajuste. (3).
- Determine el valor de la pendiente y de la ordenada de dicha recta. (2)
- Analice los datos (ver Apéndice) y calcular la aceleración. (3)

Bibliografía

Sears, F.W., Zemansky, M.Z., y Young H.D. (2009). *Física Universitaria*. Volumen 1, Decimosegunda edición, Pearson Educación, México.

Apéndice

Método de los mínimos cuadrados

Supongamos que al realizar un experimento se obtienen los siguientes pares de valores para las variables x_i e y_i

- x₁;y₂
- x₂;y₂
- ∴
- ∴
- x_n;y_n

y supongamos también que existe una relación lineal entre estas variables. Sea $y = mx + b$ la ecuación de la recta que mejor se ajusta a este conjunto de puntos.

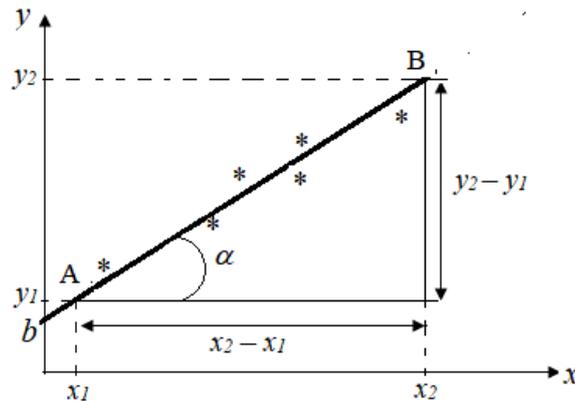


Figura 1.2: Determinación gráfica de los parámetros m y b de la recta que relaciona las variables x e y .

Veamos ahora qué pasos han de seguirse para hallar una ecuación que nos permita calcular m y b de forma analítica.

Sean:

$$y_i = mx_i + b$$

$$y'_i = mx_i + b$$

los valores experimentales obtenidos y sean los valores que se obtienen en los puntos de abscisa x_i utilizando la recta de ajuste.

La diferencia nos dará una idea de la calidad del ajuste. Si esta diferencia es pequeña el ajuste será bueno mientras que si esta diferencia es grande, los valores calculados mediante la recta diferirán mucho de los resultados experimentales y el ajuste será malo. Pues bien, los parámetros m y b para la recta de ajuste mediante *el método de mínimos cuadrados* se obtiene exigiendo que el error cuadrático medio definido como:

$$\sum_{i=1}^n r^2_i = \sum_{i=1}^n [y_i - (m x_i + b)]^2$$

sea mínimo. Para ello, debe cumplirse que:

$$\frac{\partial r_i}{\partial m} = 0 \quad \frac{\partial r_i}{\partial b} = 0$$

lo que proporciona las siguientes ecuaciones para el cálculo de los parámetros m y b de la recta de ajuste por mínimos cuadrados:

$$m = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$b = \frac{\sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum x_i y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

El error en la determinación de los parámetros m y b , σ_m y σ_b , respectivamente, puede determinarse mediante las siguientes ecuaciones:

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{\sum (y_i - (mx_i + b))^2}{n - 2} \frac{n}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}$$

$$\sigma_b = \sqrt{\frac{\sum (y_i - (mx_i + b))^2}{n - 2} \frac{\sum x_i^2}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}$$

Finalmente, es conveniente tener algún parámetro que nos informe si los valores obtenidos experimentalmente están alineados o no sin que sea necesario representarlos.

Existe un parámetro denominado *coeficiente de regresión r de Pearson*, cuya expresión viene dada por:

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2] [n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}$$

y que nos informa acerca de lo bueno que es el ajuste. Para un conjunto de puntos perfectamente alineados, el módulo de este coeficiente valdrá uno. A medida que los puntos se alejan de la línea recta, el módulo de este coeficiente disminuye. Por lo tanto, este coeficiente de regresión nos permite cuantificar lo buena que es la recta de regresión. Cuanto más próximo a la unidad esté el módulo de este coeficiente, tanto más alineados estarán los puntos representados y mayor será la validez de la recta de regresión de mínimos cuadrados.

**PE36. Instituto Salesiano Pío XI.
Ciudad de Corrientes.**

Determinación de la Gravedad con un Péndulo Simple

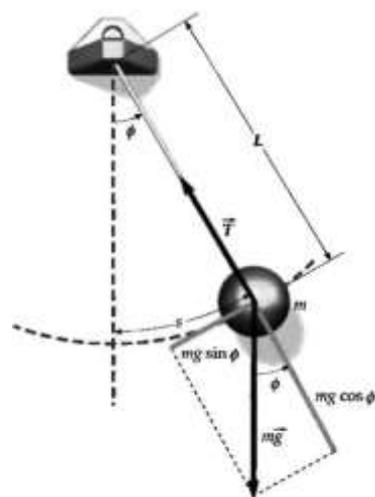
Objetivo

Determinar la gravedad.

El siguiente sistema que vamos a considerar es el péndulo simple. Idealmente consiste en una masa m suspendida de un punto mediante una cuerda inextensible y de masa despreciable. Cuando la masa se desplaza un pequeño ángulo respecto de la vertical, la masa oscila periódicamente, es decir, regresa a la posición de partida al cabo de un tiempo T en cada oscilación que no cambia durante el movimiento. Para que esto se cumpla, es necesario que la amplitud de las oscilaciones sea pequeña. Este tiempo, denominado período, depende de la longitud L de la cuerda según la expresión:

$$\frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{L}} \quad (1)$$

Esta expresión permite relacionar dos magnitudes medibles de manera directa como son la longitud de la cuerda y el período de oscilación.



Elementos

- Hilo de pesca.
- Plomada.
- Soporte universal.
- Cinta métrica.
- Cronómetro

Consignas del trabajo:

- 1) A partir de la expresión (1), obtener una ecuación que relacione linealmente la longitud de la cuerda y el período de oscilación.
- 2) Con los elementos disponibles en el laboratorio confeccionar un péndulo y realizar las mediciones del período T para cuatro longitudes distintas.

>> Se recomienda tomar el tiempo de 10 oscilaciones completas y dividirlo por 10. Y realizar esa medición al menos 5 veces para cada longitud.

- 3) Confeccionar una tabla de valores de L y T^2 , y obtener una gráfica.
- 4) Obtener el valor de gravedad a partir de la pendiente de la recta del gráfico y compararlo con el valor teórico $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

**PE37. Escuela de Agricultura.
General Alvear, Mendoza.**

Efecto fotoeléctrico

"Planck"

Objetivos

- Relacionar el efecto fotoeléctrico con diodos y determinar la constante de Planck"
- *Cálculo de errores.*

Material

- 5 Diodos LED de distinto color
- 2 Multímetro
- Resistencias 220Ω/470Ω /1000Ω
- Fuente de C.C. (variable)
- Protoboard

Introducción

Los diodos LED son semiconductores los cuales emiten luz monocromática ya que su longitud de onda tiene aproximadamente valores definidos. Cuando las zonas P y N del semiconductor se unen se emite un fotón. La diferencia de potencial que se aplica en la unión P-N es llamado potencial de arranque, el cual es la diferencia de potencial mínima para que circule corriente a través de él. Los semiconductores pueden ser de distintos materiales, lo que provoca que la emisión de luz sea de distinta longitud de onda y por lo tanto distintos colores.

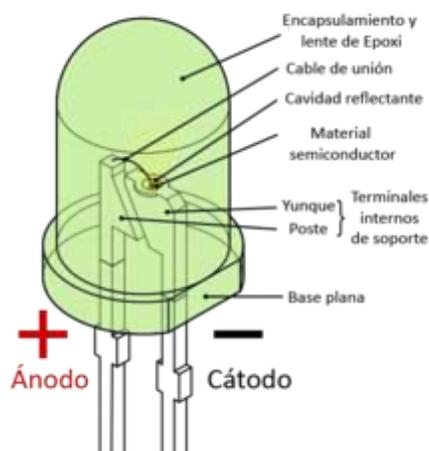
La energía con que se emite un fotón en un LED, viene dada por la ecuación de Einstein- Planck $E = h \cdot \nu$ donde h es la constante de Planck y ν la frecuencia.

Teniendo en cuenta que $E = qV_0$, donde q es la carga del electrón y V_0 es el voltaje que excita al LED sería de esperar que se cumpliera la igualdad $qV_0 = h\nu$.

La constante de Planck representa al cuanto elemental de acción, es decir la relación entre la cantidad de energía y la frecuencia, ambas asociadas a un cuanto o a una partícula, por lo que desempeña un papel central en la teoría de la mecánica cuántica. El valor determinado de la constante es el siguiente

$$h = 6,62606957 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$$

LED	$\lambda(\text{nm})$	$\nu(\times 10^{14}\text{Hz})$
Infrarrojo	938	3,198
Rojo	632	4,746
Naranja	605	4,958
Amarillo	593	5,059
Verde	532	5,639
Azul	464	6,465
Violeta	405	7,407



Consigna 1

En primer lugar debemos realizar la correspondiente conexión de los elementos en la protoboard, la misma debe ser un circuito que consta de un LED (recuerde que el ánodo tiene mayor longitud que el cátodo y debe estar conectado al terminal positivo de la fuente) y la resistencia en serie. Ambos se deben conectar a la fuente de c.c.

- a) Realice la conexión en la protoboard
- b) Conecte un voltímetro y un amperímetro que permita medir la diferencia de tensión y la corriente en le LED
- c) Realice un esquema del circuito.

Consigna 2

- d) Mide la tensión y corriente para el LED seleccionado con su correspondiente incerteza verificando el funcionamiento del circuito indicado.
- e) Comenzando con una diferencia de potencial cero aumente la misma hasta que el LED comience a emitir luz. Además mide la corriente en dicho instante las mediciones deben realizarse cada 0,05 V.
- f) Realice e) para cada LED de distinto color. (al menos 5 mediciones)
- g) Registre los valores medidos para cada LED en una tabla.
- h) Grafica la corriente en función de la diferencia de tensión para cada LED

Consigna 3

Considere el valor de la velocidad de la luz (c) y el valor de la carga (e). Teniendo en cuenta que $v = c / \lambda$

- i) Utilizando los datos de la tabla, confecciona un gráfico de voltaje de arranque (cuando comienza a emitir luz el LED) en función de la frecuencia que tiene cada LED. Realice para cada color de LED
- j) Realiza el ajuste correspondiente.
- k) Realice una interpretación de lo obtenido
- l) Considerando la relación Einstein- Planck determina el valor de la constante de Planck con su incerteza correspondiente.
- m) Interpreta el obtenido en la gráfica con la ecuación que relaciona Einstein- Planck.
- n) Obtenga el valor más probable con su incerteza
- o) De acuerdo con los resultados obtenidos para cada color ¿son similares al aceptado de la constante de Planck?

PE38. Colegio Emaús. El Palomar, Buenos Aires.

Objetivo

Obtener la densidad de una substancia.

Materiales

- juego de tuercas de distintos tamaños
- vaso y agua
- hilo de coser.

Instrumental y equipo

- Regla milimetrada
- calibre
- balanza de precisión digital 0,1g – 500,0g
- probeta graduada

Introducción

Si medimos las masas y el volumen de cada tuerca, podemos analizar por medio de un gráfico en ejes cartesianos la relación entre dichas magnitudes.

Para ello utilizamos la balanza para medir las masas. Para el caso del volumen podemos utilizar dos caminos:

- Medición directa: por medio de la probeta.
- Medición indirecta: por medio de una propiedad, ley o principio de la naturaleza.

En nuestro caso recurrimos al principio de Arquímedes cuya relación expresa:

$$E = \rho \cdot V \quad (1)$$

Donde el empuje E resulta del producto entre el peso específico ρ por el volumen V .

Dado que el agua tiene un peso específico de $1 \frac{g}{cm^3}$ por medio de una balanza digital podemos medir el empuje al sumergir completamente el volumen de cada tuerca y deducir de la ecuación (1) el volumen correspondiente.

- Confeccionar una tabla con las mediciones y valores obtenidos para cada tuerca.

Masa (g)	Empuje (\rightarrow) g	Volumen(cm^3)

La constante de proporcionalidad entre la masa M y el volumen V para una misma sustancia es lo que se denomina densidad δ .

$$M = \delta \cdot V \quad (2)$$

Donde δ es la densidad del material o sustancia con que están hechas las tuercas, que se corresponde con la pendiente de la relación lineal (2).

- Usando regresión lineal obtenga la gráfica de la masa en función del volumen y a partir de la pendiente determine la medida de la densidad con su incerteza correspondiente.

PE39. Escuela Nueva Juan Mantovani. Argüello, Córdoba.

Objetivo

Determinación experimental del calor específico del alcohol etílico.

Materiales

- Agua caliente
- Alcohol etílico
- 1 vaso térmico con tapa
- 1 probeta
- 1 balanza
- 2 termómetros

Introducción

En esta experiencia se utilizará un calorímetro de mezclas casero para determinar el calor específico del alcohol: C_{al}

Cuando se ponen en contacto dos sustancias que tienen diferentes temperaturas, se establece un flujo de energía térmica desde el cuerpo de mayor temperatura hacia el de

menor. Este intercambio depende de las masas, calores específicos y variaciones de temperatura en juego.

En este caso mezclaremos masas de agua y alcohol (m_a y m_{al}), de modo que la expresión que gobierna el intercambio térmico es la siguiente:

$$-Q_a = Q_{al}$$
$$m_a C_a (T_f - T_a) = m_{al} C_{al} (T_f - T_{al}) \quad (1)$$

Midiendo las masas de agua y alcohol y sus temperaturas iniciales y finales (T_a , T_{al} , T_f) se podrá conocer el calor específico del alcohol. Esto se logra estableciendo la relación lineal: $-m_a C_a (T_f - T_a)$ vs. $m_{al} (T_f - T_{al})$, en donde C_{al} sería la pendiente de dicha recta.

Procedimiento y Actividades

1. Colocar una masa $m_a = 200$ g de agua caliente (a más de 80 °C) en el vaso térmico, taponarlo y colocar el termómetro para medir la temperatura, la cual se medirá en el punto 3.
2. Medir con la probeta 10 cm³ de alcohol (V_{al}) y medir su temperatura T_{al} , la cual seguramente coincidirá con la ambiente.
3. Medir la temperatura del agua caliente (T_a) cuando ésta se estabilice.
4. Colocar rápidamente el alcohol dentro del vaso térmico con agua y tapar. Esperar un minuto a que se estabilice la temperatura de la mezcla.
5. Medir la temperatura T_f de la mezcla y luego de esto descarte la misma.
6. Realice los pasos 1 al 5, modificando cada vez el volumen de alcohol V_{al} , y la temperatura inicial del agua caliente T_a . Usar los volúmenes 10 , 20 , 40 , 60 , 80 y 100 cm³ de alcohol, de modo de obtener 6 puntos experimentales para hacer las rectas de ajuste.
7. Confeccionar una tabla con las magnitudes medidas y su correspondiente error de medición o propagado, con los siguientes datos: masa de agua m_a , volumen de alcohol V_{al} , masa de alcohol m_{al} , temperatura inicial del agua T_a y del alcohol T_{al} , temperatura final de la mezcla T_f .
8. Graficar los puntos experimentales dada la relación lineal: $-m_a C_a (T_f - T_a)$ vs. $m_{al} (T_f - T_{al})$
9. Obtener las rectas de ajuste, con pendientes máxima, media y mínima para calcular C_{al} .

Importante

Recordar que en la tabla deben estar indicadas las unidades correspondientes a cada medición y que por cada columna de mediciones, debe haber otra con los errores de éstas.

Datos

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

$$\delta_{\text{alcohol}} = 0,79 \text{ g/cm}^3$$

PE40. Escuelas Técnicas Raggio. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Objetivo

Medir el Empuje que un líquido incógnita ejerce sobre un cuerpo metálico macizo, completamente sumergido.

Medir la densidad de ese líquido.

Elementos

- 1 vaso de precipitado de 250 ml aforado

- 1 vaso de precipitado de 100 ml aforado, con hilo pegado para poder colgarlo
- 1 soporte universal con una nuez con agarradera metálica
- 1 dinamómetro (0-2.5) N
- 500 ml líquido incógnita
- 1 taco de madera
- 1 cuerpo metálico macizo con un gancho

Requerimientos

Solo podrá utilizar los elementos provistos, papel, lapicera y calculadora no programable. Al finalizar el trabajo deberá presentar un informe que incluya los siguientes puntos:

- 1) Esquema de los dispositivos experimentales utilizados
- 2) Descripción y fundamentación del diseño utilizado
- 3) Diagrama de cuerpo libre del cuerpo metálico macizo completamente sumergido en el líquido.
- 4) Cuadro de valores de las mediciones realizadas
- 5) Resultados obtenidos con sus correspondientes errores
- 6) Respuesta justificada a la pregunta: ¿Es posible que el líquido incógnita sea agua?
- 7) Tanto para la determinación el Empuje como la de la Densidad buscada: De todas las mediciones directas realizadas, ¿cuál es el factor que, de hacer esta experiencia nuevamente, ud. se preocuparía de medir con menor error la próxima vez? Justifique

Datos

- La densidad del agua es $(1,00 \pm 0,03)\text{g} / \text{cm}^3$
- La aceleración de la gravedad es $(9,80 \pm 0,01) \text{m} / \text{s}^2$

PE41. Escuela Superior de Comercio Carlos Pellegrini
Escuela de Comercio N° 31 Naciones Unidas.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Difracción en un disco compacto

Introducción

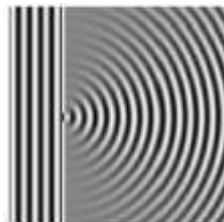
La **óptica geométrica** es el modelo que explica la propagación de la luz pensándola como **rayos** que parten de fuentes luminosas y se propagan de forma rectilínea por el espacio y por medios materiales transparentes. Esta teoría fue muy exitosa pues logra explicar la formación de imágenes en objetos como lentes, telescopios e incluso el ojo humano.

Sin embargo, a medida que pasó el tiempo se sumó evidencia experimental de comportamientos propagatorios de la luz que eran imposibles de explicar por un modelo de rayos. El más famoso es el experimento de las dos rendijas de Young (1803), que demuestra **interferencia** entre dos fuentes de luz.

Los fenómenos que se habían empezado a estudiar fueron explicados con un nuevo modelo propuesto principalmente por Huygens y Fresnel que hoy llamamos **óptica física**: consiste en pensar la luz como ondas que se propagan de manera análoga a las que se pueden generar en un estanque de agua perturbando su superficie libre (ver figura izquierda).



Interferencia entre dos fuentes

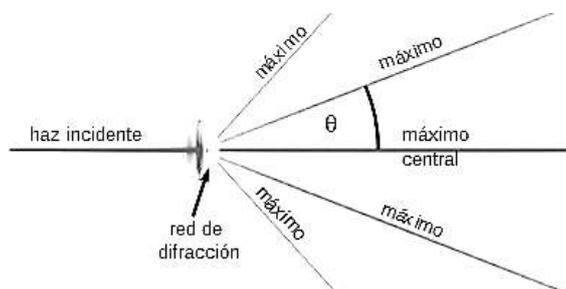


Difracción por una rendija angosta

Además de la interferencia, uno de los fenómenos de la luz que explica la óptica física es la **difracción** (del latín *diffringere*, 'hacerse añicos'). En términos elementales, la difracción consiste en el hecho de que las ondas tienden a “desparramarse” un poco alrededor de obstáculos opacos. Esto es algo imposible de explicar si se piensa la luz como rayos que se propagan de forma rectilínea.

El primer caso paradigmático es cuando el obstáculo es una rendija muy angosta (ver figura derecha): allí se observa que el haz de luz que incide desde la izquierda “se desparrama” en todas direcciones al atravesar la rendija y en cada dirección lo hace con una intensidad distinta, lo que da lugar al llamado **patrón de difracción**.

Otro ejemplo de difracción consiste en la llamada **red de difracción por transmisión**, que consiste en una serie de obstáculos equiespaciados (que pueden ser múltiples rendijas aunque no necesariamente). Su característica notable es que dan un patrón de difracción con franjas luminosas muy nítidas en ciertas direcciones, llamadas **máximos de intensidad**, como se ve en la figura.



La ecuación de la red indica cuáles son los ángulos de los máximos de intensidad:

$$n \lambda = d \sin \theta \quad (1)$$

donde d es la distancia entre los obstáculos de la red y n es un número entero (0,1,2...) y λ es la **longitud de onda** del haz. Para cada valor de n hay un máximo de intensidad y n se llama el orden del máximo. El máximo central es de **orden** cero, los primeros que aparecen a sus lados son de orden 1, etcétera.

Por otro lado, la longitud de onda se relaciona con el color de la luz. El **espectro visible** por el ojo humano consiste en la luz que tiene longitudes de onda aproximadamente entre los 400 nm (azul) y los 700 nm (rojo). Así, de acuerdo con la ecuación (1), cada longitud de onda distinta se desvía en un ángulos diferentes, lo que permite separar el espectro si la luz incidente tiene mezcla de colores (por ejemplo, la luz blanca).

La superficie de un disco compacto (CD) posee un surco espiralado de manera que a lo largo de cada uno de sus radios se tiene una **red de difracción por reflexión** con distancia entre pistas de $d = 1,6 \mu\text{m}$. El principio de funcionamiento es el mismo que el de una red de difracción por reflexión, sólo que la luz difractada, en lugar de emerger del “otro lado” de la red, lo hace “del mismo lado” que el haz incidente.

El objetivo de este experimento es observar la difracción de un haz láser generada por un CD y realizar mediciones para obtener la longitud de onda de aquél.

Materiales

- Puntero láser de cotillón
- CD con cajita
- Papel, cartón, libros
- Cinta métrica
- Cinta adhesiva y tijera
- Alfiler
- Soportes, barras y nueces
- Regla y escuadra
- Papel milimetrado

Comentarios generales

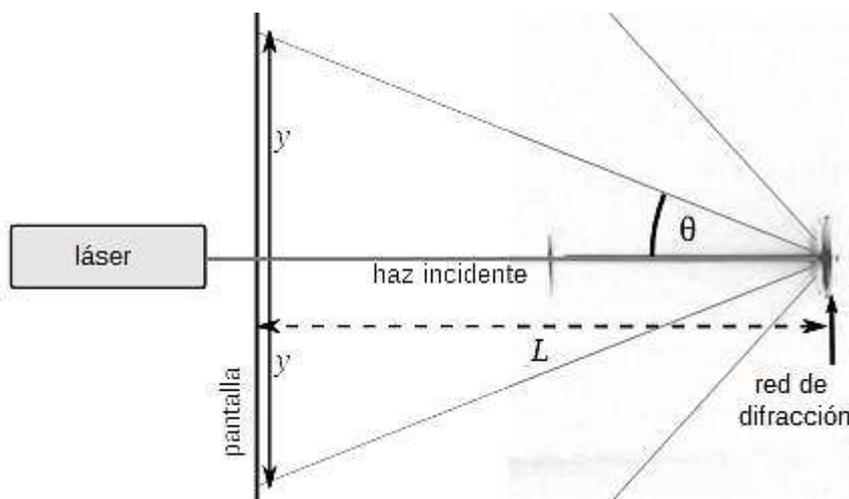
- 1) Antes de comenzar, lea todas las instrucciones.
- 2) Agregue en el informe comentarios que aclaren el procedimiento exacto que utilizó en cada paso, aclarando cualquier cambio o desvío respecto de las instrucciones. En lo posible incluya también un dibujo aclaratorio.
- 3) Escriba directamente en tablas los datos obtenidos en las mediciones junto con sus incertezas.
- 4) Al hacer cálculos, use un número razonable de cifras significativas.
- 5) Trate de ser prolijo.

Experimento

Advertencia de seguridad

La radiación láser, por ser altamente direccional, presenta intensidades luminosas muy altas. La ex-posición directa del ojo a la luz del láser puede provocar daños oculares permanentes. Antes de encender el láser, recójase el cabello y asegúrese de que no trae puestos objetos (como ser anillos, brazaletes, cadenas) que puedan reflejar la luz del láser y de que ningún haz difractado por el CD pueda alcanzar a otra persona en el laboratorio.

1. Con un marcador fino, marque uno de los radios del CD. Oriente el CD de manera que este radio permanezca horizontal.
2. Con los materiales disponibles, fije el láser en una posición de manera que el haz incida normalmente sobre la línea marcada en el CD más o menos cerca del borde exterior. (¿Cómo se asegura de que la incidencia es normal?). Este paso puede llevar su tiempo. Antes de prender el láser, asegúrese de que las reflexiones del CD no puedan alcanzar a otras personas del laboratorio.
3. Con los materiales disponibles, construya una pantalla y ubíquela como indica la figura.
4. Practique un orificio sobre la pantalla que permita el paso del haz incidente. Tenga en cuenta que la distancia L debe poder ser variable. (¿Cómo se asegura de que la pantalla es perpendicular al haz incidente?).



5. Para distintos valores de L , observar los máximos de intensidad y registrar sus posiciones y (la distancia al máximo central, como se indica en la figura) junto con el orden n . Emplee por lo menos 10 valores distintos de L y observe por lo menos un máximo de orden dos.
6. Aplicando trigonometría y el teorema de Pitágoras a la ecuación de la red (1) resulta

$$n \sqrt{L^2 + y^2} = \frac{d}{\lambda} y \quad (2)$$

- Para cada medición realizada, obtenga el valor de la variable $n\sqrt{L^2 + y^2}$.
¿Cómo estimaría la incerteza de esta variable?
7. Realice un gráfico de los datos experimentales de la variable $n\sqrt{L^2 + y^2}$ en función de y . De acuerdo con la ecuación (2), ¿qué forma debería tener este gráfico?
 8. A partir del análisis del gráfico, determine la longitud de onda λ del láser con su incerteza.
 9. Tome un DVD y realice una única medición para determinar su distancia entre pistas d . ¿Es igual a la del CD?

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)
- Resultados obtenidos
- Comentarios finales
- Conclusiones
- Y cualquier información que considere relevante

PE42. Colegio N° 3 Mariano Moreno. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Objetivo

Medir el momento de inercia de un giróscopo.

Dispositivo experimental, materiales y software

- Giróscopo.
- Guía de pendiente variable.
- Cinta métrica.
- Cronómetro.
- Balanza.
- Calibre.
- Teléfono inteligente.
- Netbook.

Software

- Hoja de cálculo.
- Aplicación: nivel de burbuja.

Marco teórico: El Momento de Inercia

Así como la masa m de un cuerpo es una medida de su inercia, o sea, de lo que el cuerpo se opone a ser acelerado linealmente, el momento de inercia I es una medida de la oposición de un cuerpo a adquirir aceleración angular cuando gira con respecto a un eje determinado. El momento de inercia es una propiedad intrínseca del cuerpo, una constante, y depende de su masa pero también de cómo ésta está distribuida alrededor del eje de rotación.

Si cuando el cuerpo se desplaza a una velocidad \vec{v} su energía cinética de traslación es

$$E_{CT} = \frac{1}{2}mv^2$$

, si gira con una velocidad angular $\vec{\omega}$, por analogía, su energía cinética de rotación es

$$E_{CR} = \frac{1}{2} I \omega^2$$

El gir6scopo de la figura baja por una gu1a que est1 inclinata un 1ngulo $\hat{\alpha}$ respecto de la horizontal. Al liberarlo, convierte paulatinamente su energ1a potencial inicial en energ1a cin1tica. Pero no solo de traslaci3n, tambi1n de rotaci3n alrededor de su eje central. Esto se manifiesta en que la aceleraci3n \vec{a} con la que baja, es notablemente menor a la que se observari1a si solo se desplazara sin rozamiento sobre la gu1a. La aceleraci3n aumenta con $\hat{\alpha}$, pero se ve disminuida porque el momento de inercia "retiene" energ1a en la rotaci3n. Si se encuentra la forma en que la aceleraci3n var1a con el 1ngulo de inclinaci3n, se sabr1 c3mo influye el momento de inercia en el movimiento. Se busca entonces la funci3n

$$a = f(\hat{\alpha})$$



Figura 1- Gir6scopo en la gu1a de inclinaci3n variable

Despu1s de rodar sobre el eje central hasta una posici3n posterior cualquiera, el gir6scopo habr1 bajado una altura Δh y el cambio de su energ1a potencial ser1

$$\Delta E_p = mg\Delta h$$

Si se desprecia cualquier acci3n exterior, la energ1a se conserva. Entonces es correcto escribir

$$\Delta E_p = E_{CT} + E_{CR}$$

Reemplazando las ecuaciones anteriores en esta 1ltima, queda

$$mg\Delta h = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 \quad (1)$$

Como el eje central est1 rodando sobre la gu1a, la velocidad de traslaci3n del gir6scopo es igual a la velocidad tangencial del eje. Si r es el radio del eje central, entonces

$$\omega = \frac{v}{r}$$

por lo que la (1) queda

$$mg\Delta h = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I \frac{v^2}{r^2}$$

Sacando factores comunes en el segundo miembro y cancelando la masa

$$g\Delta h = \frac{1}{2}v^2 \left(1 + \frac{I}{mr^2}\right) \quad (2).$$

Pero seg1n la figura

$$\Delta h = \Delta x \cdot \text{sen}\hat{\alpha}$$

Donde Δx es la distancia recorrida por el gir6scopo. La (2) queda entonces as4

$$g \cdot \Delta x \cdot \text{sen}\hat{\alpha} = \frac{1}{2} v^2 \left(1 + \frac{I}{mr^2}\right) (3)$$

Pero como

$$\Delta x = \frac{1}{2} a t^2 (4)$$

y

$$v = a \cdot t$$

en la (3)

$$g \cdot \frac{1}{2} a t^2 \text{sen}\hat{\alpha} = \frac{1}{2} \cdot a^2 \cdot t^2 \left(1 + \frac{I}{mr^2}\right)$$

Cancelando

$$g \text{sen}\hat{\alpha} = a \cdot \left(1 + \frac{I}{mr^2}\right)$$

Despejando a

$$a = \frac{g}{\left(1 + \frac{I}{mr^2}\right)} \cdot \text{sen}\hat{\alpha} (5)$$

que es la funci3n buscada.

Procedimiento

- Marque sobre la gu4a una distancia Δx que le resulte conveniente.
- En una hoja de c4lculo confeccione una tabla de valores del tiempo $t(s)$ que tarda el gir6scopo en recorrer Δx contra el 4ngulo $\hat{\alpha} (^{\circ})$ de inclinaci3n de la gu4a.
- Mida la masa del gir6scopo y reg4strelo en la hoja de c4lculo.
- Mida el radio del eje del gir6scopo y reg4strelo en la hoja de c4lculo.
- Elija una posici3n del aparato, mida el 4ngulo $\hat{\alpha}$ y an3telo en la tabla de valores.
- Mida el tiempo $t(s)$ para esa configuraci3n y reg4strelo en la tabla.
- Repita estos dos 4ltimos pasos hasta obtener al menos 10 pares de valores.
- Considerando las ecuaciones (4) y (5) del marco te3rico, elija las variables adecuadas para que al graficar se obtenga una recta.
- Agregue a la tabla anterior las columnas correspondientes a las variables elejidas y compl4telas usando las f3rmulas adecuadas.
- A partir de estas dos 4ltimas columnas, inserte una gr4fica de dispersi3n (sin l4nea) agregando una l4nea de tendencia con su correspondiente ecuaci3n y el coeficiente R^2 .
- Extraiga la pendiente de la ecuaci3n de la l4nea de tendencia.
- Calcule a partir de la pendiente obtenida y de las mediciones anteriores el valor del momento de inercia I del gir6scopo.
- A partir de los valores obtenidos obtenga un intervalo de indeterminaci3n para I .
- Escriba sus consideraciones con respecto a la calidad de su medici3n.

Datos

Considere $g = 9,8 \frac{m}{s^2}$

Mediciones de densidades.

Introducción

La densidad es una magnitud intrínseca de cada objeto. Para obtenerla, lo mas usual es, conociendo la masa de cuerpo, dividirla por el espacio o volumen de este. La densidad da una idea de cuan compactada está la materia en un cuerpo o sustancia.

Existen sustancias de altas densidades, como son algunos metales, tales como el oro o el mercurio; y otras de muy baja densidad, donde se puede incluir el aire, y otros gases.

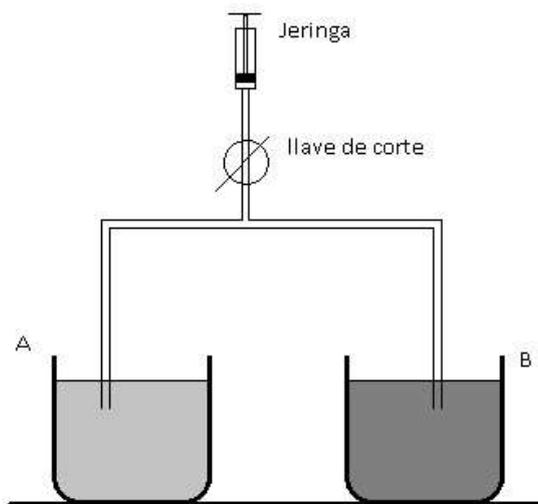
Objetivos

El presente examen tiene como objetivo la familiarización con el proceso de medición de una variable de forma directa e indirecta

Se recurrirá a planteos de la rama de hidrostática para alcanzar la densidad de una sustancia desconocida. Junto con herramientas sencillas para

Desarrollo

Dada la situación planteada en la figura, se llegará a la densidad de la sustancia en el recipiente B, a través de otros datos que se deberán medir.



Junto con cada manguerita que ingresa en sendos contenedores, se encuentre una regla que servirá para medir variaciones de altura de cada fluido.

Posición de inicio

La jeringa es lo ultimo que debe ser puesto en el sistema. En ambos recipientes, la manguera debe estar sumergida algunos centímetros, con el liquido nivelado dentro y fuera de la manguera.

La llave de corte debe estar abierta, permitiendo el paso de aire. Se conecta la jeringa a la manguera como muestra la figura. La jeringa debe estar con el embolo totalmente inserto en ella

Procedimiento

La primera densidad, será tomada con un densímetro, aparato que brinda directamente la magnitud.

Se succiona con la jeringa, creando leve vacío en la red de mangueras, ocasionando que por ambas ramas ascienda cierta cantidad de fluido.

Dado que la presión atmosférica es simétrica para cada rama, puede ser ignorada en los cálculos.

- 1) Obtener la densidad de la sustancia del recipiente A, expresándolo con su correspondiente error.
- 2) Realice un gráfico mostrando la situación de los contenedores, con el líquido habiendo subido por ambos lados.

Considerando que en la superficie de cada líquido la presión atmosférica es igual, la presión generada por cada columna de fluido es equivalentes.

- 3) Calcule la presión en ambos lados, igualándolas, y despejando la densidad del líquido B
- 4) Realice una tabla de mediciones para diferentes “succiones” de la jeringa, con sus correspondientes valores de alturas.
- 5) En la hoja milimetrada, realice un gráfico lineal de h_B en función de h_A
- 6) Habiendo linealizado el gráfico anterior, calcule el valor de la pendiente.
- 7) Calcule el valor de la densidad de la sustancia misteriosa en el contenedor B

Material disponible

- Manguera en cantidad
- Dos recipientes grandes
- Jeringa grande
- Llave de corte
- Cinta
- Dos reglas de 20 cm
- Hojas milimetradas

Sugerencias

Es conveniente, antes de realizar las medidas, asegurarse de lo que se debe medir, bajo qué condiciones.

Para ello, lea todo el examen antes de iniciar. Reléalo varias veces, de ser necesario.

La revisión es fundamental para detectar y corregir errores. Revise cálculos, mediciones, valores, gráficos, todo lo que se haya hecho.

¡que las cuatro fuerzas fundamentales te acompañen!

PE44. Escuela Escocesa San Andrés. Olivos, Buenos Aires.

Cuando objeto cae en el aire, experimenta una fuerza de arrastre que se opone al movimiento. Objetos más grandes experimentan fuerzas más grandes. En este experiment, investigarán cómo la velocidad terminal de un cono de papel cayendo en el aire depende del diámetro del cono.

- a) Corte un sector de un círculo de filtro de papel, como se muestra en Fig. P1.1.
- b)
 - i) Encinte los bordes rectos del papel para producir un cono, como se muestra en Fig. P1.2.
 - ii) Mida y registre el diámetro del cono.
d=cm
- c)
 - i) Monte una regal en forma vertical como se muestra a continuación.

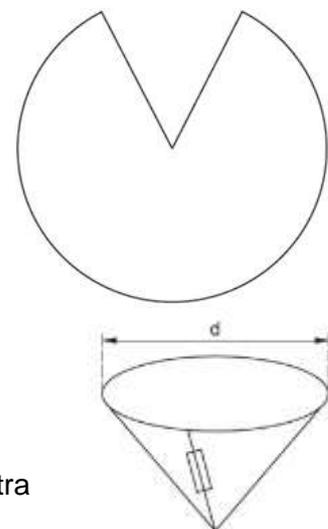


Fig. 2.2

- ii) Suelte el cono desde una distancia cercana por encima de la regla, Fig. P1.3. Haga y registre mediciones para determinar el tiempo que el cono toma al caer la distancia desde la punta superior de la regla.

$h = \dots\dots\dots\text{cm}$

$t = \dots\dots\dots\text{s}$

- d) Estime el porcentaje de incerteza en t , mostrando su trabajo

Incerteza porcentual en $t = \dots\dots\dots$

- e) Calcule la velocidad terminal del cono.

$v = \dots\dots\dots\text{cm s}^{-1}$

- f)

i) Saque la cinta del papel y corte un sector más grande.

ii) Repita (b), (c)(ii) y (e) **cinco veces**, registrando sus resultados d , h , t and v en una tabla:

- g) Se sugiere que v es inversamente proporcional a d . Los resultados de sus mediciones apoyan esta sugerencia? Explique su razonamiento claramente, y realice un gráfico en el papel adjunto.

- h)

i) Sugiera 4 fuentes de error o limitaciones del procedimiento realizado.

ii) Sugiera 4 mejoras que se podrían hacer al experimento. Puede sugerir otros instrumentos o procedimientos.

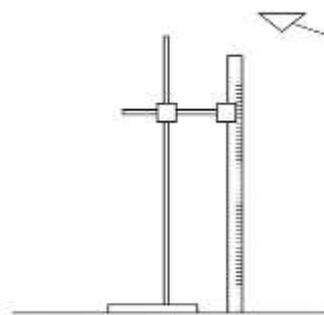


Fig. 2.3

**PE45. Escuela Escocesa San Andrés.
Olivos, Buenos Aires.**

Una atracción de feria transporta pasajeros en sillas que están unidas por varillas de metal a un polo central de rotación, como se muestra en la Fig. B2.1. Cuando el polo gira con velocidad angular ω , las varillas hacen un ángulo θ con la vertical.

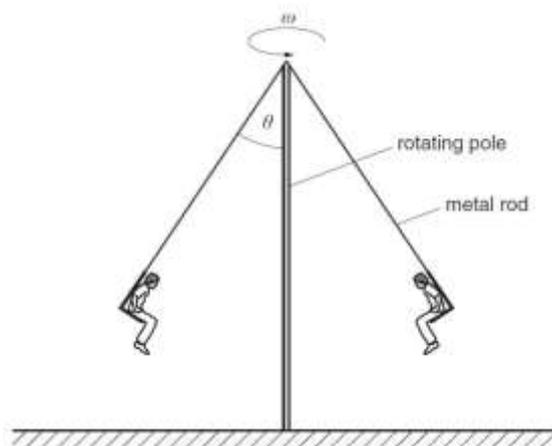


Figura P 2.1

Se sugiere que $\cos \theta$ es inversamente proporcional a ω^2 .

Diseñar un experimento de laboratorio, usando un pequeño objeto para representar una silla ocupada, a probar la relación entre θ y ω . Yo u debe dibujar un diagrama, en la página 3, que muestra el disposición de su equipo. En su cuenta se debe prestar especial atención a

- a) el procedimiento que ha de seguirse,
b) las medidas que deben adoptarse,

- c) el control de las variables,
- d) el análisis de los datos,
- e) que se tomen las medidas de seguridad.

**PE46. Colegio Nicolás Avellaneda.
Aguilares, Tucumán.**

Se desea determinar el coeficiente de viscosidad "a la temperatura ambiente" de un líquido.

Para ello se le proveen los siguientes elementos:

- Una probeta graduada.
- Un frasco con líquido viscoso.
- Esferas de vidrio.
- Cronómetro.
- Regla.
- Balanza.
- Calibre.
- Papel milimetrado.

Marco teorico

La viscosidad es una propiedad de los fluidos. En los líquidos se debe a las fuerzas de cohesión intermoleculares y en los gases a las colisiones entre las moléculas de un gas.

La viscosidad de un fluido se expresa cuantitativamente mediante el coeficiente de viscosidad η , que es propio de cada fluido. Este coeficiente varía con el aumento de la temperatura, disminuyendo en los líquidos y aumentando en los gases.

La ley de Stokes, establece que, durante la caída de una esfera dentro de un fluido, esta interactúa con el campo gravitatorio terrestre, con las capas del fluido, de manera que las fuerzas que se ejercen sobre ella son el peso P, el empuje E y la fuerza viscosa F (véase figura). Este movimiento es inicialmente acelerado, hasta que las tres fuerzas se equilibran y la esfera continúa cayendo con velocidad constante, llamada velocidad límite o de régimen. Cuando la esfera alcanza esta velocidad (si consideramos los módulos) se verifica:

$$P = F + E \quad (1)$$

y la intensidad de la fuerza viscosa en el movimiento de una esfera dentro de un fluido viscoso, mientras no hay turbulencias, se puede calcular mediante la Ley de Stokes, cuya expresión es:

$$F = 6 \pi \eta r v \quad (2)$$

Donde η es el coeficiente de viscosidad, r es el radio de la esfera y v el valor de la velocidad de régimen.

- Aceleración de la gravedad en Aguilares $g = (9,79 \pm 0,01) \text{ m/s}^2$.
- volumen de una esfera: $V = 4/3 \pi r^3$

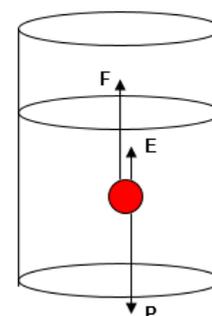
Metodo sugerido

En la figura la esfera se encuentra en *velocidad de régimen* dentro del líquido.

De la expresión (1) resulta $F = P - E$

De la expresión (2) resulta $\eta = \frac{F}{6 \pi r v}$.

- a) Para determinar la fuerza viscosa F , se le sugiere determinar:
 - a) el peso del cuerpo, para ello dispone de la balanza donde puede obtener la masa de la esfera y luego calcular el peso con la conocida $P = m \cdot g$.



- b) El empuje: Para ello necesitas calcular el volumen, previamente mides el diámetro con el calibre. También necesitas la densidad del líquido; en este punto se sugiere colocar en la probeta (cuya masa mide previamente) un volumen V del líquido viscoso y determinar la masa. El marco teórico le dice el resto.
- c) Para determinar la velocidad de régimen: se sugiere: colocar una gran cantidad de líquido en la probeta (por encima de la marca de graduación superior de la probeta), luego dejar caer la esfera dentro del líquido y cuando haya desplazado entre uno o dos centímetros (o lo que estime necesario) ya estaría en velocidad de régimen. A partir de ese instante medir distintos espacios recorridos con sus respectivos tiempos para poder determinar la velocidad. Estos espacios pueden ser la misma graduación de la probeta, que luego puedes relacionar con una escala métrica con la regla.
- d) A continuación, graficar espacio en función del tiempo y obtener la mejor recta; sabiendo que su pendiente es la velocidad de régimen.

Ahora sólo resta determinar el valor del coeficiente de viscosidad solicitado; consignando el resultado en unidades del sistema MKS.

PE47. Escuela Philips.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Objetivo

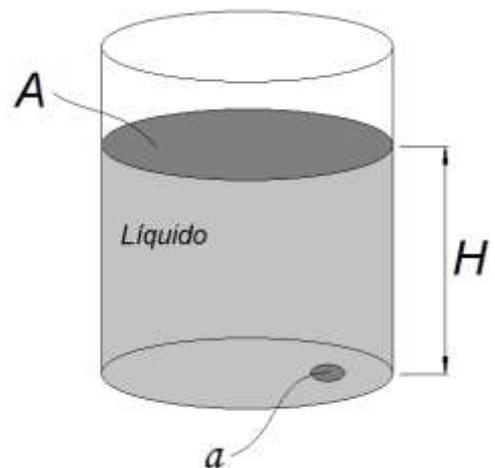
Análisis del vaciado de un recipiente abierto

Introducción

Cuando un recipiente abierto a la atmosfera contiene un líquido y se practica un pequeño orificio en la parte inferior, pueden utilizarse las ecuaciones de continuidad y Bernoulli para demostrar que el tiempo de vaciado del recipiente verifica la siguiente ecuación:

$$t = \frac{1}{K} \sqrt{\left(\frac{A}{a}\right)^2 - 1} \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

Donde A es la sección del recipiente (supuesta uniforme), a la sección del orificio inferior, H el nivel inicial de líquido respecto del orificio, g la aceleración gravitatoria y K un coeficiente de ajuste que depende de las formas (cuadrada, circular, etc) de las secciones transversales del tanque y del orificio inferior.



Materiales

- Recipiente transparente
- Agua
- Regla
- Cronómetro
- Cinta adhesiva

Primera parte: simplificación de la ecuación

Por simplicidad queremos despreciar el factor unidad que resta dentro del primer radical. Nuestra condición experimental para poder hacerlo es que

$$\left(\frac{A}{a}\right)^2 \gg \left[\left(\frac{A}{a}\right)^2 - 1\right]$$

no difieran en más del 0,5%

- Mida el diámetro D del recipiente y determine el máximo valor que puede tener el diámetro d del orificio.

Segunda parte: determinación de la aceleración de la gravedad

En este experimento el orificio inferior tiene un diámetro $d = (3,00 \pm 0,05)mm$ y el uso de la simplificación está garantizado. Para el recipiente dado y su orificio inferior se tiene $K = 0,625$

Se pretende utilizar la ecuación presentada para determinar la aceleración de la gravedad en CABA.

- Describa brevemente un método para determinar la aceleración gravitatoria a partir de la ecuación simplificada.
- Linealice apropiadamente la ecuación simplificada de acuerdo a las magnitudes a medir
- Mida las magnitudes que haya considerado y presente los valores en una tabla
- Confeccione un gráfico a partir de los valores medidos y trace la línea de tendencia
- Presente la ecuación correspondiente a la línea de tendencia
- Determine el valor de g con su respectiva incertidumbre

PE48. Instituto Lasalle Florida. Florida, Buenos Aires.

Objetivos

Se va a estudiar experimentalmente el proceso de carga de un condensador a través de una resistencia, y se deducirá la capacidad del condensador.

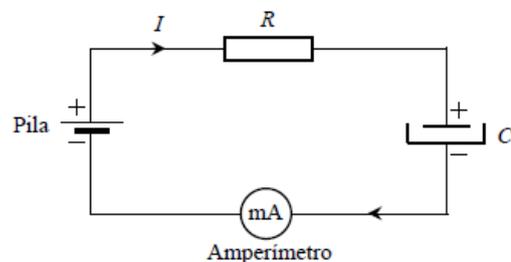
Materiales.

- Condensador electrolítico
- Batería 9V
- Resistencia eléctrica.
- Multímetro con dos sondas y dos pinzas de conexión (cocodrilos).
- Dos cables con pinzas.
- Cronómetro.

Modelo teórico.

Un condensador es un dispositivo que sirve para almacenar carga eléctrica. La principal característica de un condensador es su *capacidad*, C , cociente entre la carga que almacena y la diferencia de potencial entre sus terminales.

En este experimento se va a cargar un condensador inicialmente descargado a través de una resistencia, R , alimentando el circuito con una pila eléctrica, como se esquematiza en la figura 1. Tras cerrar el circuito, la corriente que circula empieza a cargar el condensador, de forma que aumenta la diferencia de potencial entre sus terminales. Por tanto, la caída de potencial en la resistencia y la corriente que circula por ella van disminuyendo. En concreto, puede demostrarse que la corriente disminuye exponencialmente con el tiempo, t , en la forma



$$I = I_0 e^{-t/RC}$$

donde I_0 es la corriente inicial, cuando se cierra el circuito en $t = 0$.

Procedimiento experimental

- 1) Mida con el multímetro el valor de la resistencia R .
- 2) Con los componentes eléctricos de que dispone construya el circuito eléctrico, **dejando inicialmente abierta una de las conexiones a la pila**. Tenga en cuenta que:
 - El condensador electrolítico tiene una polaridad eléctrica definida (ver figuras). Si no se respeta esta polaridad, el condensador se estropeará al cerrar el circuito y las medidas no serán correctas.
 - El polímetro se usa como miliamperímetro, en la escala de 2 mA. Antes de cerrar el circuito, asegúrese de que las conexiones de este instrumento son correctas.
 - El condensador debe estar inicialmente descargado. Para conseguirlo, basta cortocircuitar sus dos terminales con uno de los cables.
- 3) Cierre el circuito y, simultáneamente, ponga en marcha el cronómetro. Anote el valor de la corriente I que circula a intervalos regulares de 5 segundos, hasta un valor máximo de 60 s. La lectura del polímetro no es instantánea, por lo que no debe tener en cuenta para cálculos posteriores la medida en el instante inicial, $I(t = 0)$. Presente las medidas de I en una tabla (primer columna tiempo, segunda columna I).
- 4) Transforme la ecuación (1) para obtener una dependencia lineal entre alguna función de I y el tiempo t .
Anote en la tercera columna de la tabla anterior los valores de esta función de I .
- 5) Represente gráficamente en el papel milimetrado los puntos correspondientes a esta dependencia lineal.
- 6) Determine la pendiente, p , y la ordenada en el origen, c , de la recta que mejor se ajusta a estos puntos.
- 7) A partir de los valores de p y c obtenidos en 6) y del valor de R medido en 1), determine los valores de la corriente inicial, I_0 , y de la capacidad del condensador, C .
- 8) Suponga que la principal fuente de error en este experimento es la medida de la corriente I , y que la incertidumbre de cada medida es \pm una unidad en el último dígito presentado en la pantalla del polímetro.

Haga una estimación de las incertidumbres de I_0 y de C .

PE49. Colegio Nacional de Buenos Aires. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

En el enunciado de la prueba experimental no aparece la densidad del alcohol ni su calor específico como datos. Los mismos fueron anotados en el pizarrón durante el examen.

Calorimetría

Introducción

Diferentes sustancias requieren diferentes cantidades de calor Q para producir un cambio dado en su temperatura. Por ejemplo, para incrementar la temperatura de 1 kg de agua en una cantidad ΔT de temperatura se requiere alrededor de 10 veces más calor que para incrementar en esta misma cantidad ΔT la temperatura de 1 kg de cobre. Este comportamiento de los materiales es caracterizado cuantitativamente por el calor específico, que es la cantidad de calor necesaria para incrementar la temperatura de 1 gr de sustancia en 1°C . Así, el agua tiene un calor específico de mayor valor que el cobre. El calor específico de un material es característico para cada sustancia y depende de su estructura interna. Como puede ser visto de la definición, el calor específico de una sustancia dada puede ser determinado mediante la entrega de una cantidad de calor

conocida a una cantidad de masa determinada de la sustancia y con un apropiado registro del cambio en su temperatura.

La cantidad de calor Q de una masa m con calor específico c_e , cuando su temperatura ha variado ΔT se define como:

$$Q = m \cdot c_e \cdot \Delta T \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde el calor específico es la cantidad de calor (en calorías) necesaria para incrementar la temperatura de 1 gramo de sustancia en 1 grado Celsius.

De hecho, la caloría es la unidad de calor definida como la cantidad de calor requerido para incrementar la temperatura de 1 gr de agua en 1°C. Por definición, el agua tiene un calor específico de $1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$.

Si se colocan en contacto térmico (pero no físico) agua y alcohol, inicialmente a diferentes temperaturas, es posible ver cómo se modifica la temperatura de cada uno de estos líquidos a medida que transcurre el tiempo.

Considérese un recipiente adiabático con dos compartimentos, separados por una lámina delgada de material aluminio (Fig 1)

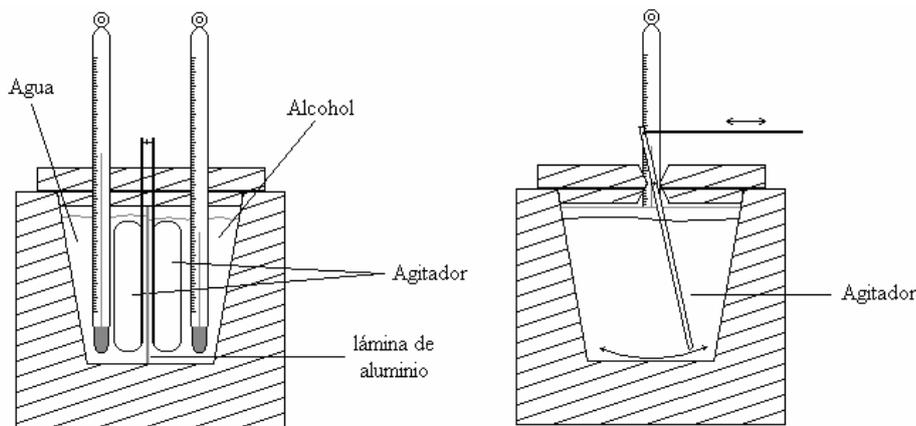


Figura 1: Dos vistas esquemáticas del dispositivo experimental

En todo proceso de intercambio de calor se cumple que $\sum = 0 Q_i$ donde Q_i es la cantidad de calor intercambiado por cada uno de los cuerpos que intervienen en el proceso.

Aplicando este principio al sistema constituido por agua y alcohol en cada compartimento del recipiente, resulta:

$$0 = Q_{\text{agua}} + Q_{\text{alcohol}} + Q_{\text{recipiente}} + Q_{\text{medio}}$$

Donde Q_{agua} y Q_{alcohol} son los calores intercambiados por cada fluido, Q_{medio} es el calor intercambiado por el medio exterior al recipiente y $Q_{\text{recipiente}}$ es la cantidad de calor que intercambian los demás elementos presentes en el interior del recipiente (las superficies internas del envase, el agitador, la lámina de aluminio, etc.)

Si se formula como primera hipótesis que, para la duración de este experimento, el recipiente es adiabático (es decir, que el intercambio de calor con el medio exterior resulta despreciable frente a los demás), la expresión anterior se reduce a:

$$0 = Q_{\text{agua}} + Q_{\text{alcohol}} + Q_{\text{recipiente}}$$

Si se considera como segunda hipótesis que el $Q_{\text{recipiente}}$ también resulta despreciable, se tiene:

$$0 = Q_{\text{agua}} + Q_{\text{alcohol}} \quad \text{Ecuación 2}$$

Objetivo

Determinar experimentalmente el calor específico del agua

Materiales

2 Probetas- Alcohol- Agua- 2 Termómetros- Cronómetro-Agitadores-Lámina de lata de gaseosa- Regla-Calibre- Recipientes de telgopor con tapa- Goma espuma

Procedimiento

- 1) Armar el dispositivo que se muestra en la Figura 1.
- 2) Con dos probetas distintas, medir 100 ml de alcohol y de agua, respectivamente. Vaciarlas en los distintos compartimentos
- 4) Cada medio minuto, y durante 10 minutos, medir las temperaturas del agua y del alcohol, sin dejar de mover los agitadores

Consignas

- a) Completar la tabla 1 con las mediciones realizadas
- b) Completar la Tabla 2, calculando el calor absorbido por alcohol en cada intervalo de 30 segundos de acuerdo a la Ecuación 1, y para cada uno de los 10 minutos en los que se midió
- b) Completar la Tabla 2, calculando la diferencia de temperaturas del agua entre una medición y la inmediatamente anterior, para cada uno de los 10 minutos en los que se midió
- c) Graficar los datos de la tabla 2 y realizar un ajuste lineal
- d) Calcular la pendiente del gráfico del inciso anterior y obtener el calor específico del agua con su error.

t (min)	ϵt (min)	$T_{\text{agua}} (^{\circ}\text{C})$	$\epsilon T_{\text{agua}} (^{\circ}\text{C})$	$T_{\text{alcohol}} (^{\circ}\text{C})$	$\epsilon T_{\text{alcohol}} (^{\circ}\text{C})$
0-0.5					
0.5-1					
1-1.5					
1.5-2					
2-2.5					
2.5-3					
3-3.5					
3.5-4					
4-4.5					
5-5.5					
5.5-6					
6-6.5					
6.5-7					
7-7.5					
7.5-8					
8-8.5					
8.5-9					
9-9.5					
9.5-10					

Tabla 1

Aprovechando esta fuerza de reacción a la fuerza de empuje trataremos de encontrar la densidad de una solución de agua y alcohol etílico. Para realizar las mediciones utilizamos una balanza electrónica, sobre ella colocamos un recipiente que contiene la solución e introducimos un cuerpo de volumen conocido en la solución. La densidad de dicha solución será:

$$\delta_{solución} = \frac{m_{solución}}{V_{solución}}$$

En nuestro caso la masa del líquido desalojado equivale a la m_E y el volumen del líquido desalojado al volumen del cuerpo que se introduce en el líquido.

El cuerpo que utilizaremos para introducirlo en la solución es un cuerpo de forma regular, un cilindro, que como sabemos para determinar su volumen podemos hacerlo utilizando:

$$V_{cilindro} = \pi R^2 h$$

Donde: R es el radio de la base del cilindro y h su altura.

Por lo tanto nos queda para determinar la densidad de la solución:

$$\delta_{solución} = \frac{m_E}{\pi R^2 h} \quad (\text{ecuación 1})$$

Elementos necesarios

- Recipiente con solución preparada y desconocida de agua y alcohol etílico.
- Cilindro con gancho superior para poder colgarlo
- Balanza digital
- Soporte universal
- Regla graduada
- Hoja de papel milimetrado
- Lápiz negro
- Cinta de papel
- Hilo

Desarrollo del experimento:

- a) Medir el diámetro de la base del cilindro y Calcular su radio. Expresar con la incerteza correspondiente.
- b) Utilizando el lápiz de carbono, marcar sobre el cilindro 10 líneas paralelas a la base del mismo y separadas cada 1,5 cm, comenzando a medir desde la base.
- c) Armar el dispositivo con el soporte universal y colgar el cilindro de forma que quede lo más vertical posible.
- d) Colocar sobre la balanza el recipiente que contiene la solución y tarar la balanza.
- e) Introducir el cilindro en la solución hasta la primera marca y registrar la m_E que indica la balanza, con su incerteza correspondiente.
- f) Repetir el último paso introduciendo el cilindro hasta cada una de las marcas realizadas.
- g) Confeccionar una tabla donde se indica la altura introducida y la m_E .
- h) Representar en un gráfico cartesiano la m_E en función de la altura h.
- i) Despejar y rearmar la ecuación 1, de acuerdo a lo graficado, transformándola en una función lineal, para que la pendiente de la recta permita determinar la densidad de la solución.
- j) Encontrar la incerteza de la densidad obtenida en la experiencia.
- k) Conociendo los valores de densidad teórica del agua y del alcohol etílico, aproximar y determinar la proporción en porcentaje de volumen de la solución de cada uno de los líquidos.

Datos

$$\text{Densidad del agua: } \delta_{agua} = 1000 \frac{kg}{m^3}$$

$$\text{Densidad del alcohol etílico: } \delta_{alcohol\ etílico} = 789 \frac{kg}{m^3}$$

**PE51. Instituto Eduardo L. Holmberg.
Quilmes, Buenos Aires.**

El objetivo de este trabajo práctico es la determinación de la relación, si existe, entre el tiempo de vaciado de un recipiente y el área total del orificio de descarga.

Inicialmente se medirá el tiempo de vaciado con un orificio de área A en la base del vaso. Luego se hará un segundo orificio igual al anterior, por lo que el área será ahora $2A$.

El recipiente considerado en este trabajo será un vaso de telgopor al que se le irán haciendo los orificios en la parte inferior. El nivel de agua deberá ser constante en todas las mediciones.

Procedimiento

(leer completo este procedimiento antes de comenzar):

1. Con el vaso vacío, hacer un orificio en la base utilizando el instrumento provisto.
2. Con el vaso apoyado en la mesada al borde de la piletta, cargarlo con agua usando el vaso de precipitado provisto. Al hacerlo, sostener firmemente el vaso de manera que no pierda agua por la base. El nivel inicial de agua en el vaso deberá ser siempre el mismo, por lo que se recomienda hacer alguna clase de marca como referencia.
3. Moviendo el vaso hacia la piletta (*sin salpicar por la parte superior!!!*) con una mano, activar el cronómetro con la otra mano, y así registrar el tiempo que tarda en descargarse completamente el vaso. Es decir, parar el cronómetro cuando el vaso quede vacío.
4. Registrar en una tabla el tiempo. Repetir esta medición al menos 2 veces.
5. Hacer un nuevo orificio en la base de vaso y repetir todo el procedimiento hasta lograr la mayor cantidad de mediciones posible ($10 < N^{\circ} < 20$).
6. Al finalizar las mediciones, confeccionar un gráfico de tiempo en función del área total de descarga (papel cuadriculado es suficiente).
7. Analizar el gráfico para producir una conclusión que responda qué relación existe entre el tiempo de descarga y el valor del área total de descarga del agua para un recipiente determinado y un volumen de agua determinado. Incluir en la conclusión un comentario sobre las fuentes de incertidumbre del procedimiento.

Nota: no es necesario medir el valor del área de los orificios. Como todos los orificios tendrán áreas iguales, un orificio tendrá área A , dos orificios tendrán área $2A$ y así siguiendo.

**PE52. Colegio Santísimo Rosario.
Monteros, Tucumán.**

Equivalente eléctrico de la caloría

Introducción

El objetivo de esta práctica es calcular la capacidad térmica de un calorímetro y determinar el equivalente eléctrico de la caloría, a través del principio de conservación de la energía.

Materiales

- Un calentador pequeño (potencia aproximada de 1200 W)
- Un vaso de telgopor.
- Un termómetro de mercurio.
- Un vaso de plástico graduado.

Procedimiento

Coloque 200 ml de agua en el calorímetro (vaso de telgopor), agítelo suavemente y mida la temperatura inicial del agua (T_i). Introduzca el calentador en el calorímetro y enciéndalo durante aproximadamente 1 minuto (puede ser más tiempo). Agite levemente el calorímetro y mida la temperatura final (T_f).

Paso 1

Escriba las expresiones matemáticas que relacionan:

- Capacidad térmica, calor y variación de la temperatura.
- Calor específico, capacidad térmica y masa.
- Potencia, energía y variación del tiempo.

Paso 2

Utilizando las expresiones anteriores, calcule:

- El calor recibido por el agua (Q), durante el tiempo en el que el calentador permanece encendido,
- La energía gastada por el calentador (E en Joules) durante el intervalo de tiempo

Desprecie la capacidad térmica del calorímetro y la pérdida de calor hacia el ambiente, y suponga que todo el calor generado por el calentador sirvió para calentar el agua. Utilizando el principio de la conservación de la energía, determine cuántos joules corresponden a una caloría, en otras palabras, determine el equivalente eléctrico de la caloría (J).

Paso 3

Tire el agua del Calorímetro y séquelo. Coloque 100 ml de agua en el calorímetro, y deje otros 50 ml en el vaso de plástico. Agite levemente el agua del vaso y mida su temperatura. Utilizando el calentador, caliente el agua del calorímetro hasta aproximadamente 50°C . Vierta el agua del vaso plástico en el calorímetro, agítelo suavemente y mida la temperatura de equilibrio.

Utilizando las expresiones del PASO 1:

- Calcule el calor cedido por el agua caliente.
- Calcule el calor recibido por el agua fría.
- Escriba la expresión para el calor cedido por el calorímetro.

Despreciando la pérdida de calor hacia el ambiente, considere el intercambio de calor entre el agua caliente, el agua fría y el calorímetro, y calcule la capacidad térmica (C) del calorímetro.

Para obtener un valor más preciso, puede repetir la experiencia por lo menos tres veces y calcular el valor promedio.

Paso 4

Retome los datos del PASO 2 y calcule el calor recibido por el agua y por el calorímetro, durante los 2 minutos de calentamiento. Considere, ahora, que la energía gastada por el calentador sirvió para calentar el agua y también el calorímetro, y calcule nuevamente el equivalente eléctrico de la caloría.

Paso 5

Considere el valor para el equivalente eléctrico de la caloría como 4,18 J. Calcule el error porcentual entre el valor esperado y el resultado obtenido, en los PASOS 2 Y 4.

Redacte un informe de su experiencia donde consigne:

- Objetivos de su trabajo – Planteo analítico.
- Experiencia realizada – Diseño experimental utilizado.
- Valores, tablas obtenidos.

- Fuentes de errores y análisis de cómo influyen en los resultados finales acotados.
- Consideraciones y supuestos que haya realizado.
- Todo aquello que considere relevante para su informe.-

PE53. Colegio Pablo Apóstol¹ - Colegio del Sol².
¹Yerba Buena - ²San Miguel de Tucumán.

Objetivo

- Encontrar la relación entre la densidad y la temperatura de la glicerina.
- Calcular el coeficiente de dilatación de la glicerina

Materiales

- Un recipiente de telgopor
- Probeta , jeringa o tubo de ensayo
- balanza
- Papel milimetrado
- glicerina
- agua
- pava eléctrica
- Termómetro y agitador

Procedimiento

- Se toma un volumen de glicerina a temperatura ambiente y se mide la masa, la temperatura y el volumen con su error
- calcular la densidad de la sustancia a temperatura ambiente. Acotar y cotejar con tabla
- se coloca en el recipiente de telgopor la probeta con el volumen medido de glicerina y se coloca entre ambos recipientes un termómetro, un agitador y agua hirviente.
- Se toman los valores de volumen para diferentes temperaturas a medida que esta se enfría.
- Construir una tabla de valores con las mediciones y errores correspondientes de volúmenes y temperaturas.
- Calcular la densidad con su error para cada temperatura
- Graficar densidad en función de la temperatura.
- Linealizar la función, si es posible e indicar intervalo, pendiente y ordenada al origen.
- Concluir sobre la relación $d=f(T)$
- Graficar variación de volumen en función de la variación de temperatura.
- Determinar la pendiente y la ordenada al origen con su error.
- Calcular el coeficiente de dilatación de la glicerina con su error, acotar y cotejar resultados.
- Elaborar conclusiones.

PE54. Colegio Provincial N° 1 Joaquín V. González.
Ciudad de La Rioja.

Objetivo: Determinación de la distancia focal f de una lente y del índice de refracción n del vidrio del que está hecha.

Desde que se inventaron las lentes hace ya cinco siglos, han sido utilizadas tanto para observar objetos muy lejanos (Astronomía) como para observar objetos muy pequeños (Microscopía).

En esta prueba experimental se propone comprobar la denominada ley de las lentes y determinar las características fundamentales de una lupa (lente convergente).

Materiales

- 3 lentes convergentes. (dos con distancia focal conocida, una desconocida)
- 1 foco luminoso (vela, led)
- 2 soportes, o trípodes de laboratorio.
- Pantalla de cartulina
- Cinta métrica e instrumentos de medición.

Primer experimento: Comprobación experimental de la ley de las lentes

Desde muy pronto, físicos como Galileo y Newton descubrieron una ley que se verifica en las lentes, consecuencia de la ley de la refracción de luz:

“Cuando se forma la imagen de un objeto en una pantalla a través de una lente, la suma de las inversas de la distancia objeto, s , y de la distancia imagen, s' , es una cantidad constante, característica de dicha lente”.

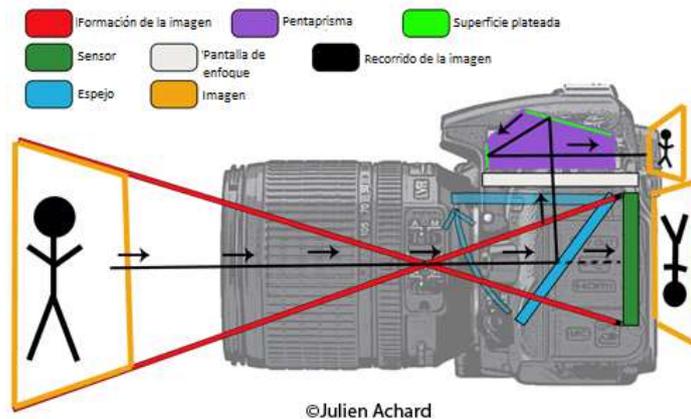
Para lentes delgadas, la distancia focal puede ser calculada como:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

Siendo s , la distancia entre la lente y el objeto, s' la distancia entre la lente y la pantalla (donde está la imagen) y f la distancia focal imagen de la lente (lupa).

De la anterior ecuación se deduce:

$$f = \frac{1}{\frac{1}{s} + \frac{1}{s'}}$$



Una cámara fotográfica está conformada por un objetivo con una distancia focal f , como se indica en la figura, la imagen “pasa” por el objetivo y se invierte, tal como haría un lente convexo.



Figura 0: Lente de distancia focal regulable desde 18 hasta 55 mm

Al aumentar la distancia focal, aumenta el “zoom”, ¿Por qué esto ocurre?
 ¿Por qué un lente de cámara es mas caro que una lupa convencional con la misma distancia focal?

El experimento planteado permite entender y comprender la definición de distancia focal, aumento e índice de curvatura.

En la Figura 1 se indica el esquema del montaje experimental que proponemos, así como las distancias s y s' .

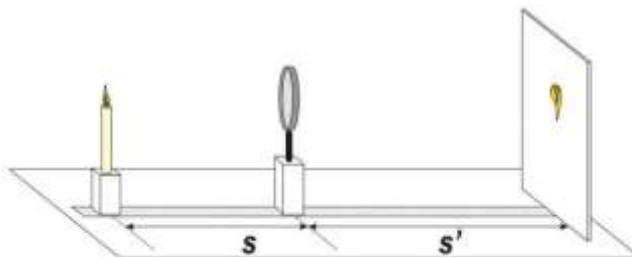


Figura 1: Esquema del montaje experimental.

Operaciones a realizar

I) Montaje experimental

- 1- Colocar el foco luminoso, el lente y la pantalla en soportes o trípodes para una mayor movilidad.
- 2- Situar la lente entre la pantalla y el foco luminoso como se muestra en la figura 1.
- 3- Procurar que la luz del laboratorio sea menor a la luz de nuestra fuente luminosa, en caso contrario apagar las luces o disminuirlos hasta que la luz sea claramente visible.
- 4- En caso de tener un lente muy grande: Distanciar mas los objetos de manera que sea visible por la pantalla.

II) Procedimiento

1. Situar el lente, el foco luminoso y la pantalla hasta obtener en la pantalla una imagen precisa y delineada mayor al foco luminoso.
2. Medir la distancia del foco luminoso al lente (denominado s) y la distancia entre el lente y la pantalla (s').
3. Repetir a lo menos cinco veces los pasos anteriores. Anote sus mediciones en una tabla.
4. Hacer una representación gráfica en papel milimetrado de $1/s'$ frente a $1/s$, y determinar la pendiente de la recta y la ordenada en el origen.

Tabla 1

s (cm)	s' (cm)	$1/s$ (cm ⁻¹)	$1/s'$ (cm ⁻¹)

5. A partir de la ordenada en el origen, determinar el valor de la distancia focal f' de la lupa.
6. Estimar el error tanto en la pendiente de la recta como en la ordenada en el origen y en la distancia focal, indicando el método seguido para ello.
 - Utilizando el segundo lente, de distancia focal conocida ($f = -200\text{mm}$) determinar s , y s' para la formación de imágenes.
 - ¿A qué se debe que la imagen no se pueda formar? Justificar.

Segundo experimento

Determinación de la distancia focal por el método de Bessel

Bessel ideó un procedimiento para determinar la distancia focal de una lente de manera más precisa, que consiste en lo siguiente: conocido un valor aproximado de la distancia focal (determinado, por ejemplo, por el método anterior), se fijan el foco y la pantalla a una distancia L mayor que cuatro veces la distancia focal. En estas condiciones, existen dos posiciones de la lente para las cuales se obtiene una imagen nítida del foco, una de ellas de mayor tamaño que el objeto y otra de menor tamaño. Si llamamos D a la distancia que media entre estas dos posiciones, la distancia focal f' se determina mediante la siguiente fórmula:

$$f = \frac{L^2 - D^2}{4L}$$

Operaciones a realizar

1. Elegir la distancia L entre el foco y la pantalla. Determinar la distancia D entre las dos posiciones de la lente antes mencionadas con el mayor cuidado posible. Determinar con ayuda de la fórmula anterior el valor de f' .

Tabla 2

L (cm)	D (cm)	f' (cm)

2. Calcular el error en f' .

Tercer experimento

Determinación del índice de refracción n del vidrio

Los constructores de lentes podían diseñarlas con la distancia focal deseada para la aplicación concreta. Se valían para ello de una fórmula, deducida también a partir de la ley de la refracción de la luz, que tiene en cuenta los radios de curvatura de sus superficies, así como del índice de refracción del material transparente del que están hechas.

En el caso que nos ocupa, la fórmula del constructor de lentes se reduce a:

$$\frac{1}{f} = \frac{(n - 1)2}{R}$$

donde R es el radio de curvatura de las superficies esféricas que constituyen las caras de la lente.

Operaciones a realizar

1. Con ayuda de la Figura 2 y sus conocimientos previos de trigonometría, determinar la expresión de R en función de las variables indicadas en la Figura 2.
2. Para la determinación experimental de h , e y e_0 , desmontar la

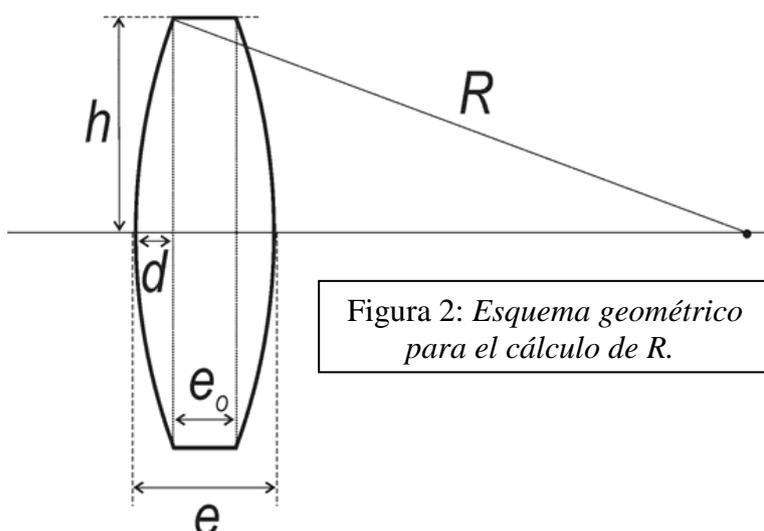


Figura 2: Esquema geométrico para el cálculo de R .

lente desenroscando con cuidado el mango de la lupa y utilizar el calibre. Consignar los resultados en las tres primeras columnas de la Tabla 3. A partir de estos valores, determinar el valor de R , indicando su incertidumbre.

Tabla 3

h (cm)	e (cm)	e_0 (cm)	R (cm)

- Aplicando la fórmula del constructor de lentes, determinar n , indicando también su incertidumbre.

**PE55. Escuela Normal Juan Pascual Pringles.
Ciudad de San Luis.**

Fuerza Centrípeta

Teoría

Si ninguna fuerza neta actúa sobre un objeto, éste viajará en una línea recta sin cambio de velocidad. Para provocar que un objeto se mueva en trayectoria circular, una fuerza constantemente perpendicular a la dirección del movimiento debe actuar sobre el objeto. Esta fuerza, llamada fuerza centrípeta, estará por lo tanto siempre dirigida hacia el centro del círculo.

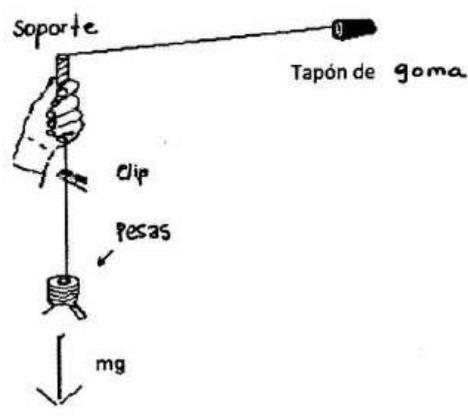
En esta investigación, vas a determinar la relación entre la fuerza centrípeta que actúa sobre el objeto y la velocidad del objeto mientras viaja por una trayectoria circular cuando el radio de la trayectoria circular que sigue el objeto se mantiene siempre constante.

Materiales

Un tubo plástico de 10 a 20 cm de largo, y de aproximadamente 1 cm de diámetro (el tubo debe estar pulido en sus dos extremos), cordón de nylon (más o menos 1 a 1,5 metros), un tapón de goma, 25 arandelas de metal, cronómetro, clips para papel, gafas protectoras.

Procedimiento

- Atar el tapón de goma a un extremo del cordón. Sosteniendo el cordón con la mano a unos 50 cm del tapón, tratar de hacer girar el cordón por encima de la cabeza en una trayectoria circular horizontal. Comprobarás que cuando haces girar el tapón más rápidamente, necesitarás sostener el cordón con más fuerza. En consecuencia, la fuerza (tensión) en el cordón debe incrementar junto con la velocidad del tapón.
- Pasar el extremo libre del cordón por el tubo plástico y atar a un clip. Doblar el clip de manera que pueda sostener arandelas. Colocar cinco arandelas en el extremo del cordón. Ajustar el cordón de forma que el radio de la trayectoria circular del tapón sea entre 75 y 100 cm. Marcar esto con un clip como se muestra en el diagrama.
- Practicar hacer girar el tapón en una trayectoria circular horizontal sobre tu cabeza. El tapón está viajando a la velocidad deseada cuando el peso de las arandelas sólo provee la fuerza centrípeta necesaria para que el tapón



mantenga su trayectoria circular de radio R. Esto está indicado por el clip que usas como marcador. El clip debe quedar sólo un poco por debajo del tubo plástico. Si el clip se mueve hacia arriba, contra el tubo, es porque estás haciendo girar el tapón demasiado rápido. Si el clip se baja, estás haciendo girar el tapón muy lentamente.

4. Cuando el tapón se mueve a la velocidad de rotación deseada, pídele a un compañero use el cronómetro para medir el tiempo que toma el tapón para completar 20 vueltas.
5. Calcular el tiempo de una vuelta del tapón.
6. Calcular la circunferencia de la trayectoria circular del tapón $L = 2\pi R$
7. A partir de esta información, determinar la velocidad del tapón en metros por segundo. Registrar todos los números en la Tabla 1.
8. Agregar cinco arandelas más y repetir los pasos 4 a 7.
9. Repetir el procedimiento tres veces más, cada vez agregando 5 arandelas hasta que el peso total es el de 25 arandelas. La fuerza centrípeta ejercida por las arandelas sobre el tapón es proporcional al número de arandelas usadas porque todas las arandelas pesan más o menos lo mismo. En consecuencia, podemos usar el número de arandelas para representar la unidad de fuerza centrípeta.

Pruebas	Fuerza (número de arandelas)	Tiempo para 20 vueltas (s)	Tiempo para una vuelta (s)	Circunferencia (m)	Velocidad (m/s)	(Velocidad)² $\left(\frac{m}{s}\right)^2$
1						
2						
3						
4						
5						

Cálculos

1. Calcular el tiempo para una revolución $t = t_{total}/\text{Número de revoluciones}$
2. Calcular la circunferencia $L = 2\pi R$. ($\pi=3,14$)
3. Calcular la velocidad del tapón $v = L/t$
4. Calcular la rapidez².
5. Graficar la fuerza centrípeta versus la rapidez (trazar la fuerza en el eje vertical y la velocidad en el eje horizontal).
6. Graficar la fuerza centrípeta versus la rapidez²

Conclusión

1. Explicar el significado del gráfico de la fuerza versus la velocidad.
2. Explicar el significado del gráfico de la fuerza versus la velocidad².
3. Derivar la ecuación para la fuerza centrípeta en este problema. Los resultados de tu investigación, ¿corroboran esta ecuación? Explica.

PE56. Escuela ORT - Sede Almagro.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

La mancha de petróleo

Los derrames de petróleo son uno de las peores catástrofes marinas que pueden ocurrir. Esto se debe no solo a los serios daños ambientales que ocurren, tanto en la fauna como en la flora del océano, sino que en general es muy difícil manejar la situación de *difusión* de la mancha de petróleo, aparte de que es difícil maniobrar el compuesto para quitarlo de la superficie. A esto hay que sumarle las olas que no ayudan tampoco.

La Física puede hacer un pequeño aporte a la solución de este problema. Considerando que el petróleo tiene una densidad menor a la del agua salina del mar, la mancha se ubica sobre la superficie, y si quitamos el efecto de las olas y el viento, esto se vuelve un problema de difusión en dos dimensiones.

La ley de Fick se vuelve una herramienta útil para este problema, ya que da una relación entre la concentración del compuesto y la ubicación espacial y temporal de dicha concentración.

De la ley de Fick se deduce que, bajo ciertas aproximaciones, la concentración en función del tiempo y de la distancia al centro de una mancha en difusión tiene la forma de una campana gaussiana de la siguiente forma

$$n(x, t) = A \cdot e^{\frac{-x^2}{4Dt}}$$

donde D es la *difusividad* de ese soluto en ese solvente, que depende de la viscosidad del solvente y de la temperatura, entre otras cosas.

Para manejar los extremos del derrame, nos importará el borde de la mancha, donde podemos suponer que la concentración es un valor fijo, que avanza en el espacio. Es decir, tomamos $n(x, t) = n_0$. De eso se deduce que el cociente que está en la exponencial debe mantenerse constante a medida que pasa el tiempo. De ahí que podemos sospechar que la relación del radio en función del tiempo sea del tipo

$$x_{radio}(t) \approx \sqrt{t}$$

Nuestro objetivo será ver si la dependencia del radio con el tiempo sigue esta tendencia.

Materiales

- Cápsula de Petri
- Agua
- Hoja milimetrada
- Cronómetro
- Pinza
- Una pequeña muestra de permanganato de potasio

Procedimiento

1. Colocar la hoja milimetrada con las distancias en donde deseamos observar el tiempo que se tarda en llegar, sobre la mesa.
2. Encima colocar la cápsula de Petri con una pequeña cantidad de agua. Debe tener agua toda la superficie plana de la cápsula, pero no debe superar el tercio de la altura de la cápsula con agua.
3. Colocar con la pinza una pequeña muestra de permanganato de potasio, hacer coincidir el centro de la hoja milimetrada con la ubicación de la muestra y comenzar el tiempo.
4. Registrar el tiempo que tarda el borde de la mancha en alcanzar los diferentes puntos marcados en la hoja milimetrada.

Análisis

1. Hacer un gráfico de radio en función del tiempo, indicando claramente las incertezas experimentales consideradas.
2. Dado que queremos comprobar si la dependencia del radio de la mancha depende del radio del tiempo, utilizar un modelo del estilo $x(t) = A \cdot t^n$ linealizarlo para poder hallar n por medio de un gráfico lineal.
3. Respecto a esa linealización, manipular los datos y hacer el gráfico lineal correspondiente para poder hallar n mediante el cálculo de una pendiente.
4. Hacer alguna estimación de esa pendiente y afirmar si el modelo propuesto desde la ley de Fick es bueno para el set de datos adquiridos.

Sugerencias

La mancha de permanganato es muy lenta en expandir. Esto da tiempo a mirar el cronómetro y registrar pero el borde es bastante difuso. Traducir esto en una incerteza mayor a la considerada en condiciones propias de otros tipos de experimentos más rápidos.

Aclaración

Será responsabilidad del estudiante secar cualquier superficie que fuera mojada en la manipulación de los materiales.



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