

29° Olimpíada Argentina de Física

Cuadernillo de Pruebas 2019



El presente cuadernillo contiene todos los problemas que fueron presentados a los participantes de la **Olimpíada Argentina de Física 2019**.

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 **29ª Olimpíada Argentina de Física**, nuestro más sincero agradecimiento.

Comité Organizador Ejecutivo

Prueba Teórica - Nivel 1 Caminando por un glaciar.

Parte 1

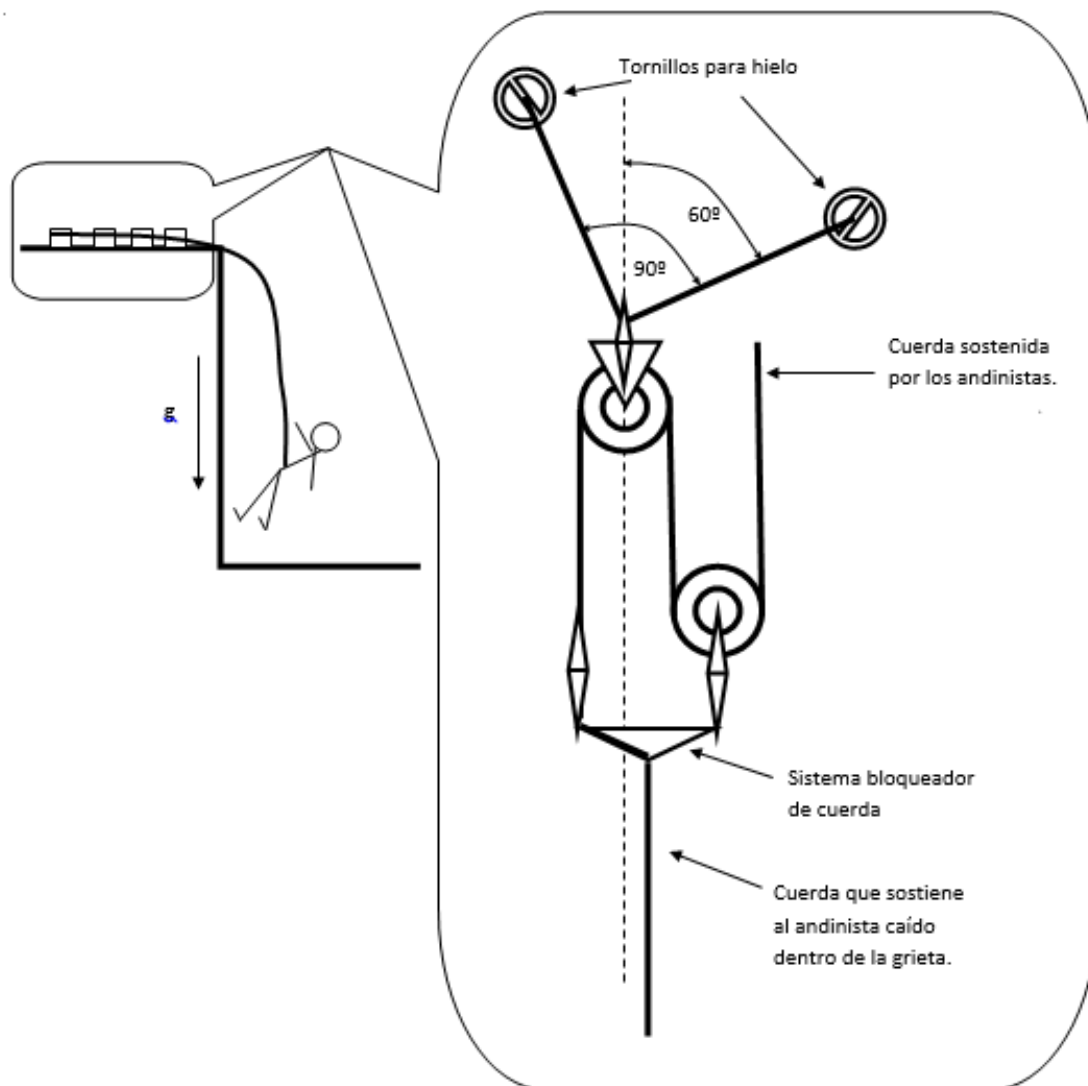
Un grupo de andinistas va caminando por un glaciar. En cierto momento, el que va primero, guiando, cae en una grieta oculta por la nieve. Como todos están unidos por cuerdas, sus compañeros logran detener la caída del guía luego de que hubo descendido 4m en la grieta. El andinista accidentado pesa 73 kg y en su mochila tiene 15 kg en equipo.

- a) ¿Cuánta energía se disipó por rozamiento mediante la maniobra de-detención realizada por los compañeros?

Nota: Considere que el valor de la aceleración de la gravedad es 10 m/s^2 .

Los compañeros, se acercan con sumo cuidado al borde de la grieta y se dan cuenta que para sacarlo deben izarlo. Para esto, arman un sistema formado por “una polea fija”, “una polea móvil” y un “sistema bloqueador de la cuerda”, como el que se muestra en la figura. Este dispositivo permite recuperar cuerda, pero no permite que descienda cuerda.

- b) Copie el esquema de poleas en su hoja de soluciones e identifique la polea fija y la polea móvil.
- c) Use el esquema anterior y determine la fuerza que deben hacer los andinistas para sostener, usando este sistema, a su compañero. Suponga que todos los tramos de la cuerda que están involucrados en el rescate son paralelos; la cuerda es inextensible y su peso, como el de las poleas, es despreciable.
- d) Si el ángulo que forman las cuerdas enganchadas a los tornillos es de 90° y el ángulo entre la cuerda unida al tornillo de la derecha y la vertical en el dibujo es de 60° , determine la fuerza que soporta cada uno de los tornillos. Esquematice.
- e) Calcule la fuerza que deben hacer los andinistas para izar a su compañero con una aceleración constante de $0,05 \text{ m/s}^2$.



Parte 2

Finalizado el rescate, y como la temperatura es baja, los andinistas preparan un té para el accidentado. Usan un calentador a gas para derretir un kilogramo de nieve y calentar el agua, la que luego ponen en un termo perfecto.

Sabiendo que:

- Calor específico de la nieve: $0.5 \text{ cal} / (\text{g } ^\circ\text{C})$.
- Calor de fusión de la nieve: 80 cal/g .
- Calor específico del agua: $1 \text{ cal} / (\text{g } ^\circ\text{C})$
- Densidad del agua: 1 g/cm^3 .
- Temperatura en el glaciar: $-8 ^\circ\text{C}$.

a) ¿Cuántas calorías se requieren para conseguir que el agua llegue a $70 ^\circ\text{C}$?

b) Si el calentador entrega 2.6 kW de potencia por la combustión, ¿cuánto tiempo lleva calentar el agua para hacer el té?

Nota: Recuerde que el equivalente mecánico del calor es 4.186 J/cal .

Luego de tomar el té, hacen de comer y para ello hierven 0.5 l de agua que les sobró al hacer la infusión. El glaciar se encuentra a 5100 m sobre el nivel del mar.

Sabiendo que cada 1000 m el punto de ebullición varía en aproximadamente 3°C :

- c) ¿A qué temperatura hierve el agua?
- d) ¿Cuánto tiempo demora el agua en alcanzar el punto de ebullición? Recuerde que el termo que contenía el agua es perfecto.

Uno de los andinistas deja por un rato su comida preparada dentro de un recipiente, tapado, de forma cilíndrica (5 cm de radio y 7 cm de altura).

Al regresar, encontró la comida a la temperatura justa para comer... a unos 65 °C. Suponiendo: que la temperatura del conjunto “comida-recipiente” siempre es uniforme; que su capacidad calorífica es: $C = 500 \text{ Cal / } ^\circ\text{C}$; que el coeficiente de intercambio de calor por convección es: $h \text{ [W / (m}^2 \text{ } ^\circ\text{C)]}$; y que intercambia calor solamente por la tapa y por la superficie lateral (no intercambia calor por la base apoyada):

- e) Escriba una ecuación de balance entre el calor que entrega el cuerpo al ambiente cuando su temperatura cambia en ΔT (luego de transcurrido un intervalo de tiempo Δt) y el calor perdido por convección en ese Δt .

Suponga: un valor de $h = 10 \text{ W / (m}^2 \text{ } ^\circ\text{C)}$; que la temperatura inicial del conjunto “comida-recipiente” es 80 °C; y que el ambiente se mantiene a -8 °C.

- f) Calcule el ΔT que experimenta la comida luego de pasados los primeros 60 s, usando la ecuación del ítem anterior.

Parte 3

Comienza a caer el sol y al probar sus linternas se dan cuenta que la luminosidad que producen ha mermado... esto se debe a que las pilas pierden eficiencia a bajas temperaturas.

Algunas linternas usan pilas AA de litio; una pila nueva de este tipo, que tiene entre sus terminales (electrodos) una diferencia de potencial de 1.6 V, puede proveer una carga eléctrica de unos 1200 mAh a una temperatura de 25°C.

Nota: mAh significa mili amperio hora.

Considere que los andinistas tienen una linterna que usa pilas AA de litio y cuya fuente de luz es un LED de alta luminosidad. Para encender ese LED hay que conectarlo a una fuente de voltaje mayor o igual a 3V, pero nunca superior a 4 V. Por el LED encendido circula una corriente de 40 mA.

Si la linterna está a una temperatura de 25°C.

- a) Determine el número mínimo de pilas necesarias para encender el LED de la linterna y la forma en que deben estar conectadas entre sí.
- b) Determine la cantidad máxima de carga eléctrica que pueden proveer las pilas conectadas en la forma que describió en el ítem anterior.
- c) Calcule el tiempo que podrá estar encendida la linterna. Suponga que el voltaje entre los terminales de las pilas siempre es de 1.6 V y que la corriente a través del LED es constante.
- d) Determine la cantidad de lúmenes (lm) que provee la linterna, sabiendo que por cada vatio de potencia se obtienen 90 lm.

Prueba Experimental - Nivel 1

No encienda el equipo hasta haber leído todo el enunciado y esté listo para realizar las mediciones requeridas.

Introducción

El aire es una mezcla homogénea de gases que constituye la atmósfera terrestre, la cual permanece alrededor del planeta Tierra por acción de la fuerza de gravedad. Esta mezcla está compuesta por nitrógeno (N_2), oxígeno (O_2), argón (Ar), dióxido de carbono (CO_2) y pequeñas cantidades de otros gases. Además, el aire contiene una cantidad variable de vapor de agua.

El aire se puede considerar un gas ideal y, por lo tanto, debe cumplir la ecuación de estado de los gases ideales. Es decir, si n moles de aire ocupan un volumen V y tienen una temperatura T , estos ejercen una presión P dada por,

$$PV = nRT \quad (1)$$

Donde R es la constante universal de los gases.

Por otro lado, si este sistema experimenta una compresión o expansión adiabática, la presión y el volumen deben cumplir que,

$$PV^\gamma = cte \quad (2)$$

Donde $\gamma = \frac{c_P}{c_V}$

c_P es la capacidad calorífica molar a presión constante.

c_V es la capacidad calorífica molar a volumen constante del aire.

Objetivo: Determinar experimentalmente el valor de R y el valor de γ para el aire.

Dispositivo experimental

El dispositivo experimental, que se esquematiza en la figura 1, consta de una jeringa en cuyo interior se instaló un sensor de temperatura y presión. En la boquilla de la jeringa se puso una válvula mientras que el émbolo se conectó a un tornillo mediante el cual se puede variar el volumen del aire contenido en la jeringa de manera más controlada. En el extremo del tornillo se ubica un goniómetro.

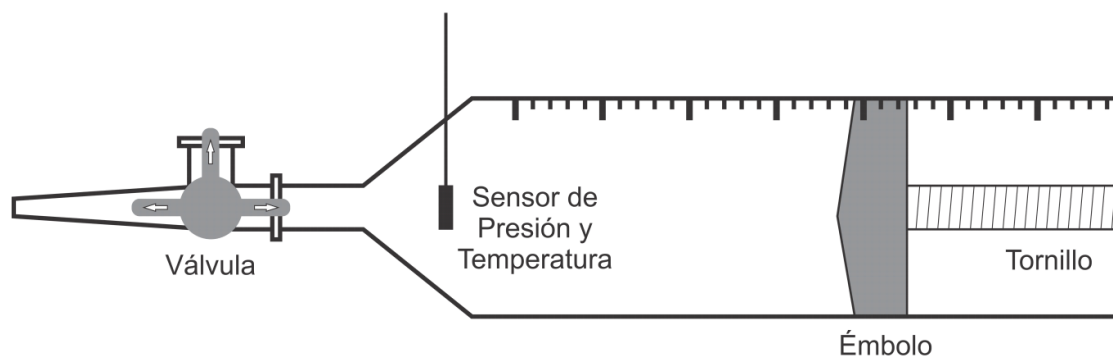


Figura 1. Esquema del dispositivo experimental

La válvula permite abrir o cerrar la jeringa. Así, con la válvula abierta se puede igualar la presión del aire dentro de la jeringa con la del aire exterior, es decir con la presión atmosférica. Con la válvula cerrada es posible mantener constante el número de moles de aire en el interior de la jeringa. La figura 2 esquematiza, en una vista desde arriba, la posición de la válvula abierta (izquierda) y cerrada (derecha).

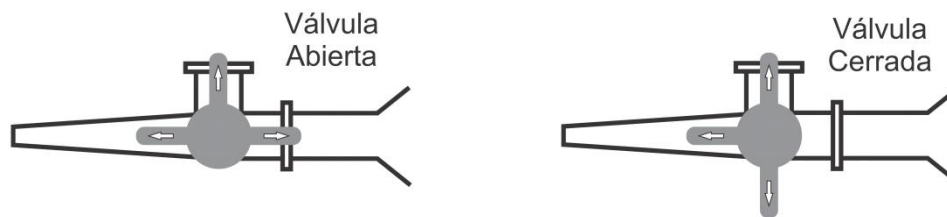


Figura 2. Vista desde arriba de la válvula: posición abierta (izquierda) y posición cerrada (derecha).

La jeringa tiene un volumen máximo de trabajo de 60 *ml*. Dada la ubicación del sensor, el volumen mínimo de trabajo de la jeringa es de aproximadamente 10 *ml*.

El sensor de temperatura tiene una apreciación de 0,1°C y el sensor de presión de 0,1 *hPa*. El rango de trabajo del sensor de presión es [300; 1100] *hPa*.

El sensor se encuentra conectado a una placa arduino con su correspondiente pantalla, la cual tiene una tecla de encendido y apagado (On/Off). **Solo encienda la placa arduino cuando tenga que realizar las mediciones, y apague la misma cuando termine de hacerlas.**

Primera Parte.

Para determinar el valor de R se realizarán mediciones de la presión P y de la temperatura T de n moles de aire, contenidos en la jeringa, cuando se varía el volumen V que ocupan.

Para este caso, el volumen que ocupa el aire está dado por,

$$V = V_0 + v \quad (3)$$

Donde v es el volumen indicado en la escala de la jeringa y V_0 es el volumen de aire en el interior de la válvula.

Teniendo en cuenta la ecuación (3) y la ecuación (1) se obtiene,

$$\frac{T}{P} = \frac{V_0}{nR} + \frac{v}{nR} \quad (4)$$

Procedimiento:

1.1. Determinar la variación de volumen Δv de la jeringa para una vuelta del tornillo conectado al émbolo de la misma.

Para ello, con la válvula abierta, mida el número de vueltas del tornillo necesarias para obtener una variación de volumen de 30 *ml*. Repita esta medición, al menos, 5 veces

Con la válvula abierta, ubique el émbolo de la jeringa para un valor de $v = 20$ *ml*. Una vez ubicado el émbolo en dicha posición, cierre la válvula.

1.2. Mida la presión P y la temperatura T del aire encerrado en la jeringa para distintos valores de v . Realice mediciones para $v < v_i$ (compresión) y para $v > v_i$ (expansión). Reporte los valores medidos en una tabla.

1.3. Grafique $\frac{T}{P}$ en función de v y realice un ajuste lineal de estas variables. Reporte el valor de la ordenada al origen y de la pendiente obtenida mediante el ajuste.

1.4. A partir de los valores de la ordenada al origen y de la pendiente obtenida mediante el ajuste, determine el valor de V_0 .

1.5. Determine el número de moles n de aire utilizado en las mediciones, sabiendo que la densidad del aire (ρ_{aire}) para una presión de $1013,3 \text{ hPa}$ depende de la temperatura como se muestra en la figura 3 y que la masa molar del aire es $M_{\text{aire}} = (28,97 \pm 0,03) \text{ g mol}^{-1}$.

Reporte el valor de la densidad del aire utilizado para determinar el valor de n .

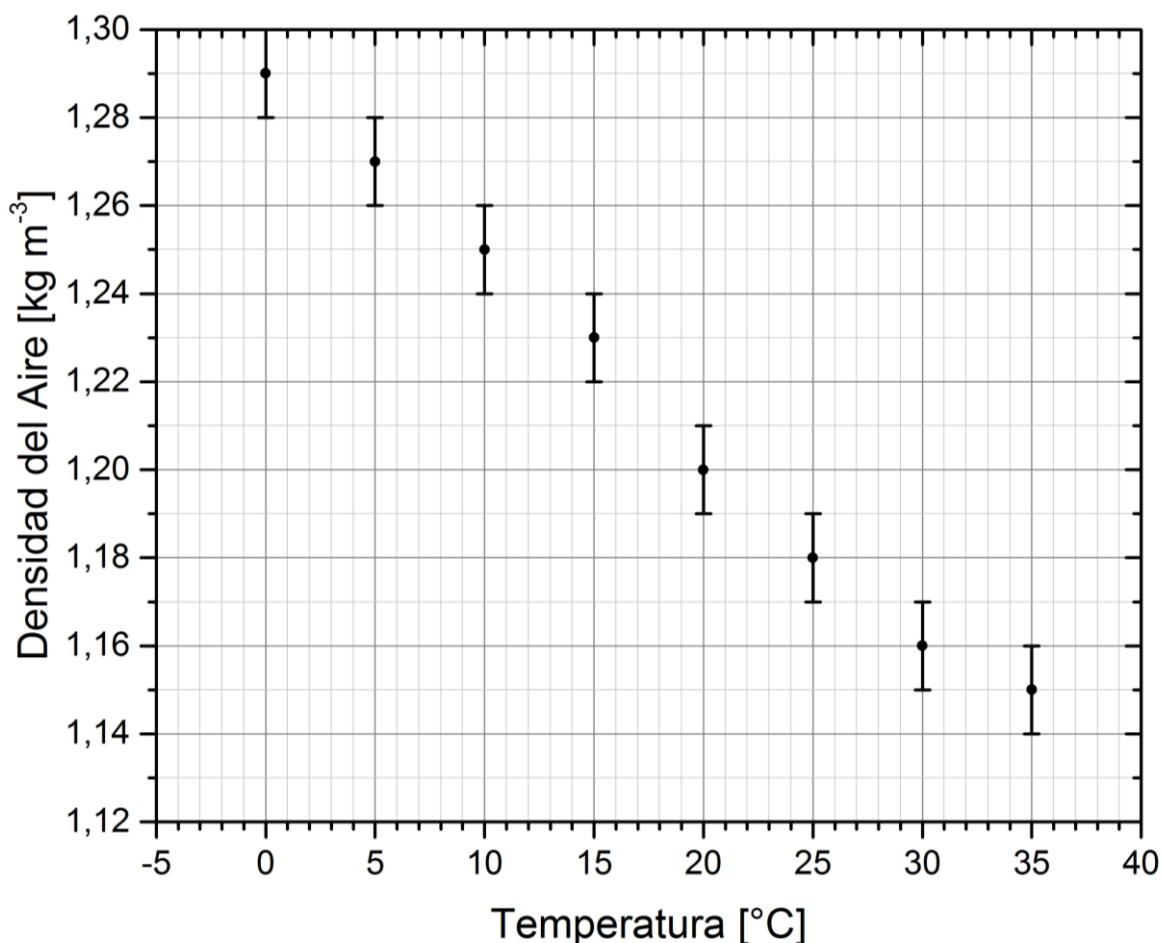


Figura 3. Densidad del aire en función de la temperatura para una presión de $1013,3 \text{ hPa}$.

1.6. Determine el valor de R con su correspondiente incertidumbre.

Segunda Parte.

Para determinar el valor de γ para el aire se someterá a un número n de moles de aire al proceso indicado por la línea continua en la figura 4. Las flechas indican el sentido en que se realizan los procesos. La línea que unen los estados $(V_A; P_A)$ y $(V_B; P_{\text{atm}})$ corresponde a un proceso adiabático mientras que la línea a trazos que unen los estados $(V_A; P_A)$ y $(V_B; P_B)$ corresponde a una isoterma de temperatura T_{amb} .

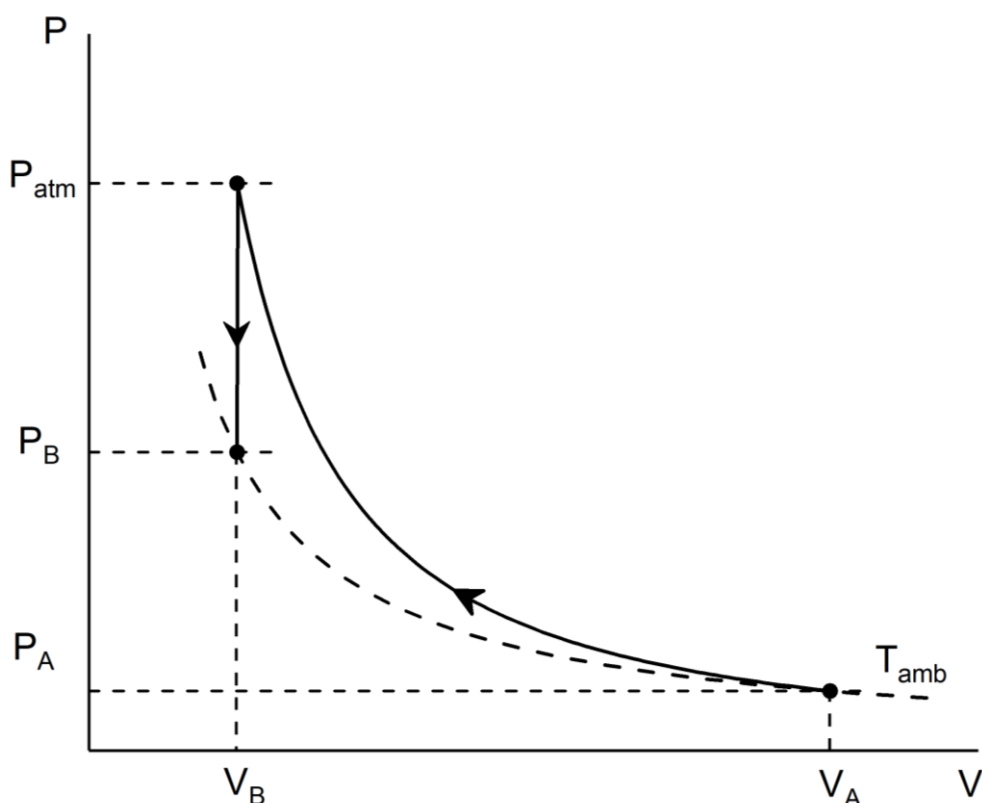


Figura 4.

Se puede demostrar que si n de moles de aire realizan los procesos termodinámicos indicados en la figura 4, el valor de γ se puede obtener de la siguiente relación,

$$\gamma = \frac{\ln(P_{atm}) - \ln(P_A)}{\ln(P_B) - \ln(P_A)} \quad (5)$$

Donde $\ln(x)$ indica el logaritmo natural de x .

Procedimiento

- Con la válvula abierta, ubique el émbolo en la posición de la escala correspondiente a 40 ml.
- Reporte el valor de P_{atm} .
- Cierre la válvula.
- Expanda el aire contenido dentro de la jeringa en un volumen **menor** a 5 ml. Reporte el valor de la presión del aire P_A luego de la expansión.
- Abra y cierre la válvula para que el aire en el interior de la jeringa se comprima adiabáticamente alcanzando la presión atmosférica. **Este paso debe realizarse lo más rápidamente posible pero permitiendo que el sistema alcance la presión atmosférica.**
- Espere a que el valor de la presión del aire alcance un valor de equilibrio y reporte dicho valor P_B .
- Repita los pasos anteriores para obtener al menos cinco (5) mediciones.

2.1 Reporte las mediciones de P_{atm} , P_A y P_B en una Tabla.

Nota: Para el cálculo de incertidumbre del logaritmo natural tenga en cuenta que si $x = (\bar{x} \pm \Delta x)$ y $g = \ln(x)$, la incertidumbre Δg puede determinarse mediante,

$$\Delta g = \frac{1}{2} [\ln(\bar{x} + \Delta x) - \ln(\bar{x} - \Delta x)]$$

2.2. Reporte el valor de γ obtenido en cada medición y reporte su valor medio y la incertidumbre estimada.

Prueba Teórica - Nivel 2

Caminando por un glaciar.

Parte 1

Un grupo de andinistas va caminando por un glaciar. En cierto momento, el que va primero, guiando, cae en una grieta oculta por la nieve. Como todos están unidos por cuerdas, sus compañeros logran detener la caída del guía luego de que hubo descendido 4m en la grieta. El andinista accidentado pesa 73kg y en su mochila tiene 15kg en equipo.

- f) ¿Cuánta energía se disipó por rozamiento mediante la maniobra de detención realizada por los compañeros?

Nota: Considere que el valor de la aceleración de la gravedad es 10m/s^2 .

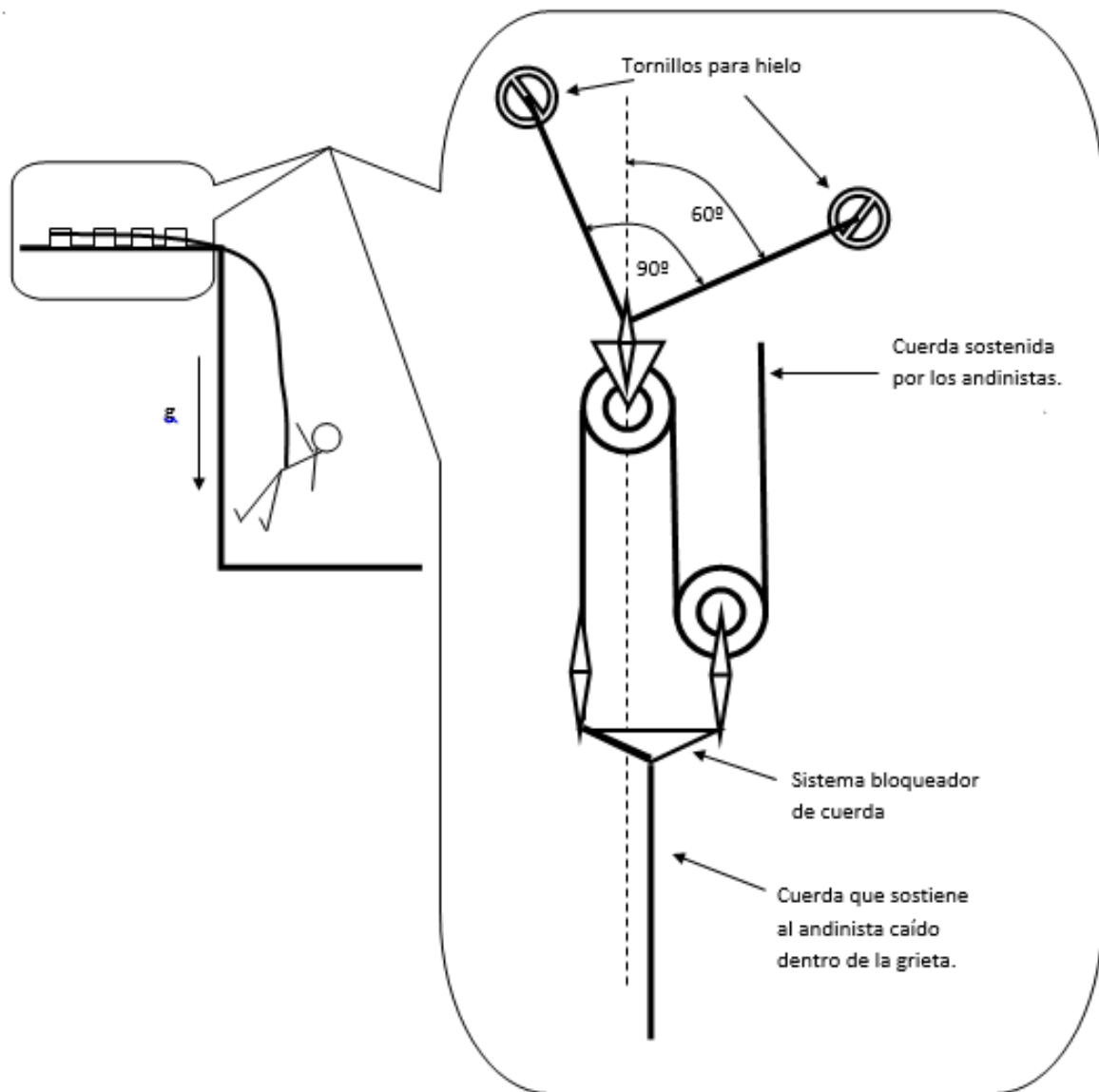
Los compañeros, se acercan con sumo cuidado al borde de la grieta y se dan cuenta que para sacarlo deben izarlo. Para esto, arman un sistema formado por “una polea fija”, “una polea móvil” y un “sistema bloqueador de la cuerda”, como el que se muestra en la figura. Este dispositivo permite recuperar cuerda, pero no permite que descienda cuerda.

- g) Copie el esquema de poleas en su hoja de soluciones e identifique la polea fija y la polea móvil.
- h) Use el esquema anterior y determine la fuerza que deben hacer los andinistas para sostener, usando este sistema, a su compañero. Suponga que todos los tramos de la cuerda que están involucrados en el rescate son paralelos; la cuerda es inextensible y su peso, como el de las poleas, es despreciable.
- i) Si el ángulo que forman las cuerdas enganchadas a los tornillos es de 90° y el ángulo entre la cuerda unida al tornillo de la derecha y la vertical en el dibujo es de 60° , determine la fuerza que soporta cada uno de los tornillos. Esquematice.
- j) Calcule la fuerza que deben hacer los andinistas para izar a su compañero con una aceleración constante de $0,05\text{m/s}^2$.

Cuando los andinistas comienzan a izar a su compañero ven que la cuerda se entierra en la nieve a medida que se lo sube, por lo que aparece una fuerza de roce F_r cada vez más grande. Observan que cada 10 cm que corre la cuerda la fuerza de rozamiento se incrementa 1N.

- k) ¿Cuál es la magnitud de la fuerza que deben realizar los andinistas para continuar izando a $0,05\text{m/s}^2$ al accidentado cuando llega al primer metro?
- l) Encuentre la velocidad con la que es izado el accidentado en función del tiempo.

- m) Determine la posición del andinista accidentado al ser izado en función del tiempo.
- n) Estime el tiempo que les demanda a los compañeros izar al accidentado hasta el borde de la grieta.



Parte 2

Finalizado el rescate, y como la temperatura es baja, los andinistas preparan un té para el accidentado. Usan un calentador a gas para derretir un kilogramo de nieve y calentar el agua, la que luego ponen en un termo perfecto.

Sabiendo que:

- Calor específico de la nieve: $0.5 \text{ cal} / (\text{g } ^\circ\text{C})$.
- Calor de fusión de la nieve: 80 cal/g .
- Calor específico del agua: $1 \text{ cal} / (\text{g } ^\circ\text{C})$.
- Densidad del agua: 1 g/cm^3 .
- Temperatura en el glaciar: -8°C .

- g) ¿Cuántas calorías se requieren para conseguir que el agua llegue a 70°C?
- h) Si el calentador entrega 2.6kW de potencia por la combustión, ¿cuánto tiempo lleva calentar el agua para hacer el té?

Nota: Recuerde que el equivalente mecánico del calor es 4.186J/cal.

Luego de tomar el té, hacen de comer y para ello hierven 0.5 l de agua que les sobró al hacer la infusión. El glaciar se encuentra a 5100 m sobre el nivel del mar. Sabiendo que cada 1000 m el punto de ebullición varía en aproximadamente 3°C:

- i) ¿A qué temperatura hierve el agua?
- j) ¿Cuánto tiempo demora el agua en alcanzar el punto de ebullición? Recuerde que el termo que contenía el agua es perfecto.

Uno de los andinistas deja por un rato su comida preparada dentro de un recipiente, tapado, de forma cilíndrica (5 cm de radio y 7 cm de altura). Al regresar, encontró la comida a la temperatura justa para comer... a unos 65°C. Suponiendo: que la temperatura del conjunto “comida-recipiente” siempre es uniforme; que su capacidad calorífica es: $C = 500 \text{ Cal / } ^\circ\text{C}$; que el coeficiente de intercambio de calor por convección es: $h \text{ [W / (m}^2\text{ } ^\circ\text{C)]}$; y que intercambia calor solamente por la tapa y por la superficie lateral (no intercambia calor por la base apoyada):

- k) Escriba una ecuación de balance entre el calor que entrega el cuerpo al ambiente cuando su temperatura cambia en ΔT (luego de transcurrido un intervalo de tiempo Δt) y el calor perdido por convección en ese Δt .

Suponga: un valor de $h = 10 \text{ W / (m}^2\text{ } ^\circ\text{C)}$; que la temperatura inicial del conjunto “comida-recipiente” es 80°C; y que el ambiente se mantiene a -8°C.

- l) Calcule el ΔT que experimenta la comida luego de pasados los primeros 60s, usando la ecuación del ítem anterior.

La ecuación del ítem e) determina una variación de la temperatura T con el tiempo t de forma exponencial: $T = A + B e^{-Dt}$, donde A , B y D son constantes (las dos últimas positivas).

- m) Determine los valores de A , B y D y escriba la expresión de la temperatura del conjunto “comida-recipiente” en función del tiempo. Considere que: inicialmente la comida estaba a 80°C; el ambiente se mantuvo a -8°C; y el andinista demoró 20 minutos en regresar.
- n) Encuentre el valor de h correspondiente a los resultados obtenidos en el ítem anterior.

El coeficiente h está relacionado con el número de Nusselt (Nu) de la forma:

$$h = k Nu / D_c$$

donde D_c es el diámetro del cilindro y k la conductividad del aire. Suponga: $k = 24 \cdot 10^{-3} \text{ W / (m } ^\circ\text{C)}$.

El número de Nusselt está relacionado con el número de Reynolds (Re) en la forma:

$$Nu = 0.024 Re^{0.8}$$

Sabiendo que la viscosidad cinemática del aire es $\nu = 12.5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$:

- o) Determine la velocidad del viento (V) que hay en el glaciar.

Nota: El número de Reynolds es un número adimensional **directamente proporcional a la velocidad del flujo de aire y a una longitud característica** (en este caso el diámetro del cilindro) e **inversamente proporcional a la viscosidad cinemática**.

Parte3

Comienza a caer el sol y al probar sus linternas se dan cuenta que la luminosidad que producen ha mermado... esto se debe a que las pilas pierden eficiencia a bajas temperaturas.

Algunas linternas usan pilas AA de litio; una pila nueva de este tipo, que tiene entre sus terminales (electrodos) una diferencia de potencial de 1.6 V, puede proveer una carga eléctrica de unos 1200 mAh a una temperatura de 25°C.

Nota: mAh significa mili amperio hora.

Considere que los andinistas tienen una linterna que usa pilas AA de litio y cuya fuente de luz es un LED de alta luminosidad. Para encender ese LED hay que conectarlo a una fuente de voltaje mayor o igual a 3V, pero nunca superior a 4 V. Por el LED encendido circula una corriente de 40mA.

Si la linterna está a una temperatura de 25°C.

- e) Determine el número mínimo de pilas necesarias para encender el LED de la linterna y la forma en que deben estar conectadas entre sí.
- f) Determine la cantidad máxima de carga eléctrica que pueden proveer las pilas conectadas en la forma que describió en el ítem anterior.
- g) Calcule el tiempo que podrá estar encendida la linterna. Suponga que el voltaje entre los terminales de las pilas siempre es de 1.6V y que la corriente a través del LED es constante.
- h) Determine la cantidad de lúmenes (lm) que provee la linterna, sabiendo que por cada vatio de potencia se obtienen 90 lm.

La capacidad C de una pila se define como la cantidad de carga eléctrica que la misma puede entregar, manteniendo entre sus terminales una diferencia de potencial mayor o igual a un valor determinado.

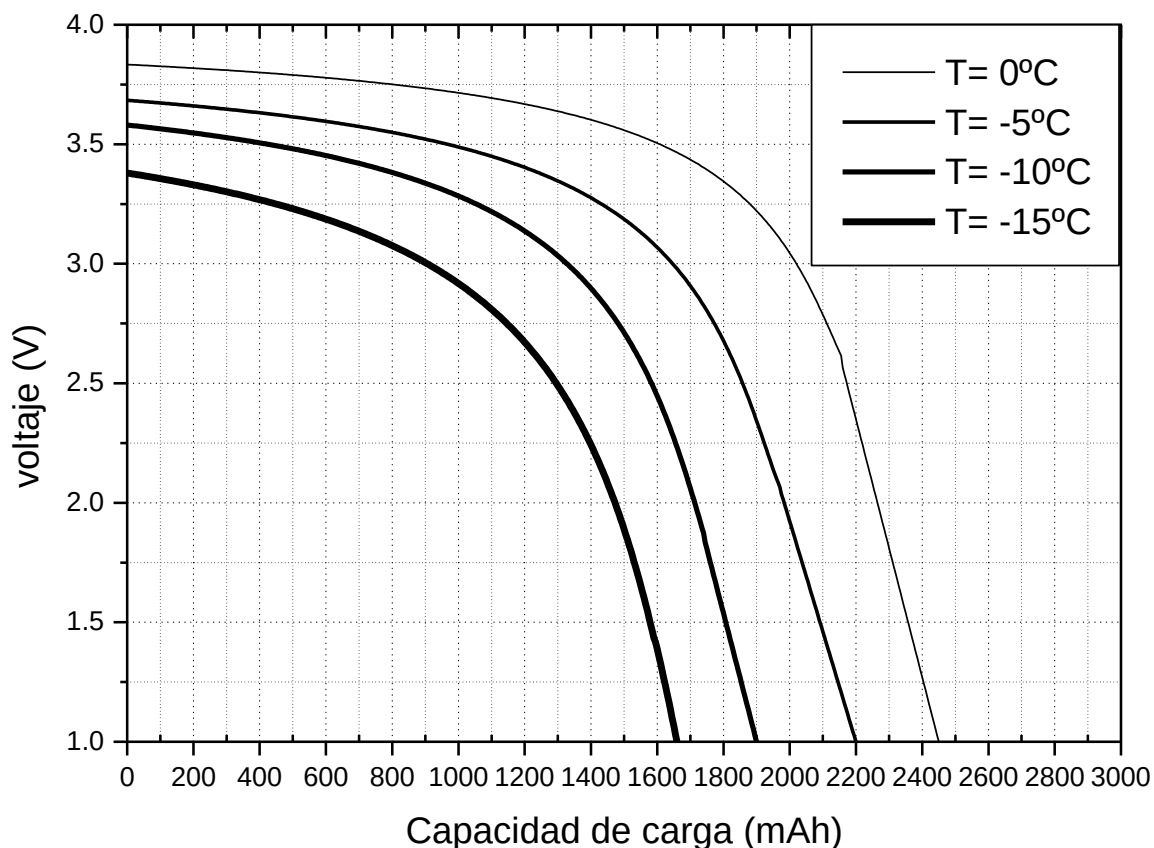
Considere una linterna que utiliza una pila de LiFePO_4 . Suponga que la temperatura ambiente en la que se encuentra la linterna es de -10°C.

En el gráfico se pueden observar curvas características de la pila de LiFePO_4 . Estas curvas representan el voltaje de trabajo requerido versus la capacidad de la pila y corresponden a una corriente de trabajo de 40mA.

- i) Si el voltaje de trabajo del LED de la linterna es de 3,25V, estime la capacidad disponible de la pila para la temperatura en la que se encuentra la linterna.
- j) Calcule el tiempo que la linterna podrá permanecer encendida si la temperatura ambiente no cambia.

- k) Estime la energía total que podrá proveer la pila para que la linterna esté encendida.
- l) Repita los ítems e), f) y g), considerando que la temperatura ambiente es -15°C.

Curvas de descarga a diferentes temperaturas
con una tasa de descarga de 40mA.



Prueba Experimental - Nivel 2

No encienda el equipo hasta haber leído todo el enunciado y esté listo para realizar las mediciones requeridas.

Introducción

El aire es una mezcla homogénea de gases que constituye la atmósfera terrestre, la cual permanece alrededor del planeta Tierra por acción de la fuerza de gravedad. Esta mezcla está compuesta por nitrógeno (N_2), oxígeno (O_2), argón (Ar), dióxido de carbono (CO_2) y pequeñas cantidades de otros gases. Además, el aire contiene una cantidad variable de vapor de agua.

El aire se puede considerar un gas ideal y, por lo tanto, debe cumplir la ecuación de estado de los gases ideales. Es decir, si n moles de aire ocupan un volumen V y tienen una temperatura T , estos ejercen una presión P dada por,

$$PV = nRT \quad (1)$$

Donde R es la constante universal de los gases.

Por otro lado, si este sistema experimenta una compresión o expansión adiabática, la presión y el volumen deben cumplir que,

$$PV^\gamma = cte \quad (2)$$

Donde $\gamma = \frac{c_P}{c_V}$

c_P es la capacidad calorífica molar a presión constante.

c_V es la capacidad calorífica molar a volumen constante del aire.

Objetivo: Determinar experimentalmente el valor de R y el valor de γ para el aire.

Dispositivo experimental

El dispositivo experimental, que se esquematiza en la figura 1, consta de una jeringa en cuyo interior se instaló un sensor de temperatura y presión. En la boquilla de la jeringa se puso una válvula, mientras que el émbolo se conectó a un tornillo mediante el cual se puede variar el volumen del aire contenido en la jeringa de manera más controlada. En el extremo del tornillo se ubica un goniómetro.

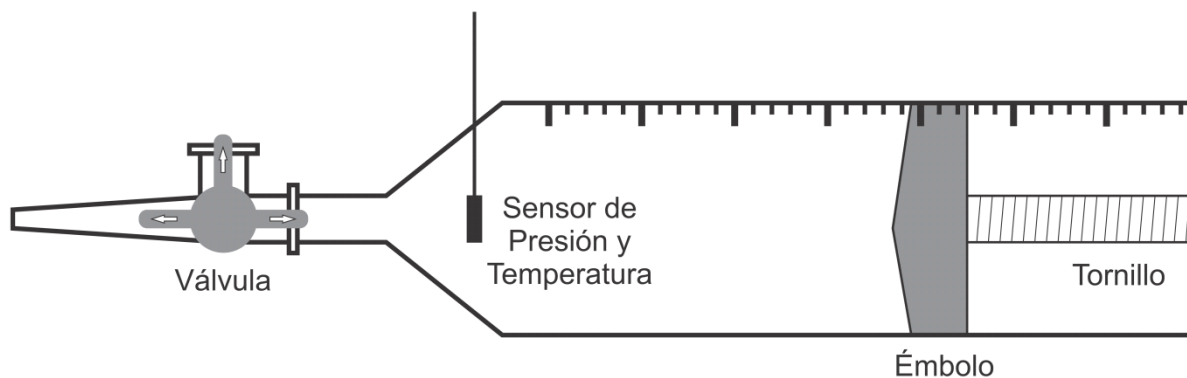


Figura 1. Esquema del dispositivo experimental

La válvula permite abrir o cerrar la jeringa. Así, con la válvula abierta se puede igualar la presión del aire dentro de la jeringa con la del aire exterior, es decir con la presión atmosférica. Con la válvula cerrada es posible mantener constante el número de moles de aire en el interior de la jeringa. La figura 2 esquematiza, en una vista desde arriba, la posición de la válvula abierta (izquierda) y cerrada (derecha).

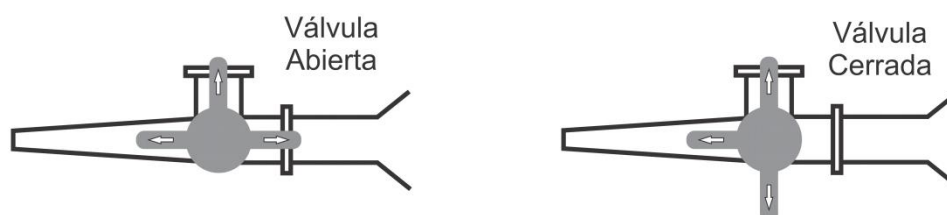


Figura 2. Vista desde arriba de la válvula: posición abierta (izquierda) y posición cerrada (derecha).

La jeringa tiene un volumen máximo de trabajo de 60 ml. Dada la ubicación del sensor, el volumen mínimo de trabajo de la jeringa es de aproximadamente 10 ml.

El sensor de temperatura tiene una apreciación de 0,1°C y el sensor de presión de 0,1 hPa. El rango de trabajo del sensor de presión es [300; 1100] hPa.

El sensor se encuentra conectado a una placa arduino con su correspondiente pantalla, la cual tiene una tecla de encendido y apagado (On/Off). **Solo encienda la placa arduino cuando tenga que realizar las mediciones y apague la misma cuando termine de hacerlas.**

Primera Parte.

Para determinar el valor de R se realizarán mediciones de la presión P y de la temperatura T de n moles de aire, contenidos en la jeringa, cuando se varía el volumen V que ocupan.

Para este caso, el volumen que ocupa el aire está dado por,

$$V = V_0 + v \quad (3)$$

Donde v es el volumen indicado en la escala de la jeringa y V_0 es el volumen de aire en el interior de la válvula.

Procedimiento:

1.1. Determinar la variación de volumen Δv de la jeringa para una vuelta del tornillo conectado al émbolo de la misma.

Para ello, con la válvula abierta, mida el número de vueltas del tornillo necesarias para obtener una variación de volumen de 30 ml. Repita esta medición, al menos, 5 veces.

1.2. En base a los rangos de trabajo de la jeringa y del sensor de presión, estime el valor de v inicial (v_i) de manera tal que en las mediciones se cubra el mayor rango posible de valores de presión y de volumen. Para ello, suponga un proceso isotérmico.

Ubique el émbolo en el valor estimado de v_i y cierre la válvula. Reporte el valor de v_i utilizado.

1.3. Mida la presión P y la temperatura T del aire encerrado en la jeringa para distintos valores de v . Realice mediciones para $v < v_i$ (compresión) y para $v > v_i$ (expansión). Reporte los valores medidos en una tabla.

1.4. A partir de las ecuaciones (1) y (3), defina una variable dependiente (y) y una independiente (x) en función de las cantidades medidas, de manera tal de obtener una relación lineal entre x e y .

1.5. Grafique y en función de x y realice un ajuste lineal de éstas. Reporte el valor de la ordenada al origen y de la pendiente obtenida mediante el ajuste.

1.6. A partir de los valores de la ordenada al origen y de la pendiente obtenida mediante el ajuste, determine el valor de V_0 .

1.7. Dada la composición química del aire (Tabla 1) y la masa atómica de los elementos que la componen (Tabla 2), determine la masa molar promedio del aire M_{aire} .

Tabla 1. Componentes principales del aire

Gases	Concentración [%]
N ₂	78,08
O ₂	20,94
Ar	0,93
CO ₂	0,03

La incertidumbre asociada a los valores es 0,01%.

Tabla 2. Masa atómica.

Elemento	Masa atómica [$g\ mol^{-1}$]
N	14,01
O	16,00
Ar	39,95
C	12,01

La incertidumbre asociada a los valores es $0,01 \text{ g mol}^{-1}$.

1.8. Determine el número de moles n de aire utilizado en las mediciones, sabiendo que la densidad del aire (ρ_{aire}) para una presión de $1013,3 \text{ hPa}$ depende de la temperatura como se muestra en la figura 3. Reporte el valor de la densidad del aire utilizado para determinar el valor de n .

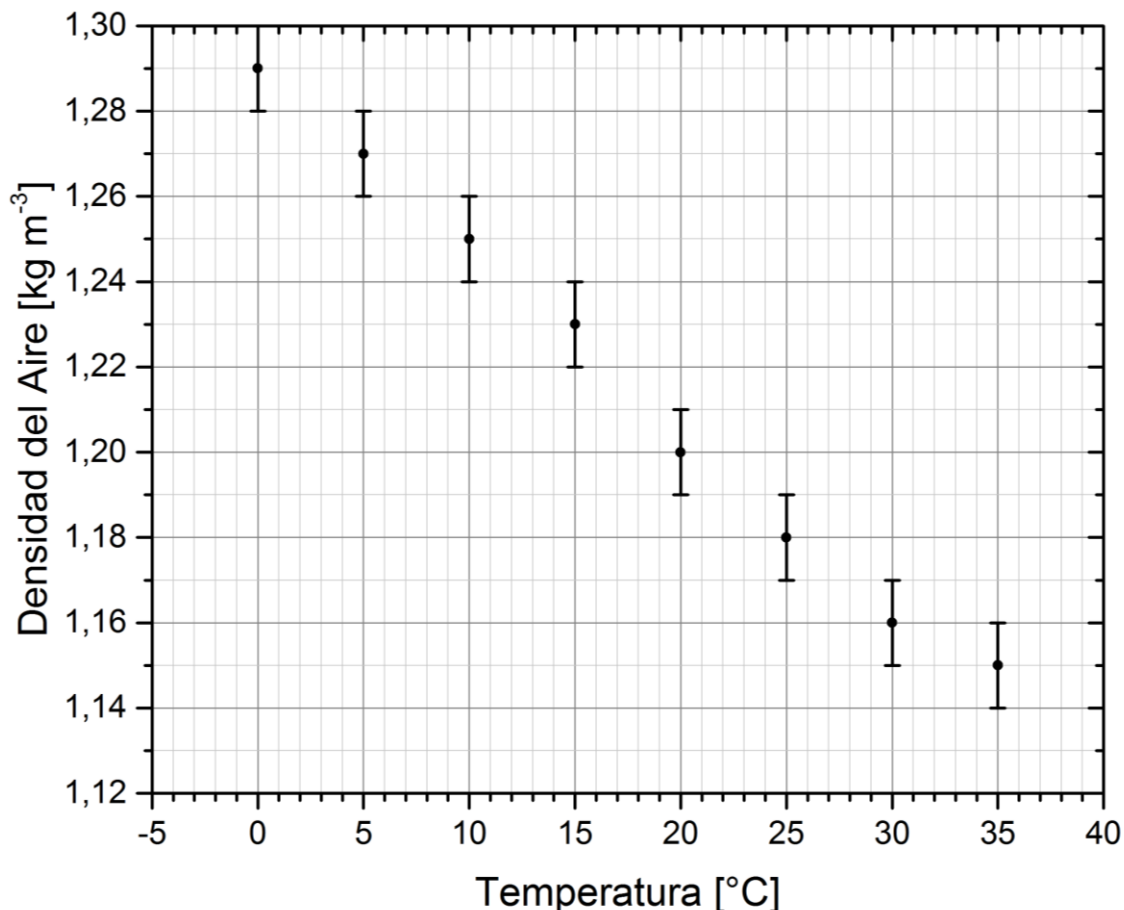


Figura 3. Densidad del aire en función de la temperatura para una presión de $1013,3 \text{ hPa}$.

1.9. Determine el valor de R con su correspondiente incertidumbre.

Segunda Parte.

Para determinar el valor de γ para el aire se someterá a un número n de moles de aire al proceso indicado por la línea continua en la figura 4. Las flechas indican el sentido en que se realizan los procesos. La línea que unen los estados $(V_A; P_A)$ y $(V_B; P_{\text{atm}})$ corresponde a un proceso adiabático mientras que la línea a trazos que unen los estados $(V_A; P_A)$ y $(V_B; P_B)$ corresponde a una isoterma de temperatura T_{amb} .

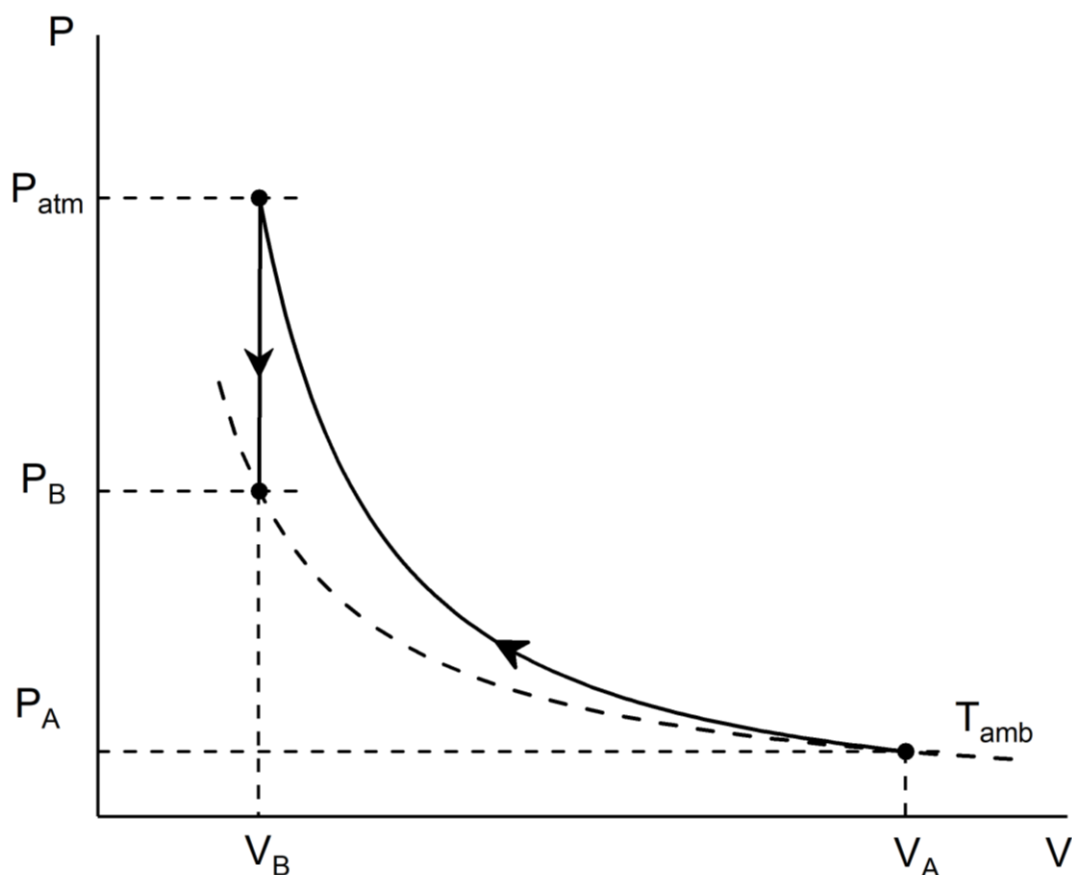


Figura 4.

2.1. Escriba una expresión para γ en función de las presiones P_{atm} , P_A y P_B .

2.2. Realice las mediciones necesarias para determinar el valor de γ y reporte los valores medidos en una tabla.

Para esto:

- Con la válvula abierta, ubique el émbolo en la posición de la escala correspondiente a 40 ml.
- Reporte el valor de P_{atm} .
- Cierre la válvula.
- Expanda el aire contenido dentro de la jeringa en un volumen **menor** a 5 ml. Reporte el valor de la presión del aire P_A luego de la expansión.
- Abra y cierre la válvula para que el aire en el interior de la jeringa se comprima adiabáticamente alcanzando la presión atmosférica. **Este paso debe realizarse lo más rápidamente posible pero permitiendo que el sistema alcance la presión atmosférica.**
- Espere a que el valor de la presión del aire alcance un valor de equilibrio y reporte dicho valor P_B .
- Repita los pasos anteriores para obtener al menos diez (10) mediciones.

2.3. Reporte el valor de γ obtenido en cada medición y reporte su valor medio y la incertidumbre estimada.

Nota: Para el cálculo de incertidumbre del logaritmo natural tenga en cuenta que si $x = (\bar{x} \pm \Delta x)$ y $g = \ln(x)$, la incertidumbre Δg puede determinarse mediante,

$$\Delta g = \frac{1}{2} [\ln(\bar{x} + \Delta x) - \ln(\bar{x} - \Delta x)]$$

Pruebas Preparatorias

Primer Prueba Preparatoria: Mecánica

Problema Teórico 1

Se lanza una pelota verticalmente hacia arriba con una velocidad de 20 m/s desde el borde de la terraza de un edificio de 50 m de altura. La pelota, además de la aceleración gravitatoria, es empujada por el viento que le genera una aceleración horizontal de 2 m/s².

- Escriba las componentes horizontal y vertical de la aceleración, velocidad y posición de la pelota para todo tiempo (desde que parte de la terraza hasta que llega al piso).
- Calcule la máxima altura que alcanza la pelota y la velocidad que tiene en ese instante
- Determine la distancia horizontal entre el punto de lanzamiento y de impacto.
- Calcule el módulo del vector velocidad de la pelota en el instante que impacta con el piso.

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

Problema Teórico 2

Un pequeño montacargas de masa $M = 100 \text{ kg}$ sube con aceleración constante $a = g/4$. Sobre su piso un autito de juguete, de 100 g de masa, realiza un movimiento circular uniforme girando con velocidad $\omega = 2 \text{ s}^{-1}$ en una circunferencia de radio $R = 50 \text{ cm}$.

- Haga un diagrama de cuerpo aislado indicando todas las fuerzas que actúan sobre el autito.

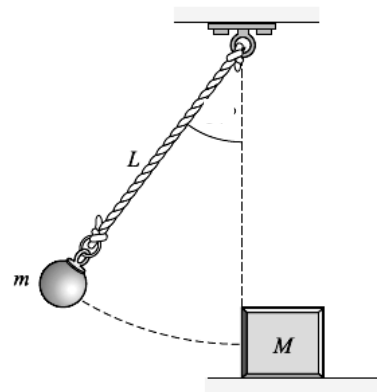
Calcule:

- El módulo de la fuerza de que el piso del montacargas ejerce sobre el autito.
- La tensión del cable del que cuelga el montacargas.
- El mínimo valor que debe tener el coeficiente de rozamiento estático, entre el autito y el piso del montacargas, para que el autito describa el movimiento circular indicado.
- En un momento determinado del ascenso, se corta la cuerda que sube al montacargas. Explique cualitativamente el tipo de movimiento que tendrá ahora el autito.

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

Problema Teórico 3

Un péndulo de masa m , es liberado a partir del reposo desde una posición que forma un ángulo de 60° y en el punto más bajo de su trayectoria impacta contra un bloque de masa $M = 3m$. Luego del choque el péndulo rebota y alcanza un ángulo máximo de 20° . El bloque M , después del choque, se desplaza una distancia horizontal D hasta que es frenado debido al rozamiento con la superficie horizontal ($\mu_d = 0,2$).



Datos:

$$m = 0,1 \text{ g}$$

$$L = 1 \text{ m}$$

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

- Calcule la velocidad del péndulo en el punto más bajo de la trayectoria
- Calcule las velocidades del péndulo y del bloque inmediatamente después del choque.
- Determine la distancia D que recorre la masa M hasta detenerse.
- Determine si el choque entre m y M fue plástico, elástico o explosivo.

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

Problema Experimental**Estudio de rotaciones y pequeñas oscilaciones de un rígido... casi un trompo!!!**

Se propone estudiar experimentalmente la rotación de un cuerpo que está apoyado sobre una superficie plana, como se indica en la Figura 1.

El cuerpo (de ahora en más: *trompo*) consiste de un disco muy fino de radio a con un eje de largo L ortogonal al mismo y que pasa por el centro del disco. Considere que la masa del eje es despreciable frente a la del disco.

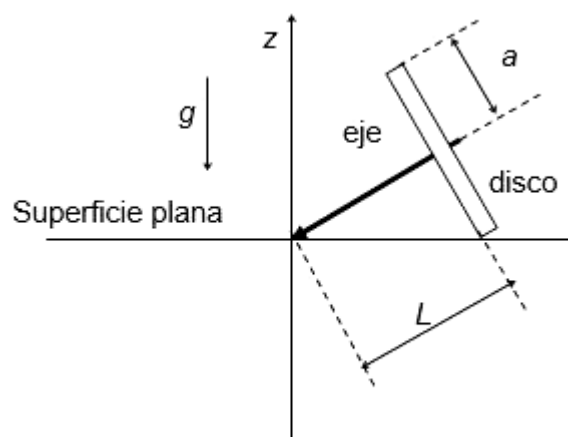


Figura 1

Si al *trompo* se le entrega un impulso suficientemente grande, paralelo al plano horizontal, ortogonal a su eje y aplicado sobre el disco, el trompo comenzará a rotar en torno a su eje con velocidad angular ω_1 y al eje z con ω_2 (manteniendo aproximadamente la punta del eje sobre un mismo punto de la superficie horizontal).

Parte A

Construya un trompo similar al descrito. Para esto puede utilizar como disco un CD, una tapa de frasco de café, etc. Como eje puede usar un lápiz, una lapicera, un palito de "brochet", una aguja de tejer, etc. ¡¡¡Vele por obtener un *trompo* con simetría acimutal!!!

- Implemente un método para determinar las velocidades ω_1 y ω_2 que adquiere el *trompo* cuando se le entrega un determinado impulso. Considere la situación en la que las fuerzas de roce no realizan trabajo (rueda sin deslizar).
- Realice mediciones de ω_1 y ω_2 cuando se entrega al *trompo* diferentes impulsos (al menos realice 10 determinaciones de ω_1 y ω_2).
- Grafique ω_1 versus ω_2 y ajuste los valores mediante una recta. Determine la pendiente de la recta.
- Compare el valor hallado con el obtenido mediante un análisis cinemático.

Parte B

Si al *trompo* se le adhiere una masa puntual m (masa concentrada, de dimensiones mucho menores que las del disco), de forma tal que se “rompe” la simetría acimutal, por la que Usted “veló” tanto... el *trompo*, apoyado, adquirirá una posición de equilibrio en la que la masa extra estará más próxima a la superficie horizontal (Figura 2). Si en esta situación se le entrega al *trompo* un impulso de características similares al que se usó en el estudio de rotaciones, pero esta vez de menor magnitud (un impulso pequeño), el *trompo* comenzará a oscilar... y la amplitud de las oscilaciones será “pequeña”.

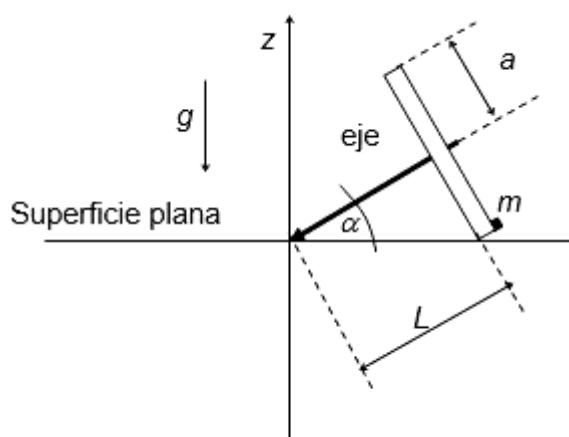


Figura 2

Utilice una tuerca, un “plomito”, un poco de plastilina, etc., como masa concentrada y adhiérala a la cara del disco, tan próxima al borde del mismo como sea posible, sin que interfiera en el contacto con la superficie horizontal.

- e) Determine el período de oscilación T del *trompo* para diferentes longitudes L del eje del mismo. Para esto bastará con desplazar el disco sobre el eje de masa despreciable. Realice esto al menos para cuatro longitudes.
- f) Determine el coseno del ángulo α para cada una de las condiciones en las que determinó el período.
- g) Confeccione un gráfico T^2 vs $\cos(\alpha)$. Ajuste una recta y determine la pendiente de la misma.

A partir de la pendiente determine la relación entre la masa M del *trompo* y la masa m que le adhirió.

Segunda Prueba Preparatoria: Termodinámica, Electricidad y Magnetismo

Problema Teórico 1

En un termo de 10 l de volumen, hay 5 litros de nitrógeno líquido (LN2) en equilibrio con su gas. El sistema se encuentra a una temperatura de 77 K, a una presión de 1 atm asegurada mediante una válvula.

Se abre rápidamente el termo y se deja caer en él un cubo de aluminio de 100 g de masa, que está inicialmente a una temperatura de 300 K. Suponemos que el nitrógeno gaseoso se comporta como un gas ideal y que el intercambio de calor con el exterior, cuando se deja caer el cubo, es despreciable.

- a) Determine la masa de LN2 y N₂ gaseoso que inicialmente hay en el termo.

Luego que se introduce el cubo de aluminio:

- b) Calcule la cantidad de LN2 que queda en el termo.
- c) Calcule la cantidad de N₂ gaseoso dentro del termo.
- d) Calcule la masa de nitrógeno que salió.

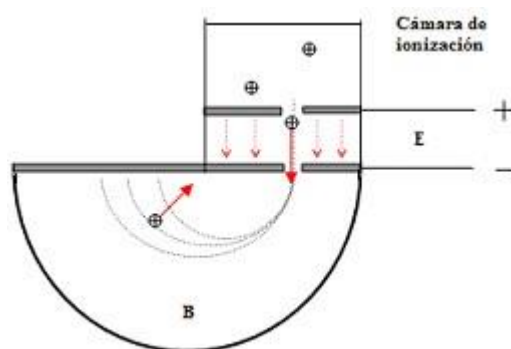
Datos

Densidad del LN2: 807 g l⁻¹
 Calor de vaporización del LN2: 202 kJ Kg⁻¹
 Calor específico del N₂ gaseoso: 20,7 J mol⁻¹ K⁻¹
 Masa atómica N: 14,0067 uma
 Densidad del aluminio a 300 K: 2,7 g cm⁻³
 Calor específico del aluminio: 0,214 cal g⁻¹ K⁻¹ (suponer independiente de la temperatura)
 Coeficiente de dilatación lineal del aluminio: 23 x 10⁻⁶ K⁻¹ (suponer independiente de la temperatura)
 1 uma = 1,6605 x 10⁻²⁷ kg.
 Número de Avogadro: 6.022 x 10²³ mol⁻¹.
 R= 8.31 J mol⁻¹ K⁻¹

Problema Teórico 2

Se utiliza un espectrómetro de masas para estudiar la composición isotópica de una muestra de magnesio. Los tres isótopos estables del magnesio son ²⁴Mg (23,985 uma), ²⁵Mg (24,986 uma) y ²⁶Mg (25,983 uma). Para este estudio se utiliza un espectrómetro de masas que consta de tres etapas (ver figura):

- Una cámara de ionización en la cual los átomos quedan con una carga neta de +e.
- Una cámara en la cual se genera un campo eléctrico aplicando una diferencia de potencial de 3000 V.
- Una cámara donde hay un campo magnético de 0,1 T cuya dirección es perpendicular a la velocidad de los átomos.



- a) Calcule la velocidad de cada uno de los isótopos al final de la zona donde está el campo eléctrico.
- b) Determine el radio del movimiento circular que hace cada uno de los isótopos debido al campo magnético.

Luego del análisis se observa la existencia una impureza que genera una señal correspondiente a un círculo de 49,9 cm de radio.

- c) Determine la masa atómica de esta impureza.

Datos

1 uma = 1,6605 x 10⁻²⁷ kg.
 Carga del electrón: -1.602 x 10⁻¹⁹ C
 Se desprecia la aceleración de la gravedad.

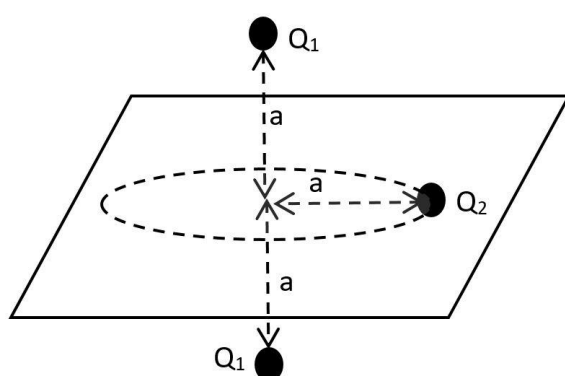
Problema Teórico 3

Dos cargas puntuales negativas (Q_1) están separadas una distancia $2a$. Por el punto medio del segmento que las une se traza un plano perpendicular al mismo. Sobre este plano, una carga Q_2 está realizando un movimiento circular uniforme de radio a .

- Si Q_1 es un electrón y a es igual a 1 nm ¿cuál es el módulo y dirección del campo eléctrico generado por las dos cargas Q_1 en el sitio de la carga Q_2 ?
- ¿Cuál debe ser el signo de la carga Q_2 para que esta realice el movimiento circular descripto?

Si el valor absoluto de la carga Q_2 es equivalente a la del electrón, su signo el determinado en el punto anterior y su masa es equivalente a la de un protón:

- ¿cuál es la velocidad de la carga Q_2 ?



Datos

Carga del electrón: $-1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Masa del electrón: $9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Masa del protón: $1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$
 $k = 8.988 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$
 $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ (nanometro).

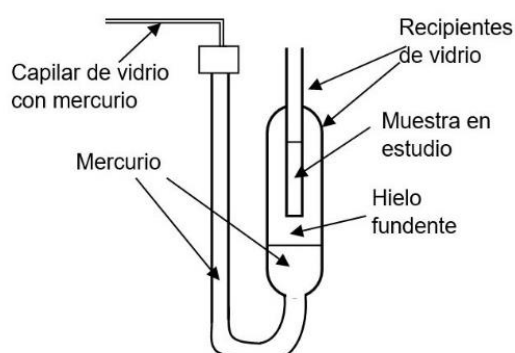
}

Problema Experimental

Algo de calorimetría... un “casi-calorímetro” de Bunsen!!!

Un calorímetro es un instrumento de medición con el cual se pueden realizar los experimentos necesarios para determinar la capacidad calorífica de alguna sustancia; en otras palabras, sirve para medir “calor”.

Entre los numerosos calorímetros que se han inventado está el de Bunsen. El mismo consiste en un recipiente lleno de hielo en fusión, que tiene en su interior una “burbuja” de vidrio (porta muestra), la cual está en contacto térmico con el hielo. El hielo fundente está en contacto con mercurio que llega hasta el tubo capilar. A su vez, TODO está sumergido en hielo fundente.



Cuando se introduce una muestra a una temperatura T_i , en el porta muestra, parte del hielo se funde y la muestra alcanza los 0°C ; la mezcla agua-hielo cambia de volumen porque el hielo es menos denso que el agua. Este cambio de volumen se determina mediante el cambio en la posición del menisco de mercurio en el tubo capilar; recordemos que 1 g de agua a 0°C ocupa 1 cm^3 , mientras que 1 g de hielo ocupa 1.09 cm^3 . De este modo se determina la cantidad de calor que entregó la muestra y así se puede determinar su capacidad calorífica.

PARTE A

Analice el principio de funcionamiento del calorímetro de Bunsen, encuentre la expresión matemática que vincula el calor específico de la sustancia que compone la muestra y el desplazamiento del menisco (cambio de volumen de la mezcla de agua con hielo).

PARTE B: CONSTRUCCIÓN DEL “CASI-CALORÍMETRO” DE BUNSEN.

Para hacerlo puede utilizar:

- **como contenedor de hielo fundente:** un matraz de boca ancha o un frasco de mermelada/café en cuya tapa se realizaran los agujeros necesarios para instalar el porta muestra y el capilar.
- **como capilar:** un tubito fino transparente (el más fino del que se disponga), puede ser el que contiene la tinta en un bolígrafo/lapicera/portaminas o mangueritas muy finas. La disposición del tubo óptima es la horizontal (recomendado), aunque también puede instalarse en forma vertical.
- **como porta muestra:** puede ser un tubo de ensayo, un tubito plástico pequeño, la tapa de un lápiz de labios, de maquillaje, un tubito de “boligoma”, una jeringa tapada en donde va la aguja y sin embolo (OJO: en casos como el último, cuidado con las pérdidas).
- **como sellador para evitar la pérdida de mezcla fundente:** cola de carpintero, silicona, cera de vela, masilla, plastilina, etc. **Los lugares de la tapa del frasco en los cuales se instalaron el capilar y el tubo porta muestras y la tapa misma, deben quedar correctamente sellados.**
- **para minimizar las pérdidas de calor** deberá sumergir el dispositivo construido hasta aquí en otra mezcla de agua con hielo. Para ello puede utilizar algún tacho mediano/grande de telgopor, de plástico o una olla. **OJO: la boca del capilar y del porta muestra no deben quedar sumergidas.**

Nota B1: a diferencia del calorímetro original de Bunsen, no utilizaremos mercurio. Para realizar la medición del cambio de volumen, en nuestro “casi-calorímetro” de Bunsen, el agua de la mezcla actuará como “pistón” e indicador en el tubo capilar.

Nota B2: si lo considera necesario puede implementar una tapa para el porta muestra.

Nota B3: necesitará mucho hielo.

PARTE C: UTILIZAR EL CALORÍMETRO CONSTRUIDO.

- h) Realice mediciones utilizando masas determinadas de agua a temperatura conocida, por ejemplo a 100 °C. Repita las mediciones para cada masa, use al menos 5 masas diferentes.
- i) Verifique que el desplazamiento del “menisco de agua” en el tubo capilar es el esperado para las distintas masas usadas. Calibre el calorímetro considerando conocida la capacidad calorífica específica del agua y el calor de fusión del hielo.
- j) Realice mediciones utilizando masas determinadas de aceite de cocina o de algún otro líquido, a temperatura conocida (por ejemplo 100 °C). Repita las mediciones para cada masa.
- k) Determine el calor específico del aceite de cocina o del líquido que utilizó.

Nota C1: Para determinar la masa de los líquidos muestra puede utilizar una balanza o una jeringa o una pipeta, siempre y cuando conozca las densidades de los mismos.

Nota C2: Para calentar el “líquido muestra”, hasta los 100 °C, puede utilizar un baño maría.

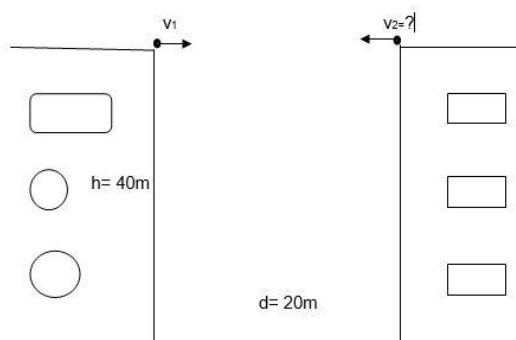
Nota C3: no utilice líquidos inflamables.

Instancia Locales Problemas Teóricos

PT1. Escuela Técnica N° 27 Hipólito Yrigoyen Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Tirando al vacío.

Desde lo alto de dos edificios, ambos de 40 m de altura y separados por una distancia $d=20\text{m}$, se lanzan horizontalmente al mismo tiempo 2 bolas idénticas, de masa m . La velocidad de la bola 1 = 2m/seg . En su caída, ambas bolas impactan luego de 2 segundos de comenzado su descenso. Despreciando el rozamiento con el aire, calcular:



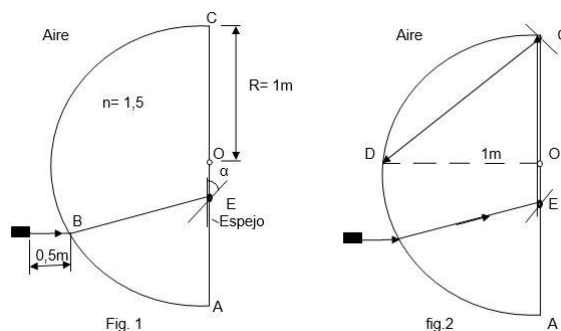
- ¿Con qué velocidad se lanzó la bola 2?
- ¿A qué altura se produce el impacto?
- ¿Cuáles eran las componentes de las velocidades de cada una de las bolas ($v_{1x}, v_{1y}, v_{2x}, v_{2y}$) en el momento de impactar?
- Si luego del impacto, la componente horizontal de la velocidad de la bola 1 invierte su sentido y disminuye a la $1/2$, manteniendo su componente vertical, ¿cuáles son los valores de las componentes horizontal y vertical de la bola 2, luego del choque?
- ¿Qué porcentaje de la energía se pierde en el choque?

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

PT2. Escuela Técnica N° 27 Hipólito Yrigoyen Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Sobre reflexión y refracción.

Un cañón emite un rayo de luz laser en dirección horizontal. El rayo incide sobre un medio cilindro, de radio 1m y $n=1,5$ (fig1), en un punto B que se encuentra en la $1/3$ parte de la longitud del arco AC. El cañón se encuentra a $0,5\text{m}$ del punto B. Sobre la cara plana del medio cilindro se encuentra un espejo, vinculado a un eje, pudiendo rotar alrededor del punto E. El eje se encuentra ubicado en el punto de incidencia del rayo sobre la cara AC. Calcular:



- Con qué ángulo se refracta en el medio cilindro
- El ángulo α que debe girarse el espejo para que el rayo pase por el punto C luego de reflejarse.
- La distancia que recorre el rayo dentro del medio cilindro.
- El tiempo que tarda el rayo desde que sale del cañón hasta que llega al punto C.
- Suponiendo que en el punto C hay un segundo espejo (fig.2) que hace que el rayo se refleje y llegue al punto D, indicar el camino que sigue el rayo luego de incidir sobre D. (realizar todos los cálculos necesarios para justificar).

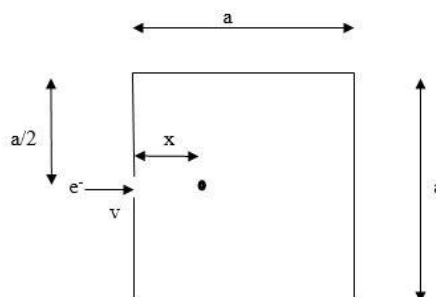
Dato: velocidad de propagación de la luz en el vacío: $C_0= 300000 \text{ km/seg}$.

**PT3. Escuela Técnica N° 27 Hipólito Yrigoyen
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.**

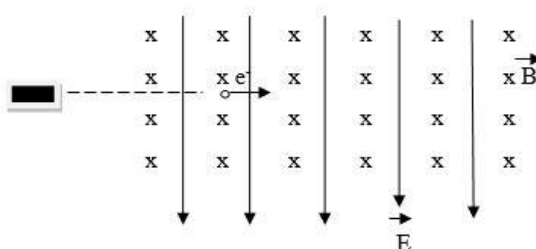
Sobre campos magnéticos y eléctricos.

Un electrón es enviado con velocidad " v " hacia una zona cuadrada en la que se puede aplicar un campo magnético constante " B ", que apunta hacia dentro de la hoja. Cuando el electrón entra en la zona cuadrada, por la $1/2$ del lado a , se acciona un interruptor que enciende el campo magnético, cuando el electrón recorrió una distancia " x " dentro del cuadrado.

- a) Encontrar la velocidad incidente para que una vez que el campo está encendido, el electrón permanezca dentro de la zona indefinidamente, para cualquier valor de " x ". (Es decir, hallar la ley de variación de " v " en función de " x ").



- b) Otra situación dada en un laboratorio para medir la velocidad de un electrón, se da combinando un campo magnético y otro eléctrico, como muestra la figura. Al hacer variar los valores de ambos campos, se verifica que cuando $E = 1,0 \times 10^3$ N/C y $B = 2,0 \times 10^{-2}$ T, el electrón atraviesa los 2 campos en línea recta. Hallar la velocidad del electrón.
- c) ¿Qué diferencia de potencial se aplicó al e^- para que alcance la velocidad calculada en el punto anterior?



Dato: relación carga/masa del electrón: $q/m = 1,76 \times 10^{11}$ C/kg

**PT4. IPET N° 266 General Savio
Instituto Marcelino Champagnat
Río Tercero, Córdoba.**

Un objeto de masa m_1 se desplaza a una velocidad v_1 y choca con otro objeto de masa m_2 y se adhiere a él.

Aplicando dinámica relativista:

- a) Indique si el choque es de tipo elástico o plástico.
b) Indique cuáles son las expresiones matemáticas a utilizar.

Calcule:

- c) La velocidad final de los objetos mutuamente adheridos.
d) La masa del sistema final.

Datos:

$m_1 = 900$ kg
 $v_1 = 0,850$ c
 $m_2 = 1400$ kg
 $c =$ velocidad de la luz

PT5. IPET N° 266 General Savio
Instituto Marcelino Champagnat
Río Tercero, Córdoba.

Una sonda lunar de masa m_s está en órbita circular entorno a la Luna. Considere que el radio de la órbita es de $1/3$ el radio r de la tierra.

- Realice un diagrama de cuerpo aislado indicando todas las fuerzas que actúan sobre la sonda.
- Encuentre la expresión matemática que permite calcular la velocidad orbital de la sonda
- Calcule el valor de la velocidad orbital de la sonda.
- Averigüe el período de revolución de la sonda.

Datos:

Masa de la luna = $7,34 \times 10^{22}$ kg

$r = 6,37 \times 10^6$ m

PT6. IPET N° 266 General Savio
Instituto Marcelino Champagnat
Río Tercero, Córdoba.

Se lanza dentro de un campo eléctrico uniforme de 5000 N/C dirigido verticalmente hacia arriba, un e^- . La velocidad inicial del e^- es de 10^7 m/s y forma un ángulo de 20° por encima de la horizontal. Se desprecia la aceleración de la gravedad.

- Construya un esquema representativo de la situación indicando la trayectoria del electrón.

Calcule:

- La aceleración del electrón dentro del campo eléctrico.
- La altura máxima alcanzada por el e^- .
- La distancia horizontal recorrida por el e^- .
- La energía potencial del e^- al llegar a su altura máxima.

Datos:

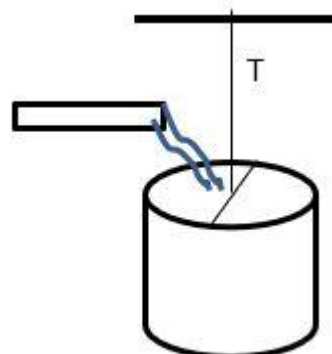
Carga del electrón = $-1,6 \times 10^{-19}$ C

Masa del electrón = $9,1 \times 10^{-31}$ Kg.

PT7. Colegio Juan Humberto Morán
Eduardo Castex, La Pampa.

Un recipiente cilíndrico cuya masa propia es de $M_{rec} = 4$ Kg, cuelga del techo con una cuerda de acero de longitud $L = 0.50$ m y un valor de constante elástica $K = 2000$ N/m. La misma soporta una tensión máxima de rotura $T_{max} = 1500$ N. El recipiente recibe mercurio ($\rho_{Hg} = 13280$ N/m³) de una tubería con un caudal variable en el tiempo $Q = 0,002$ m³/seg . t (seg)

- Determinar la expresión del peso total que soporta la cuerda en función del tiempo partiendo de $t = 0$ seg.
- Realizar una grafica del peso en función del tiempo

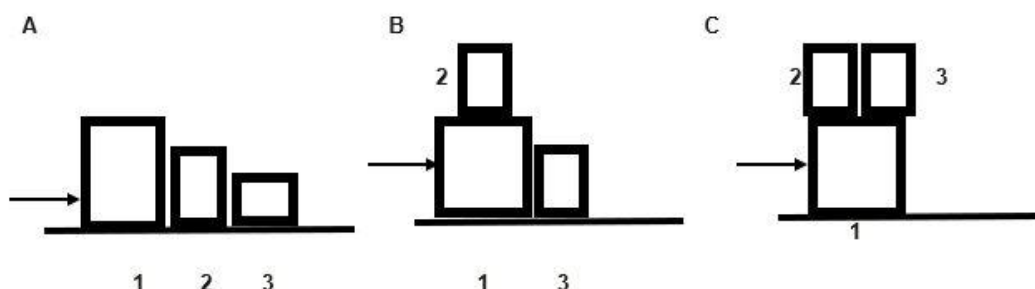


- partiendo del punto anterior mediante una tabla.
- Indicar para que tiempo la cuerda rompa de forma grafica
 - De forma analitica
 - Cual es su deformación x y su longitud total en ese instante

PT8. Colegio Juan Humberto Morán
Eduardo Castex, La Pampa.

Tres bloques están apoyados sobre una mesa con rozamientos $\mu_1=0.35$ $\mu_2=0.85$ $\mu_3=0.45$, entre ellos es $\mu=0.45$. Se aplica una fuerza horizontal F de $F=900 \text{ KgF}$, siendo $m_1=650 \text{ Kg}$, $m_2=250 \text{ Kg}$ y $m_3=1000 \text{ Kg}$. (tomar $g=10 \text{ m/seg}^2$).

- Que aceleración recibe el sistema en cada caso A B y C, si logra moverse
- Los cuerpos que están arriba del 1 logran quedarse en él?

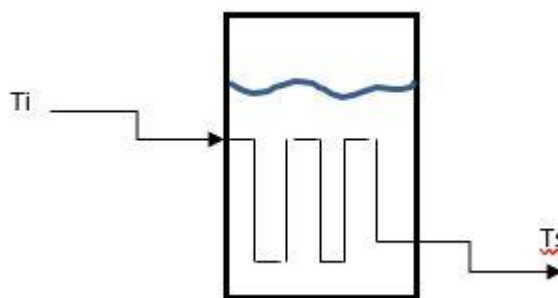


PT9. Colegio Juan Humberto Morán
Eduardo Castex, La Pampa.

Para bajarle la temperatura a 3 litros de aceite de densidad $\delta=1250 \text{ Kgrs./m}^3$ de una caja de engranajes que se encuentra a 90°C inicialmente, se le intercala en su interior un radiador por el que circula agua ($c=1 \text{ cal/gr } ^\circ\text{C}$). En dicho radiador el agua ingresa por un caño de sección circular de $R=10 \text{ cm}$, con una velocidad uniforme $v=0.8 \text{ cm/seg}$. Saliendo con la misma velocidad en un tiempo de $t=10 \text{ seg}$, la temperatura de entrada del agua es $T_i=15^\circ\text{C}$ y la de salida es de $T_s=85^\circ\text{C}$. Sabiendo el coeficiente de calor específico del aceite es $c=0.85 \text{ cal/grs}^\circ\text{C}$ determinar:

- La masa del aceite en gramos.
- El caudal Q del agua.
- El volumen de la misma en el tiempo t .
- Su masa.
- Las calorías que recibe y
- La temperatura final del aceite.

La caja no intercambia calor con el exterior. (1000 cm^3 de agua equivalen a 1000 grs y 1000 litros a 1 m^3)



PT10. Colegio EMAUS
El Palomar, Buenos Aires.

Un tirador sostiene holgadamente un rifle de masa m_R 4,3 kg, de manera que pueda retroceder libremente al hacer un disparo. Dispara una bala de masa m_B 5,2 g con una velocidad horizontal relativa al suelo de v_B 310 m/s. La bala se incrusta en un bloque de madera de 5kg que pende de una cuerda de masa despreciable.

- ¿Qué velocidad de retroceso v_R tiene el rifle?
- ¿Qué momento lineal y energía cinética finales tiene la bala?

- c) ¿Qué momento lineal y energía finales tiene el rifle?
- d) ¿Cuál es la velocidad inicial del conjunto bloque-bala luego del impacto?
- e) Cuanto se desplaza el bloque de madera luego de impactado por la, considerando un coeficiente de roce de 0,1
- f) ¿Cuánta energía se disipa en el choque de la bala contra el bloque en términos porcentuales?



PT11. Colegio EMAUS
El Palomar, Buenos Aires.

Una olla gruesa de cobre con masa de 2.0 kg (incluida su tapa) está a una temperatura de 150 °C. Usted vierte en ella 0.10 kg de agua a 25 °C y rápidamente tapa la olla para que no se escape el vapor.

- a) Calcule la temperatura final de la olla y de su contenido.
- b) Determine la fase (líquido o vapor) del agua. Suponga que no se pierde calor al entorno.

(Nota: Calor latente de vaporización del agua $L_v = 2.256 \times 10^6$ J/kg; calor específico del agua = 4,1813 J/g.°C; calor específico del cobre = 0,385 J/g.°C)

PT12. Colegio EMAUS
El Palomar, Buenos Aires.

Juan está parado en un salón donde a lo largo del volumen hay un campo magnético uniforme de 0,9mT, que apunta verticalmente hacia abajo. Un protón de 4,5 MeV de energía se mueve horizontalmente de A hacia B (ver figura) a través de cierto punto del salón.

(Nota: 1MeV equivale a $1,6 \cdot 10^{-13}$ J; masa del protón $1,67 \cdot 10^{-27}$ kg; carga del protón = $1,6 \cdot 10^{-19}$ C)

- a) Determine a qué velocidad se mueve el protón.
- b) Determine el valor de la fuerza magnética que actúa sobre el protón.
- c) Determine el valor de la aceleración resultante de la acción de la fuerza magnética y compare con el valor de la gravedad.
- d) Represente gráficamente la dirección y el sentido de la fuerza magnética actuante sobre el protón.
- e) Si la carga de la partícula hubiera sido negativa, represente el vector fuerza magnética actuante.

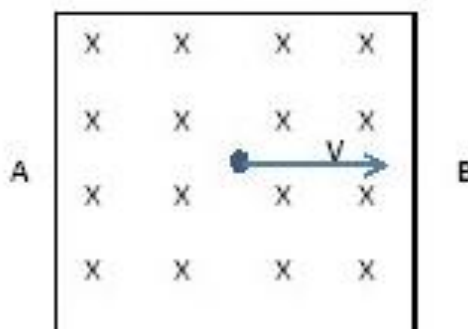


Figura del aula vista desde arriba

PT13. Instituto de Enseñanza San Jorge - Big Ben School - Colegio Belén
Centro Educativo Bernardino Rivadavia - Colegio Hermano Hermas de Bruijn
Ciudad de Santiago del Estero.

En el polideportivo provincial, con frecuencia se desarrollan competencias de atletismo entre competidores de la categoría amateur. Maximiliano y Felipe, dos compañeros de colegio con fuerte pasión por las actividades de este tipo, entrenan de manera permanente para competir en los próximos eventos. Un día por semana compiten entre ellos para monitorear el resultado de sus entrenamientos y concluir si deben agudizar su rutina.

Durante el entrenamiento del sábado en la pista de 100 metros llanos, los compañeros registraron los siguientes tiempos: Felipe 13,50 s; Maximiliano 13,45 s.

- a) ¿Qué tipo de movimiento realizan Felipe y Maximiliano? Justifique.
- b) ¿Cuál es la velocidad media de los dos compañeros en el entrenamiento del sábado?
- c) *En un nuevo entrenamiento los amigos consiguieron una cámara de alta velocidad que mide la velocidad que poseen al llegar a la meta, la cual registró:*

Competidor	Velocidad en la línea de llegada
Felipe	13,3 m/s
Maximiliano	15,4 m/s

Suponiendo que incrementaron su velocidad en forma constante durante todo el recorrido, ¿qué aceleración adquirió cada uno durante esta carrera de 100mts?

- d) Si Maximiliano, consciente de que tiene mejor velocidad final, decide darle a Felipe 2 s de ventaja, ¿Maximiliano tiene chances de ganarle a Felipe? (ambos mantienen la aceleración del ítem (c)). Justifica.
- e) ¿Maximiliano logra alcanzar a Felipe antes de llegar a la meta? Si es así, ¿a qué distancia de la línea de meta logra alcanzarlo?
- f) Construye las gráficas de $V(t)$ y $x(t)$ para ambos competidores, comparándolas respectivamente en un mismo sistema de ejes cartesianos.

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

PT14. Instituto de Enseñanza San Jorge - Big Ben School - Colegio Belén
Centro Educativo Bernardino Rivadavia - Colegio Hermano Hermas de Bruijn
Ciudad de Santiago del Estero.

Un albañil que pesa 800N, con la intención de revestir una pared, coloca sobre el suelo dos soportes A y B separados 4 m de distancia, uno de otro. Sobre ellos, apoya una madera sólida (tablón) de mayor longitud en forma horizontal, que tiene un peso de 600N, haciendo coincidir su centro de gravedad con el punto medio de dichos soportes. Para comenzar su tarea, se apoya sobre el centro de gravedad del tablón, y comienza a desplazarse en dirección al soporte B, atravesando el mismo.

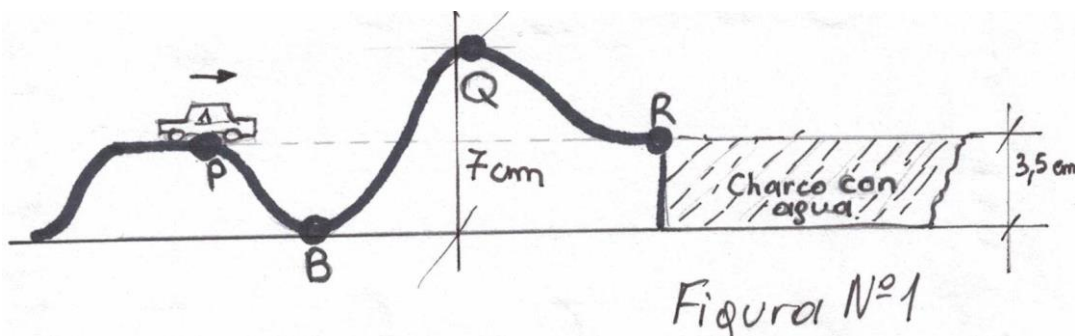
- a) Confeccione un esquema de la situación planteada incluyendo un diagrama de fuerzas aplicadas sobre el tablón.
- b) ¿Cuál es la masa del albañil?
- c) ¿Cuál es la reacción en el soporte A, cuando el albañil está a 50 cm del soporte B?
- d) ¿Cuál es la distancia máxima que el albañil puede alejarse de B sin que el tablón se desequilibre, girando respecto del punto B?
- e) En relación a la situación del ítem anterior (d). ¿Cuál es la reacción del soporte B en esas condiciones?

- f) Por un descuido el albañil se mueve superando la distancia máxima y el tablón girá con respecto al soporte B hasta apoyar su extremo en el suelo formando un ángulo de 30° . En ese momento el albañil resbala (sin fricción) sobre el tablón hasta llegar al piso. ¿Con qué aceleración se desplazó el albañil al resbalar sobre el tablón?
- g) Si el albañil llegó al suelo con una velocidad de 2 m/s , ¿Cuál es la longitud del tablón?

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

PT15. Instituto de Enseñanza San Jorge - Big Ben School - Colegio Belén
Centro Educativo Bernardino Rivadavia - Colegio Hermano Hermas de Bruijn
Ciudad de Santiago del Estero.

El domingo pasado se festejó el día del niño y Alejandro recibió como regalo un autito de juguete de plástico. Improvisó una pista en la vereda de su casa como indica la figura 1. Lanzó el autito de manera tal que al pasar por el punto "P" tenía una velocidad de $3,6 \text{ km/h}$. Considerar que todos los movimientos se realizan en un plano vertical y que la vereda está libre de rozamiento.



Según esta situación responde:

- ¿Cuál es el valor de la energía potencial del autito en el punto "P"?
- ¿Cuál es el valor de la energía cinética del autito en el punto "B"?
- ¿El autito logra pasar el punto "Q"? Justifica.
- Si pasa el punto "Q" ¿Cuál será la velocidad del autito en el punto "R"?
- Suponiendo que el autito logra atravesar los desniveles de la vereda y con una temperatura de 15°C cae dentro del charco de agua. Luego de unos minutos el niño introduce la mano en el charco de agua y extrae el autito.

¿A qué temperatura se encontraba inicialmente el agua del charco si al sacar el autito, Alejandro percibe que la temperatura del autito se incrementó en 5°C ?

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

Calor específico del PVC: $C_{\text{PVC}} = 0,24 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

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

Densidad del Agua: 1 g/cm^3

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

Masa Autito= 200 g

Masa Agua del charco= 60 g

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

En el ítem e) considerar que el autito y el agua del charco solo intercambian calor entre ellos y no con el resto de las masas con las que están en contacto.

PT16. EPES N° 54 Gobernador Juan José Silva
Ciudad de Formosa.

Pasando el Río Paraguay!

El ancho del Río Paraguay frente al puerto de la provincia de Formosa que conecta la ciudad capital de esta provincia con la ciudad de Alberdi en Paraguay es de 681 m aproximadamente.

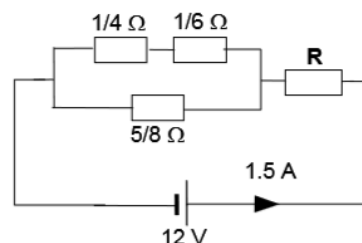
El cauce fluye hacia el sur con una velocidad media de 3 km/h. Sabiendo esto, un bote conocido por los de la zona como paseros se desplazan hacia el este con una velocidad de 4 km/h con respecto al agua.

- Calcular la velocidad del bote en relación a la orilla.
- Calcule el tiempo necesario para cruzarlo.
- ¿Cuál es la desviación del bote hacia el Sur cuando llega al lado opuesto del río?
- Compare el resultado con el tiempo que tardará en remar 681 m corriente arriba.

PT17. EPES N° 54 Gobernador Juan José Silva
Ciudad de Formosa.

Circuitos eléctricos!!

- Hallar el valor de la resistencia (R).
- Calcular los valores de tensión eléctrica en cada resistencia.
- Calcular el valor de la intensidad de corriente en cada resistencia.
- Calcular el valor de la resistencia equivalente.

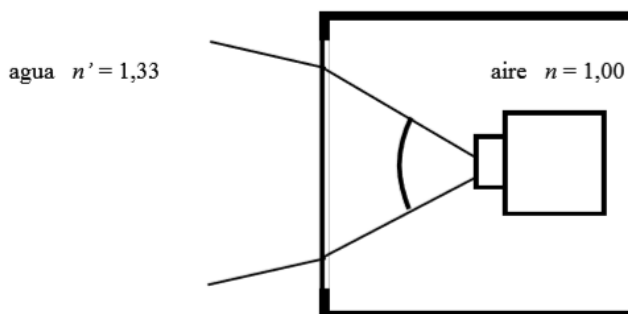


PT18. EPES N° 54 Gobernador Juan José Silva
Ciudad de Formosa.

¡Fotografía subacuática!

Adaptación del material Problemas de Óptica Geométrica e Instrumental. Unidad 13: Instrumentos fotográficos de Jaime Escofet.

- Determina el campo angular de un objetivo de $f' = 50$ mm acoplado a una cámara full frame (35 mm). Se encierra la cámara anterior, de forma estanca, en una caja acristalada y transparente con el fin de poder realizar fotografías subacuáticas según se muestra en la figura. Si el grosor de la cara frontal al objetivo es despreciable, determina:
- El nuevo campo angular de la cámara.



¿A qué distancia mínima de la cámara debe ubicarse una tortuga de 30 centímetros de altura para salir de cuerpo completo en la fotografía?

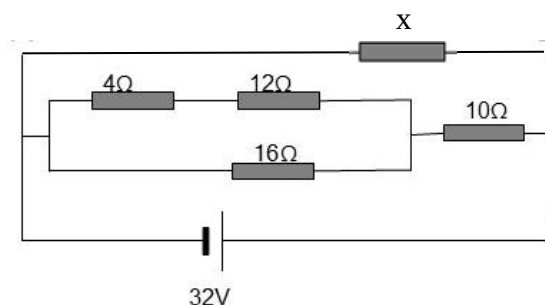
PT19. EPET N° 16
Dos de Mayo, Misiones.

Un cuerpo con carga eléctrica $q_1=2 \times 10^{-4}\text{C}$, de masa $m=0.01\text{kg}$ se encuentra suspendido de un hilo de longitud $l=0,8\text{m}$. Debido a la acción de una carga eléctrica $q_2=5 \times 10^{-5}\text{C}$ el cuerpo se desvía de la vertical 20° .

- Dibuja un croquis de las posiciones del cuerpo y la carga
- Realiza el diagrama de cuerpo libre sobre la masa m
- Determina la intensidad de la fuerza horizontal que desplaza la masa de su vertical
- Calcula la tensión que soporta el hilo.
- ¿Cuál es la intensidad del campo eléctrico en el lugar donde se encuentra la carga q_1 ?
- ¿A qué distancia se encuentra la carga q_2 ?

PT20. EPET N° 16
Dos de Mayo, Misiones.

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



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

PT21. EPET N° 16
Dos de Mayo, Misiones.

En una prensa hidráulica que tiene uno de sus cilindros de $2,5\text{cm}^2$ y el otro de 128cm^2 . El émbolo del cilindro mayor sostiene un cuerpo de 2000Kg . Que debe levantarse 7cm más arriba.

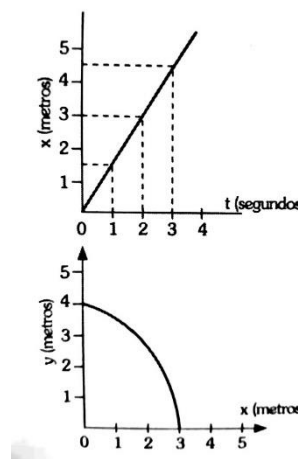
- ¿Qué cantidad de energía hay que aportar al sistema para levantar el cuerpo?
- ¿Qué potencia debe tener su sistema para levantar la carga en 20 seg?
- Cuando la carga esté a la altura necesaria ¿Qué distancia se habrá desplazado el émbolo menor?
- Determina la fuerza que hay que aplicar al embolo menor para equilibrar la fuerza ejercida por la carga.
- Si sobre el embolo menor se ejerce una fuerza 2% mayor a la necesaria para equilibrar el peso de la carga ¿Qué aceleración recibirá esta?

**PT22. Instituto Técnico San José
Clorinda, Formosa.**

Un habitante del planeta Titán lanzó una flecha y obtuvo los datos que se indican en la Figura 1.

Siendo “x” la distancia horizontal e “y” la distancia vertical:

- ¿Cuál es la velocidad horizontal de la flecha?
- ¿Cuál es la velocidad vertical inicial de la flecha?
- ¿Cuál es el valor de la aceleración de la gravedad en el planeta Titán?



**PT23. Instituto Técnico San José
Clorinda, Formosa.**

Un bloque de hielo de 400g de masa de halla a una temperatura de -30°C , a presión normal. Siendo: $L_f=80\text{cal/g}$, $L_v=540\text{cal/g}$, $C_{\text{hielo}}=0,5\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$ y $C_{\text{agua}}=1\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$. Despreciar el intercambio de calor con el ambiente.

- Determine la cantidad de calor para transformar totalmente ese bloque de hielo a agua líquida a 0°C
- Calcular la cantidad de calor para transformar el agua líquida de 0°C a vapor a 100°C
- Determine la cantidad de calor total a suministrar para transformar el bloque de hielo inicial a vapor a 100°C .
- Construya un gráfico de temperatura vs cantidad de calor para ambos apartados.
- Si el bloque inicial de hielo se pone en contacto con una masa de agua líquida, de 900g a 50°C cual será la temperatura final de equilibrio. Considerar un nulo intercambio de calor con el ambiente.

**PT24. Instituto Técnico San José
Clorinda, Formosa.**

Dos cargas puntiformes, Q_1 y Q_2 están fijadas en los puntos A y B que distan entre si 0,4m en el vacío. Siendo $Q_1=2\mu\text{C}$, $Q_2=8\mu\text{C}$ $k_0=9\times 10^9\text{Nm}^2/\text{C}^2$

- Determine la intensidad de la fuerza eléctrica resultante sobre una carga $Q_3=(-3\mu\text{C})$ colocada en el punto C a 0,1m de A, sobre la recta AB.
- Determina la intensidad y sentido del vector campo eléctrico en el punto C.

**PT25. Colegio del Carmen y San José* - Escuela Secundaria N° 2 Clara Armstrong*
Escuela Preuniversitaria ENET N° 1 Prof. Vicente Aguilera*
Escuela Secundaria N° 3 Gustavo Levene* - Colegio Padre R. de la Quintana*
Instituto Pía Didoménico* - EPET N° 7 Alsina Alcobert*
Escuela Provincial de Minería* - Escuela PreUniversitaria Fray M. Esquiú*
Escuela Municipal N° 1 Fray Mamerto Esquiú**
*San Fernando del Valle - **Fray Mamerto Esquiú- Piedra Blanca, Catamarca.**

En un día de verano catamarqueño, en una tienda de telas, un empleado tiene “un metro” (regla metálica para medir) graduado a 20°C . Suponga que el empleado está utilizando su “metro” con temperatura ambiente de casi 40°C . En dicho día:

- ¿La longitud del “metro” del comerciante es mayor o menor a un metro?
- Al vender una pieza de tela y medir su longitud con dicho “metro” , ¿el comerciante comete un abuso o sufre una pérdida? (La dilatación de la tela es despreciable)
- Expresa las dos temperaturas en K.
- Calcule el valor de la longitud final de la regla metálica si está hecha de aluminio ($\alpha = 23 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, coeficiente de dilatación lineal del aluminio).
- Calcule cuánto ganó o perdió en este día, si el metro de tela cuesta \$450 y vendió 100 m de tela.

**PT26. Colegio del Carmen y San José* - Escuela Secundaria N° 2 Clara Armstrong*
Escuela Preuniversitaria ENET N° 1 Prof. Vicente Aguilera*
Escuela Secundaria N° 3 Gustavo Levene* - Colegio Padre R. de la Quintana*
Instituto Pía Didoménico* - EPET N° 7 Alsina Alcobert*
Escuela Provincial de Minería* - Escuela PreUniversitaria Fray M. Esquiú*
Escuela Municipal N° 1 Fray Mamerto Esquiú**
*San Fernando del Valle - **Fray Mamerto Esquiú- Piedra Blanca, Catamarca.**

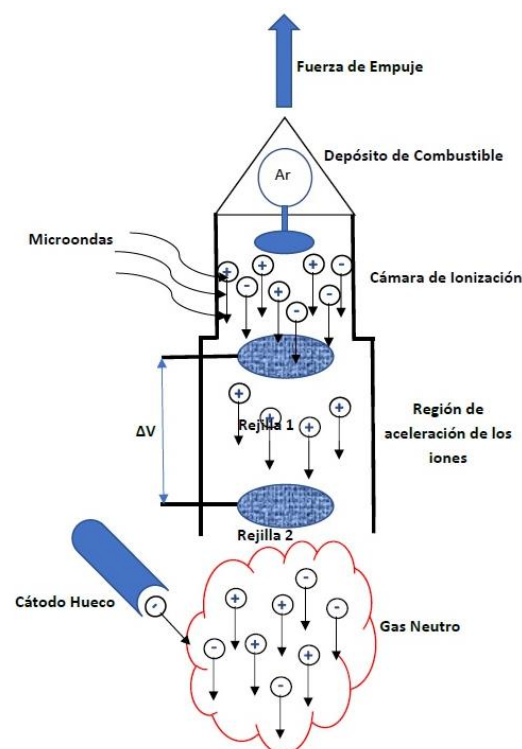
Un cuerpo de 80 kg se desea levantar hasta una altura de 10m sobre un plano inclinado que forma un ángulo de 30° con la horizontal. Si la fuerza (paralela al plano inclinado) que se ejerce a través de una cuerda es de 600 N y el coeficiente de rozamiento cinético entre la superficie y la masa es de 0,2. Se pide:

- Dibujar el plano inclinado y todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo (diagrama de cuerpo libre).
- Calcular el desplazamiento del cuerpo hasta llegar a la parte superior del plano inclinado.
- Calcular el trabajo realizado por cada una de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo.
- Calcular el trabajo neto (total) realizado.

**PT27. Colegio del Carmen y San José* - Escuela Secundaria N° 2 Clara Armstrong*
Escuela Preuniversitaria ENET N° 1 Prof. Vicente Aguilera*
Escuela Secundaria N° 3 Gustavo Levene* - Colegio Padre R. de la Quintana*
Instituto Pía Didoménico* - EPET N° 7 Alsina Alcobert*
Escuela Provincial de Minería* - Escuela PreUniversitaria Fray M. Esquiú*
Escuela Municipal N° 1 Fray Mamerto Esquiú**
*San Fernando del Valle - **Fray Mamerto Esquiú- Piedra Blanca, Catamarca.**

Nave con propulsión iónica

Una nave espacial emplea en su propulsión el Principio de acción y reacción de las fuerzas ($\mathbf{F} = -\mathbf{F}'$). Gases a muy alta velocidad son expulsados por la tobera de la nave con mucha fuerza, a su vez el aire impulsa la nave en dirección contraria con la misma fuerza. Si se utiliza un **motor iónico**, átomos neutros de gas Argón (aunque también podrían usarse átomos de Xenón, Cesio o de Mercurio) entran a una primera cámara donde son ionizados mediante un haz de microondas que arrancan un electrón a cada átomo. Los iones Ar^+ son conducidos mediante un campo eléctrico débil a otra cámara, donde un intenso campo eléctrico los acelera hasta una alta velocidad y los expulsa al espacio exterior. Para crear este campo, se establece una diferencia de potencial entre dos rejillas, a través de las cuales pasan los iones. La nave debe permanecer eléctricamente neutra, por lo que un circuito capta los electrones producidos en la ionización y, mediante un cátodo hueco, los expulsa también al espacio, donde se recombinan con los iones Ar^+ formando de nuevo gas neutro y emitiendo un bello resplandor. Los electrones son muchísimo más ligeros que los iones, por lo que su efecto de propulsión es irrelevante.(ver figura)



Datos

La nave inicia su viaje con 100 kg de gas Ar y su consumo diario es de $C = 0,2 \text{ Kg/día}$, donde C se define como:

$$C = \frac{N_{\text{iones}} * m_{\text{ion}}}{t}$$

La diferencia de potencial entre las dos rejillas es de $\Delta V = 1,5 \text{ KV}$.

Masa media de un átomo de Argón: $m = 6.633 \times 10^{-26} \text{ kg}$

Carga del electrón: $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$

Calcular

- La autonomía de la nave con esa cantidad de gas Ar en años y en segundos.
- El número de iones Ar^+ expulsados por segundos.
- La magnitud del campo eléctrico E creado entre las rejillas si la distancia entre ambas es de 1 m.
- El trabajo efectuado sobre cada ion por ΔV .
- La velocidad v de expulsión de cada ion (a la salida de la 2da rejilla). (usar Conservación de la energía).
- La fuerza F de empuje del motor iónico producida por la masa total de iones expulsados.
- La intensidad I de la corriente iónica expulsada.
- La potencia P empleada en la aceleración de los iones.

PT28. Escuela Normal Juan B. Alberdi San Miguel de Tucumán.

Se tiene un cuerpo de 5 kg de masa que está en lo alto de una rampa de 10 m de longitud, inclinada 30° con respecto a la horizontal. Se deja caer un cuerpo sabiendo que el coeficiente de rozamiento entre el plano y el cuerpo es de 0,2. Calcular:

- La velocidad del cuerpo al llegar a la mitad de la rampa, si parte con una velocidad inicial $v_0 = 1,5 \text{ m/seg}$.
- La velocidad del cuerpo al llegar a la base, si cambia el coeficiente de

- rozamiento a 0,15.
- c) La distancia en el plano horizontal recorrida por el cuerpo hasta que se detiene, si el coeficiente de rozamiento es igual a 0,1.
 - d) Si cuando el cuerpo se detiene, cae del borde de la mesa (caída libre), $h = 4 \text{ m}$ e impacta en un resorte que tiene un $K = 10 \text{ N/m}$. Calculen cuanto se comprime el resorte.

PT29. Escuela Normal Juan B. Alberdi
San Miguel de Tucumán.

En la Antártida es muy importante la conservación del calor en las instalaciones de las dotaciones de personal, debido a que una mala aislación insumiría una mayor cantidad de combustible para calefaccionar. Por ello:

- a) Calculen la cantidad de calor por unidad de tiempo que se pierde en una habitación, que se mantiene a una temperatura de 18°C a través de una ventana de vidrio de $1,5 \text{ m}$ de ancho por $1,1 \text{ m}$ de alto y 3 mm de espesor, si la temperatura exterior es de -10°C .
- b) ¿Cual será la pérdida de calor si se duplica el espesor del vidrio?
- c) Si se pone cortinas y se reduce la pérdida de calor a 60 cal/seg , que sección tendrían las ventanas, manteniendo las variables del punto a).
- d) El aumento de sección de la ventana (por dilatación) con las temperaturas del punto a).

Datos

$K_v = 0,0025 \text{ cal / seg.cm.}^\circ\text{C}$

$\text{Landa}_{\text{vidrio}} = 5 \cdot 10^{-6}$ (coef. De dilatación)

PT30. Escuela Normal Juan B. Alberdi
San Miguel de Tucumán.

En un experimento científico de un laboratorio, se quiere medir las fuerzas electrostática de Tres cargas eléctricas $Q_1 = 6 \text{ mC}$, $Q_2 = -4 \text{ mC}$, $Q_3 = -2 \text{ mC}$. Ocupan por este orden, tres vértices consecutivos de un cuadrado de 1 m de lado. Hallar la fuerza ejercida por estas cargas sobre una cuarta carga $q = -2 \text{ uC}$ situada en el cuarto vértice.

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

La Sra. Adriana hace el mejor loco de Belgrano, y a pesar de no querer revelar los secretos de la preparación, nos facilitó los ingredientes de la receta para que podamos comprender el proceso de cocción. En primer lugar se ponen a hervir 1 kg de maíz ($C_e = 0,5 \text{ Cal/gr}^\circ\text{C}$) y 500 gr de porotos ($C_e = 0,2 \text{ Cal/gr}^\circ\text{C}$) en 3 litros de agua. La temperatura inicial del sistema es 20°C .

- a) ¿Cuánta energía debe entregársele al sistema para que comience a hervir el agua? (considera que hierve a 100°C).

Si la hornalla tiene una potencia de 2200 w y la olla un rendimiento del 75% .

- b) ¿cuánto tiempo le tomará al sistema romper hervor?

Si en CNPT (condiciones normales de presión y temperatura) 1 m^3 de gas natural produce 9300 Kcal y su densidad es $0,78 \text{ kg/m}^3$ y la receta pide hervir el maíz y los porotos durante 1 hora

- c) ¿Qué cantidad de gas será usado para realizar este proceso?

Al cabo de este tiempo se apaga el fuego y se agregan el resto de los ingredientes: 1kg de zapallo ($C_e=0,35 \text{ Cal/gr}^{\circ}\text{C}$), 200gr de panceta ($C_e=0,18 \text{ Cal/gr}^{\circ}\text{C}$) y 400gr ($C_e=0,4 \text{ Cal/gr}^{\circ}\text{C}$) de carne sacados directo de la heladera a 8°C ,

- d) ¿A qué temperatura termalizará el sistema? si se desprecia el flujo de calor con el ambiente en esos pocos minutos

Por último se lleva todo a hervor por otra hora, se condimenta y se apaga el fuego dejando enfriar lentamente hasta que se pueda consumir sin quemarnos (a 60°C). Considerando, ahora sí, el flujo de calor al ambiente 500 cal/seg

- e) Desde que se apaga el fuego ¿Cuánto tiempo deberemos esperar para poder comer? Observación: ser objetivos y despreciar los efectos del hambre acumulados durante las largas horas de olfatear el delicioso loco.

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

En una prueba de patinaje a un concursante se le ocurrió realizar acrobacias de alto riesgo en una pista como muestra el esquema. En el tramo BC no hay rozamiento y en AB el coeficiente de rozamiento dinámico es $\mu = 0,2$ y el estático $\mu = 0,4$. El empalme entre el suelo y la rampa es suave. El patinador Bruno cuya masa es de 70 kg inicia la prueba desde el reposo en A y comienza a patinar hacia la rampa aceleradamente.

- a) ¿Con qué aceleración se movió en el tramo AB si su velocidad al abandonar la rampa en C es de 40km/h?
- b) Realice un esquema del patinador cuando está en el aire haciendo el salto apenas abandona la rampa. Incluya todas las fuerzas que actúan sobre él y su velocidad. Descomponga esta última magnitud vectorial en los ejes horizontal y vertical.

Teniendo en cuenta el esquema anterior y sabiendo que los movimientos en cada eje dependen de las fuerzas y velocidades de cada uno independientemente:

- c) ¿Cuánto tiempo tarda en caer al suelo?
- d) ¿A qué distancia de la rampa lo hace y con qué velocidad?

Para complicar las cosas Bruno cuelga un aro en llamas de 75 cm de radio. Al realizar el salto nuevamente Bruno deberá agacharse. Al hacerlo, su altura pasa a ser de 1,2 m.

- e) Calcular ahora la velocidad máxima y la mínima con que debe abandonar la rampa para pasar por el interior del aro y las fuerzas máxima y mínima que debió realizar en el tramo AB para poder llegar a esas velocidades en C.

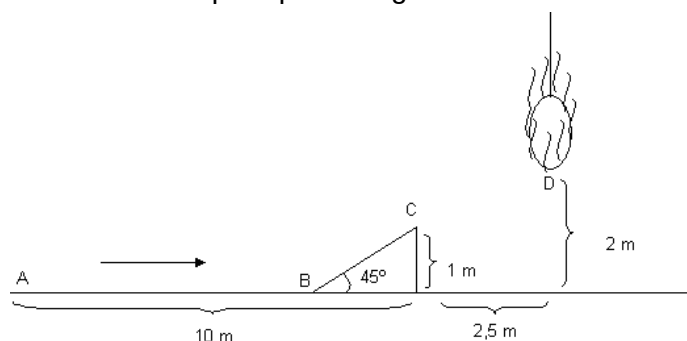


Figura 1. Esquema de la pista de patinaje

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

Los elementos de la tabla periódica llevan su nombre por la cantidad de protones que hay en el núcleo del átomo, por ejemplo, si tiene 7 protones será un núcleo de Nitrógeno en cambio si sólo tiene 2 protones será de Helio. Además, en los núcleos puede variar la cantidad de neutrones, se dice que dos átomos son isotopos cuándo tienen la misma

cantidad de protones, pero distinta cantidad de neutrones. Por ejemplo, el Litio tiene 3 protones y tiene 2 isótopos estables, el Litio 7 y el Litio 6. El primero posee 4 neutrones y el segundo solamente 3 neutrones. Otra característica importante de los átomos es que son eléctricamente neutros, la cantidad de electrones y protones es igual. Sin embargo, si pierden o ganan electrones se ionizan. Es decir que el átomo pasará a estar cargado y esa carga dependerá del balance entre protones y electrones.

En este ejercicio nos vamos a centrar específicamente en el isótopo 60 del Hierro que solamente se produce en el universo en una explosión de Supernova. En la tierra el isótopo más común es el Hierro 56. Por lo tanto, si tomamos una muestra de encontramos una cantidad significativa de Hierro 60, podremos saber si se produjo una explosión de Supernova en determinado momento.

Existe una técnica para dividir los isótopos utilizando campos eléctricos y magnéticos. El primer paso consiste en ionizar la muestra bombardeándola con electrones por lo que ahora cada átomo tendrá un electrón de más y la carga neta de cada átomo será igual a la de un electrón. Una vez que se tiene la muestra ionizada por medio de un campo eléctrico se acelera los átomos generado un haz. Luego el haz entra en una región donde hay presente un campo magnético. Producto del mismo el haz sufre una deflexión, es decir se curva. Recordar que, la fuerza magnética no genera trabajo por lo cual el haz solamente se curva manteniendo el módulo de la velocidad constante. (Ver gráfico)

- Calcular la aceleración que se le impregna a los átomos de Hierro 56 y a los de Hierro 60 cuando pasan por un campo eléctrico de 85.000 N/C ¿Ambos isótopos tiene la misma aceleración?
- Calcular la velocidad que tendrán los átomos una vez que salgan de la zona del campo eléctrico si la misma es de 100 mm y entraron con una velocidad que podemos aproximar como cero ¿Cómo es esa velocidad comparada a la velocidad de la luz?
- El campo magnético de 5 Tesla apunta en la dirección negativa de z como se muestra en la figura. Calcular el radio curvatura de la trayectoria cada átomo. ¿Será el mismo radio para los átomos de Hierro 56 o de Hierro 60? ¿Servirá para dividir los isótopos?

Datos

- $m_{\text{electrón}} = 9,10 \text{ E-}31 \text{ kg}$
- $m_{\text{protón}} = 1,67 \text{ E-}27 \text{ kg}$
- $m_{\text{neutrón}} = 1,67 \text{ E-}27 \text{ kg}$
- $q_{\text{electrón}} = -1,60 \text{ E-}19 \text{ C}$

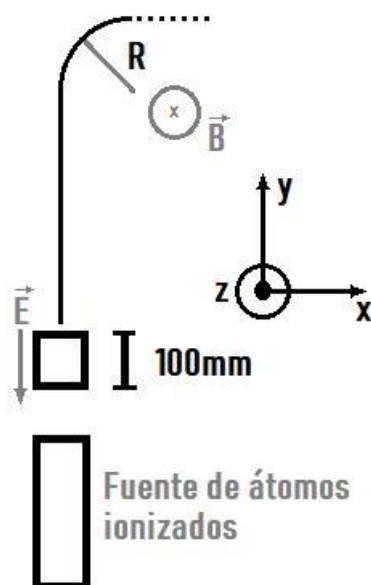
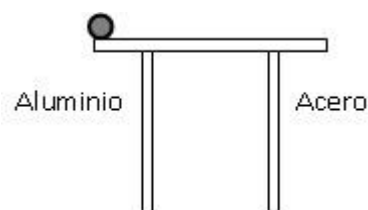


Figura 2. Esquema del dispositivo experimental

PT34. Instituto Eduardo L. Holmberg
Quilmes, Buenos Aires.

En un prestigioso laboratorio científico necesitaban una mesa especial para realizar experimentos. La tabla de la mesa debía medir 1,0 m de largo y debía tener patas de 70,0 cm de altura. La mesa debía estar hecha totalmente de aluminio y por supuesto que debía ser perfectamente horizontal. Para fabricar esta mesa contrataron a la mejor empresa del país. El empleado encargado de construirla se llamaba Jaime, un joven muy voluntarioso pero algo distraído, a tal punto que las dos patas de un extremo de la mesa resultaron de acero en vez de aluminio.



Cuando Jaime llevó la mesa al laboratorio, todo se veía bien. Entonces que quiso demostrar que su creación era perfecta y apoyó en un extremo una esfera muy frágil de cristal que era del jefe del laboratorio. Lo que no tuvo en cuenta es que él midió las partes de la mesa cuando tenían una temperatura de 62 °C, pero en el laboratorio mantenían una temperatura de 8 °C, por lo que las patas ya no eran de igual longitud. Determinar

- la diferencia de longitud de las patas de esta mesa en el laboratorio.
- el ángulo de inclinación de la tabla de la mesa, sabiendo que las patas están a 20 cm de los bordes de la tabla.
- la rapidez que adquiere la esfera de cristal luego de recorrer toda la longitud de la mesa.
- el tiempo que tardó la esfera desde que comenzó a rodar hasta que se estrelló en el piso (considerar 70 cm de altura para la caída).

Cuando el jefe del laboratorio vio lo ocurrido comenzó a buscar a Jaime pero él ya había huido corriendo hacia la terraza del edificio. Allí encontró una pelota de fútbol de 450 g en el piso y la pateó para descargar su bronca. La pelota salió con un ángulo de 30° sobre la horizontal y con una velocidad de 22 m/s. La terraza está a 24 m sobre el suelo. Al caer le pegó al auto del jefe del laboratorio. Averiguar

- la distancia horizontal que recorrió la pelota hasta llegar al suelo.
- la pelota golpeo el parabrisas del auto. Si el golpe supera los 200 J de energía, el parabrisas se rompe. Determinar si se rompió.

Datos

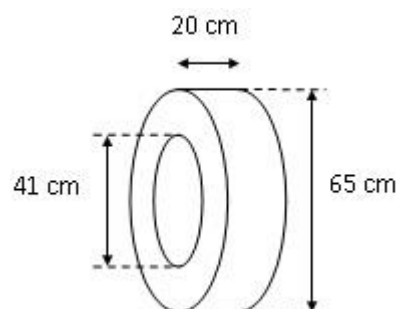
$$\alpha_{\text{Aluminio}} = 2,54 \times 10^{-5} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$$

$$\alpha_{\text{Acero}} = 1,18 \times 10^{-5} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$$

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

PT35. Instituto Eduardo L. Holmberg
Quilmes, Buenos Aires.

Jaime logró escapar de aquel laboratorio. Se subió a su auto y comenzó a manejar. Los neumáticos del auto fueron inflados con aire a 25 °C y con una presión manométrica de $2,34 \times 10^5$ Pa. Las medidas del neumático se muestran en el diagrama.



- Averiguar el volumen interior del neumático.
- Calcular la masa de aire dentro del neumático.
- Luego de un largo tiempo de estar viajando, las gomas se calentaron hasta 56 °C. Considerando que no cambia el volumen, ¿cuál es la nueva presión manométrica de cada goma?

- d) Jaime seguía manejando cuando uno de los neumáticos se pinchó. Considerando que el volumen de la goma disminuyó 12% y que la presión manométrica disminuyó a la mitad de lo que tenía en el momento de la pinchadura, ¿qué masa de aire quedó dentro del neumático?

Cuando Jaime detectó la goma pinchada estaba viajando a 120 km/h en una ruta recta y horizontal. La masa del auto es 1340 kg (incluido él). Sabiendo que si frenaba de golpe podría perder la estabilidad del auto, desaceleró muy suavemente hasta detenerse durante un minuto y medio.

- e) Determinar la potencia desarrollada por los frenos del auto.
 f) Luego de cambiar el neumático pinchado, volvió a manejar por la ruta a 150 km/h. En la siguiente curva de la ruta decidió no bajar la velocidad pensando que podría doblar si problemas. En esa zona, el coeficiente de fricción estática entre las gomas y el piso es de 0,88 y el radio de la curva es 80 m y no tenía peralte. ¿Logró doblar? ¿Cuál es la rapidez máxima a la que se puede tomar esa curva de forma segura? Expresar el resultado en km/h.
 g) Suponiendo que se usa un margen de seguridad del 20% aproximadamente, ¿cuál sería un cartel adecuado para la velocidad máxima en esa curva?

Datos

$M_{\text{aire}} = 29 \text{ g/mol}$

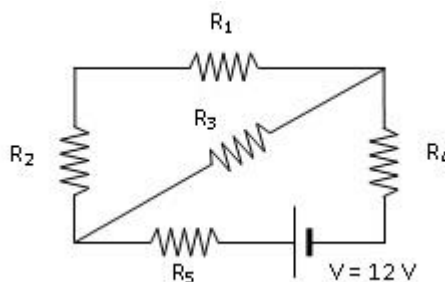
$P.A.N. = 101325 \text{ Pa}$

PT36. Instituto Eduardo L. Holmberg Quilmes, Buenos Aires.

En el hospital donde estaba internado, Jaime pensaba en la curva anterior y dedujo que podría haber doblado sin problemas si su auto hubiera sido 10% más pesado. Entonces recordó que podría generar una fuerza magnética vertical hacia abajo sobre su auto si el auto se cargaba eléctricamente y se movía rápidamente en dirección perpendicular al campo magnético terrestre. Jaime dedujo (de alguna forma) que la carga en el auto era de $500 \mu\text{C}$ y averiguó que el valor del campo terrestre en ese lugar era de $5,5 \times 10^{-5} \text{ T}$.

- a) Si el campo magnético terrestre tiene dirección hacia el norte de la Tierra y la fuerza magnética es vertical hacia abajo, ¿en qué dirección debería viajar Jaime si la carga en su auto es negativa?
 b) ¿A qué velocidad debería viajar Jaime en esas condiciones para lograr una fuerza igual al 10% del peso del auto? ¿Es posible? Justificar.
 c) ¿Es cierto que si se aumenta el peso se puede doblar más rápido, como creía Jaime? Explicar.

Cuando Jaime salió de la internación, pudo recuperar la batería de su auto y algunas lamparitas (el resto ya no servía). Entonces pensó en estudiar circuitos eléctricos. Para eso conectó cinco lámparas con la batería del auto tal como se ve en el siguiente diagrama.



Las lámparas de un auto como el de Jaime no son de led, son resistencias que emiten luz y todas tenían indicados sus datos. R_1 , R_2 y R_3 decían: 12 V – 55 W. Mientras que las

otras dos decían: 12 V – 15 W. Estas indicaciones se refieren al funcionamiento normal que tendrían en el auto, pero Jaime las conectó de otra manera.

- d) Calcular la resistencia de cada lámpara.
- e) Para el circuito mostrado, calcular la resistencia total equivalente.
- f) Determinar la intensidad de corriente y la diferencia de potencial de cada lámpara.
- g) Establecer cuál es la lámpara que brilla más y justificar la respuesta.
- h) Considerando solo la lámpara R_2 y sabiendo que el filamento está hecho de wolframio, con un diámetro de 1×10^{-4} m, determinar la longitud de ese filamento.

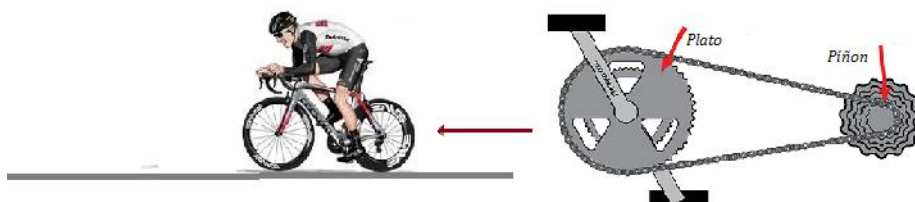
Datos

$$\rho_w = 5,65 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$$

Como Jaime sabía que aún lo buscaba el jefe de un prestigioso laboratorio científico y el personal del hospital de donde se escapó, decidió esconderse por un año antes de volver a buscar trabajo.

PT37. Colegio Nacional Arturo U. Illia - Instituto Albert Einstein Mar del Plata, Buenos Aires.

Una carrera de bicicletas en ruta



La primera prueba ciclista de la historia de la que se tiene un registro documental se remonta a 1868. Los 7 ciclistas que tomaron parte en la prueba, celebrada en un circuito de poco más de 1 kilómetro en las afueras de París, llevaban bicicletas de madera con ruedas de hierro y piñón fijo. Nada que ver con las ligerísimas máquinas de carbono con un grupo de piñones de 11 velocidades y cambio electrónico de la actualidad.

En esta prueba de ruta participa un ciclista, de 70 kg de masa, larga una carrera en ruta con una bicicleta rodada 27,5'' de 7 kg, con cambio manual, con dos platos de 40 y 52 dientes y cuatro piñones de 15, 18, 21 y 24 dientes. El ciclista acelera durante 15 segundos a razón de 2 m/s^2 , desde la salida de la competencia. Mantiene luego su rapidez constante. Cuando recorre 28 m ingresa a una curva sin peralte de un cuarto de circunferencia, siendo el radio de la curva de 200 m. El ciclista se mantiene siempre por el centro de la ruta.

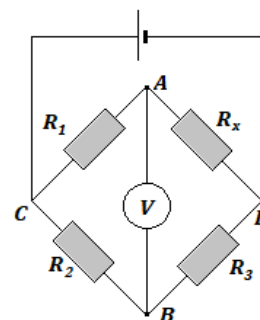
- a) Calcule la velocidad que adquiere un instante antes de ingresar a la curva.
- b) ¿Cuántos tiempo le demanda salir de la curva?
- c) Con qué relación plato/piñon se obtendría la máxima velocidad para un pedaleo dado.
- d) Con la relación anterior ¿cuántos metros recorrerá el ciclista por cada pedaleada?
- e) Determine el valor de la aceleración total un instante después de ingresar a la curva.
- f) ¿Qué ángulo describe entre el instante que ingresa a la curva y el instante que comienza a ir con rapidez constante?
- g) Encuentre la fuerza que hace el pavimento contra la bicicleta mientras está efectuando el giro en la curva a rapidez constante.
- h) Halle el ángulo que deben mantener con la vertical la bicicleta y el ciclista para poder doblar sin problemas al mantener la rapidez constante en la curva

PT38. Colegio Nacional Arturo U. Illia - Instituto Albert Einstein
Mar del Plata, Buenos Aires.

Puente de Wheatstone - Detección de temperatura por resistencia (RTD)

El **puente de Wheatstone** es un instrumento de gran precisión que puede operar en corriente continua o alterna y permite la medida tanto de resistencias óhmicas como de sus equivalentes en circuitos de corriente alterna en los que existen otros elementos como bobinas o condensadores (impedancias).

Las resistencias R_1 , R_2 y R_3 son resistencias de precisión aisladas de la R_x que es la resistencia bajo medición y V es un voltímetro de gran sensibilidad. Por lo general, la configuración con la que se representa este circuito es la mostrada en la Figura, y la condición de equilibrio del puente se da cuando la diferencia de potencial V_{AB} es igual a cero. La resistencia bajo medición será en este caso un **RTD**. El RTD es un sensor que se utiliza para medir la temperatura, normalmente están compuestos por un alambre fino el cual varía su resistencia en función de la temperatura, al aumentar ésta el sensor incrementa su resistencia. Como su respuesta es lineal podemos saber el nivel de calor utilizando una tabla que nos ilustra los valores resistivos que se generan por cada grado centígrado o Fahrenheit. Suponga que el RTD analizado es de platino con una exactitud estándar de $\pm 0,12 \Omega$. La tabla de la figura representa los valores obtenidos en una prueba de laboratorio de la resistencia en función de la temperatura.



Temperatura °C	Resistencia Ω
10	103.9
20	107.79
30	111.67
40	115.54
50	119.4

En el circuito se emplea $R_2 = R_3 = 20 \Omega$ y $R_1 = 100 \Omega$ y la batería de 9 V. Inicialmente el circuito se encuentra en equilibrio.

- Grafique de acuerdo con la tabla la resistencia del RTD en función de la temperatura
- Calcule el valor de la resistencia RTD para una temperatura de 0°C .
- Escriba la ecuación de la resistencia en función de la temperatura.
- Calcule la temperatura del sistema cuando la resistencia es de $124,4 \Omega$.
- ¿Cuál será la lectura del voltímetro para la condición anterior?
- Si la batería utilizada tuviera una resistencia interna de 1Ω ¿cuál sería la lectura del voltímetro?
- ¿Cuánta energía se transforma en calor en el interior de la batería cada 10 s ?

PT39. Colegio Nacional Arturo U. Illia - Instituto Albert Einstein
Mar del Plata, Buenos Aires.

Cocinando papas fritas

Una empresa produce papas fritas artesanales en un horno continuo. La fábrica recibe las papas, las lava pela y corta. Las papas cortadas y limpias entran en un horno tubular donde se cocinan en un ambiente con aceite vegetal.

El horno es de forma cilíndrica, de 4 m de longitud y 1 m de diámetro., por el que circula aire con microgotas de aceite a 200°C . Una cinta transportadora lleva las papas crudas desde una temperatura inicial de 20°C hasta 150°C cuando salen del horno.

La cinta transporta lleva 5 kg de papas por minuto, el calor específico de las papas es de $3400 \text{ J/kg }^\circ\text{C}$.

- calcule la energía necesaria que se debe entregar a las papas en una hora de funcionamiento del horno.

- b) Calcule la potencia que suministra el horno a las papas.

Parte del calor que suministra el calefactor del sistema se pierde a través de las paredes del horno y a través de los extremos. El horno tubular debe revestirse con una capa de fibra de vidrio (conductividad térmica 0.048 W/m.K) para aislarlo del exterior que se encuentra a $T_e = 20^\circ\text{C}$. La pérdida de calor por las caras no aisladas del cilindro es 5 W/m^2 .

- c) Calcule la superficie lateral del horno cilíndrico, y el espesor de la capa de fibra de vidrio necesaria para que la pérdida total de calor del túnel al exterior sea inferior a 2000 W .

Considerando que todo el sistema debe mantenerse a 200°C todo el tiempo y además cocinar las papas.

- d) Calcule la potencia del elemento calefactor.

Si se define la eficiencia del dispositivo, como la potencia útil, para cocinar las papas, sobre la potencia total entregada al horno.

- e) Calcule la eficiencia del sistema.

- f) El horno quema carbón, que produce 7000 kcal/kg . Calcule la cantidad de carbón que debe suministrarse para mantener el sistema funcionando un turno de 8 horas.

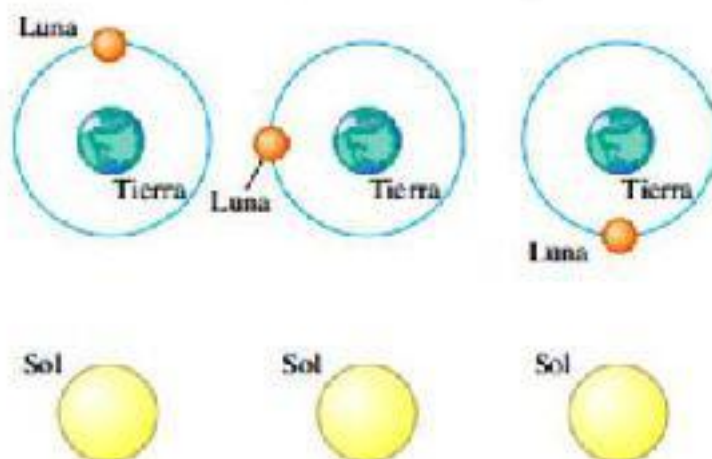
- g) Explique los procesos de transferencia de calor que ocurren en el horno, considerando que los quemadores se encuentran debajo de la cinta transportadora.

PT40. Instituto Tecnológico del Comahue - San Agustín International School Ciudad de Neuquén.

Un problema astronómico

Usted ha sido seleccionado para participar de un proyecto de investigación de tecnología espacial del INVAP. Para clasificar deberá analizar y resolver las consignas que se detallan a continuación:

En la siguiente figura, que no está a escala, muestra al Sol en el plano de la órbita Tierra-Luna aunque normalmente esto no suceda.



El trabajo consistirá en calcular la magnitud y dirección de la fuerza gravitacional que actúa sobre la Luna respecto a la Tierra y al Sol, suponiendo una determinada estación del año.

- 1) Esquematice las distancias, en cada una de las situaciones de la figura, entre:
 - a) La Tierra y la Luna
 - b) La Luna y el Sol
 - c) El Sol y la Tierra

Tenga en cuenta los datos proporcionados y la fórmula de gravitación universal.

- 2) Utilizando los esquemas realizados y para cada situación de la figura, calcule:
- La fuerza gravitacional entre la Tierra y la Luna
 - La fuerza gravitacional entre la Luna y el Sol.

Datos

- Constante de gravitación universal: $G = 6,672 \times \frac{10^{-11}(Nm^2)}{Kg^2}$
- Distancia entre la Tierra y la Luna= 384400km
- Distancia entre la Tierra y el Sol= 149597888Km
- Masa de la Tierra= $5,97 \times 10^{24}$ Kg
- Masa del Sol= $1,99 \times 10^{30}$ Kg
- Masa de la Luna= $7,35 \times 10^{22}$ Kg

Se decide lanzar un satélite para que se mueva en órbita circular alrededor de la Tierra con el objetivo de mejorar la comunicación global.

Teniendo en cuenta los siguientes datos:

Masa del satélite = m_s , Velocidad del satélite constante = v , Masa de la Tierra = M_T , altitud h sobre la superficie del planeta, Radio de la Tierra = R_t

- Determinar la velocidad del satélite en función de G , h , R_t y M_T .
- Determine el período de revolución del satélite TP (el tiempo para una revolución alrededor de la Tierra)

PT41. Instituto Tecnológico del Comahue - San Agustín International School Ciudad de Neuquén.

Calorimetría Básica

Dentro de un recipiente de equivalente en agua π que contiene una masa M de agua en estado líquido a una temperatura 0 se añade una masa m de hielo a una temperatura de 0°C .

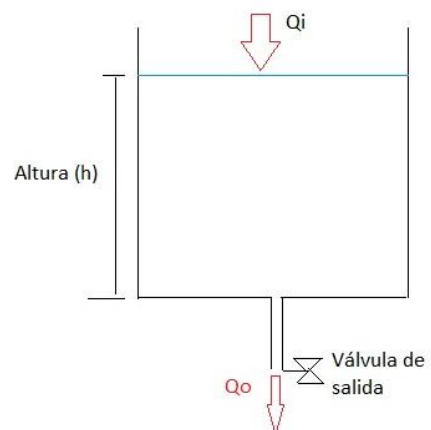
Deducir una expresión en función de los datos que permita encontrar el estado final de la mezcla:

- Temperatura de equilibrio
- Estado de agregación
- Proporciones de la mezcla
- Indicar el campo de validez de la/s expresión/es hallada/s.
- ¿Cómo se modificaría el problema si la temperatura es menor a 0°C ?

PT42. Instituto Tecnológico del Comahue - San Agustín International School Ciudad de Neuquén.

En un circuito de agua se encuentra un tanque circular de agua que recibe agua continuamente y libera agua por un orificio continuamente en el fondo del mismo.

- Desarrolla la ecuación de la velocidad de salida del agua, considerando que sale con la misma presión que entra.
- Suponiendo que la válvula de salida tiene una resistencia al flujo R que se mide en seg/m^2 , demuestra que el caudal de salida Q_o es h/R .
- En la cañería de salida se conecta una turbina que genera electricidad, dicha turbina alimenta 57 casas que poseen: 3 lámparas LED de



10W cada una, un refrigerador de $\frac{3}{4}$ de Hp, un televisor de 50W y calientador de 360W. Si la sección de la cañería es de 15 cm, ¿cuál será la altura de agua que se debe mantener en el tanque para poder alimentar las casas? (Presión atmosférica 101300 Pascales)

- d) Si el cable general que alimenta las casas tiene 4 km, es de cobre y tiene una sección de 36 mm², ¿Cuál es el valor de Energía que pierde por Efecto Joule por cada segundo? (suponemos que la tensión eléctrica que utilizan las casas es de 220V)

Constantes

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

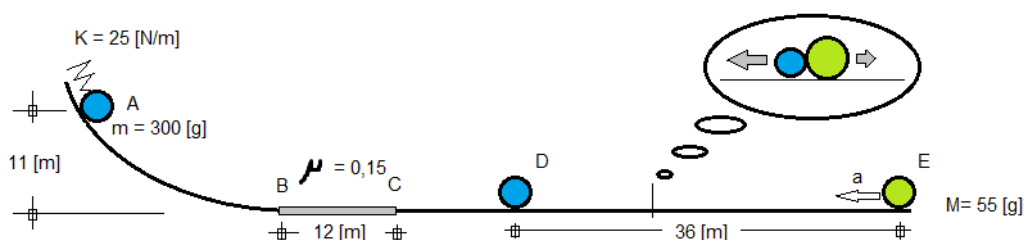
$$\rho (\text{cobre}) = 0.071 \text{ } \Omega\text{m}$$

$$1 \text{ Hp} = 746 \text{ W}$$

PT43. Escuela Industrial Superior Ciudad de Santa Fe.

En la figura se representa la trayectoria de un cuerpo que se libera de la posición A en contacto con un resorte que se encuentra comprimido 10 [cm] de su longitud de reposo. Cuando este cuerpo pasa por el punto D, se libera otro cuerpo desde el punto E en dirección contraria, a la del primero, partiendo desde el reposo con una aceleración de 13 [m/s²].

- ¿En qué punto, medido desde el punto E, se va a producir el choque de los dos cuerpos?
- ¿Cuánto tiempo transcurrió desde la liberación del cuerpo de a posición E, hasta el choque?
- Después del impacto el cuerpo de masa 300 [g] recorre a misma trayectoria, en sentido inverso, y llega a una altura de 4 [m] sobre la rampa. ¿Cuál será la velocidad inicial de salida después del choque del cuerpo de 55 [g] inmediatamente después del impacto?



PT44. Escuela Industrial Superior Ciudad de Santa Fe.

Un corcho tiene un volumen de $3 \times 10^{-5} \text{ [m}^3\text{]}$ y una densidad de 120 [kg/m³].

- Trace un diagrama de fuerzas y calcule qué fracción de volumen del corcho se sumerge en agua mientras flota.
- El corcho se ata con una cuerda ideal a una pieza de Aluminio ($\rho = 2700 \text{ [kg/m}^3\text{]}$) con una masa suficiente para que el corcho se sumerja por completo sin hundirse. Calcule la masa de aluminio requerida.
- Calcule la masa de aluminio que debe atarse al corcho para que al sumergirse en el líquido descienda con una aceleración igual a $g/2$. Desprecie toda fuerza de rozamiento entre el líquido y los objetos.

**PT45. Escuela Industrial Superior
Ciudad de Santa Fe.**

Un calorímetro de aluminio, con una masa de 100 g, contiene 250 g de agua. El calorímetro y el agua están en equilibrio térmico a 10.0°C. Dos bloques metálicos se colocan en el agua. Uno es un trozo de cobre de 50.0 g a 80.0°C. El otro tiene una masa de 70.0 g y originalmente está a una temperatura de 100°C. Todo el sistema se estabiliza a una temperatura final de 20.0°C.

- Determine el calor específico de la muestra desconocida.
- Con los datos de la tabla, ¿puede hacer una identificación positiva del material desconocido? ¿Puede identificar un material posible? Explique sus respuestas.

Tabla

Calores específicos de algunas sustancias a 25°C y presión atmosférica

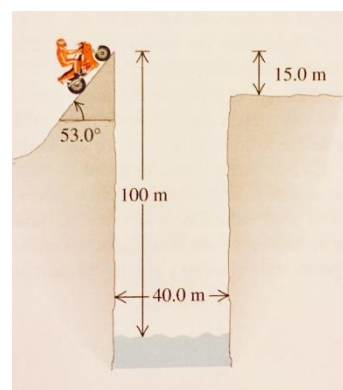
Sustancia	Calor específico c		Sustancia	Calor específico c	
	J/kg · °C	cal/g · °C		J/kg · °C	cal/g · °C
<i>Sólidos elementales</i>			<i>Otros sólidos</i>		
Aluminio	900	0.215	Latón	380	0.092
Berilio	1 830	0.436	Vidrio	837	0.200
Cadmio	230	0.055	Hielo (−5°C)	2 090	0.50
Cobre	387	0.092 4	Mármol	860	0.21
Germanio	322	0.077	Madera	1 700	0.41
Oro	129	0.030 8	<i>Líquidos</i>		
Hierro	448	0.107	Alcohol (etílico)	2 400	0.58
Plomo	128	0.030 5	Mercurio	140	0.033
Silicio	703	0.168	Agua (15°C)	4 186	1.00
Plata	234	0.56	<i>Gas</i>		
			Vapor (100°C)	2 010	0.48

**PT46. Instituto Salesiano San Luis Gonzaga N°1713
Escuela Politécnica N° 701 Francisco E. Gilardoni
Esquel, Chubut.**

Un motociclista quiere intentar saltar un río. La rampa de despegue está inclinada 53° con respecto a la horizontal, el río tiene 40 m de ancho y la costa más lejana está 15 m por debajo de la parte superior de la rampa. Si se desprecia el rozamiento con el aire

- ¿Qué velocidad se necesita en la parte superior de la rampa para alcanzar apenas el borde de la costa más lejana?
- Si su velocidad es sólo la mitad del valor obtenido en a), ¿Dónde cayó?

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

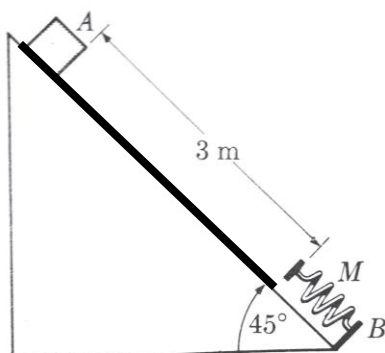


**PT47. Instituto Salesiano San Luis Gonzaga N°1713
Escuela Politécnica N° 701 Francisco E. Gilardoni
Esquel, Chubut.**

Una caja de 500g de masa, se encuentra sobre un plano inclinado. Partiendo del reposo, resbala 3m sobre un plano, inclinado a 45° sobre la horizontal, hasta que choca con un resorte, cuyo extremo está fijo al final del plano. La constante del resorte es $k=400\text{N/m}$. La superficie del plano inclinado tiene un coeficiente de rozamiento $\mu=0,2$.

- ¿Cuál es el valor de la velocidad de la caja al tocar el resorte?

- b) Suponiendo que en la parte del plano inclinado donde se encuentra el resorte no hay rozamiento, ¿cuánto se comprime el resorte?
 c) ¿Cuál es la altura máxima que alcanza la caja al desprenderse del resorte?

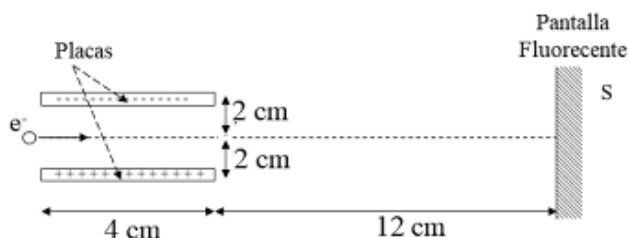


Considerar $g=10\text{m/s}^2$

PT48. Instituto Salesiano San Luis Gonzaga N°1713
Escuela Politécnica N° 701 Francisco E. Gilardoni
Esquel, Chubut.

Se lanza un electrón con velocidad inicial de $2 \times 10^7 \text{ ms}^{-1}$ en la dirección de un eje equidistante de las placas de un tubo de rayos catódicos (ver figura). La diferencia de potencial entre las placas es de 800 V.

- a) ¿Qué distancia perpendicular al eje ha recorrido el electrón cuando pasa por los extremos de las placas?
 b) ¿Qué ángulo forma con el eje su velocidad cuando abandona las placas?
 c) ¿A qué distancia por debajo del eje choca con la pantalla fluorescente S?

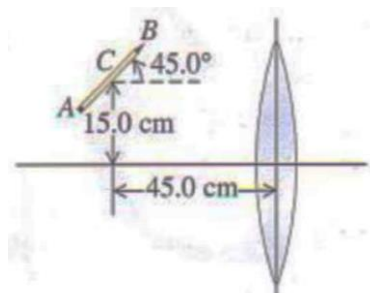


Carga del electrón $e = 1,6021 \times 10^{-19} \text{ C}$
 Masa del electrón $m_e = 9,1091 \times 10^{-31} \text{ kg}$
 Considerar $g=10\text{m/s}^2$

PT49. Escuela Provincial de Educación Técnica N° 24
Comandante Andresito, Misiones.

Objeto en un ángulo. Se coloca un lápiz de 16cm de largo a un ángulo de 45° , con su centro 15cm arriba del eje óptico y a 45cm de una lente con una distancia focal de 20cm, como se muestra en la figura, (Adviértase que la figura no está dibujada a escala). Suponga que el diámetro de la lente es suficientemente grande para que la aproximación paraxial sea válida.

- a) ¿Dónde está la imagen del lápiz? Indique la ubicación de las imágenes de los puntos A, B y C



- del objeto a partir de la lente y del eje principal.
- ¿Cuál es la longitud de la imagen (esto es, la distancia entre las imágenes de los puntos A y B)?
 - Muestre en un dibujo la orientación de la imagen. Indique si la misma es real o virtual.

**PT50. Escuela Provincial de Educación Técnica N° 24
Comandante Andresito, Misiones.**

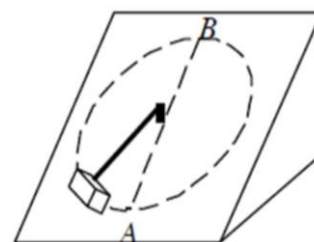
Un bloque metálico cúbico de 0,2m de lado y densidad 3400kg/m^3 se encuentra dentro de un tanque lleno de agua completamente sumergido, una cuerda sujeta a la tapa sostiene a dicho bloque.

- Realice el diagrama de cuerpo libre y determine la tensión de la cuerda.
- En un determinado instante se rompe la cuerda; halle el valor de la aceleración con la cual desciende.
- Suponga que el tanque está lleno de mercurio y el bloque flota en equilibrio con su cara superior horizontal. Determine la altura sobre el mercurio a la que se encuentra la cara superior del bloque metálico.

Densidad del mercurio $\delta = 13600\text{kg/m}^3$
Considere $g = 10\text{m/s}^2$

**PT51. Escuela Provincial de Educación Técnica N° 24
Comandante Andresito, Misiones.**

Un objeto de 12kg de masa se ata al extremo de una cuerda fina de 0,75m de longitud y se desliza por una rampa de 37° con la que tiene un coeficiente de rozamiento $\mu = 0,25$. En un instante determinado el objeto pasa por el punto más bajo A y la tensión de la cuerda es de 1100N. Figura



- Determine la velocidad del objeto en dicho instante

Cuando el objeto asciende, al pasar por B determinar:

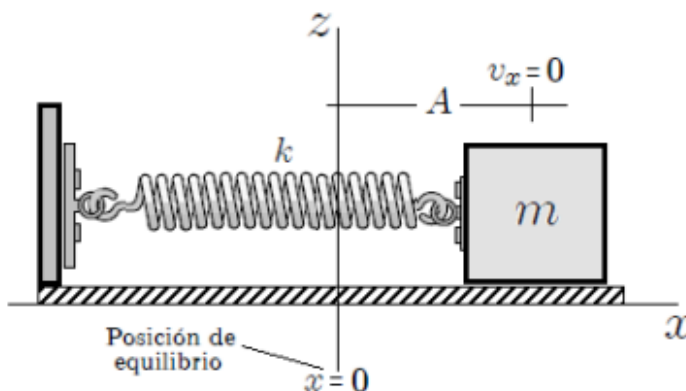
- El módulo de la velocidad.
- La tensión de la cuerda

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

**PT52. Escuela de Educación Técnica N° 1 Coronel Manuel Álvarez Prado
San Pedro, Jujuy.**

Una masa de 200 g está conectada a un resorte ligero cuya constante de elasticidad es $5,00\text{ N/m}$ y puede oscilar libremente sobre una pista horizontal sin fricción. Si la masa se desplaza $5,00\text{ cm}$ desde el equilibrio y se suelta a partir del reposo como se muestra en la figura, encuentre:

- El período de su movimiento

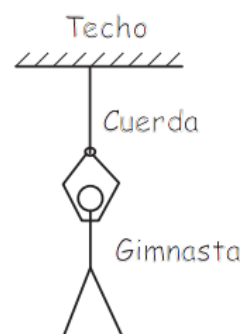


- b) La velocidad máxima,
- c) La aceleración máxima y
- d) El desplazamiento, la velocidad y la aceleración como funciones del tiempo.

PT53. Escuela de Educación Técnica N° 1 Coronel Manuel Álvarez Prado
San Pedro, Jujuy.

Una gimnasta de masa $m_G = 50.0 \text{ kg}$ se cuelga del extremo inferior de una cuerda colgante. El extremo superior está fijo al techo de un gimnasio. Suponiendo que la masa de la cuerda se considera despreciable, se pide:

- a) Realizar el diagrama de cuerpo libre para la gimnasta y para la cuerda
- b) ¿Cuánto pesa la gimnasta?
- c) ¿Qué fuerza (magnitud y dirección) ejerce la cuerda sobre la gimnasta?
- d) ¿Qué tensión hay en la parte superior de la cuerda?



PT54. Escuela de Educación Técnica N° 1 Coronel Manuel Álvarez Prado
San Pedro, Jujuy.

Un circuito está formado por 4 partes en serie. La primera comprende dos conductores en paralelo cuyas resistencias son de $2 \text{ } \Omega$ y $6 \text{ } \Omega$; la segunda un conductor de $4 \text{ } \Omega$; la tercera comprende 5 lámparas en paralelo cada una de las cuales presenta una resistencia de $150 \text{ } \Omega$ y la cuarta se reduce a un hilo cuya resistencia es de $8,5 \text{ } \Omega$. Si la intensidad de corriente en cada lámpara es 1 A . Se pide:

- a) Representar gráficamente el circuito.
- b) ¿Calcular la resistencia equivalente?
- c) ¿Cuál es el valor de la corriente principal?
- d) ¿Cuál es el voltaje aplicado al circuito?

PT55. Escuela de Agricultura
General Alvear Mendoza.

Un cubo de aluminio de 2.00 cm de lado está sujeto de un cordón. El cubo se calienta con un mechero de $20 \text{ } ^\circ\text{C}$ a $60 \text{ } ^\circ\text{C}$. El aire que rodea al cubo está a presión atmosférica ($1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$).

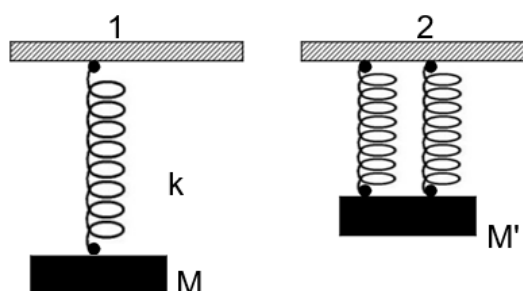
- a) El aumento de volumen del cubo.
- b) El trabajo mecánico efectuado por el cubo para expandirse contra la presión del aire circundante.
- c) La cantidad de calor agregada al cubo.
- d) El cambio de energía interna del cubo.
- e) Con base en sus resultados, explique si hay una diferencia sustancial entre los calores específicos C_p (a presión constante) y C_v (a volumen constante) del aluminio en estas condiciones.

PT56. Escuela de Agricultura
General Alvear Mendoza.

Suponga que, como se indica en la situación 1, se cuelga una masa M de un resorte de longitud natural L_0 y constante elástica k en un plano vertical, estando el otro extremo sujeto a un soporte fijo al techo.

- Calcular la distancia de equilibrio del sistema medida respecto del
- Calcular el período de pequeñas oscilaciones del sistema.

Ahora suponga que al mismo resorte se lo corta por la mitad y se arregla el sistema de la situación 2, colgando una masa M' . Los dos segmentos de resorte se cuelgan simétricos respecto al centro de masa de M' .



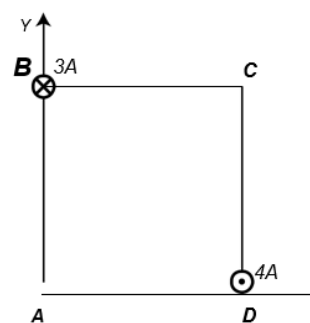
- Repetir las partes (a) y (b) para este nuevo sistema.
- Suponga que se desea que ambos sistemas (1 y 2) tengan el mismo período. ¿Qué masa M' se debería colgar en la situación 2 para que esto suceda? Expresar el resultado en función de M .

PT57. Escuela de Agricultura General Alvear Mendoza.

Dos hilos metálicos largos y paralelos, por los que circulan corrientes de $3A$ y $4A$, pasan por los vértices **B** y **D** de un cuadrado de $2m$ de lado, situado en un plano perpendicular a los hilos, tal y como se ilustra en la figura. El sentido de las corrientes se indica por los símbolos $\times$ = entra en el papel, $\bullet$ = sale del papel.

Determinar:

- El vector campo magnético resultante en el vértice A.
- ¿Existe algún punto, dentro del cuadrado, en el que se anule el campo magnético? En caso negativo, ¿cómo se debería modificar el problema para que existiese dicho punto y dónde se encontraría?
- La fuerza por unidad de longitud que cada hilo ejerce sobre el otro hilo.
- Si desde el vértice A se lanza un electrón con una energía cinética de 1 eV en la dirección del eje y positivo, ¿cuál será la aceleración adquirida por el electrón? Dibuje un esquema representando los vectores campo magnético, velocidad y fuerza que actúa sobre el electrón.



Datos: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{A}^{-2}$; $m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ Kg}$; $m_p = 1,7 \times 10^{-27} \text{ Kg}$; $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

PT58. Escuela Superior de Comercio Carlos Pellegrini Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

¡Rápido, ca se enfría el té!

Facu se prepara un té llenando un vaso cilíndrico de telgopor con agua a 90°C , muy cerca de su punto de ebullición. El vaso tiene diámetro 6 cm en la base y 9 cm de altura, y queda destapado, con lo cual el líquido es libre de evaporarse.

- Despreciando el saquito, hallar la masa de agua con la que está hecho el té.
- ¿Cuánto calor debe perder el té para que llegue a una temperatura de 60°C ?
- Suponiendo que el sistema pierde calor únicamente por evaporación, ¿cuánto té se evaporaría en ese proceso?

La **ley de Newton del enfriamiento** afirma que la velocidad P a la que se enfría un objeto a temperatura T expuesto al ambiente es proporcional a la diferencia entre la temperatura T y la del ambiente T_a :

$$P = -k(T - T_a)$$

donde $P = Q/\Delta T$ es la cantidad de calor intercambiada por unidad de tiempo, también llamada **potencia térmica** o corriente térmica y k es una constante de proporcionalidad.

Pasado un minuto de su preparación, Carla observa que la temperatura del té es de 80°C.

- d) Estimar el valor de k para el vaso de té, expresando la respuesta en W/°C o en (cal/min)/°C.
- e) ¿Cuánto tardará el té en enfriarse de 80°C a 70°C? ¿Y de 70°C a 60°C?

Para conservar el té caliente por más tiempo, la idea más simple consiste en taparlo, con lo cual ya no se pierde más calor por evaporación. Entonces cobran importancia dos mecanismos de transferencia de calor. El primero de ellos es la **conducción**, que consiste en el flujo de calor a lo largo de un material en el cual hay un **gradiente** de temperatura. La ley de Fourier para la conducción térmica establece que la potencia térmica transferida a lo largo de una pared delgada plana de área A viene dada por:

$$P = -k A \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

donde Δx es el espesor de la pared y ΔT la diferencia de temperatura entre sus caras. La cantidad $\Delta T/\Delta x$ es lo que se llama el gradiente de temperatura y k es una constante de proporcionalidad llamada **conductividad térmica**.

- f) A los 90°C, estime: ¿con qué potencia térmica se enfría el vaso de té por conducción?
- g) Estimar el tiempo que tardará en enfriarse a 80°C. Repetir el cálculo, si el vaso fuera de vidrio.

El otro mecanismo de transferencia de calor es la **radiación**, producida por todo cuerpo cuya temperatura esté por encima del cero absoluto. La ley de Stefan-Boltzmann afirma que la potencia irradiada está dada por

$$|P| = \epsilon \sigma A T^4$$

donde $0 \leq \epsilon \leq 1$ es un coeficiente llamado la emisividad del cuerpo, T es la temperatura absoluta y σ es la llamada constante de Stefan-Boltzmann. La emisividad de un cuerpo mide su “eficiencia” para irradiar y también para absorber radiación de otros cuerpos; vale 1 para un cuerpo negro ideal —capaz de absorber toda la radiación que incide sobre él— y 0 para un espejo ideal —que la refleja toda—.

Para estudiar la radiación hay que tener en cuenta que el cuerpo no está en el vacío, sino en un ambiente, recibiendo la radiación de todos los cuerpos circundantes.

- h) Calcular la potencia de la radiación que recibe el vaso por parte de su entorno. Para esto pensar primero: ¿en qué situación la potencia recibida debe ser igual a la potencia emitida?
- i) Hallar la potencia *net*a intercambiada por radiación a los 90°C. ¿Cómo se compara con la potencia de conducción?

Datos

- Temperatura ambiente: 20°C
- Calor latente de vaporización del agua: 540 cal/g
- 1 cal = 4,18 J
- Conductividad del telgopor: 0,033 W/(m °C)
- Espesor del vaso de telgopor: 3 mm
- Conductividad del vidrio: 1,4 W/(m °C)
- Emisividad del telgopor: 0,60
- $\sigma = 5,67 \times 10^{-8}$ W/(m² K⁴)

El mester de buceo

El buceo es una actividad muy popular para descubrir y entablar contacto directo con la maravillosa vida marina subacuática. No obstante, también puede tener fines de investigación, búsqueda, rescate, mantenimiento y deportivos. En todos los casos, requiere una planificación cuidadosa y un equipamiento apropiado.

Si bien es posible realizar inmersiones “aguantando” la respiración (buceo en apnea), lo más común para buceo recreativo y profesional es llevar tanques cargados con aire comprimido, a 200 atm. La capacidad típica de un tanque es de 11 l. La inmersión se termina y comienza el ascenso a la superficie cuando sólo queda 1 kg de aire en el tanque.

a) Calcular la masa de aire inicial en el tanque.

El equipo de buceo no permite medir directamente la masa de aire en el tanque, pero incluye un manómetro (que mide su presión).

b) ¿Cuánto debe indicar el manómetro para que haya que volver a la superficie?

Como afirma el teorema fundamental de la hidrostática, la presión en el interior de un fluido (también llamada **presión ambiental**) aumenta con la profundidad. Los tanques de gas que lleva el buceador están conectados a un dispositivo llamado regulador, que posee una manguera por la que entrega el aire a los pulmones a presión ambiental. En una inmersión, es útil poder monitorear la presión ambiental. A falta de un barómetro, en el apuro usted decide llevarse un globo esférico que fue inflado a 3 litros en la superficie (en CNPT).

c) Si la densidad del agua de mar fuera la misma que la del agua pura, ¿cuál sería la presión a 10 m de profundidad? ¿Qué ocurriría con el volumen del globo?

d) A 10 m de profundidad, se mide que el diámetro del globo es de 14,2 cm. Deduzca la densidad del agua de mar.

e) Si se ve que el radio del globo es de 6 cm, ¿a qué profundidad se encuentra?

Debido a que su densidad es muy semejante a la del agua, el cuerpo humano no se hunde con facilidad; para sumergirse y mantenerse en profundidad sería necesario un esfuerzo físico que resultaría agotador. Por ello, la persona que bucea se coloca un cinturón con una cierta cantidad de lastres de plomo de 1 kg.

f) Si se precisa que la fuerza resultante sobre usted sea nula al final de la inmersión: ¿qué cantidad de lastres se debe colocar?

g) ¿Cómo es, entonces, la resultante sobre usted al comienzo de la inmersión?

Uno de los riesgos más significativos del buceo es el **síndrome de descompresión**. Parte del aire respirado pasa al torrente sanguíneo y queda disuelto en los tejidos del cuerpo. De acuerdo con la **ley de Henry**, la **solubilidad** (es decir, la máxima cantidad de gas que puede estar disuelto) aumenta con la presión del gas en equilibrio con la fase líquida (en este caso, el aire que se inhala): $\frac{C}{p} = H = \text{constante}$. Como el regulador provee todo el aire que necesita el cuerpo, al cabo de una inmersión los tejidos están **saturados**, es decir que llevan disuelto el máximo de gas.

Sin embargo, si la presión ambiente (y por lo tanto la solubilidad) disminuye rápidamente, parte de ese gas puede no permanecer disuelto y entonces formar burbujas que podrían ocasionar daños muy graves en los tejidos. Por ello, durante el ascenso se debe eliminar el exceso de gas en los tejidos antes que se formen burbujas. Este proceso lleva tiempo y se llama **descompresión**. El estudio de cómo llevarla a cabo sin síntomas fisiológicos es todo un tema de investigación teórica y experimental.

Un ejemplo muy cotidiano de descompresión se ve en las burbujas formadas cuando se abre una botella de gaseosa cerrada. Allí, la presión de dióxido de carbono es de unas 3 atmósferas.

- h) Calcular la cantidad de CO_2 que debería escapar del líquido cuando se abre una botella de 2 litros en un ambiente donde la presión parcial de CO_2 es de 0,3 mmHg. (En realidad, no todo el CO_2 escapa de inmediato; para que se alcance el equilibrio, hay que esperar o agitar; hasta entonces se dice que la solución está sobresaturada).
- i) Calcular la cantidad de aire que debería pasar de estar disuelta en los tejidos a fase gaseosa en una persona promedio que ha hecho una inmersión a 30 m de profundidad. Por simplicidad, suponga que todo el gas disuelto es N_2 . ¿Qué volumen tiene esta cantidad de gas en CNPT?

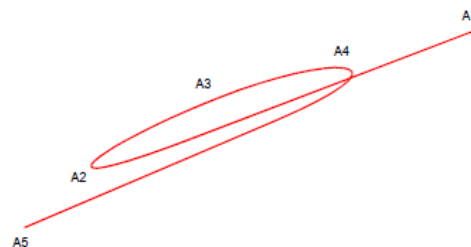
Datos

- CNPT: 1 atm = 101 325 Pa y 20°C
- Masa molar del aire: 28,8 g/mol
- Cte. de los gases $R = 0,08206 \text{ l atm}/(\text{mol K})$
- Volumen de una esfera: $\frac{4}{3} \pi R^3$
- Densidad del agua pura: 1000 kg/m³
- Densidad del plomo: 11 340 kg/m³
- $H_{\text{CO}_2} = 0,034 \text{ mol}/(\text{L atm})$
- $H_{\text{N}_2} = 6,1 \times 10^{-4} \text{ mol}/(\text{L atm})$

PT60. Escuela Superior de Comercio Carlos Pellegrini Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Kepler y el sistema planetario

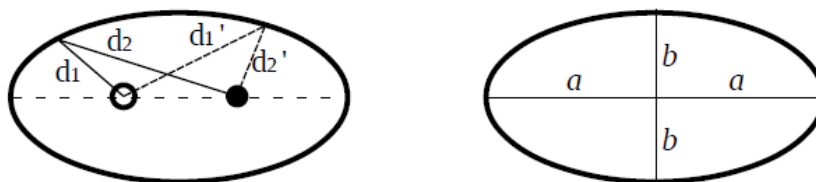
El heliocentrismo, de la mano de la publicación del trabajo de Copérnico *De revolutionibus orbium coelestium* (1543), fue el primer modelo del universo en el cual se consideraba que alrededor del Sol giraban los objetos celestes, siendo la Tierra uno de ellos. Este modelo tenía la ventaja de que resolvía ciertos problemas de la mecánica celestial (por ejemplo, la retrogradación de Marte) de manera mucho más sencilla que la perspectiva geocéntrica, sostenida por casi dos milenios, desde los pensadores de la Grecia clásica.



Esquema de la trayectoria de Marte en el cielo, vista desde la Tierra

Sin embargo, no fue hasta el siglo siguiente que Kepler, en su *Astronomia noua* (1609), quebró la llamada “maldición de Platón”: hasta ese momento, se había dado por sentado que, por el orden que debía regir el universo, las órbitas de los cuerpos celestes no podían ser otra cosa que círculos perfectos. En efecto, tras años de estudiar las mediciones astronómicas efectuadas por su director Brahe, Kepler enunció sus **leyes del movimiento planetario**. La **primera ley** afirma: Los planetas realizan órbitas **elípticas**, con el Sol en uno de sus **focos**.

Para entender esto, debemos estudiar a qué se llama elipse: por definición, es el lugar geométrico de los puntos tales que la suma de sus distancias a dos puntos fijos, llamados **focos**, es constante.



$$d_1 + d_2 = d_1' + d_2' = \text{constante} \quad (1)$$

Operativamente, se puede fijar un hilo en dos puntos elegidos de antemano (los focos) con dos dedos y tensar el hilo con una lapicera. La figura que traza la lapicera es una elipse.

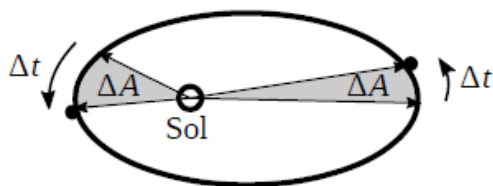
Una elipse también se puede definir en términos de la máxima y la mínima distancia al centro, llamadas semieje mayor a y semieje menor b , respectivamente. Su forma está caracterizada por un parámetro llamado excentricidad, igual al cociente entre la distancia del centro a los focos y a .

- Una circunferencia es un caso particular de una elipse. En ese caso, decir qué relación hay entre los semiejes, qué relación hay entre las posiciones de los focos y qué nombre recibe la constante $d_1 + d_2$ de la ecuación (1). ¿Cuánto vale su excentricidad?
- Sabiendo que cualquier elipse es simétrica con respecto a los ejes mayor y menor, encontrar una relación general entre la constante $d_1 + d_2$ y los semiejes a y b .

La primera ley de Kepler implica que la distancia de la Tierra al Sol no necesariamente es siempre la misma. En efecto, la distancia varía entre un mínimo de $147,1 \times 10^6$ km (**perihelio**) y un máximo de $152,1 \times 10^6$ km (**afelio**).

- ¿Cuánto vale el semieje mayor de la órbita terrestre?
- ¿Qué distancia hay entre el Sol y el centro de la órbita? Calcular la excentricidad de ésta.
- ¿Cuánto vale el semieje menor?

La segunda ley de Kepler establece que el vector que va del Sol al planeta barre áreas iguales en tiempos iguales:



$$\frac{\Delta A}{\Delta t} = K$$

Una consecuencia inmediata es que el planeta no se mueve necesariamente con la misma rapidez en distintos puntos de la órbita.

- Sabiendo que el área de una elipse completa es πab , hallar el valor de K para la órbita terrestre.
- Estimar: ¿qué velocidades orbitales (en km/s) tiene la Tierra en el perihelio y en el afelio?

La **tercera ley** relaciona las órbitas de distintos planetas del mismo sistema solar con su período de revolución T :

$$\frac{a^3}{T^2} = \text{constante}$$

- Estimar el radio de la órbita de Mercurio sabiendo que su año dura 88 días y la duración del año en Neptuno sabiendo que el semieje mayor de su órbita mide $4,5 \times 10^9$ km.

PT61. Escuela ORT - Sede Almagro
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

El analema

Un analema es un dibujo que se forma en el cielo si se decide sacarle una fotografía al sol todos los días a la misma hora desde un mismo lugar durante un año. La figura ilustra esta curva en el patio de una escuela.

Juli, estudiante de dicha escuela, decidió representar esto de otra manera: puso un espejo en una columna en el patio de su colegio apuntando perfectamente al norte y con su normal paralela al piso. Luego, inclinó el espejo 25° al oeste. A las 13hs ella observaría la imagen del sol sobre una pared a un metro de la columna, pared orientada de norte a sur dando su superficie al este, y pintaría sobre ese reflejo el contorno de la forma del sol. Esto lo repetiría una vez por semana todo el año.

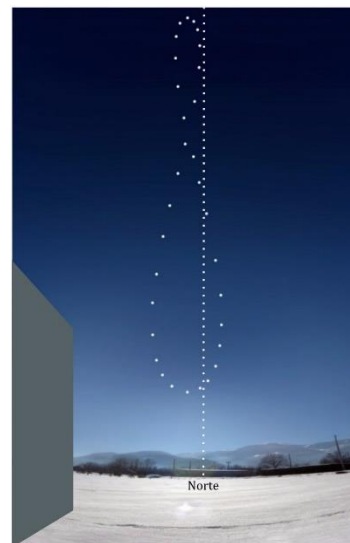
Antes de eso, Juli debía saber las dimensiones que tenía que tener la pared. ¿Entraría toda la analema en su pared? Para contestar esto, chequeó las fechas donde el dibujo alcanzaría sus extremos laterales y verticales con un software astronómico. Registró los siguientes valores:

21/12: $78,5^\circ$ máxima altitud

21/6: 32° mínima altitud

1/2: $5,5^\circ$ máxima amplitud en azimuth hacia el este

21/11: 20° máxima amplitud en azimuth hacia el oeste

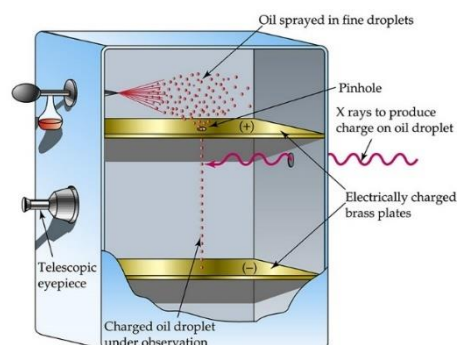


- Calcular el ancho máximo que tendrá la imagen sobre la pared.
- Para hacer las cuentas un poco más fáciles, Juli considera que la imagen alcanza su altitud máxima y mínima sobre azimuth 0° . Usando la consideración de Juli, calcular la altura de la imagen sobre la pared.
- Joaquín intentará hacer lo mismo en su colegio, pero él quiere hacer que la imagen le quede en la pared interna del gimnasio donde hace Educación Física. Para eso hará lo mismo que Juli pero la luz deberá pasar por una ventana que no puede mantener abierta todo el año, sobre todo en invierno. Decide entonces hacer el cálculo de corrección que implica que la luz pase por un medio con índice de refracción 1,33 y tener la ventana cerrada siempre. El vidrio tiene 5cm de espesor y está a 25cm del espejo. Considerando que toda la luz del dibujo pasa por la ventana (es una ventana lo suficientemente grande), calcular las nuevas dimensiones que tendrá la imagen de la analema sobre de la pared interna del gimnasio.

PT62. Escuela ORT - Sede Almagro
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

El histórico experimento de Millikan

En 1911 Harvey Fletcher y Robert Millikan llevan adelante un ingenioso experimento para determinar la unidad de carga atómica, lo que hoy llamamos carga de un electrón. El experimento consistía en lo siguiente. Se esparcían con un rociador unas gotas de un aceite de densidad conocida. Las gotas que tuvieran velocidad vertical pasarían por un pequeño orificio que las filtraría, como se muestra en la figura. Del otro lado las esperaba una habitación de altura



d donde la pared superior e inferior, paralelas, podían cargarse con cierto potencial V para generar un campo eléctrico que ionice a las gotas de aceite. Si el campo era lo suficientemente intenso, podría vencer tanto a la fuerza de fricción como al peso, elevando a las gotas.

Luego de prender y apagar el campo hasta dejar caer las gotas que no se ionicen, con un ocular óptico se mide la cinemática de la o las gotas de interés. Lo que lograrían demostrar es que todas las cargas obtenidas para una enorme cantidad de gotas ensayadas son un múltiplo de una cantidad e , dando un valor con un error menor al 1% adquiriendo un gran prestigio, aunque no estuvo libre de críticas y polémicas varias.

El viejo Manuel encuentra, fascinado, uno de los cuadernos utilizados en la realización de dicho experimento en un museo en Francia. Recuerda aún su juventud cuando le dieron el premio Nobel a Millikan y no puede ocultar su entusiasmo. Empieza a tomar nota de lo que allí se registra para luego en su casa reproducir las cuentas.

- Según registros del cuaderno de laboratorio de Fletcher, se observó una gota caer con velocidad crítica constante de 2cm/s con el campo apagado. Determinar el radio de la gota observada, considerándola esférica.
- En el mismo cuaderno hay varios valores de carga diferentes para gotas de ese mismo radio. Uno de esos valores fue de $6 \cdot 10^{-6}\text{C}$. Lo que se ve un poco borronado es el valor de la tensión utilizada. ¿De cuánto habrá sido para obtener ese valor, si la separación entre las placas indica que es de 50cm ?
- La razón por la cual estaba borronado es porque lo consideraron un método poco preciso. Lo aclara más abajo en el cuaderno. Al parecer, resulta mejor pasarse con el campo hasta alcanzar una velocidad crítica hacia arriba. Calcular dicha velocidad si para alcanzar ese régimen se necesitó multiplicar por 10 la tensión anterior.

Datos

Densidad del aceite = $0,919\text{g/cm}^3$
viscosidad del aire = $1,8 \cdot 10^{-5}\text{Ns/m}^2$ (a 20°C)

densidad del aire = $0,00129\text{g/cm}^3$
 $g = 9,81\text{ m/s}^2$.

PT63. Escuela ORT - Sede Almagro Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Satélites en órbita

Salomón es cocinero, artista plástico, bailarín de hip-hop e ingeniero. Trabaja en una empresa de satélites y está participando en el planeamiento de los próximos dos que desean lanzar, muy asociados a estudios sobre la luna, nuestro satélite natural.

- Sabiendo que la luna da una vuelta alrededor de la Tierra en 27 días, calcular la distancia a la que está la luna del centro de la Tierra.
- El primer satélite será colocado a una distancia 10 veces menor a la distancia de acá a la luna, y tendrá una órbita coplanar con ésta. ¿Cuánto tardará en cumplir una vuelta alrededor de la Tierra? ¿Qué velocidad tangencial debe alcanzar?
- El segundo necesita estar alineado a la luna y al primer satélite, de manera tal de tener la misma posición angular cada vez que coinciden las de los otros dos satélites. Calcular al menos una frecuencia a la que debe girar este último satélite y la órbita en la que debe girar para cumplir su cometido.

Datos

$G = 6,67 \cdot 10^{-11}\text{Nm}^2/\text{kg}^2$

Masa de la Tierra = $5,97 \cdot 10^{24}\text{kg}$.

Tener en cuenta que, pese a estudiar nuestro satélite y a bailar hip-hop, a Salomón no le sale el 'paso de la Luna'.

PT64. IPETayM N° 65 Juan Antonio de Mena
Vicuña Mackenna, Córdoba.

Tres alumnos, Carlos, Juan y Damián, se encontraban una tarde, en el laboratorio de ciencias naturales de la escuela, practicando para un examen de química. Durante el estudio, dos alumnos dicen que si mezclan los reactivos líquidos A y B, no se forma una nueva sustancia C. Pero Juan dice lo contrario que de la mezcla de A y B, se forma una nueva sustancia C, distinta A y B. Para demostrarlo, Juan propone realizar el experimento y luego medir algunas propiedades de la nueva sustancia C, para corroborarlo.

Juan midió 15 ml de la sustancia C formada durante el experimento y utilizando la balanza analítica obtuvo una masa de 14,3 gr.

Carlos, les propone a los demás que también se podría ensayar la sustancia C, arrojando un cuerpo de masa conocida y medir el líquido desplazado. Para ello utilizó una probeta para medir el cambio de nivel que fue de 2 cm^3 , cuando se le arrojó una pelota de goma de 5 gr.

Por último, Damián, propone su idea para identificar a esta “extraña” sustancia C, utilizando un calorímetro y así poder medir el calor específico de C. En el calorímetro puso 165 gr de la sustancia C que se encontraba a $23,4^\circ\text{C}$, por otro lado calentó en un baño de agua un trozo de aluminio de 17 gr hasta 100°C , finalmente arrojó el trozo de aluminio dentro del calorímetro y midió la temperatura de equilibrio del sistema resultando 26°C , sabiendo que el $C_e(\text{Al}) = 0,251 \text{ Cal/gr. } ^\circ\text{C}$.

- Indique la densidad (ρ) de la sustancia C.
- Calcular el empuje (E) recibido por la pelota de goma cuando esta fue sumergida en la sustancia C.
- Suponga que Carlos mide el empuje con los líquidos A y B, utilizando la misma pelota de goma. Si la sustancia C es una nueva sustancia. ¿Los empujes medidos serán idénticos o diferentes para cada sustancia? ¿Es acertada la idea de Carlos de medir los empujes y compararlos? ¿Por qué?
- ¿Cómo es la conducción del calor dentro del calorímetro, desde la sustancia C al aluminio o viceversa? ¿Por qué?
- Calcular el calor específico (C_e) de la sustancia C.

PT65. IPETayM N° 65 Juan Antonio de Mena
Vicuña Mackenna, Córdoba.

Los mismos chicos del problema anterior se encuentran en el taller de la escuela, intentando mover una caja de madera (la caja vacía tiene una masa de 20 Kg) que contiene seis recipientes de dióxido de carbono (gaseoso) de 15 Kg cada uno.

La caja resbala por un piso de cemento, los alumnos buscaron el coeficiente de rozamiento (μ) entre madera y cemento en un libro de física de la biblioteca y encontraron que era de 0,78. Ellos ataron una cuerda a la caja para que sea más fácil de moverla por el taller, pero de nuevo se preguntan: ¿Cuándo tendrán que hacer menos trabajo para correr la caja una distancia de 10 m? Sabiendo que ellos tiraron de la cuerda con una fuerza de 140N, dos alumnos tiraron de la cuerda con un ángulo $\alpha = 0^\circ$ y el otro con un ángulo $\alpha = 30^\circ$.

- Realice los diagramas de cuerpo libre para la caja, en ambas situaciones.
- Encuentre los valores del peso, normal y fuerza de rozamiento para la caja cuando contiene los seis recipientes.
- ¿Cuándo se realiza menos trabajo mecánico, con un ángulo de 0° o de 30° ? Realice las cuentas.

Teniendo en cuenta que el peso molecular del dióxido de carbono (CO_2) es 44 gr/mol, la temperatura del taller es de 31°C y la presión atmosférica de ese día es 1 atm. Para simplificar el problema tomaremos el comportamiento del dióxido de carbono como un gas inerte.

- d) Calcule el volumen de uno de los recipientes (garrafa) que contiene dióxido de carbono.

Datos

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

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

PT66. IPETAYM N° 65 Juan Antonio de Mena Vicuña Mackenna, Córdoba.

Se puede medir una resistencia eléctrica desconocida con un amperímetro y un voltímetro, luego utilizando la ley de Ohm, se obtiene el valor buscado. Pero también existe un método muy original y preciso, mediante el cual, midiendo longitudes, se mide una resistencia eléctrica desconocida. Este artefacto es conocido con el nombre de puente de hilo o puente de Wheatstone, el cual consta de un galvanómetro sensible, un a resistencia conocida y un hilo metálico de sección constante, extendido sobre una regla graduada de un metro (ver figura).

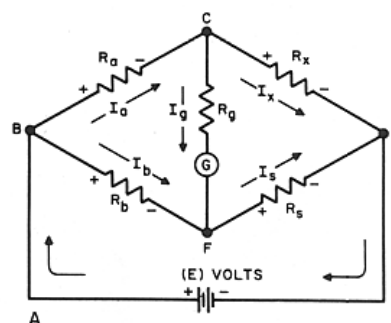
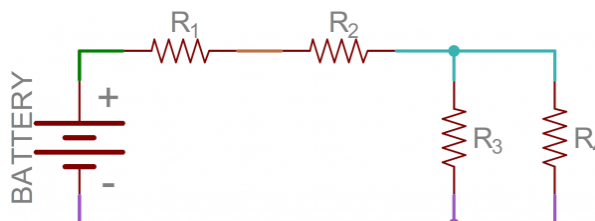


Fig. 1-14. El puente de Wheatstone (Problema 52).

Entonces un alumno quiere saber cuánto mide la resistencia x , (R_x), para luego usarla en un circuito que desea armar para su clase de taller. Se conocen los valores de las demás resistencias que integran el puente de Wheatstone de la figura y son: $R_a = 3\Omega$, $R_b = 4,1\Omega$ y $R_s = 2,6\Omega$.

Una vez que se averigua el valor de R_x , se arma el siguiente circuito eléctrico (ver figura), que le fue requerido por el maestro de taller.

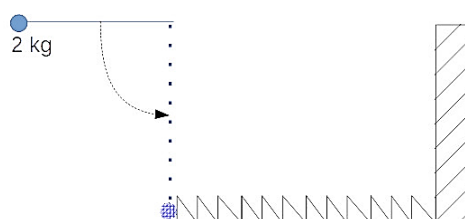


La batería tiene un voltaje de 12 V, $R_1 = R_x$, $R_2 = 5\Omega$, $R_3 = 3,7\Omega$ y $R_4 = 7,2\Omega$. Entonces una vez que el alumno arme el circuito de la figura, utilizando la resistencia que midió anteriormente debe proceder a medir y calcular los siguientes parámetros:

- Encuentre el valor de la resistencia R_x .
- Calcule la resistencia equivalente del circuito eléctrico.
- Calcule la intensidad de corriente (I) que atraviesa el circuito eléctrico.
- Encuentra la diferencia de potencial en los extremos de cada resistencia y el valor de la intensidad de corriente que atraviesa a cada una.

PT67. Colegio N° 4-016 Ing. Antonio Marcelo Arboit Junín, Mendoza.

Se tiene una masa $m = 2 \text{ kg}$ sujeta a una barra (de masa despreciable) fijada al techo (en el extremo opuesto a la masa de 2kg) mediante una bisagra y de longitud desconocida como muestra la figura. Esta masa golpea con un resorte (este resorte flexionara) provocando que el resorte se comprima

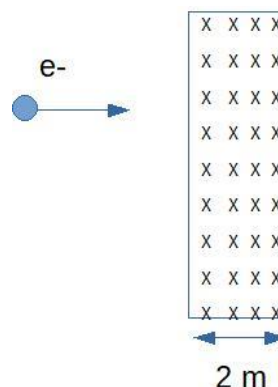


12 cm. Considere que la constante elástica del resorte es de 2000 N/m.

- i. Determine la energía cinética que se transformó en energía elástica.
 - a) Determine la longitud de la barra si luego de golpear con el resorte la masa se vuelve (es decir cambia de dirección de movimiento) hasta alcanzar una altura máxima respecto a la horizontal de 0,5 metros.
 - b) Determine la velocidad de retorno al momento que invierte su movimiento la masa de 2 kg luego que golpea el resorte.
 - c) Considere ahora que la masa luego de golpear el resorte se queda inmóvil y que el resorte se comprimió 13 cm. Determine la energía cinética perdida.

PT68. Colegio N° 4-016 Ing. Antonio Marcelo Arboit
Junín, Mendoza.

Un electrón que viaja a una velocidad de $v=70 \times 10^4$ m/s e ingresa a una región donde actúa un campo magnético de 2 metros de ancho. Considere que el campo magnético es 350×10^{-9} T y que tiene la dirección que muestra en la figura.



Calcular

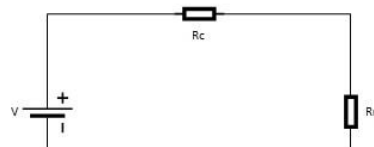
- a) El radio del movimiento circular que adquiere el electrón al ingresar a la zona de campo magnético.
- b) Determina la distancia horizontal que se separa de su trayectoria horizontal original, dos segundos después que haya salido de la región magnética.

La masa de un electrón es de $9,1 \times 10^{-31}$ kg y la carga del electrón es $-1,6 \times 10^{-19}$ C.

PT69. Colegio N° 4-016 Ing. Antonio Marcelo Arboit
Junín, Mendoza.

Es común en la actualidad tener dispositivos que funcionan cuando se conectan al puerto USB de la computadora. Suponga que usted tiene un dispositivo con el fin de mantener la temperatura de un mate (con el objetivo de que no tome un mate frío) a una temperatura de 75°C que para usted es la óptima.

La configuración del circuito que se observa en la imagen inferior nos muestra una fuente V , una resistencia R_c del puerto y una R_m que es la resistencia del mate.



Determine

- a) La expresión de la potencia consumida por la resistencia del mate (R_m) en función de las resistencias y en la tensión.
- b) Suponga que el puerto usb tiene una fuente de 1.5 V, y la resistencia del puerto y del mate es de 100 Ohm (cada una). Calcule la potencia absorbida por la resistencia del mate.
- c) Considere que tiene un mate que contiene 50 ml de agua y 15 g de yerba (y que despreciaremos cualquier pérdida de calor). Calcular el tiempo que tiene que estar conectado el dispositivo si el mate se enfrió a 60°C y usted quiere alcanzar la temperatura óptima.

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

Calor específico de la yerba: $0,27 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

Densidad del agua: 1 g/cm^3

Un bit duro de borrar

Es el año 1949. La compañía “*Instrumental Bastante Malo SRL*” ha estado desarrollando un computador muy sofisticado. A través de conmutadores mecánicos han podido construir compuertas lógicas que permitirían realizar miles de sumas en cuestión de minutos, pero aún no han resuelto el problema de la memoria. Básicamente, necesitan codificar información en un sistema binario, guardarla, leerla y borrarla con un gasto de energía muy bajo. Para resolver este problema, te contratan a tí.

Luego de pensar en diferentes sistemas para implementar, se te ocurre el sistema esquematizado en la Figura 1. Este consiste en dos depósitos idénticos con fondo semiesférico de radio R , unidos por un borde. Dentro de los depósitos hay una bolita de radio despreciable que se puede mover de un depósito a otro por acción de las agujas A y B . Cuando la bolita está en el depósito de la izquierda, que llamaremos el estado $[0]$, se dice que se tiene un bit de valor 0, mientras que el bit toma el valor 1 en el depósito de la derecha, o estado $[1]$. Aún no has pensado en la forma de leer esta porción de la memoria, pero se te ocurre que para borrar la información del bit basta con accionar la aguja B para dejar el bit en 0.

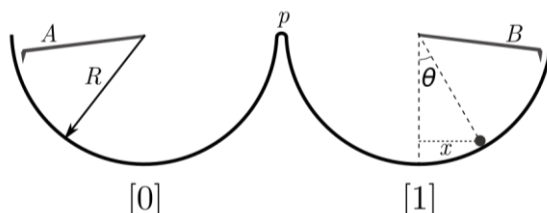


Figura 1: Sistema de un bit ideado por tí.

Para poner tu dispositivo a prueba, tiras una bolita en el depósito $[1]$, y te das cuenta que este bit será muy difícil de borrar porque la superficie de los depósitos es muy lisa y la bolita oscila en el interior del depósito alrededor de una posición de equilibrio. Supón que la bolita está en el estado $[1]$ pero en el instante en que la observas se encuentra formando un ángulo θ con la vertical. Quieres saber con qué período oscila para encontrar una solución al problema del borrado. Para ello, debes hacer el siguiente razonamiento:

1. Realizar un Diagrama de Cuerpo Libre de la bolita en el punto que se muestra en la Figura 1. Plantear la resultante de fuerzas sobre la bolita en la dirección radial y en la dirección tangencial.
2. Si el ángulo θ es lo suficientemente pequeño, se puede hacer la aproximación $\sin \theta \approx \theta$, y la longitud de arco de circunferencia que está recorriendo la bolita es aproximadamente un segmento de longitud x . Probar que en ese caso, la aceleración tangencial de la bolita se puede escribir como $a = -\frac{g}{R} \cdot x$.
3. A partir de la ecuación anterior, determina el período de oscilación de la bolita para ángulos pequeños, sabiendo que el radio de los depósitos es de 5 cm.

Otro problema que tienes es que debes buscar la mejor manera de llevar la bolita de un depósito al otro. Si tu bolita está en el estado $[1]$, al fondo del depósito y originalmente en reposo,

- a) ¿Con qué velocidad mínima debe salir la bolita para que suba justo hasta la barrera marcada por el punto p ?
- b) En dicho punto queda inestable, por lo que la mínima perturbación hará que la bolita vuelva a caer hacia alguno de los dos depósitos ¿Con qué velocidad

llegará al fondo? ¿Seguirá siendo válido el resultado al que se arribó en el ítem 3? ¿Por qué?

Luego de muchas horas dándole vueltas al asunto, decides que lo mejor es hacer dos depósitos con paredes más rugosas, de manera que apenas la bolita llegue al fondo del depósito al pasar de un estado a otro a través de la barrera P , se detenga.

- Supón que la bolita está en el estado $[1]$ y, para borrar el bit, hay que pasarla al estado $[0]$. ¿Cuál es la mínima velocidad con la que deberá partir la bolita desde el punto más bajo de $[1]$ para atravesar la barrera P y llegar al estado $[0]$ con velocidad nula?
- Si la masa de la bolita es de 5 g y el golpe que le da la aguja B para adquirir dicha velocidad dura 70 ms, ¿cuál será la magnitud de la fuerza media que le realizará esta última?
- Teniendo en cuenta lo que calculaste anteriormente ¿Cuánta energía, como mínimo, se disipa en el proceso de borrado del bit?

Constantes

$$g=9.8 \text{ m/s}^2$$

Comentarios finales

Este problema está inspirado en un postulado de la física aplicada a la computación llamado el “Principio de Landauer”. Formulado por Rolf Landauer en 1961, postula que al borrar un bit de información siempre se disipará energía (o aumentará la entropía del sistema). Esto quiere decir que, a diferencia de otras operaciones lógicas, el borrado de un bit siempre es un proceso irreversible. Además, existe una cota inferior para la energía disipada en dicha operación, que se puede calcular como $\delta Q = kT \ln 2$, en donde k es la constante de Boltzmann y T es la temperatura a la que opera la máquina. Este principio es en realidad una ley, dado que ha sido demostrado tanto para bits clásicos como para bits que operan en régimen cuántico, más conocidos como qubits.

PT71. Instituto Politécnico Superior General San Martín Rosario, Santa Fe.

Apolo 11, sobre calor, metal y burbujas...

El ingeniero argentino Armando Maubré, dedicó parte de los años 60 al trabajo en una metalúrgica estadounidense que trabajaba en piezas para el programa Apolo. Una de las problemáticas que se enfrenta para enviar un cohete al espacio, y que regrese, es la propiedad de los metales utilizados. Debido a las condiciones extremas a la que se van a enfrentar, un riesgo que aparece (de los muchos existentes) es la formación de burbujas dentro de la estructura de los metales. Por ese motivo se hacen radiografías donde se comprueba que, de haber burbujas, su diámetro es menor a 0,18 mm. A pesar de esto, se decide hacer algunos test sobre el material para observar su comportamiento. En una primera aproximación, se observa que las moléculas que componen el aire no pueden escaparse del metal (no difunde a través del mismo), y que para los tamaños involucrados, el metal puede ceder sin esfuerzo para que la burbuja se expanda/contraiga.

- Dado que la nave va al espacio, primero realizan un test a baja presión y temperatura ambiente. Gracias a las tensiones del metal, calculan que la presión dentro de la burbuja baja hasta solo 3,5 hPa. ¿Qué volumen alcanzó la burbuja?
- También se espera un aumento de la temperatura durante la reentrada, por lo que se realiza una prueba sólo aumentando la temperatura. Como se estima que la máxima temperatura que va a soportar el metal es 427 °C, ¿a qué presión y qué volumen está el aire de la burbuja?

III. Como en el espacio la temperatura del metal será 150 K, considerando la mínima presión estimada, ¿qué volumen tendrá el aire?

Terminadas las pruebas de material, se decide su uso para la nave con plena confianza de que de haber burbujas de aire en el metal, no van a afectar estructuralmente.

Durante la entrada, la nave (con una masa de 5560 kg incluyendo a la tripulación) parte del reposo desde una órbita a 120 km de altura y desciende en caída libre hasta las 7,3 km (24 000 pies) donde se despliegan los paracaídas.

IV. Si al momento de desplegarse los paracaídas la velocidad es de 180 m/s, ¿cuánta energía se disipó debido al roce?

V. Gracias al escudo térmico (y otras pérdidas), sólo 2% de esa energía se transfiere a los 561 kg de acero que conforman al módulo. ¿Qué temperatura va a alcanzar durante la caída?

Tomando en cuenta estos datos, se decide calcular la presión y el radio de la burbuja de aire cuando se calienta rápidamente hasta la temperatura del apartado anterior.

VI. Tomando en cuenta que la presión en el espacio es 3,5 hPa y la temperatura 150 K, ¿cuál será la presión y el radio cuando se encuentra a la máxima temperatura?

VII. Observando el gráfico a la derecha, determine si existe algún riesgo estructural para el material.

Datos

$$p_{\text{amb}} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$R_{\text{Tierra}} = 6\,371\,000 \text{ m}$$

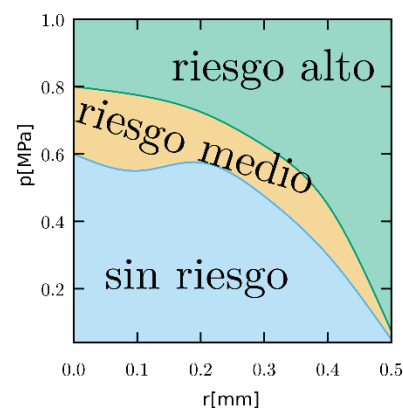
$$C_{\text{acero}} = 450 \text{ J/(kg.K)}$$

$$T_{\text{amb}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$M_{\text{Tierra}} = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$\gamma_{\text{aire}} = 1,4$$

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



(*) Este ejercicio está realizado en base a personas y problemáticas reales pero muy adaptado en los detalles, para un mejor desarrollo del ejercicio, por lo que los datos numéricos no se condicen con la realidad, al igual que mucha física fue despreciada.

PT72. Instituto Politécnico Superior General San Martín Rosario, Santa Fe.

Creo que sé cómo funciona un acelerador de protones

CERN es la sigla provisional utilizada en 1952 para el Consejo Europeo para la Investigación Nuclear (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire). Actualmente es la sigla utilizada para darle nombre a la Organización Europea para la Investigación Nuclear conformado por 22 estados miembros. Esta organización opera un laboratorio, también llamado CERN, que está situado de forma subterránea en la frontera entre Suiza y Francia a 100 metros de profundidad y se lo reconoce como el laboratorio de física de partículas más grande del mundo. El complejo acelerador en el CERN es una sucesión de máquinas que aceleran las partículas a energías cada vez más altas. Cada máquina aumenta la energía de un haz de partículas, antes de inyectar el haz en la siguiente máquina de la secuencia.

El CERN usa como fuente de protones una simple botella de gas hidrógeno. Se utiliza un campo eléctrico para despojar a los átomos de hidrógeno de sus electrones para producir protones. Linac 2, un acelerador lineal, el primero de la cadena, acelera los protones para luego ser inyectados en el Proton Synchrotron Booster (PSB), seguido por el Proton Synchrotron (PS) y el Super Sincrotrón de Super Protones (SPS), aceleradores

sincrotrónicos (Un “sincrotrón” es un acelerador de partículas en forma de toroide. La gran diferencia con otros aceleradores de partículas es que éstas se mantienen en órbitas cerradas). Finalmente el haz llega al Gran Colisionador de Hadrones (LHC), el último elemento de esta cadena, un acelerador *sincrotrónico* con energías récord.

En la Figura 1 se puede observar la disposición del SPS. Cada haz de partículas está conformado por $1,26 \times 10^4$ protones. El haz de partículas que sale del PS y llega al SPS lo hace con una energía total de traslación de 25 GeV y con un 5% más de masa por protón debido a la gran velocidad que adquieren las partículas. A lo largo del SPS existen distintas cavidades en donde campos eléctricos aceleran los protones cada vez que las atraviesan. Se pueden modelizar como cuatro estaciones (1, 2, 3 y 4). Cada una de ellas cuenta con un dispositivo que puede modelizarse como un capacitor de placas paralelas transparente (las partículas pueden atravesar las placas) de 1.3m de distancia entre las mismas. Cada capacitor es conectado un circuito como el de la figura 2. Luego de abandonar este acelerador sincrotrónico, el haz completo tiene una energía de traslación de 450 GeV.

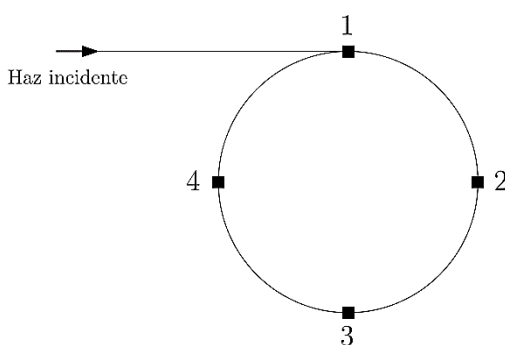


Fig. 1: Esquema del acelerador SPS.

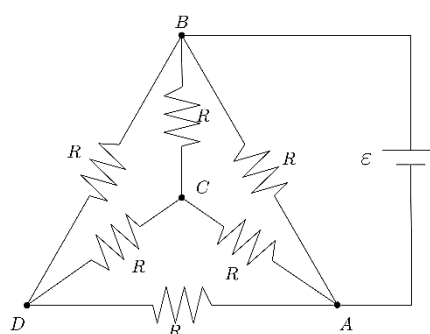


Fig. 2: Circuito de DC.

- ¿Cuál es la energía cinética media en Joule, de cada protón del haz incidente?
- Calcule la resistencia equivalente del circuito de alimentación de los capacitores, en función de “R”.
- Se ha medido $I_{BA}=16,14A$, $I_{AD}=10,43A$ e $I_{BC}=1A$ y la f.e.m. brinda una potencia de 100KW. Es necesario que $I_{\epsilon} \leq 14,14A$ para no quemar la fuente y que $I_{CA} \geq 8,43A$ para cargar adecuadamente los capacitores. Si V_{CA} es la tensión utilizada para cargar cada capacitor. ¿Cuál es la magnitud del campo eléctrico generado en un capacitor totalmente cargado?
- Determine el número de vueltas necesarias que debe realizar el haz en el PSP, para cumplir con las condiciones de energía inicial y final.

Ya en el LHC, el haz de protones llega a una energía máxima de traslación récord de 6,5 TeV, adquiriendo sorprendentemente cada protón, un 10% más de masa que la de reposo. Los mismos viajan a través de un tubo circular de 1,2m de diámetro interior en forma de toroide circular de 2,7 km de radio. Para lograr mantener las partículas en esta órbita circular, se encuentran grandes electroimanes colocados a lo largo de todo el acelerador. Están contruidos a partir de bobinas de *cable eléctrico especial* que funciona en un estado superconductor, conduciendo electricidad eficientemente sin resistencia o pérdida de energía. Esto requiere enfriar los imanes a $-271,3^{\circ}C$, una temperatura más fría que el espacio exterior.

- Calcule la velocidad media que pueden adquirir los protones del haz de máxima energía. ¿Puede haber protones con velocidad mayor a esta velocidad media? ¿Qué tanto mayor?
- Determine dirección, sentido y módulo del campo magnético necesario para mantener las partículas de mayor energía en órbita.
- Cada electroimán puede modelizarse como un solenoide de radio igual al del tubo del acelerador. Cada bobina tiene “n” vueltas de *cable eléctrico especial* con una resistencia de 10Ω a $20^{\circ}C$, conectado a una resistencia de “n Ω ”. Si la

inducción magnética longitudinal cambia de 125 mWb/m² en un sentido a 5 mWb/m² en sentido contrario, ¿Qué cantidad de carga fluye por el circuito?

En el capítulo cinco de la tercer temporada de “Los Simpsons”: “Homero va a la Universidad”, Homero asiste a una clase de física en donde el profesor comienza a explicar el proceso de funcionamiento de un acelerador de protones, el protagonista lo interrumpe bajo la frase “*Disculpe profesor cerebro, yo llevo diez años trabajando en una planta nuclear, yo creo que sé cómo funciona un acelerador de protones*”, “Bien, venga a mostrarnos” le responde el docente. Acto seguido la Universidad se ve envuelta en contaminación radioactiva.

- d) Se comenta que en el año 2016, Homero contempló el majestuoso LHC y propuso controlar los protones bajo un campo magnético con igual sentido y dirección que el necesario (ítem 6) pero con un módulo reducido a la mitad. Sabiendo que las partículas viajan sobre el eje geométrico del tubo ¿En cuánto tiempo hubieran colapsado los protones contra el mismo? ¡Por suerte no ocurrió!

Algunos datos

Protón: Masa en reposo: $m_{\text{protón}}=1,67 \times 10^{-27}$ kg ; carga eléctrica: $q_{\text{protón}}=1,6 \times 10^{-19}$ C

Unidades: 1eV = 1.6×10^{-19} J ; 1 Wb (Weber) = 1 T m²

Constantes: $g=9.8$ m/s²

Nota: La variación de g debido a la profundidad de 100m es despreciable.

Comentarios Finales

El problema está basado en datos reales del CERN. Las propuestas de modelización cumplen el papel de adecuación a los contenidos de este examen.

Dentro del CERN se impulsan partículas a altas velocidades, cercanas a la velocidad de la luz, que luego se estrellan contra un objetivo o contra otras partículas que circulan en la dirección opuesta. Al estudiar estas colisiones, los físicos pueden sondear el mundo de lo infinitamente pequeño. Cuando las partículas son lo suficientemente energéticas, ocurre un fenómeno que desafía la imaginación: la energía de la colisión se transforma en materia en forma de nuevas partículas, la más masiva de las cuales existió en el Universo temprano. Este fenómeno es descrito por la famosa ecuación de Einstein $E = mc^2$, según la cual la materia es una forma concentrada de energía, y las dos son intercambiables. Las partículas son tan pequeñas que la tarea de hacerlas colisionar es similar a disparar dos agujas a 10 kilómetros de distancia con tal precisión que se encuentran a medio camino.

PT73. Colegio Inmaculada Concepción Frías, Santiago del Estero.

Un cuerpo es atado a un árbol sobre una colina, sin fricción. La colina forma con la horizontal un ángulo de 37° con la horizontal. Si el cuerpo pesa 77 N:

- Realice un diagrama de cuerpo libre que represente la situación
- Determine la fuerza ejercida por la cuerda
- Determine la magnitud de la fuerza normal ejercida por la colina sobre el cuerpo
- Si la soga se corta y el cuerpo se desliza hacia abajo por el plano inclinado sin fricción ¿Qué velocidad adquiere el cuerpo luego de deslizarse 5m?

PT74. Colegio Inmaculada Concepción Frías, Santiago del Estero.

Un conductor de cobre de 0,321 mm de radio posee una diferencia de potencial de 10v que se mantiene a través de una longitud de 1m.

- Calcular la resistencia del alambre de cobre

- b) Calcular la corriente en el alambre
- c) Determinar la velocidad de deriva de los electrones
- d) Calcule el número de los electrones que pasa en 2 s
- e) Si el alambre se funde y vuelve a formarse de nuevo con el doble de la longitud original, encuentre la nueva resistencia como múltiplo de la anterior

Datos

$\rho_{\text{cu}} : 8,92 \text{ g/cm}^3$
 $\rho_{\text{cu}} : 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$
 $A_{\text{cu}} : 63,546 \text{ g}$
 $N^{\circ}A : 6,02 \cdot 10^{23} \text{ partículas}$

PT75. Colegio Inmaculada Concepción Frías, Santiago del Estero.

A un robusto globo con volumen de $0,500 \text{ m}^3$ se le ata un bloque de hierro que pesa $2,5 \cdot 10^2 \text{ kg}$ y se le lanza en un lago de agua dulce. El globo esta hecho de un material ligero de masa y elasticidad despreciables (aunque puede ser comprimido). El aire en el globo esta inicialmente a la presión atmosférica. El sistema no puede hundirse y no se dispone de más pesos, así es que un buzo decide arrastrarlo a una profundidad suficiente para que el globo permanezca sumergido.

- a) ¿Cuál es el volumen del hierro?
- b) ¿Cuál es la masa del globo?
- c) Encuentre el volumen del globo en el punto donde el sistema permanecerá sumergido, en equilibrio
- d) ¿Cuál es la presión del globo en ese punto?
- e) Suponiendo que la temperatura es constante ¿a qué profundidad mínima debe ser arrastrado el globo?

$P_{\text{atm}} : 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
 $\rho_{\text{Fe}} : 7,86 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
 $\rho_{\text{aire}} : 1,29 \text{ kg/m}^3$
 $\rho_{\text{agua}} : 1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
 $g : 9,8 \text{ m/s}^2$

PT76. Instituto Primo Capraro - Colegio San Patricio San Carlos de Bariloche, Río Negro.

Acelerando mientras se pueda

En una carrera de automóviles el vehículo que se ubicaba en la primera posición de la largada, parte del reposo y recorre los primeros 175 m con aceleración constante hasta alcanzar los 126 km/h:

- a) Determinar la velocidad alcanzada en m/s.
- b) Calcular el tiempo empleado en recorrer esa distancia.
- c) Calcular la aceleración del auto en este primer tramo.

La masa total del automóvil, incluido su piloto, es de 1200 kg y suponemos que en este primer tramo actúa una fuerza de rozamiento con el aire constante de 800 N (en realidad la fuerza de rozamiento con el aire depende de la velocidad del vehículo, cosa que no tendremos en cuenta en este caso)

- d) Dibujar el diagrama de cuerpo libre del automóvil recorriendo este primer tramo.
- e) Determinar la fuerza de avance que le proporciona el piso para acelerar.
- f) Calcular el coeficiente de rozamiento mínimo entre el auto y el piso que le permite acelerar de esa manera.

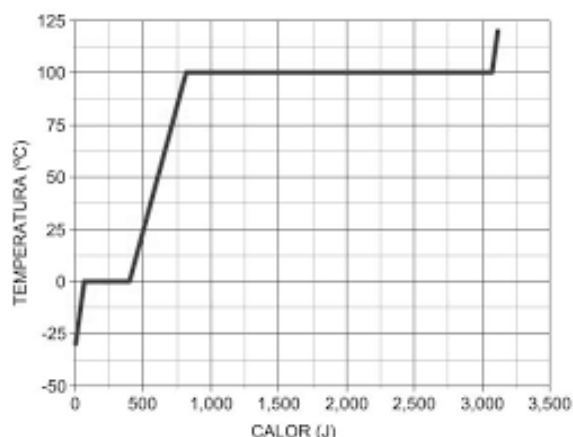
A continuación el automóvil mantiene su velocidad constante durante 8 s más.

- g) Determinar la fuerza de avance para esta situación.
- h) Representar los gráficos cartesianos de la velocidad y posición en función del tiempo para el total del recorrido analizado.

**PT77. Instituto Primo Capraro - Colegio San Patricio
San Carlos de Bariloche, Río Negro.**

Temperatura versus calor

Una sustancia desconocida se presenta en estado líquido cuando la temperatura ambiente es de 20°C y la presión atmosférica es normal. Luego de exhaustivos análisis sobre 1 gramo de la sustancia, variando su temperatura y midiendo el calor entregado o cedido para producir en la sustancia un cambio de estado, se llega a construir el gráfico de la figura.



- a) A partir de dicho gráfico se quiere saber qué cantidad de calor aproximada será necesario entregarle a 500 g de la sustancia para elevar su temperatura desde el punto de fusión al punto de ebullición, ambos en estado líquido. Expresar el resultado en el SI y en calorías.
 - b) Determinar aproximadamente el calor latente de fusión y de vaporización de la sustancia en unidades del SI y en calorías.
 - c) Determinar aproximadamente el calor específico de la sustancia en estado sólido y en estado líquido.
 - d) ¿Puede ser agua nuestra sustancia desconocida?
- Para elevar la temperatura de 500 g de la sustancia como indicamos en el punto a) se utilizó un recipiente adiabático con una resistencia eléctrica en su interior de 20 Ω , conectada a una fuente de 200V.
- e) Calcular la intensidad de corriente eléctrica que pasa por la resistencia.
 - f) Calcular el tiempo necesario en que deberá permanecer conectada la resistencia eléctrica para que los 500g de la sustancia modifiquen su temperatura en estado líquido de 0°C a 100°C.

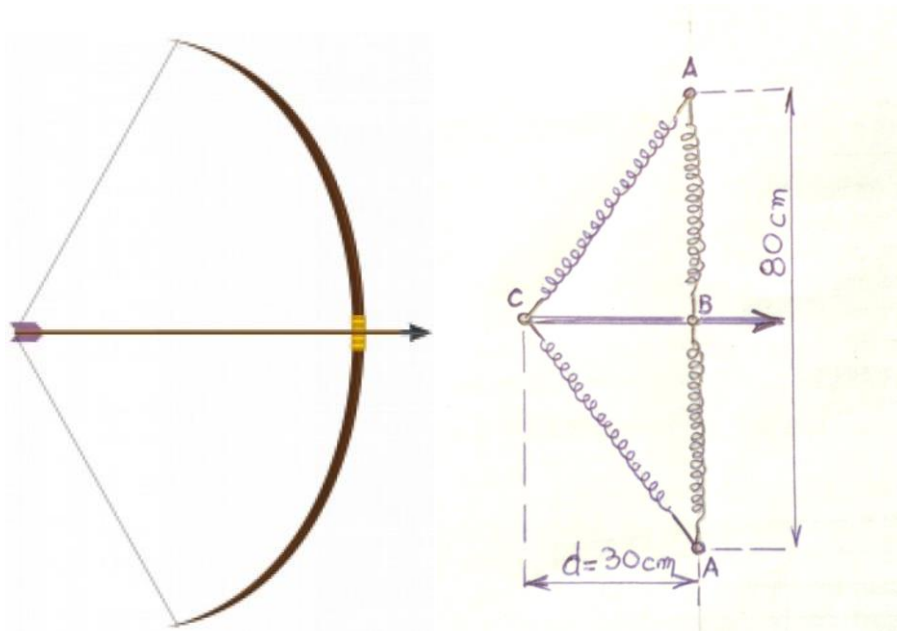
Datos

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$$

**PT78. Instituto Primo Capraro - Colegio San Patricio
San Carlos de Bariloche, Río Negro.**

Tiro con arco

Cuando se dispara una flecha con un arco, podemos imaginarnos la cuerda elástica de ese arco como dos resortes de igual elasticidad y con la mitad de la longitud de la cuerda, unidos por uno de sus extremos y el otro extremo fijo a la estructura rígida del arco. Al tensar la cuerda (en nuestro caso estirar los resortes) desplazando la flecha hacia la izquierda una determinada distancia, los resortes se alargan y ejercen una fuerza en conjunto sobre la flecha que le permitirá acelerarse una vez que se la suelte. En la imagen se puede apreciar el mecanismo de nuestra simplificación.



Nuestro arco en cuestión tiene una cuerda (formada por la longitud de los dos resortes) de 80 cm y al realizar el estiramiento máximo para disparar la flecha, esta última se desplaza desde la posición inicial (con los resortes verticales y en su longitud natural) hacia la izquierda una distancia $d = 30$ cm.

a) Determinar el alargamiento de cada uno de los resortes

La constante elástica de los resortes es 2000 N/m

- Calcular la fuerza que realiza cada resorte y la fuerza neta que actúa sobre la flecha en el instante en que se la suelta.
- Repetir los cálculos realizados en los puntos a) y b) cuando la distancia d es de 20 cm y de 10 cm.
- Representar gráficamente la fuerza neta en función de la distancia d , suponiendo que entre los puntos encontrados la variación es lineal.
- Con la ayuda del gráfico, calcular el trabajo realizado por la fuerza neta de los resortes sobre la flecha.
- Determinar la velocidad con que la flecha de 0.1 kg de masa, saldría disparada del dispositivo en cuestión.

PT79. Instituto Técnico Renault Ciudad de Córdoba.

Un satélite artificial, orbita la tierra con un período orbital de 90 min describiendo una órbita circular LEO (Low Earth Orbit).

Encontrar

- Desarrollar la expresión matemática para obtener el radio de la órbita y la altura de órbita en función del período orbital.
- Encontrar el valor de la altura de la órbita.
- Velocidad lineal (en m/s, Km/h y Km/s) y velocidad angular.
- Campo gravitatorio.

**PT80. Instituto Técnico Renault
Ciudad de Córdoba.**

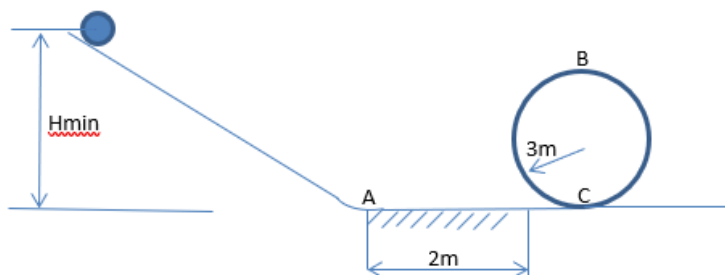
Se golpea una esfera de acero (FeC), con un bate de béisbol de Aluminio, la cual asciende hasta una altura de 20 m. Sabiendo que el radio es de 20mm y que el coeficiente de restitución es de 0,8.

Calcular

- Impulso inicial que recibe la esfera de acero.
- Vector velocidad y rapidez de la esfera antes de tocar el piso.
- Altura obtenida después del tercer rebote.
- Energía disipada en los tres primeros rebotes.

**PT81. Instituto Técnico Renault
Ciudad de Córdoba.**

Se deja caer libremente un cuerpo de 1 Kg, por una pista, la cual cuenta con una parte de la pista con fricción, con un coeficiente de rozamiento de 0.8 y un rizo de radio 3m, como muestra la figura.

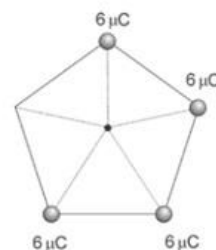


Calcular

- Rapidez en los puntos A, B y C.
- Altura mínima del punto de partida, para que el cuerpo desarrolle el rizo sin perder contacto con la pista.

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

Obtener el campo eléctrico y el potencial eléctrico en el centro de un pentágono de 1 metro de lado que posee en cuatro de sus vértices, tal como se señala en la figura, una carga de $6 \mu\text{C}$. Dibujar en la figura la dirección y el sentido del campo.



Datos

$$k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$$

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

Se suelta una bolita desde el punto A, Tal como se señala en la figura 1a, que tras llegar a B, sale horizontalmente recorriendo una distancia de 40 cm, igual a la altura del escalón, hasta que toca el suelo.

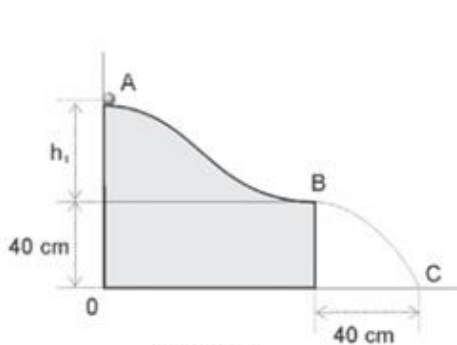


Figura 1a

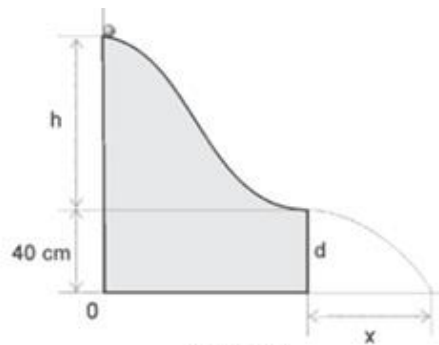
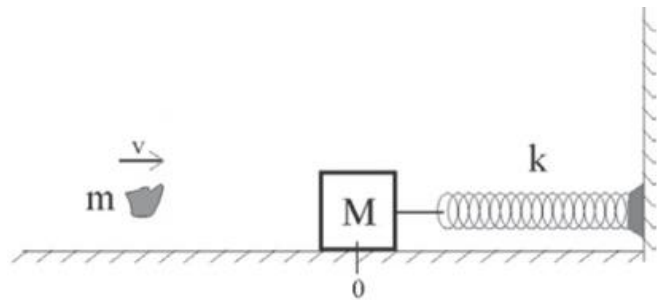


Figura 1b

- Obtener la altura h de la figura 1^a desde la que se ha soltado la bola.
- Si h hubiera sido 3 veces más grande, ¿Qué distancia horizontal hubiera recorrido desde que abandona la rampa en B hasta que toca el suelo?
- ¿Qué relación matemática relaciona la altura h con la distancia horizontal recorrida x ? (ver Figura 1b) Aplicarla para obtener la altura desde la que habría que soltar la bola para que alcanzara una distancia $x = 0,8$ metros. Considérese $g = 10 \text{ m/s}^2$

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

Un bloque de masa $M = 980 \text{ g}$ está en reposo sobre una superficie horizontal, unido a un resorte de masa despreciable que por el otro extremo está rígidamente unido a la pared. Una masa de plastilina de 20 g se lanza con una velocidad horizontal de 20 m/s chocando y quedando unida al bloque. El resorte se comprime 4 cm y comienza a realizar un movimiento oscilatorio.



Supuesto que no hay rozamiento hallar

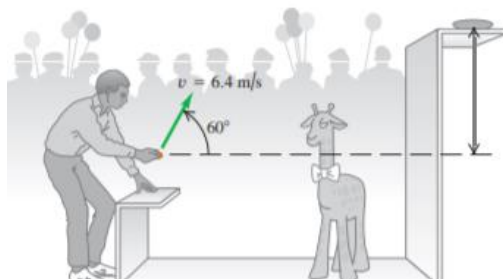
- La constante elástica del resorte
- El periodo de oscilación del resorte

**PT85. EES N° 75 Julio Cortázar* - UEGP N° 16 José Manuel Estrada*
EES N° 149****

***Resistencia - **Puerto Vilelas, Chaco.**

Gane el premio

En una feria, se gana una jirafa de peluche lanzando una moneda a un platito, el cual está en una repisa $1,5 \text{ m}$ más arriba en que la moneda abandona la mano. Si se lanza la moneda a $6,4 \text{ m/s}$, 60° sobre la horizontal, caerá en el platito.

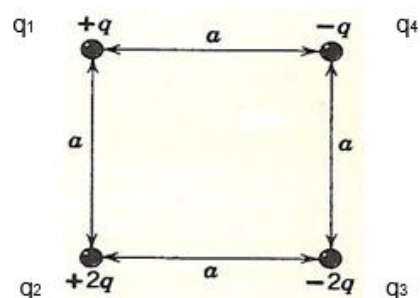


- Ubiquen un sistema de referencia para el fenómeno descrito.
- Hallar las componentes de la velocidad.
- Calcular el tiempo que tarda en tocar el platito.
- Calcular la distancia horizontal recorrida (alcance).

PT86. EES N° 75 Julio Cortázar* - UEGP N° 16 José Manuel Estrada*
EES N° 149**
***Resistencia - **Puerto Vilelas, Chaco.**

Cuatro cargas

Cuatro cargas puntuales se encuentran ubicadas en los vértices de un cuadrado, tomando como valor de $q = 1 \times 10^{-7} \text{ C}$ y $a = 0.05 \text{ m}$ como muestra la figura:



- Calcular la F_{12} .
- Calcular la F_{32} .
- Calcular la F_{42} ($d = 0.07 \text{ m}$).
- Calcular la fuerza resultante sobre q_2 .
- Calcular el ángulo de la fuerza resultante.

PT87. EES N° 75 Julio Cortázar* - UEGP N° 16 José Manuel Estrada*
EES N° 149**
***Resistencia - **Puerto Vilelas, Chaco.**

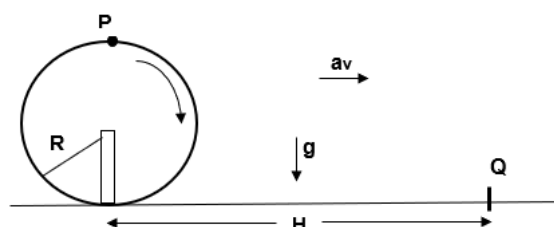
Tanque de nitrógeno

Un tanque cilíndrico grande contiene $0,75 \text{ m}^3$ de nitrógeno gaseoso a 300 K y $1,50 \times 10^5 \text{ Pa}$. El tanque tiene un pistón ajustado que permite cambiar el volumen. Luego de un tiempo el volumen se reduce a $0,48 \text{ m}^3$ y la temperatura aumenta a 430 K ($R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{Mol.K}}$).

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

PT88. Escuela Superior de Comercio Prudencio Cornejo
Bahía Blanca, Buenos Aires.

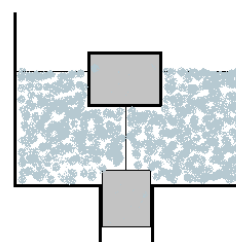
Una pelota P se encuentra pegada a la periferia de una noria de radio R . La noria comienza a girar cuando P está justamente en el punto más alto de la misma. La noria gira en sentido horario y con aceleración angular constante α . En el instante en que la noria ha dado una vuelta completa, la pelota P se despeg



de la noria. Durante todo el vuelo de P un fuerte viento ha empujado a la pelota dándole una aceleración horizontal constante $av = g/2$ hacia la derecha como indica la figura. La pelota P alcanza el suelo en el punto Q a una distancia $H = 5R$ del pie de la noria. Calcula la aceleración angular α de la noria. Expresar el resultado en función de R y g .

PT89. Escuela Superior de Comercio Prudencio Cornejo
Bahía Blanca, Buenos Aires.

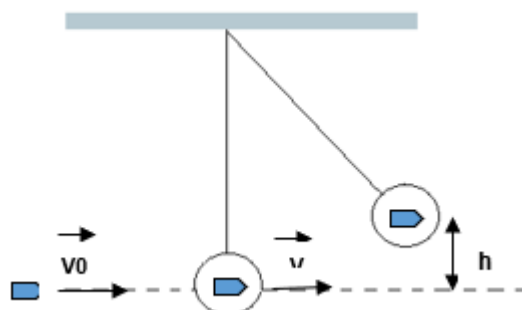
El depósito de la figura, que contiene agua y está abierto a la atmósfera, tiene un desagüe cilíndrico en el fondo, de 6 cm de diámetro interno en el que existe el vacío. Dicho desagüe está obturado por un tapón de corcho de 10 cm de altura y $0,3 \text{ g/cm}^3$ de densidad, que ajusta perfectamente y que está unido mediante un hilo fino y resistente a un bloque de forma cúbica de 40 cm de lado, también de corcho de la misma densidad, que flota en el



agua. La parte superior del tapón está a 40 cm de profundidad. ¡Cuánto tiene que estar sumergido el bloque, como mínimo, para que el tapón se desprenda?

PT90. Escuela Superior de Comercio Prudencio Cornejo
Bahía Blanca, Buenos Aires.

Se tiene una esfera de plomo de 750 g suspendida de un hilo. Se dispara contra ella un proyectil de acero de 15 g, cuya velocidad en el momento del impacto es de 300 m/s. el proyectil que llega horizontalmente se incrusta en la esfera de plomo. Calcular la elevación del desplazamiento que experimenta la esfera y el calentamiento producido, suponiendo que toda la energía desprendida en el choque se transforma en calor.



Se admite que las temperaturas del proyectil y de la esfera sean idénticas en el momento del choque.

Datos

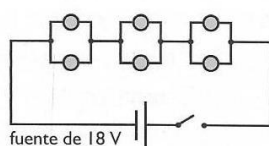
Calor específico del plomo: 0,03 Cal/g.°C
Calor específico del acero: 0,12 Cal/g.°C

PT91. Instituto Padre Claret
Ciudad de Córdoba.

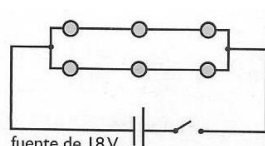
Se le aplica una fuerza de 320 N a un resorte, lo que provoca en él un estiramiento de 10 cm. ¿Qué cantidad de energía potencial elástica almacena este mismo resorte cuando pende de él una masa de 45 kg?

PT92. Instituto Padre Claret
Ciudad de Córdoba.

Se arman dos circuitos como se muestran a continuación



Circuito A



Circuito B

Tanto el circuito A como el circuito B fueron armados con lámparas de $3,5 \Omega$ de resistencia y está fabricadas para funcionar con 6 V, soportando como máximo 8 V. De acuerdo a esto responde

- ¿Cuál es el valor de la resistencia equivalente de cada circuito?
- ¿Qué cantidad de hielo logrará fundir en una hora, por el efecto Joule, cada circuito?
- ¿Cuál de los dos circuitos funcionará mejor si una de sus lámparas se quema?

Datos a considerar

- Calor de fusión del hielo $H_f = 80 \frac{\text{Cal}}{\text{g}}$
- Equivalente mecánico del calor $1 \text{ Cal} \equiv 4,186 \text{ J}$

**PT93. Instituto Padre Claret
Ciudad de Córdoba.**

Considere un iceberg de 350 000 kg y encuentre

- Peso del iceberg
- Empuje que el iceberg experimenta
- Valor del volumen del iceberg que permanece sumergido y el correspondiente a la parte que emerge del agua

Datos a considerar

- Densidad del hielo $917 \frac{kg}{m^3}$.
- Densidad del agua de mar $1030 \frac{kg}{m^3}$

**PT94. ESETP N° 703 José Toschke
Puerto Madryn, Chubut.**

El velero y el mar

Puerto Madryn es muchas cosas: una ciudad costera de bonitos balnearios y además es la capital nacional del buceo, esto la convierte en la ciudad balnearia más famosa de la Patagonia. Se puede disfrutar de sus playas o realizar actividades náuticas como kayak, windsurf o kite surf, hasta hacer buceo o el muy promocionado snorkel con lobos marinos. En recompensa de esto, y pensando en la 13° Edición de la Regata de “Copa de Ballenas”, se ha generado una gran expectativa debido a este tradicional evento náutico, que no solo abordará la disciplina de Optimist, Laser y Veleros Cabinados, sino también se disputarán deportes en modalidad playa y shows culturales. Este campeonato le brindará al Golfo portuario, una importante imagen a nivel nacional e internacional, gracias a la presencia de alrededor de 300 embarcaciones que reunirán un total aproximado de 350 participantes de distintas instituciones náuticas de la Provincia del Chubut y del País. Las clases de embarcaciones convocadas para las regatas son principalmente: Optimist, Laser, Pampero, Snipe, Veleros Cabinados (PHRF), Windsurf, entre otros.

Observando a este tipo de competencia es inevitable que surja la pregunta ¿cómo y por qué avanza un velero? Hasta los de tierra adentro sabemos contestar a esta pregunta: “porque el viento los empuja”. Esto es evidente cuando el viento viene por la “popa” (aunque ésta no es la condición más favorable para impulsar un velero moderno). Pero, ¿y si el viento es de costado? Esto requiere alguna discusión en la que la Física tiene la palabra y de ello va a tratar este problema. Por supuesto, el problema está basado en un modelo físico sencillo de velero elemental con una única vela, *la mayor*, es decir sin vela delantera o *foque*. Supondremos también que el velero navega en la dirección (*rumbo*) este a oeste con un viento que sopla de norte a sur. Los únicos elementos activos del velero que se van a considerar inicialmente son la vela y la *orza* (figura1). La orza es una especie de vela rígida situada bajo el casco, completamente sumergida y con un gran peso que contribuye a la estabilidad del velero.

La vela y la orza actúan como el ala de un avión, salvo que sus planos son aproximadamente verticales y, en el caso de la orza, el fluido que la circunda es el agua

En la figura 2 se muestra la planta de un velero cuya vela recibe viento con una velocidad v_a relativa al barco, que es la velocidad con que se percibe el viento desde el velero (*viento aparente*). Dicho viento produce dos fuerzas aerodinámicas: una de sustentación S perpendicular a v_a , y otra de resistencia, R , en la dirección de v_a . La componente S_x de la sustentación es la responsable de hacer avanzar a la nave, mientras que la componente S_y tiende a desplazarlo de costado, lo que, naturalmente, no interesa. De evitarlo se encarga la *orza*, situada longitudinalmente debajo del casco. Como se muestra en la figura 3, cuando el eje del velero forma un pequeño ángulo δ (*abatimiento*) con la

dirección de movimiento del velero (*rumbo*), sufre también unas fuerzas, hidrodinámicas en este caso, de sustentación S' perpendicular a la velocidad V del velero, y de resistencia R' paralela a dicha velocidad y en sentido opuesto, en la que también influye el casco del buque y el propio abatimiento.

Una vez establecidas estas nociones elementales de náutica, el problema que se plantea es el siguiente.

Supongamos que un velero está navegando con un viento que sopla del Norte con una velocidad $v_0 = 15$ nudos.

En estas condiciones navega hacia el Oeste a $V = 18$ nudos de velocidad y con un abatimiento δ (figura 4).

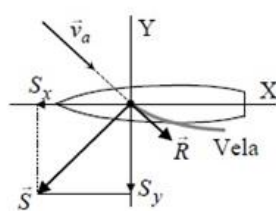


Fig. 2

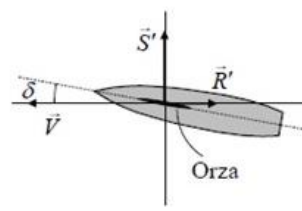


Fig. 3

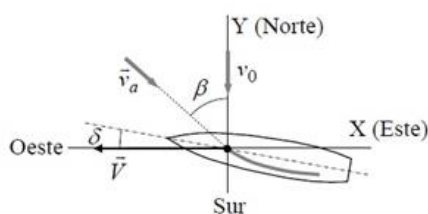


Fig. 4

- a) Determine la velocidad v_a y r del viento respecto al velero (viento aparente). Calcule su módulo v_a y su dirección β .

La superficie de la vela de nuestro velero con el viento a disposición y el reglaje (trimado) escogido, produce una sustentación $S = 5,0 \times 10^3$ N. La eficiencia de las actuales velas es muy elevada, de forma que la resistencia que presentan es de tan sólo un 10% de la sustentación. Por lo tanto, en nuestro caso, $R = 5,0 \times 10^2$ N.

- b) Determine y calcule el módulo de la fuerza de sustentación S' que tiene que generar la orza para que el velero siga manteniendo su rumbo exactamente hacia el Oeste.

El conjunto del casco en contacto con el agua (carena) y la orza son menos eficientes que la vela. En consecuencia, el "precio a pagar" es una fuerza de resistencia, R' que puede estimarse en este caso como la cuarta parte de la sustentación S' .

- c) Determine y calcule el módulo de la resistencia debida al conjunto vela y orza, $R_t = R + R'$ y el ángulo θ que forma R_t con la dirección del movimiento del velero.

Los veleros de recreo, no destinados a competición, suelen estar provistos de un motor para facilitar las maniobras y, naturalmente, para poder navegar en ausencia de viento. Supongamos que, en estas condiciones, un velero de masa $m = 2500$ kg navega con una velocidad constante, $V' = 3,0$ nudos, con su motor desarrollando una potencia P igual al 90% de su potencia máxima, $P_{max} = 15CV$.

d) Calcule la fuerza de resistencia, F_r que el agua opone al avance del barco.

El patrón maniobra el timón para cambiar el rumbo, de forma que el barco describe un arco de circunferencia de radio $a = 10$ m. En estas circunstancias y considerando que el módulo de la velocidad del barco permanece constante, $V' = 3,0$ nudos, la fuerza neta que el agua hace sobre el barco, F_t , tiene dos componentes: una, F_c , que le obliga a describir la trayectoria circular y otra de resistencia igual a la anterior F_r más $F_r' = F_c/4$.

e) Determine y calcule la fuerza F_c .

f) Indique razonando si el motor del barco tiene suficiente potencia para realizar la maniobra indicada en el apartado anterior.

Nota

El nudo es una unidad náutica de velocidad que equivale a 1 milla/hora.

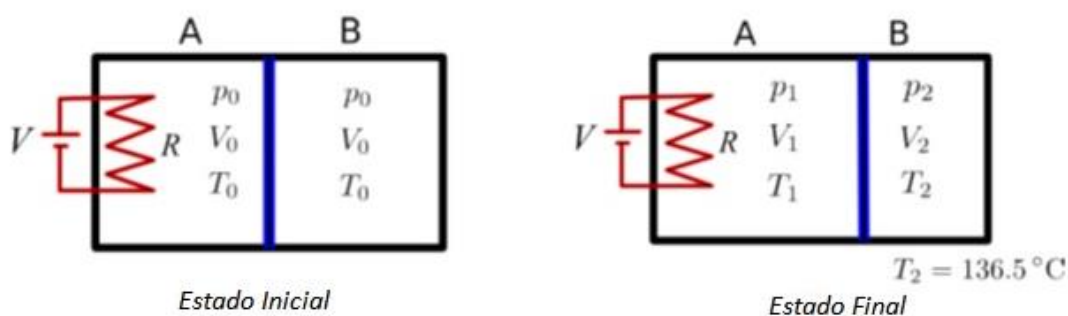
1 milla (náutica) = 1,852 km

1 CV = 735,5 W

PT95. ESETP N° 703 José Toschke Puerto Madryn, Chubut.

Transferencia de calor

Un contenedor cilíndrico de $V = 44,8$ lt de volumen y paredes aislantes al calor está dividido a la mitad por medio de una pared, también aislante, y tiene conectada una resistencia eléctrica en el compartimento denominado A, tal como denota la figura, inicialmente cada compartimento (A y B) tiene un mol de Helio en estado gaseoso y volúmenes idénticos V_0 a la misma temperatura $T_0 = 0^\circ\text{C}$. Haciendo circular una corriente eléctrica a través a la resistencia colocada en el compartimento A se cambia el estado termodinámico del sistema provocando el incremento de calor en dicho compartimento de forma gradual y lenta por efecto Joule, esto ocasiona que el gas en los diferentes compartimentos cambie sus propiedades de presión, volumen y temperatura.



Si después de un tiempo t , y por la acción térmica de la resistencia eléctrica, el gas en el compartimento B alcanza una temperatura de $T_2 = 136.5^\circ\text{C}$, se le pide calcule dicho tiempo, sabiendo que la resistencia tiene el valor $R = 242\ \Omega$ y que está conectada a una fuente de voltaje de 220 V.

Los siguientes pasos pueden ser de utilidad en dicho cálculo.

Denotemos los valores finales en las variables del gas en cada compartimento de la siguiente manera:

Valores finales:

Compartimento A: (p_1, V_1, T_1)

Compartimento B: (p_2, V_2, T_2)

donde, $T_2 = 136.5^\circ\text{C}$.

Recuerda que en un gas ideal hay cuatro procesos básicos con las siguientes propiedades:

Proceso	Propiedad	Ecuación que satisface el proceso
Isotérmico	T es constante	$p.V = constante$
Isobárico	P es constante	$\frac{V}{T} = constante$
Isocórico	V es constante	$\frac{p}{T} = constante$
Adiabático	Q=0, no hay flujo de calor	$T.V^{\delta-1} = constante$

donde $\delta = C_p/C_v$;

C_v y C_p es la capacidad calorífica molar a volumen y presión constantes respectivamente.

Para el Helio en estado gaseoso: $C_v = \frac{3}{2} R$ y $C_p = \frac{5}{2} R$

La constante universal de los gases ideales es: $R = 8.31 \text{ J/Kmol}$;

Consignas

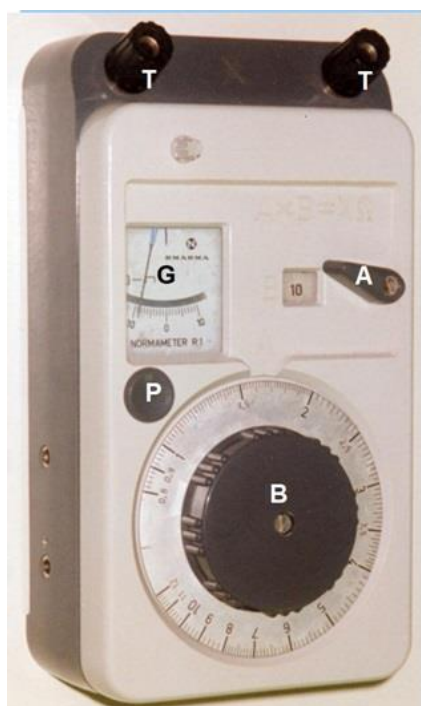
1. Determina la presión y el volumen final del compartimento B (p_2 , V_2)
2. Determina la presión, volumen y temperatura finales del compartimento A
3. Determina el cambio de energía en ambos compartimentos.
4. Usando que la resistencia del compartimento A tiene el valor $R = 242$ y que está conectada a una fuente de voltaje de 220 V, determina el tiempo t necesario que le toma a la resistencia generar el calor necesario para realizar el proceso descrito. ¿Existe trabajo W_A y W_B entre los compartimentos, durante el proceso? Si la respuesta es si ¿Cuál es la relación entre dichos trabajos?

PT96. ESETP N° 703 José Toschke Puerto Madryn, Chubut.

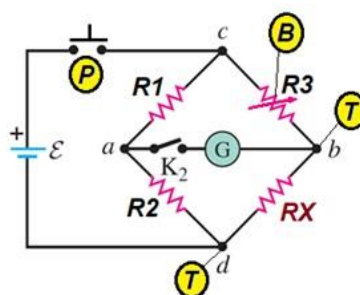
Puente de Wheatstone

El puente de Wheatstone es un método muy exacto para medir resistencias en el intervalo de 1Ω a $1\text{M}\Omega$. En modelos comerciales del puente de Wheatstone, son posible exactitudes de $\pm 0.1\%$.

El circuito tal como se muestra en la figura.



Puente de Wheatstone



A: Mando para ajustar el valor de R_2/R_1 .

B: Mando para ajustar el valor de R_3 .

G: Galvanómetro.

P: Pulsador para conectar la fuente de tensión continua.

T: Terminales donde se conecta la resistencia Rx a medir.

El circuito conocido como *punte de Wheatstone* se compone de 4 resistores, una fuente de voltaje CD (usualmente una batería $\mathcal{E}$) y un detector conocido como galvanómetro, tal como se aprecia en la siguiente figura. El mismo se utiliza para determinar el valor de un resistor desconocido R_x por comparación con tres resistores R_1 , R_2 y R_3 conocidos (con mucha precisión) cuyos valores resistivos se pueden modificar.

El puente se alimenta con una fuente de tensión continua y En este caso se puede demostrar que se verifica la siguiente relación:

Normalmente el aparato posee un mando (señalado “A” en la figura) que permite variar el cociente $(\frac{R_2}{R_1})$ de forma que tome los valores 10^3 , 10^2 , 10, 1, 10^{-1} , 10^{-2} ,... Por otra parte, el mando (señalado “B” en la figura) que permite variar la resistencia R_3 indica el valor de esta resistencia en cada instante.

Entonces, para medir una resistencia R_x conectada en los terminales T con el puente de Wheatstone, se accionan los mandos A y B de modo de variar los valores de la relación $(\frac{R_2}{R_1})$ y R_3 respectivamente, luego variando solo el valor de la resistencia R_3 a través del mando B se ajusta su valor hasta conseguir que el *galvanómetro* (que es un amperímetro muy sensible) indique que la corriente I_G tiene un valor nulo (situación conocida como puente *equilibrado*).

- a) Bajo esta situación, demuestre que la resistencia desconocida está dada por:

$$R_x = R_3 \cdot \frac{R_2}{R_1}$$

(Este método permite una precisión muy elevada al comparar resistores.)

- b) Si el galvanómetro G muestra una desviación nula cuando $R_2 = 850.0 \, \Omega$, $R_1 = 15.00 \, \Omega$ y $R_3 = 33.48 \, \Omega$, ¿cuál es el valor de la resistencia desconocida R_x ?

Finalmente si $R_1 = 100.00 \, \Omega$, $R_2 = 40.00 \, \Omega$, $R_3 = 125.00 \, \Omega$ y $R_x = 37.50 \, \Omega$, y si se sustituye el galvanómetro por su resistencia interna $R_g = 25 \, \Omega$. Determine la corriente y la potencia que suministra una fuente de valor $\mathcal{E} = 40V$ al puente.

PT97. Escuela Técnica Alfredo Carlos Passera Mocoretá, Corrientes.

Termodinámica

En un laboratorio científico estudia el fenómeno de dilatación, en su experimento desea encajar perfectamente un anillo de cobre en un cilindro. El anillo tiene un radio de 2 cm a $20 \, ^\circ C$ y un coeficiente de dilatación lineal de $17 \times 10^{-6} \, 1/^\circ C$. Determine a que temperatura el anillo debe ser calentado para que sea introducido en un cilindro cuya área de base es igual a $15 \, cm^2$.

PT98. Escuela Técnica Alfredo Carlos Passera Mocoretá, Corrientes.

Electricidad

Un circuito R.L.C. está formado por una resistencia de $0,2 \, Kohm$, una bobina de $200 \, uH$ y un capacitor de $15 \, uF$ conectados en serie a una fuente de alimentación alterna de $250 \, V$, $50 \, Hz$. Calcular:

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

**PT99. Escuela Técnica Alfredo Carlos Passera
Mocoretá, Corrientes.**

Cinemática

Un automóvil de 800 kg de masa que viaja a 20 m/s debe detenerse en un semáforo que esta 55m más delante.

- Calcular la fuerza mínima necesaria, suponiendo que se la comienza a aplicar cuando faltan 50 m para el semáforo, y se mantiene constante.
- Calcular el tiempo demorado para frenar.
- Calcular la velocidad cuando faltan 2 m para el semáforo.

Graficar posición y velocidad en función del tiempo.

**PT100. Escuela Modelo de San Juan
Ciudad de San Juan.**

Un Joule (J) es el trabajo necesario para elevar una manzana grande hasta una altura de 50 cm.

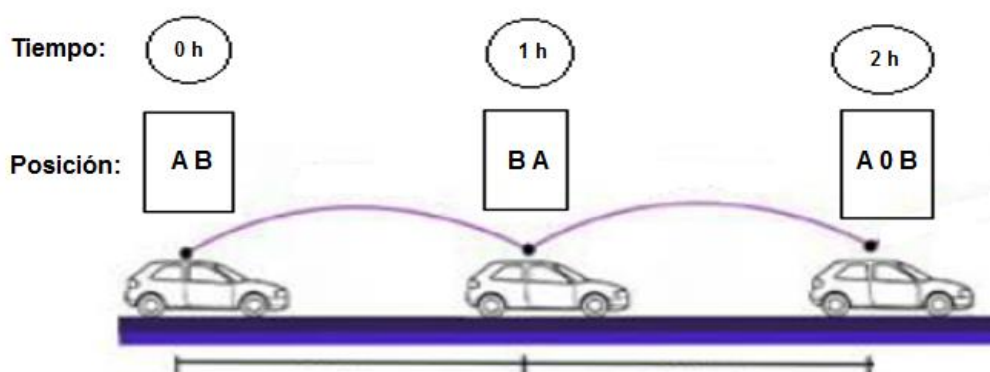
- ¿Cuál es la masa de la manzana?. Esta misma manzana proporciona al ingerirla unas 100 cal (418 J), nuestros músculos transforman en trabajo mecánico sólo un 20% de la energía asimilada.
- ¿Se podrá levantar una bolsa conteniendo 50 de estas manzanas con la energía aportada por una de ellas (manteniendo constantes las reservas del organismo?). En caso afirmativo, indique la altura a la que se podría llegar.

**PT101. Escuela Modelo de San Juan
Ciudad de San Juan.**

Una familia viaja en su auto por una ruta cualquiera de la república argentina; el viaje se torna monótono y el conductor cuenta los kilómetros que va recorriendo con ayuda de los hitos al costado de la ruta. Un hecho en particular lo llena de incertidumbre y alimenta su curiosidad:

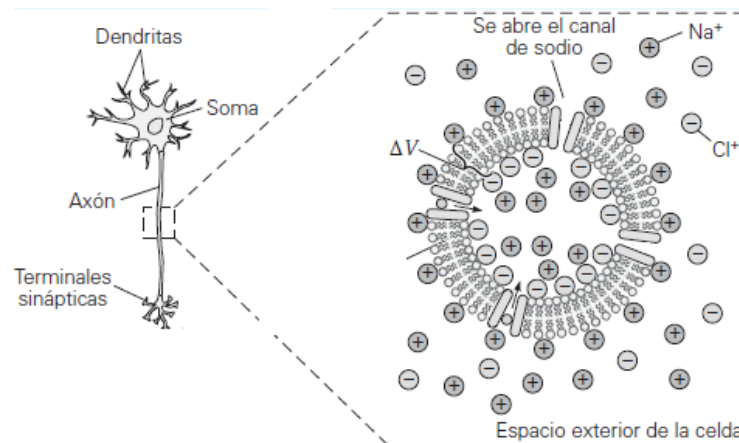
Memoriza un número de dos dígitos que señala el kilometraje en determinada posición, luego de transcurrir una hora, con cierta sorpresa observa otro hito que muestra el kilometraje compuesto por los mismos dígitos pero invertidos. La sorpresa será aún mayor cuando al transcurrir exactamente una hora más, vuelven a aparecer los mismos dígitos iniciales pero separados por un cero (formando un número de tres dígitos).

Usted que es un estudiante avanzado de física, debe explicarle al conductor la razón científica para lo que le acaba de ocurrir. En dicha explicación debe informar los números que aparecían en cada hito como así también la velocidad del auto; que por cierto, fue constante!!!



PT102. Escuela Modelo de San Juan
Ciudad de San Juan.

La siguiente figura muestra la estructura típica de una neurona (a modo ilustrativo). La membrana (10 nm de espesor) tiene proteínas llamadas canales iónicos, que forman poros y regulan el flujo de los iones a través de ella. La concentración de estos iones dentro y fuera de la celda conduce a un voltaje, o *potencial en reposo de membrana* ($\Delta v = V_{dentro} - V_{fuera} = -70 \text{ mV}$).



Considerando condiciones de potencial en reposo, responda:

- ¿En qué zona (interior o exterior) hay exceso de carga positiva?
- Encuentre el trabajo realizado por el sistema para que un catión $\text{Na}(+1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C})$ atraviese la membrana y la variación de energía potencial resultante.
- El trabajo realizado por el sistema para que otro anión $\text{Cl}(-1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C})$ atraviese la membrana y la variación de energía potencial resultante.
- Los procesos anteriores, ¿ocurrirían espontáneamente si los canales proteicos estuvieran abiertos permanentemente? ¿Por qué? Explique en términos de potencial eléctrico.
- Esboce en un dibujo aparte, la disposición de las superficies equipotenciales dentro y fuera de la membrana del axón.

PT103. Escuela Nueva Juan Mantovani
Argüello, Córdoba.

Dos trenes de carga A y B que llevan un solo vagón cada uno, se encuentran enfrentados en la misma vía a 100km de distancia. Las locomotoras de ambos trenes tienen una masa de 3,9Tn mientras que los vagones tienen una masa total de 3,5Tn y 2,9Tn. En el momento que se describe, los trenes viajan con la misma rapidez de 116km/h y sus locomotoras realizan una fuerza constante de impulso de 20000N. Considerando que solamente existe rozamiento entre las vías y las ruedas de los trenes, con coeficiente de rozamiento $\mu=0,04$.

- Dibujar los diagramas de cuerpo libre de los dos trenes en ese momento, indicando el valor de las fuerzas intervinientes.
- Calcular la potencia en HP utilizada por los motores de cada locomotora.
- Calcular el tiempo que demorarán los trenes en impactar.
- Suponiendo que ambos maquinistas dejan de acelerar cuando faltan 4km para el choque: ¿Cuál será la nueva velocidad de impacto?

PT104. Escuela Nueva Juan Mantovani
Argüello, Córdoba.

Un circuito eléctrico domiciliario posee un “salvavita”, cuyo nombre real es *interruptor termomagnético*, que se activa cuando la intensidad de corriente que lo atraviesa es igual o mayor a 10A. El circuito se diseñó de modo que los 30 enchufes estén en paralelo y sometidos a una tensión domiciliar de 220V. (pensarlo como un circuito de CC)

En 10 enchufes están conectadas lámparas de 20W y en otros 4 enchufes se conectan cuatro máquinas de 2HP, 6HP, 12HP y 5HP respectivamente. Los demás enchufes están libres.

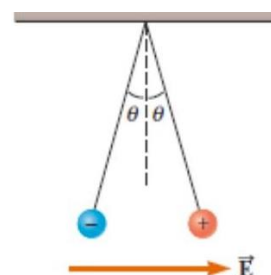
Se pide

- 1) Realizar un esquema del circuito.
- 2) Calcular la intensidad de corriente total que soportará el circuito suponiendo que se encienden todos los aparatos mencionados. Analizar qué ocurrirá con el salvavitas. ¿se acciona o no?
- 3) Suponiendo que en uno de los enchufes no ocupados, se conecta una máquina de 10HP que degrada 3 J de calor por minuto. Calcular nuevamente la intensidad de corriente total teniendo en cuenta el punto anterior.
- 4) Calcular el consumo total promedio de energía eléctrica en 30 días.

PT105. Escuela Nueva Juan Mantovani
Argüello, Córdoba.

Dos esferas de masa 2g están suspendidas de un mismo punto, sobre el techo, por un hilo no conductor de 10cm. Un campo eléctrico uniforme es aplicado en la dirección indicada en la figura.

Si las esferas tienen cargas de $q = \pm 5 \times 10^{-8} \text{ C}$, determine cuánto debe valer la intensidad del campo eléctrico para que las esferas estén en equilibrio para $\theta = 10^\circ$.



PT106. Colegio San Luis Gonzaga
Ciudad de Mendoza.

Un dispositivo de cilindro – émbolo contiene $0,1 \text{ m}^3$ de agua líquida y $0,9 \text{ m}^3$ de vapor de agua, en equilibrio a 800 KPa. Se transfiere calor a presión constante hasta que la temperatura alcanza 350°C .

Datos

- Densidad del agua: 997 kg/m^3
- C_p agua: $1 \text{ cal/gr}^\circ\text{C}$
- C_p vapor: $2,6 \text{ KJ/kg}$
- 1 atm: 101325 Pa
- 1 cal: $4,1858 \text{ J}$

- a) ¿Cuál es la temperatura inicial del agua?
- b) Determine la masa total de agua

PT107. Colegio San Luis Gonzaga
Ciudad de Mendoza.

Un bateador golpea una bola de modo que ésta adquiere una rapidez inicial de 37 m/s con una dirección de $53,1^\circ$ en un lugar donde $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

- Calcula la posición de la bola y la magnitud y dirección de su velocidad a los 2 segundos
- Determina cuándo la pelota alcanza el punto más alto y su altura en ese punto
- Obtenga el alcance horizontal desde el punto de partida hasta que la bola cae al suelo

**PT108. Colegio San Luis Gonzaga
Ciudad de Mendoza.**

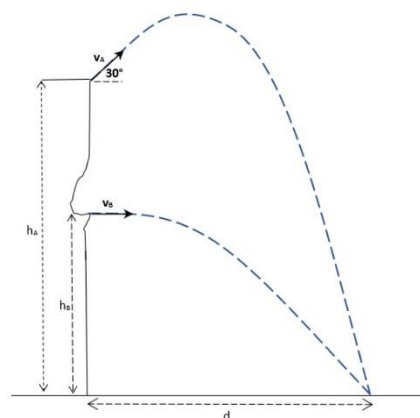
Una bala de rifle de 12 gramos se dispara a 400 m/s contra un péndulo balístico de 5 kg suspendido de un cordón de 0,600 metros.

- Calcula la distancia vertical que sube el péndulo
- La energía cinética inicial de la bala
- La energía cinética de la bala y el péndulo justo después de incrustarse la bala en el péndulo

**PT109. Escuela Normal Superior N° 6
Aristóbulo del Valle, Misiones.**

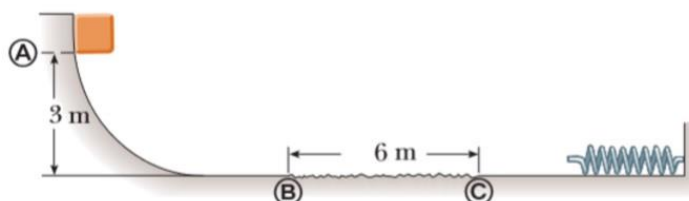
Un niño "A" está en lo alto de un barranco de altura $h_A = 40$ m y lanza una piedra con una velocidad $v_A = 24$ m/s y un ángulo de 30° . Su amigo "B" se encuentra en un saliente del barranco a una altura h_B del suelo sobre la misma línea vertical y lanza otra piedra horizontalmente con una velocidad $v_B = 36,5$ m/s.

- Determinar la componente vertical y horizontal de v_A .
- ¿Cuánto tarda en caer cada piedra, si las dos llegan al mismo sitio?
- ¿Cuánto vale h_B ?



**PT110. Escuela Normal Superior N° 6
Aristóbulo del Valle, Misiones.**

Un bloque de 10 kg se libera desde el punto A en la figura. La pista no tiene fricción excepto por la porción entre los puntos B y C, que tiene una longitud de 6 m. El bloque viaja por la pista, golpea un resorte con 2250 N/m de constante de fuerza y comprime el resorte 30 cm desde su posición de equilibrio antes de llegar al reposo momentáneamente.

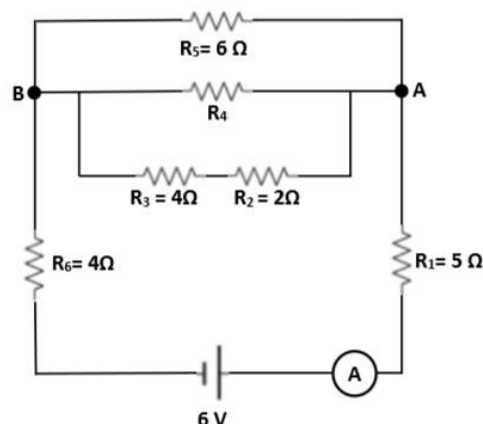


- Determinar la rapidez del bloque justo antes de llegar al punto B.
- Realizar un diagrama de cuerpo libre analizando las fuerzas presentes en el bloque, cuando el mismo viaja entre los puntos B y C.
- Hallar la rapidez del bloque luego de pasar por el punto C.
- Determinar el coeficiente de fricción cinética entre el bloque y la superficie rugosa entre B y C.

**PT111. Escuela Normal Superior N° 6
Aristóbulo del Valle, Misiones.**

El siguiente circuito posee una batería de 6 V y el amperímetro que se observa en el esquema indica una corriente de 531 mA.

- a) ¿Cuál es la caída de tensión en R_1 y en R_6 ?
- b) ¿Cuál es la caída de tensión entre los puntos A y B?
- c) Determinar la corriente que circula por R_5 .
- d) Hallar la resistencia equivalente de las resistencias R_3 y R_2 .
- e) ¿Cuál es el valor de la resistencia R_4 ?

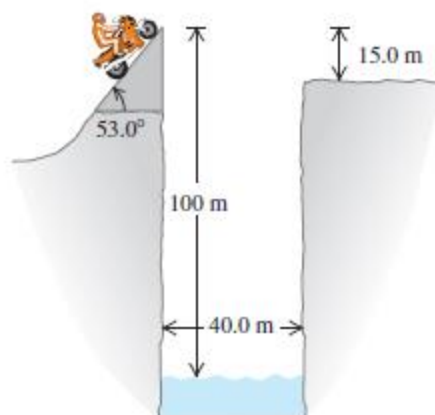


**PT112. Escuela Normal Superior N° 6
Aristóbulo del Valle, Misiones.**

Un motociclista Piranense hacía acrobacias audaces en su tiempo libre. Su última acrobacia fue un intento por saltar un río en motocicleta (figura 3.51). La rampa de despegue está inclinada a 53° , el río tiene 40.0 m de ancho y la ribera lejana está a 15.0 m bajo el tope de la rampa. El río está a 100 m abajo de la rampa. Puede despreciarse la resistencia del aire.

- a) ¿Que rapidez se necesita en el tope de la rampa para alcanzar apenas el borde de la ribera lejana?
- b) Si su rapidez era solo la mitad del valor obtenido en a) ¿donde cayó?

Figura 3.51 Problema 3.63.



**PT113. Escuela Normal Superior N° 6
Aristóbulo del Valle, Misiones.**

En la figura se observa un bloque de 5 kg que pasa por el punto A con una rapidez de 15 m/s y se desliza sin rozamiento hasta el punto B, a partir del cual existe una superficie rugosa de 10 m de longitud que culmina en el punto C. El coeficiente de roce dinámico entre el bloque y la superficie es 0,4. El tramo CD carece de rozamiento y mide 8 m de longitud. El punto E está a 8 m de la base del muro.

a) ¿Supera el bloque en su movimiento al punto C? De ser así, ¿Con qué rapidez lo hace?

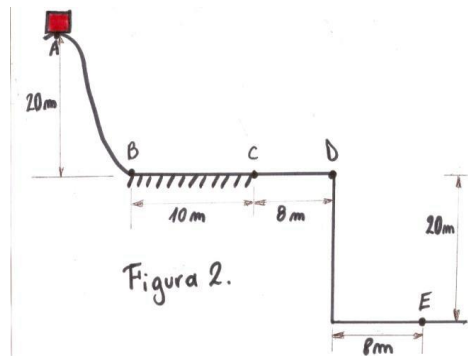
b) ¿Supera el bloque al punto D? Justifica.

c) En caso de responder afirmativamente la pregunta anterior, ¿a qué distancia del punto E caerá el bloque?

d) Grafica las fuerzas que actúan sobre el bloque en los tramos AB, BC, CD y a partir del punto D hasta su impacto contra el suelo.

e) Calcula el trabajo del peso del bloque en cada etapa del movimiento.

f) Si el punto E pudiera moverse libremente, ¿cuál debería ser su aceleración para alcanzar al bloque en el mismo instante en el que alcanza su punto de impacto contra el suelo?



Nota

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

PT114. Escuela Normal Superior N° 6 Aristóbulo del Valle, Misiones.

Un cilindro de plástico $\rho_c = 0.75 \text{ g/cm}^3$ tiene un radio $R = 10 \text{ cm}$ y una altura $H = 30 \text{ cm}$. Esta flotando en un líquido de peso específico $\rho_l = 1.35 \text{ g/cm}^3$. Volumen del cilindro $V_c = \pi \cdot H \cdot R^2$. Determinar:

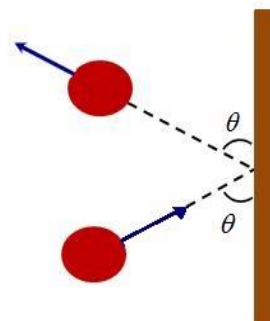
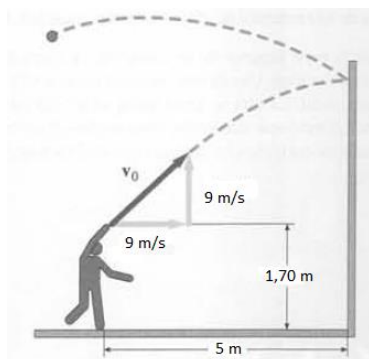
a) El peso del cilindro

b) La altura del mismo que sale de la superficie

c) Realizar un esquema del problema.

PT115. Instituto Salesiano Pío XI Ciudad de Corrientes.

Un chico que está a 5 metros de una pared vertical arroja una pelota contra ella como se muestra en la figura. La pelota sale de su mano a una altura de 1,70 m y las componentes horizontal y vertical de la velocidad inicial son de 9 m/s. Considerar el choque de la pelota y la pared como elástico, de manera que en el choque no se pierde energía.



Determinar

a) El valor y el ángulo de la velocidad inicial.

b) La altura a la que la pelota toca la pared.

c) El tiempo total que la pelota está en el aire.

d) El lugar donde la pelota tocara el suelo.

PT116. Instituto Salesiano Pío XI
Ciudad de Corrientes.

Con ayuda de una cuerda se hace girar un cuerpo de 1 kg en una circunferencia de 1 m de radio, situada en un plano vertical, cuyo centro está situado a 10,8 m del suelo horizontal. La cuerda se rompe cuando la tensión es de 11,2 kgf, lo cual ocurre cuando el cuerpo está en el punto más bajo de su trayectoria.

Se pide

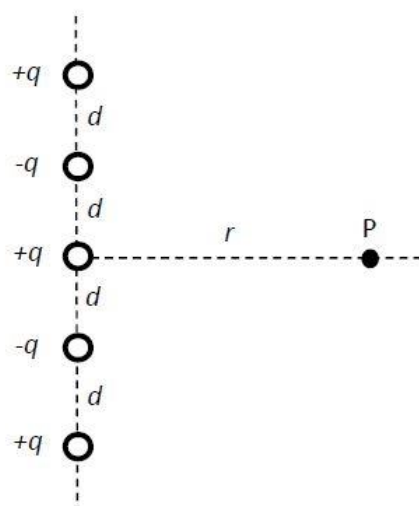
- Realizar un gráfico explicativo detallando las magnitudes que intervienen.
- ¿Qué velocidad tiene el cuerpo cuando rompe la cuerda?
- ¿Cuánto tardará en caer al suelo?
- ¿Cuál será su velocidad en el instante de chocar contra el suelo?

Datos

$$g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$$

PT117. Instituto Salesiano Pío XI
Ciudad de Corrientes.

Se colocan cinco cargas puntuales de igual magnitud q y signo alterno sobre una línea recta, separadas entre sí una distancia d . Un punto genérico P está ubicado a una distancia r sobre la línea perpendicular a la línea de cargas opuesta a la carga central, como indica la figura.



Determinar

- La expresión del campo eléctrico que originan dichas cargas en un punto P .
- ¿En qué se convierte la expresión obtenida cuando la distancia r es muy grande en comparación con la separación entre las cargas d ? Interpreta el resultado.
- Con los siguientes datos, calcular el campo eléctrico total en P .

Datos

$$q = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ C}; d = 50 \text{ cm}; r = 120 \text{ cm}; K_e = 9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2.$$

PT118. Instituto Industrial Luis A. Huergo
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Se tiene una pista como la de la figura, con una superficie que ejerce rozamiento despreciable. En los extremos hay dos carritos: el carrito A tiene una masa de 4 kg y se encuentra inicialmente quieto en una rampa a 2,45 metros de altura, mientras que el



carrito B, de 3 kg, está en reposo contra un resorte de constante 2028 N/m, comprimido 50 cm a partir de su estado de equilibrio. En cierto momento se liberan ambos carritos y se mueven por la pista hasta que chocan de manera plástica en la parte horizontal.

- Determinar las velocidades de ambos carritos inmediatamente antes y después del choque.
- Determinar qué ocurre con los carritos en términos de movimiento después del choque. En caso de que se dirijan hacia el resorte, calcular la compresión máxima del mismo. Si se dirigen hacia la rampa, hallar la altura máxima que alcanzarán.
- Determinar el impulso recibido por B y la variación de energía cinética que experimenta
 - debido al resorte
 - debido a su choque con el carrito A.
- Manteniendo iguales al resto de los parámetros, ¿cuál debería ser la constante del resorte para que los carritos se detengan al chocar?

PT119. Instituto Industrial Luis A. Huergo
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Consideremos helio (gas ideal monoatómico $c_v=3R/2$) en el estado inicial A: $p_A=10^5$ Pa, $V_A=10^{-2}$ m³ y $T_A=300$ K. Se llevan a cabo las siguientes transformaciones:

A-B: Transformación isoterma reversible siendo $V_B=2 \cdot 10^{-2}$ m³

B-C: Transformación isócora ($V=\text{cte}$) reversible siendo $T_C=189$ K

C-A: Transformación adiabática reversible, que devuelve al gas a sus condiciones iniciales.

- Determinar el número de moles de helio, confeccionar una tabla en la que aparezcan los valores p , V y T en los tres estados A, B y C, y dibujar el ciclo en el diagrama p - V .
- Calcular el trabajo W , el calor Q , y la variación de energía interna ΔU , del gas para cada uno de los procesos.
- Calcular el trabajo neto realizado por el helio.
- Determinar el rendimiento de este ciclo como motor térmico.

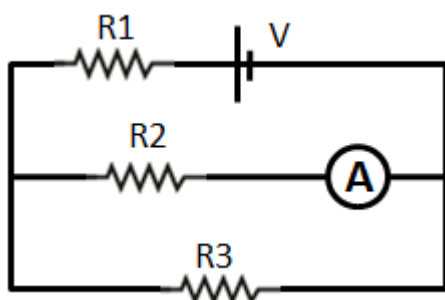
Dato

$$R=8.314 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$$

PT120. Instituto Industrial Luis A. Huergo
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Consideremos el circuito eléctrico de la figura, el cual es alimentado por una fuente de tensión " V ". El amperímetro " A " mide la intensidad de corriente eléctrica que circula por la resistencia de 100Ω . Suponiendo que la a fuente de tensión y el amperímetro son ideales:

- ¿Qué valor de corriente indica el amperímetro?
- ¿Qué potencia eléctrica se disipa en la resistencia de 400Ω ?
- ¿En cuánto aumenta cada potencia si la fuente era de 12 V ?



Datos

$$\begin{aligned} V &= 6 \text{ V} \\ R1 &= 120 \Omega \\ R2 &= 100 \Omega \\ R3 &= 400 \Omega \end{aligned}$$

PT121. UEGP N° 55 Don Orione
Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco.

Cuando florecen los Lapachos.

Empieza a florecer el lapacho y los dorados del río Paraná están al acecho. Lucas nota que en la otra orilla del río, bien frente donde está, los “tigres del Paraná” están en plena actividad. Prepara su mejor señuelo, el que tiene los ojos formados con el número 11, porque es el que le trae suerte y con el que atrapó las presas más grandes, y decide sumarse a la acción. Imaginándose como un francotirador, apuntando la caña a los lomos de esas bestias color de sol radiante, advierte que la corriente es rápida y los remos de la piragua, cortos. Se concentra como un físico teórico realizando un experimento mental y piensa: 50 metros de bravura y una corriente con rapidez de 3 metros en cada segundo río abajo, espera un momento y después de un fuerte sapucaí comienza la hazaña.

La piragua, Lucas y la ilusión se desplazan perpendicularmente a la orilla del frente, donde la fiesta de las fieras continúa, con un movimiento uniforme de 5 metros en cada segundo que pasa, sin cambiar su dirección recta.

- a) ¿Cuánto tiempo le llevará a Lucas cubrir la distancia que lo separa de la zona deseada?
- b) ¿Llegará al lugar donde se encuentran los dorados? De no ser así, calcula a que distancia del punto exacto se encontrará.
- c) ¿Qué velocidad llevará la piragua con respecto a la orilla del río y que distancia recorrerá hasta alcanzarla?

Llegando la noche, oscura porque la Luna no lo acompañaba, luego de una experiencia de dulces y amargos, observa una luz azul a lo lejos y luego de 12 segundos escucha una explosión, sin embargo no es solo eso, sino que pasado un minuto exactamente se ve otra luz de color amarillo, pero la explosión ya tardó menos en llegar a los oídos de Lucas, fueron solo 9 segundos. Entonces decidió calcular a que distancia de la explosión se encontraba y cuantos minutos le quedaban de paz y soledad en el río que ya se había tranquilizado y la brisa del viento no se percibía ni en su rostro húmedo. Sabiendo que la velocidad del sonido en el aire es de 330 m/s.

- d) ¿Cuánto tiempo le queda a Lucas hasta que esas misteriosas explosiones ocurran aproximadamente a 1 kilómetro de donde él se encuentra?
- e) ¿Cuántas explosiones escuchará en total antes de despedirse del río hasta la próxima jornada, teniendo en cuenta la distancia calculada anteriormente, que le dará la oportunidad de irse sin que nadie lo notara?

PT122. UEGP N° 55 Don Orione
Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco.

Retomando viejos entretenimientos en un mundo globalizado!!!

Luego de muchos años de descanso, el payaso plin-plin, decide volver a su actividad, y como debe realizar algo realmente sorprendente para atrapar a su nuevo público, se pone a diagramar un experimento... piensa y piensa, y de pronto se le ocurre y exclama: **Eureka!!!! El gran genio de Arquímedes me iluminó!!!** Voy a elevarme por el aire con un manojito de globos... Para lo cual debe realizar un par de cálculos para saber cuánto gas de helio necesita y cuantos globos para llevar a cabo su experimento..... pero... había un problema, ya que plin-plin se dio cuenta que no era muy bueno para las matemáticas, entonces se sentó triste sobre el cordón de la vereda, y en eso pasó un adolescente que volvía del colegio Don Orione, quien se acerca y le pregunta que le sucedía, cuando pli-plin le cuenta; el adolescente de nombre Jorge le dijo, yo puedo ayudarte, me gusta mucho la física y la matemática; si querés ya hacemos los cálculos: Plin-plin y Jorge, necesitan calcular la cantidad de helio necesario para poder elevarse; sabe que su masa es de 75 Kg, y que los globos pueden inflarse y quedar con forma totalmente esféricos hasta tener un diámetro de 30 cm y una presión absoluta interna de

1,035 atm. Además sabe que la temperatura del lugar será de unos 22°C y la presión atmosférica estará a 1 atm.

- Realice un esquema de la situación planteada.
- Calcule la cantidad de globos que necesitará inflar plin-plin, para elevarse.
- Determine la cantidad de moles de Helio necesarios para dicho acontecimiento.
- Calcule la cantidad de litros de helio utilizados.
- Si se sabe que la densidad del aire va cambiando en la altura y considerando que cada 500m decae unos 0,1Kg/m³ y que la temperatura desciende 1°C cada 50m, a partir de los 20 m. Determine la altura máxima que podría alcanzar plin-plin, bajo dichas condiciones.

Datos

$$\rho = 0,1785 \text{ Kg/m}^3$$

$$m_{\text{globo desinflado}} = 25\text{g}$$

$$V_{\text{est}}: \frac{4}{3}\pi \cdot r^3$$

$$P_{\text{atm}}: 1 \text{ atm}$$

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

$$M_{\text{aire}}: 29\text{g/mol}$$

$$M_{\text{helio}}: 4 \text{ g/mol}$$

$$fV = 0,235 \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$$

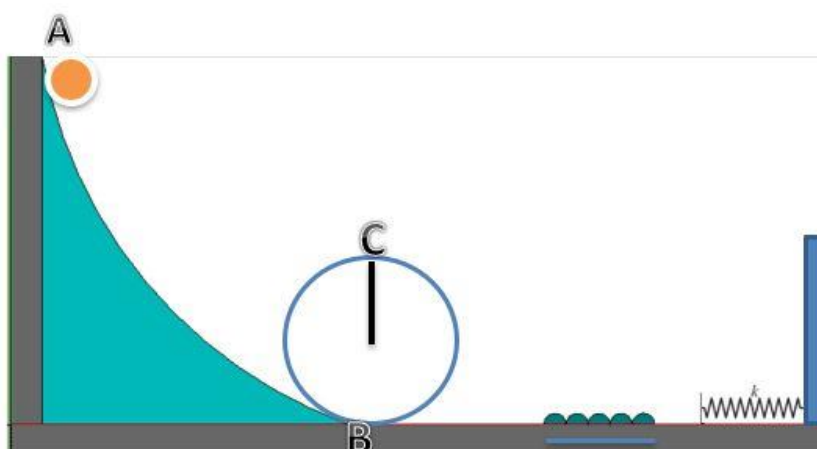
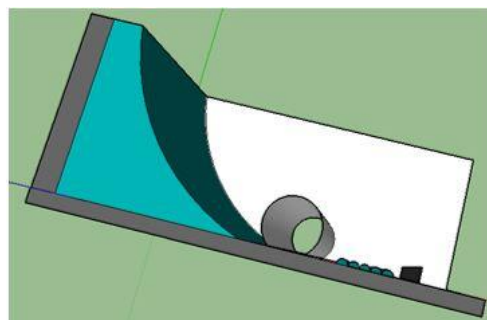
PT123. UEGP N° 55 Don Orión Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco.

El arquitecto de alto riesgo

Un arquitecto, fanático de los deportes de alto riesgo, desea fabricar una pista de skating, como se muestra en la figura, pero antes, construyó una maqueta para realizar pruebas con un objeto esférico.

La esfera utilizada tiene unos 0,45 Kg, la pista tiene una parte sin fricción, un rulo de 0,20m de radio y luego una zona con fricción de 0,55 m de longitud, como se muestra en la figura, cuyo coeficiente de rozamiento cinético es 0,5; luego choca contra una colchoneta unida a un resorte de constante elástica 100 N/m. La altura superior de la maqueta es de 1m. Calcular

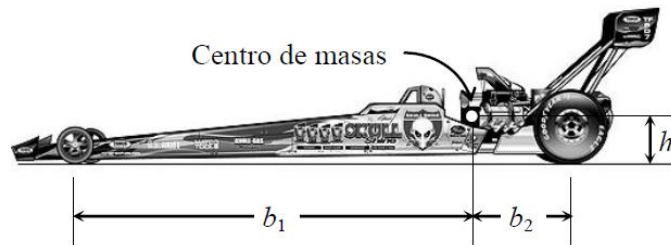
- La velocidad en el punto B, es decir antes de entrar al rulo.
- La velocidad en el punto C.
- La velocidad al pasar por el punto B, cuando vuelve.
- Altura máxima que sube y donde se detiene.



Considerar la Fuerza de gravedad 9,8m/s²

Dragster

Los dragster son una especie de coches alargados que compiten en carreras de aceleración, en las que en cortos recorridos rectos alcanzan elevadas velocidades en pocos segundos. En la fotografía adjunta de uno de estos engendros, se muestra con un círculo blanco la



posición del centro de masas y algunos parámetros geométricos que necesitaremos.

Aunque juegan un papel muy importante, para simplificar el problema, no se va a tener en cuenta la influencia de los elementos aerodinámicos (alerones) que hay tanto en la parte anterior como en la posterior del dragster. Se considera que en todo momento las ruedas motrices ruedan sin deslizar.

La fuerza de rozamiento entre la pista y las ruedas motrices (las posteriores, naturalmente) es la que hace avanzar el coche. Lógicamente, para que la aceleración sea máxima interesa que dicha fuerza de rozamiento lo sea también.

- Haga un diagrama de cuerpo libre del dragster indicando las fuerzas exteriores que actúan sobre él durante el proceso de aceleración.
- Sin tener en cuenta ningún tipo de fuerza de resistencia, salvo la de rozamiento con la pista, y tomando como coeficiente de rozamiento estático $\mu_e = 0,90$ y como valor de la aceleración de la gravedad $g = 10 \text{ m/s}^2$, obtenga la expresión de la aceleración máxima del vehículo, a_{max} , y calcule su valor.

La distribución de las fuerzas, es decir las relaciones entre b_1 , b_2 y h son determinantes para lograr la máxima aceleración.

- Determine la relación que debe existir entre b_2 y h para que la aceleración sea máxima sin que el dragster haga "willy", es decir, manteniendo las cuatro ruedas sobre el suelo durante todo el recorrido.
- Si la longitud de la pista es $L = 400 \text{ m}$, determine las expresiones de la velocidad al final del recorrido, v_f , y del tiempo transcurrido en el recorrido, T_f , y calcule sus valores. Considere que en todo momento el vehículo se mueve con la aceleración máxima.

Una vez recorrida la pista de aceleración, cuando se supone que su velocidad es la máxima, v_f , los dragster despliegan un paracaídas para frenar. La fuerza de resistencia que ejerce el paracaídas es:

$$F_R = \frac{1}{2} \rho S C_D v^2$$

En la que v es la velocidad del dragster, $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ es la densidad del aire, $S = 3,0 \text{ m}^2$ la superficie que el paracaídas presenta al flujo de aire y $C_D = 1,2$ un coeficiente, llamado de forma, que supondremos independiente de la velocidad.

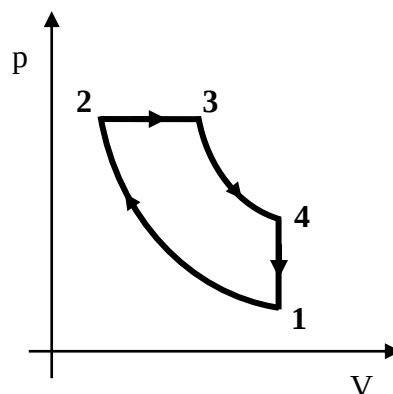
- Si la masa del dragster es $M = 1500 \text{ kg}$ y despreciando cualquier otra fuerza de rozamiento, determine el tiempo T_p que transcurre desde que el piloto abre el paracaídas hasta que la velocidad del dragster se reduce en un 50%, es decir a un valor $V_p = V_f / 2$.

Ayuda

$$\int_{v_1}^{v_2} \frac{dv}{v^2} = \frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_2}$$

Ciclo

Una máquina térmica realiza un ciclo compuesto por una compresión adiabática (1→2), seguida de una expansión isobárica (2→3), una expansión adiabática (3→4), y una descompresión isocórica (4→1). Este ciclo se realiza sobre un mol de gas ideal ($R = 8,3143 \text{ J/mol K}$, $c_p/c_v = \gamma = 1,4$). En el estado 1, al inicio del ciclo, el gas está a una presión de 50 kPa, siendo su temperatura 270 K. Además, se sabe que la relación de compresión (volumen máximo a mínimo) es $r = V_{\text{máx}}/V_{\text{mín}} = 15$ y la temperatura máxima que alcanza es 1500 K.



Calcular

- a) los valores de las variables termodinámicas en cada uno de los estados (1,2,3 y 4, indicados en el diagrama p-v), completando el cuadro siguiente,

	1	2	3	4
P [kPa]				
V [m ³]				
T [K]				

- b) los calores intercambiados y trabajos realizados por el gas en cada transformación, completando el cuadro siguiente,

	1→2	2→3	3→4	4→1
Q [J]				
W [J]				

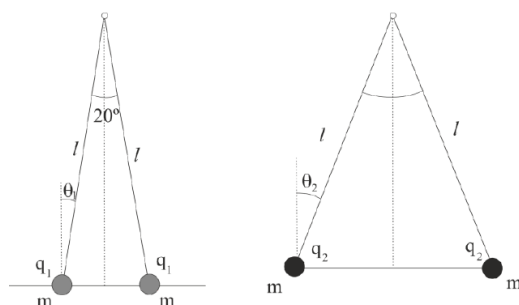
- c) Calcule el rendimiento del ciclo.

Electroscopio

El electroscopio consta de dos láminas delgadas de oro o aluminio que están fijadas en el extremo de una varilla metálica que pasa a través de un soporte. Cuando se toca la bola del electroscopio con un cuerpo cargado, las hojas adquieren carga del mismo signo y se repelen. La fuerza de repulsión electrostática se equilibra con el peso de las hojas. Un modelo simplificado de electroscopio consiste en dos pequeñas esferas de masa m cargadas con cargas iguales q y del mismo signo que cuelgan de dos hilos de longitud l , tal como se indica la figura. Una vez que está en equilibrio, se pueden determinar los diferentes parámetros que intervienen.

Se sitúan dos partículas de masa m con cargas iguales q_1 suspendidas de sendos hilos iguales de longitud l , observándose que se separan un ángulo de 20° ($\theta_1 = 10^\circ$).

Posteriormente se eleva la carga de las partículas hasta un valor q_2 y se observa que el ángulo que forman entre ellas es ahora el doble.



- ¿Qué relación hay entre los valores de las cargas q_1 y q_2 ?
- Si la longitud del hilo es 30 cm y q_1 tiene un valor de 20 nC ¿Cuánto valen las masas de las partículas?

Datos

$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

PT127. Colegio Nacional de Buenos Aires Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

¡Jack y Rose pudieron haberse salvado??

Titanic, una película dirigida por James Cameron y lanzada en 1997, ha sido el récord de taquilla de cine más grande de todos los tiempos. El trágico naufragio del transatlántico en su viaje inaugural es el telón de fondo de una historia de amor imposible involucrando a Jack (Leonardo DiCaprio) y Rose (Kate Winslet).

La escena 1después del naufragio muestra a Rose flotando sobre una puerta de madera mientras Jack está adentro del agua (Fig. 1.1). Esta imagen deja ver que habría espacio para la pareja, y no sólo para Rose, para permanecer en el fragmento, y sugiere que ambos podrían haber sobrevivido al naufragio.



Suponiendo que la puerta es un paralelepípedo de dimensiones 2.40m x 0.70m x 0.10m y que la densidad del agua de mar es $1.024 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ y la densidad de la madera, 550 kg/m^3

- Determinar el Empuje máximo ejercido por el agua sobre la puerta
- Si el peso de Jack es de 75 kgf, y el de Rose, 60kgf, y se ubican como en la Figura 1.2 ¿Es posible que los ambos se salven? JUSTIFICAR



- ¿Cuál debe ser la mínima porción hundida de la puerta, para que sólo se salve Rose?

Ahora el largo de la puerta es de 1.20 m, la misma se hunde por completo y los enamorados se ubican como en la Fig 1.3.

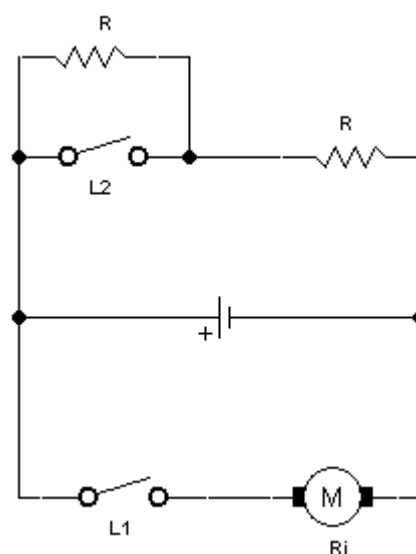


- d) Considérese el eje que pasa por el centro de masas de la puerta y que es longitudinal a la pareja. A qué distancia máxima del mismo debe ubicarse cada uno para que la puerta no rote?

**PT128. Colegio Nacional de Buenos Aires
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.**

En el circuito de la figura 2, considere que el motor eléctrico M tiene un rendimiento de 0,7 y transforma energía eléctrica en calor a través de una única resistencia interna R_i , de 3Ω , por la que circula una corriente de 2A. Sabiendo que cuando se cierran todas las llaves, la fuente entrega energía con una potencia de 60w, determine

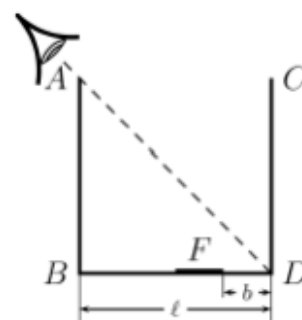
- La potencia a la que consume energía eléctrica el motor
- La energía mecánica que éste entrega en 2 horas
- La diferencia de potencial que provee la fuente
- El valor de las resistencias R y la corriente que circula por ellas
- Al abrir la llave L2, el calor que disipa la resistencia R que está en paralelo con L2 es utilizada para calentar 200g de agua a la temperatura inicial de 10°C . ¿Cuánto tiempo tardará en empezar a hervir el agua?



**PT129. Colegio Nacional de Buenos Aires
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.**

Un recipiente cúbico con paredes opacas fue colocado de modo tal que el ojo de un observador no ve su fondo, pero sí la pared CD completa (ver figura 3)

- ¿Cuál debe ser el ángulo de refracción en la interfaz aire-agua para que el observador comience a ver un objeto F que se encuentra a una distancia b del vértice D?
- ¿Cuál debe ser el nivel de agua en el cubo para que el observador comience a ver un objeto F que se encuentra a una distancia b del vértice D?

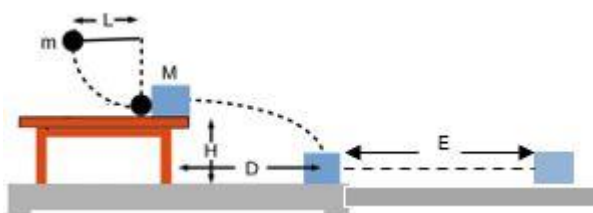


Datos

$n_a = 4/3$; $b = 15 \text{ cm}$.

**PT130. Escuela Técnica N° 28 República Francesa
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.**

Para calcular la distancia D a la que cae el bloque de acero con masa $M = 2.0$ kg, y detenerse a una distancia E , como se muestra en la figura, resolver los siguientes incisos:



- Una bola de acero de masa $m = 0.45$ kg, amarrada a un cable de masa despreciable y longitud $L = 70$ cm se deja caer a partir del reposo, ¿qué velocidad V_0 tiene la bola cuando golpea al bloque?
- Después de que la bola choca elásticamente con velocidad V_0 con el bloque de masa $M = 2.0$ kg ¿con qué velocidad V se mueve dicho bloque?
- El bloque de acero sale “disparado” con la velocidad V horizontalmente y sigue a continuación una trayectoria parabólica, cayendo desde la altura $H = 0.6$ m encontrar el valor de D .
- Teniendo en cuenta que el coeficiente de rozamiento dinámico es $\mu = 0.02$ entre el bloque y el piso, y que no se produce ningún rebote del bloque con el piso, determinar la distancia E , entre D y su detención al segundo de caer.

**PT131. Escuela Técnica N° 28 República Francesa
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.**

Un electrón se acelera por la acción de una diferencia de potencial de 100 V y, posteriormente, penetra en una región en la que existe un campo magnético uniforme de 2 T, perpendicular a la trayectoria del electrón.

- Calcula la velocidad del electrón a la entrada del campo magnético.
- Halla el radio de la trayectoria que recorre el electrón en el interior del campo magnético.
- Halla el periodo del movimiento.

**PT132. Escuela Técnica N° 28 República Francesa
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.**

Una habitación cerrada de 50 m³ se encuentra a la misma temperatura (10 °C) y presión (1 kp/cm²) del exterior. Se conecta la calefacción y al cabo de un rato la temperatura interior ha subido a 25 °C. Calcular:

- La nueva presión interior.
- El calor suministrado, considerando el aire como gas ideal diatómico y que las paredes no se calientan ni conducen el calor.
- La cantidad de gas que sale al abrir una ventana, suponiendo que la temperatura interior no varía.
- Suponiendo ahora que la ventana de vidrio (de 1 m² de área y $0,4$ cm de espesor) está cerrada y su conductividad térmica es de $0,6$ W/m·K, calcular el flujo calorífico aportado por la calefacción para mantener la temperatura constante.

**PT133. Escuela Técnica N° 9 Luis A. Huergo
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.**

Se dispone de un cañón, en posición fija, que puede disparar un proyectil de $m = 875$ kg a $v_0 = 750$ m/s. Se sabe que el tiempo mínimo entre disparos es 30 s. Despreciar la

resistencia del aire. El ángulo de elevación puede llegar hasta 90° .

- Calcular el máximo alcance, y para ese caso, el ángulo formado con la horizontal, la altura máxima de la trayectoria, el instante en que ocurre, y el tiempo total hasta el impacto.
- Calcular cuántos disparos consecutivos pueden efectuarse a 20 km de distancia antes del impacto del primer proyectil.
- Para demostrar habilidad, se intenta hacer chocar dos proyectiles, lanzados por el mismo cañón, en el aire; de ser posible, dar una solución a este problema.
- Se dispara a un blanco a 32,5 km y luego a otro a menor distancia. Calcular en que radio se encuentra este segundo blanco, y el ángulo de elevación del disparo, si los dos proyectiles fueron efectuados con 30 segundos de diferencia e impactan al mismo tiempo.
- La masa móvil que retrocede luego de un lanzamiento horizontal es de 120 toneladas. Calcular V_{aprox} de tal masa, un instante luego del disparo y previo a que actúe el sistema de amortiguamiento.
- Continuando la situación del punto e), se sabe que la masa se desplaza 45 cm en su basamento hasta detenerse. Calcular la fuerza considerada constante que actuó para detenerla.

Datos

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$2 \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha = \sin 2\alpha$$

PT134. Escuela Técnica N° 9 Luis A. Huergo Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

En la expedición oceanográfica de este año se tienen variados objetivos. Pero se fija la atención en resolver los siguientes aspectos técnicos y curiosos fenómenos, relativos a la actividad exploratoria y la maniobra del buque.

- Un buceador que explora el fondo del mar cerca de la costa, observa desprenderse una burbuja desde un depósito submarino. El diámetro de la burbuja supuesta esférica es de 10 cm a 20 m de profundidad, calcular su volumen al emerger si la temperatura permanece invariable.
- Una porta que da a cubierta y solo puede abrirse hacia el interior, soporta una sobrepresión, en el lado interno, de 50 Pa. Su forma es rectangular y sus dimensiones 80 cm de ancho por 200 cm de alto. Calcular la fuerza mínima necesaria para abrirla desde el lado extremo opuesto a la bisagra.
- Debido a un temporal, un golpe de mar impacta sobre la porta del punto b). Si la velocidad de la masa de agua es $v = 15 \text{ m/s}$ y su volumen $V = 5 \text{ m}^3$, calcular la mínima fuerza, considerada constante, para detenerla en 0,2 s.
- El propulsor del buque es un sistema de chorro de agua a alta velocidad; su radio en la sección circular de entrada es 1,2 m y 0,5 m el de salida. Siendo $Q = 6 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, calcular v_{chorro} en los conductos de entrada y salida, y la fuerza que ejerce el chorro de agua saliente sobre el tren de empuje del buque.
- La potencia entregada por los motores es 3 MW a $v_{\text{max}} = 15 \text{ m/s}$ en mar calmo, calcular la fuerza de resistencia que opone el mar al barco. El sistema de propulsión se compone del motor y la turbina que expelle el chorro de agua. La eficiencia de los componentes es $\eta_{\text{motor}} = 0,5$ y $\eta_{\text{turbina}} = 0,3$.

Datos

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

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

PT135. Escuela Técnica N° 9 Luis A. Huergo
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Desde un observatorio terrestre se descubre un curioso cuerpo celeste. Se ubica un satélite en una órbita circular alrededor de tal cuerpo -esférico-, para investigar las condiciones en vista de su posible habitabilidad.

- Calcular la densidad media del cuerpo.
- Dada la altura de la órbita, 300 km, calcular el período de la misma y la velocidad tangencial del satélite.
- En su viaje, los paneles solares del satélite de área 6 m^2 , apuntan directamente al sol, mediante un sistema automático que los dirige en la dirección correcta. Calcular la máxima distancia a la que puede alejarse del sol, y aún mantener sus sistemas en funcionamiento durante 6 horas por día, si la potencia sumada de todos los equipos es 25 W. La conversión de la energía recibida en energía eléctrica se efectúa con un rendimiento cercano al 25%, y la electricidad generada puede almacenarse en baterías casi en su totalidad.
- Una antena tal la mostrada en la figura, está compuesta por un conductor con dos áreas de sección constante, una del doble de la otra. Para controlar la fabricación se aplican 12 V entre los extremos indicados A y B. Calcular la intensidad de corriente que circula en el circuito, y la ddp que debe medirse entre los puntos C y D si la sección de los conductores es la correcta. Existen solo dos valores para la longitud entre nodos, L o L/2. Cada tramo de conductor de la cruz central interior al cuadrado, tiene un área de sección mitad del resto del circuito. La resistividad del material es $\rho_{\text{conductor}} = 2,4 \cdot 10^{-5} \Omega\text{m}$, el radio de la menor sección es $r = 3 \text{ mm}$, y el lado del cuadrado mide $L = 2 \text{ m}$.

Datos

$$m_{\text{planeta}} = 2,5 \cdot 10^{23} \text{ kg}$$

$$r_{\text{planeta}} = 2700 \text{ km}$$

$$V_{\text{esfera}} = \frac{4}{3} \pi r^3$$

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

$$1 \text{ UA} \approx 1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$$

Intensidad media de radiación solar en la tierra, en la parte alta de la atmósfera:

$$I = 1365 \text{ W m}^{-2}$$

PT136. Colegio N° 9-002 Tomás Godoy Cruz
Ciudad de Mendoza.

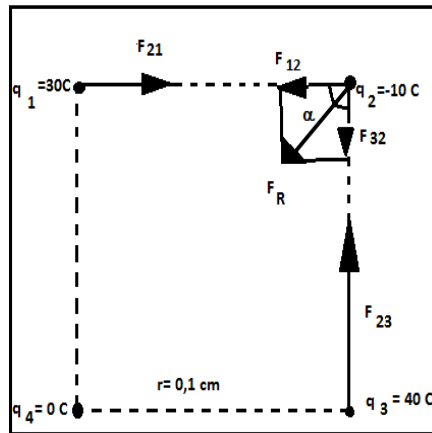
Luisa la chica, enamorada de Superman, en esa historieta, que pesa 540 N se cae desde lo alto de un edificio de 180 m de altura, y desciende en caída libre.

Superman llega a lo alto del edificio a los 4 s después del inicio de la caída de Luisa y se lanza, con velocidad constante para salvarla.

- ¿Cuál es el mínimo valor de la velocidad que Superman debe desarrollar para alcanzar a su admiradora antes de que se choque contra el suelo?
- Suponiendo que logra salvarla, ¿A qué distancia del piso logra rescatarla?
- ¿Cuánto se demora en llegar?

PT137. Colegio N° 9-002 Tomás Godoy Cruz
Ciudad de Mendoza.

En los vértices de un cuadrado imaginario de 0,1 cm de lado hay cargas de 30 C, -10C, 40 C y 0C. Encuentre la fuerza resultante sobre el vértice de -10 C.



**PT138. Colegio N° 9-002 Tomás Godoy Cruz
Ciudad de Mendoza.**

- ¿Cuál es la presión total sobre la espalda de un buzo profesional en un lago a una profundidad de 8 m?
- ¿Cuál es la fuerza sobre la espalda del buzo, debida únicamente al agua, tomando la superficie de la espalda como un rectángulo de 60 cm por 50 cm?
- ¿Cuál es la fuerza ejercida sobre la espalda del buzo cuando se encuentra flotando en la superficie?

Datos

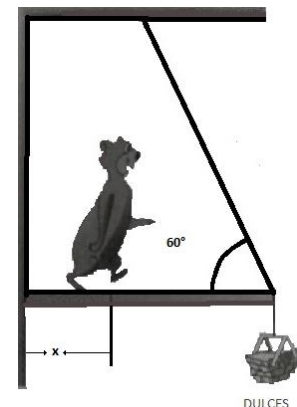
Densidad del agua: $1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$

Presión atmosférica: $1,01 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$

**PT139. Colegio N° 4-003 Emilio Civit - Departamento de Aplicación Docentes*
Maipú - *Ciudad de Mendoza, Mendoza.**

Un oso goloso de 700N camina en una viga en un intento por recuperar algunos dulces que cuelgan del extremo en una canasta. La viga es uniforme, pesa 200N y mide 6m de largo, la cesta con los dulces pesan 80 N.

- Trace el diagrama de cuerpo libre de la viga
- Cuándo el oso está en $x=1\text{m}$, determine la tensión del alambre y los componentes de la fuerza de reacción en la bisagra
- Si el alambre puede resistir una tensión máxima de 900N, ¿Cuál es la distancia máxima que el oso puede caminar antes de que se rompa el alambre?



**PT140. Colegio N° 4-003 Emilio Civit - Departamento de Aplicación Docentes*
Maipú - *Ciudad de Mendoza, Mendoza.**

El barco del desierto

Los camellos necesitan muy poca agua porque pueden tolerar cambios relativamente grandes en su temperatura corporal. Mientras que las personas mantienen su temperatura corporal constante dentro de un intervalo de 1 a 2 C°, un camello deshidratado deja que su temperatura corporal baje a 34 °C de noche y suba a 40°C de día. Para ver lo eficaz que es este mecanismo para ahorrar agua, calcule cuántos litros

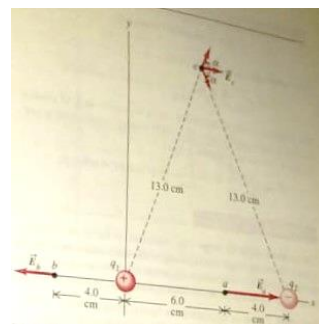
de agua tendría que beber un camello de 400 kg, si tratara de mantener su temperatura corporal en 34 °C mediante evaporación de sudor durante el día (12 h), en vez de dejar que suba a 40°C. (Nota: la capacidad calorífica específica de un camello u otro mamífero es la de una persona representativa es de 3480 J/(kg.K) y el calor de vaporización del agua a 34 °C es de $2,42 \cdot 10^6$ J/kg.

PT141. Colegio N° 4-003 Emilio Civit - Departamento de Aplicación Docentes*
Maipú - *Ciudad de Mendoza, Mendoza.

Campo de un dipolo eléctrico

Las cargas puntuales q_1 y q_2 de +12nC y -12nC, respectivamente, están situadas a 0,1 m de distancia entre ellas. Esta combinación de dos cargas puntuales con igual magnitud y signo opuesto se llama dipolo eléctrico. Tales combinaciones ocurren con frecuencia en la naturaleza. Calcule el campo eléctrico causado por q_1 , el campo eléctrico causado por q_2 y el campo total en

- a) el punto a
- b) el punto b
- c) el punto c



PT142. EPET N° 4 Juan Agustín Larrús
General Acha, La Pampa.

El cazador y el jabalí

En la zona que vivimos se practica mucho la cacería del jabalí donde se encuentra muchos cotos de caza en cual tienen apostadero colocados para que los cazadores se encuentren cómodos

Un cazador se aposto para poder cazar un jabalí de tamaño importante que pasa por un portillo donde lo ve, él se encuentra a 150 mts en el momento que aparece el animal que tiene solo 3 mts que lo puede ver

Graficar la situación

El arma con la cual dispara balas de 50grs con una velocidad de salida del caño de 350 m/s tiene rose con el aire coeficiente de rozamiento es de 0,003

Determinar

Desde el momento que parece el animal que camina a una velocidad de 2,88 km/h ¿cuánto demora en pasar?

¿Con que velocidad llega la bala al lugar de impacto?

¿Qué tiempo tiene el cazador para disparar y pegar en el blanco antes que deje de verlo?

PT143. EPET N° 4 Juan Agustín Larrús
General Acha, La Pampa.

Taller de electricidad

En la institución para el taller se desea conectar lámparas de linternas incandescentes de 3 volt y 0,3 A a una fuente de 24 volts

Dibujar el circuito

Calcular

- a) la resistencia de la lámpara
- b) caída de tensión que se necesita para prender la lámpara sin quemarla
- c) que resistencia se debe colocar para no estropear la misma

De no contar con la resistencia exacta y tuviéramos estas:

2 de 35 ohm

1 de 50 ohm

2 de 20 ohm

2 de 140 ohm

3 de 210 ohm

d) ¿Cómo podríamos hacer?

Dibujar los circuitos posibles por lo menos 3 posibilidades

e) Si tuviéramos una fuente de 12 volt ¿qué pasaría?

PT144. EPET N° 4 Juan Agustín Larrús

General Acha, La Pampa.

En las zonas quinta de la ciudad se han comprados muchas piletas de fibra algunos se preguntan porque se las debe enterrar y no dejar al aire se toma como ejemplo una medida estándar para sacar algunos datos

Las dimensiones de una piscina rectangular son 30 m de largo, 15 m de ancho y 3 m de profundidad.

Encontrar

a) La presión manométrica en el fondo de la piscina.

b) La fuerza total en el fondo debida al agua que contiene.

c) La fuerza total sobre una de las paredes de 15 m, por 3 m.

d) La presión absoluta en el fondo de la piscina en condiciones atmosféricas normales, al nivel del mar.

Que ocurriría si la pileta se llenara con agua de la laguna de utracán ubicada a 10 km de la localidad donde la densidad es de $1,029\text{g/cm}^3$

PT145. Escuela Philips

Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Atrapado en el espacio

Año 2167. El intrépido e inteligente astronauta Tomás despierta de su cámara criogénica en la cual había dormido por varios años, a bordo de su nave espacial, La Renaissance. Tomás se encuentra actualmente solo en una misión espacial para recolectar información de galaxias lejanas. Sin embargo, al despertar y ver los registros de la nave se da cuenta de que se ha desviado de su curso original y ha caído en órbita en una estrella desconocida. Con la ayuda de su nave, Tomás debe encontrar la manera de escapar del campo gravitatorio que lo mantiene en órbita, para poder continuar con su misión.

Parte 1: Recolección de datos

Al darse cuenta de que esta estrella tiene un pequeño planeta orbitando a un radio menor que el de él, lo primero que decide hacer es calcular su propio radio orbital. Para ello espera hasta el momento justo y manda un haz de luz hacia el planeta, en la misma dirección en la que se mueve el planeta en ese momento, lo que puede determinarse con los sensores de la nave. El haz rebota en el planeta y es absorbido por el sensor de la nave un tiempo $t_1=5\text{ min}$ después. En este momento, Tomás observa que la distancia angular entre el planeta y la estrella es $\alpha=60^\circ$. La situación se muestra en la Figura 1 (no a escala).

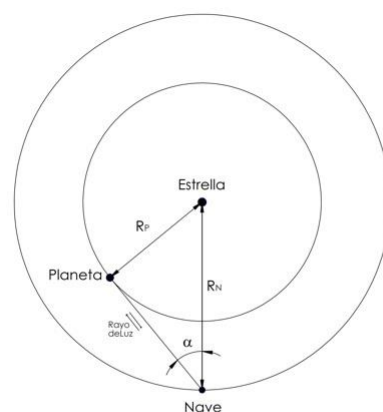


Figura 1

- a) Con los datos dados y sabiendo que la velocidad de la luz en el vacío es constante y vale $c = 299792458 \text{ m/s}$, calcular el radio orbital de la nave y del planeta.
- b) Habiendo observado (con la debida protección), que desde la nave la estrella abarca una región angular $\beta=10^\circ$, como se ve en la figura 2, calcular el radio de la estrella, que Tomás cree le puede ser útil en algún momento.



Figura 2

Para poder planear su escape, Tomás necesita saber también la masa de la estrella. Para esto decide aprovechar la tercera ley de Kepler y medir su periodo de giro. Pero al no poder encontrar una buena referencia para determinar cuando dio una vuelta, decide en su lugar medir el tiempo que hay entre la primera y segunda vez que se cruza con el planeta, siendo este tiempo $t_e=240 \text{ días}$ aproximadamente.

- c) Considerando que todos los movimientos ocurren en un mismo plano y que tanto el planeta como la nave orbitan en sentido de giro horario, calcular la masa de la estrella.

Parte 2: el escape

- d) Con los datos hallados, calcular la velocidad necesaria de la nave para escapar el campo gravitatorio de la estrella, esto es, la velocidad de escape. Tome $M_E = 1.72 \times 10^{31} \text{ kg}$ si no pudo resolver el punto c).

Ahora que Tomás sabe la velocidad a la que tiene que ir para escapar, quiere saber cuánta energía necesita para llegar a esa velocidad. El principio básico de los propulsores de la nave es expulsar un gas a alta velocidad, para así aumentar la velocidad de la nave en la dirección opuesta (puede pensarlo como un choque explosivo donde ambas masas, la nave y el gas, comienzan juntas y se separan en direcciones opuestas). La masa de La Renaissance es $M=500.000 \text{ kg}$ (sin contar el gas que se expulsará) y la masa máxima de gas que se puede propulsar es $m=1000 \text{ kg}$. Asuma que los propulsores pueden acelerar casi instantáneamente el gas hasta cualquier velocidad (siempre y cuando sea menor que la velocidad de la luz, obviamente).

- e) Calcule la energía necesaria para que la nave llegue a la velocidad de escape. Tome $V_{esc}=160 \text{ km/s}$ si no pudo resolver el punto d).

Parte 3: La energía

La nave espacial tiene capacidad suficiente para almacenar la energía necesaria, pero necesita cargar sus baterías por medio de **10** paneles solares de área $A=100 \text{ m}^2$. Para saber cuánto tiempo necesita para que se carguen lo suficiente, lo primero que hace Tomás es determinar la temperatura de la estrella, usando la ley de desplazamiento de Wein, que relaciona la temperatura de un objeto con la longitud de onda preferencial que emite, de la siguiente manera:

$$\lambda = \frac{b}{T}$$

Donde $b = 2.898 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$ es la constante de desplazamiento de Wein.

- f) Los sensores de la nave marcan una longitud de onda preferencial de $\lambda=300 \text{ nm}$. Calcular la temperatura de la estrella.
- g) Calcular la potencia de radiación que le llega a los paneles solares. Suponga una emisividad de 1 para la estrella y una absorción de 1 para los paneles.
- h) Los paneles se posicionan de manera que la potencia del punto anterior es constante. Calcule el tiempo necesario para obtener la energía suficiente para escapar del campo gravitatorio de la estrella.

Notas

- Considere en todo momento orbitas circulares.
- Considere la nave, el planeta y la estrella como masas puntuales
- Desprecie en todo momento el efecto gravitatorio del planeta.
- Durante el “choque explosivo” se puede despreciar también la contribución de la gravedad de la estrella.
- En el punto a), se puede despreciar el movimiento orbital desde que se emitió hasta que se absorbió el haz de luz.
- Constante de gravitación de Newton: $G = 6.674 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$
- Constante de Stefan-Boltzmann: $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K}^4)$
- No se preocupe, Tomás tiene suficiente aire, agua y comida para sobrevivir el tiempo necesario.

PT146. Escuela Philips Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Trabajo final de Circuitos Eléctricos

Un joven estudiante de ingeniería electrónica, Alejo, se prepara para hacer su trabajo final de Circuitos Eléctricos. Se le ha pedido que fabrique un circuito RLC que oscile a su frecuencia de resonancia al conectarse a una fuente de corriente alterna de **12V (pico) a 5 MHz**. Le han dado como materiales: cable de cobre aislado de radio r , un par de finas placas conductoras circulares de radio R_1 , un resistor de su elección y un cilindro del mismo radio que las placas y longitud L_{TOT} , de un material desconocido. El cilindro viene además con una lista de la siguiente información relevante:

- Es buen conductor magnético
- Es dieléctrico
- Es traslúcido
- Tiene interesantes propiedades ópticas

Parte A: Propiedades ópticas

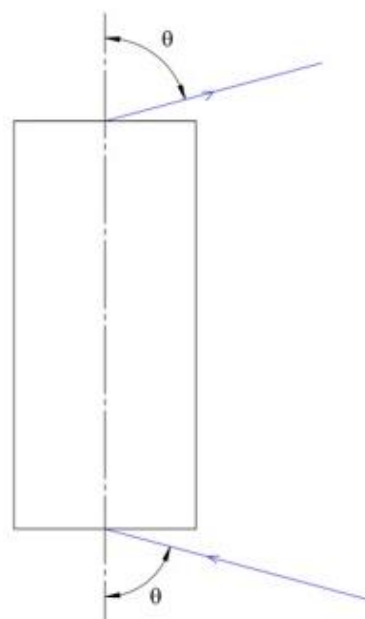
Intrigado por este último punto, Alejo decide hacer algunas pruebas ópticas con un láser que tenía. Luego de un rato descubre que si hace incidir su rayo láser, justo en el centro de una cara circular del cilindro con un ángulo θ , el rayo parece salir justo por el centro de la otra cara, con el mismo ángulo con el que entró, ambos medidos respecto al eje del cilindro. Si bien el material es traslúcido, a Alejo se le complica ver bien el camino que toma el láser dentro del cilindro. Lo único que nota desde su punto de vista es que el láser no choca con el lado derecho de la pared cilíndrica (respecto al eje).

- a) Calcular el índice de refracción del cilindro, n_x .
Asumir índice de refracción del aire que rodea el cilindro como $n_{\text{Aire}}=1$.

Alejo sabe que las propiedades ópticas de un material están fuertemente ligadas a las propiedades electromagnéticas del mismo. Recuerda en particular que la velocidad de la luz dentro del material se relaciona con la permeabilidad y permitividad absolutas del material de la siguiente manera:

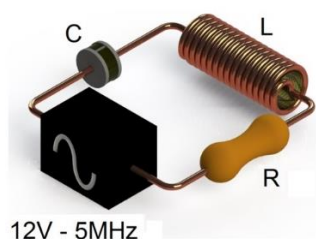
$$v_{\text{luz}} = \frac{1}{\sqrt{\mu\epsilon}}$$

- b) Sabiendo la definición del índice de refracción, calcular el producto $\mu\epsilon$ en función del índice de refracción y la velocidad de la luz en el vacío c .



Parte B: El circuito

Alejo, ahora más encaminado, empieza a planear como hacer el circuito pedido. Pensando que el cilindro desconocido puede ser utilizado tanto como núcleo de un inductor como dieléctrico de un capacitor, se imagina en su cabeza el siguiente circuito:



- Dar el diagrama del circuito pensado y expresar la impedancia total del sistema en función de la inductancia L , la capacidad C y la resistencia R .
- Sabiendo que la corriente del circuito trabajando en resonancia no debería exceder en ningún momento $I_{\max}$, calcular la mínima resistencia que debe elegir.
- Calcule el producto LC necesario para que la frecuencia de resonancia del circuito coincida con la frecuencia de la fuente.
- Determine la longitud a la que Alejo debería cortar transversalmente el cilindro de manera que la parte corta se utilice para formar el capacitor y la parte larga se use para el inductor.

Datos

$R_1 = 2\text{cm}$	$r = 0,75\text{ mm}$	$L_{\text{TOT}} = 10\text{ cm}$
$\theta = 75^\circ$	$c = 299792458\text{ m/s}$	$I_{\max} = 20\text{ mA}$

Notas

- Suponga que las espiras del inductor están pegadas una al lado de la otra, pero aisladas eléctricamente.
- En un circuito de corriente alterna en resonancia, la impedancia del mismo es puramente resistiva.
- No se preocupe por los valores estándar de las resistencias, considere que es posible elegir resistores de cualquier valor.
- Considere que cortar el cilindro no genera desecho, es decir, la suma de las longitudes de los dos nuevos cilindros es igual a la longitud del cilindro original.

PT147. Escuela Philips

Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Inconvenientes con el mate

Una fresca tarde en la que la temperatura ambiente es de 25°C usted quiere tomarse unos mates calentitos pero su pava eléctrica no funciona y su departamento es nuevo y no dispone de red de gas. Pero usted es especialista en física general así que nada lo detendrá y por eso, en cuestión de segundos se pone en acción para solucionar la situación.

Tiene en casa una fuente de tensión continua y decide utilizarla para alimentar una resistencia de modo que, sumergida ésta en un jarro con agua, se pueda alcanzar la temperatura de 80°C que usted desea para sus mates.

Arma entonces el circuito adecuado y sumerge la resistencia en el agua pero pronto se da cuenta que la temperatura del agua no sube. Toma entonces su multímetro, mide la resistencia y concluye que está abierta.

Pero esto tampoco lo detendrá porque usted tiene un rollo de alambre resistivo de $0,4\text{mm}$ de diámetro y resistividad $\rho_A = 70 \times 10^{-6} \Omega \cdot m$. Lamentablemente no está de suerte y cuando va a armar la resistencia, se encuentra con que en el rollo quedan solamente

10cm de alambre. Pero afortunadamente, usted encuentra un segundo rollo nuevo con alambre de 0,2 mm y resistividad $\rho_B = 15 \times 10^{-7} \Omega \cdot m$. Si la resistencia de inmersión debe tener 100 Ω ,

- a) Explique de qué forma puede armar la resistencia utilizando todo el alambre disponible de 0,4mm y aprovechando algo del de 0,2 mm. Calcule, además, la longitud en centímetros que necesita de este ultimo de acuerdo a su solución propuesta.

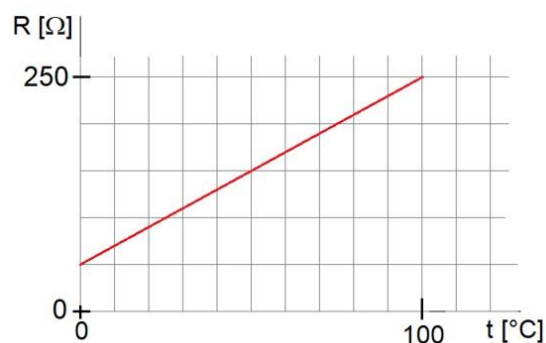
Cuando por fin termina de armar la resistencia espiralando el alambre, usted conecta un cable en cada extremo de la misma y la conecta a la fuente. Esta fuente acusa una ddp máxima de 200V en bornes de salida cuando se mide a circuito abierto y es tal que su circuito interno presenta una resistencia $r = 3\Omega$.

- b) Muestre el esquema eléctrico del circuito completo que utilizará para calentar el agua y determine la máxima potencia que podrá disiparse en la resistencia de inmersión.

Con todo listo, usted coloca en un jarro 750cm³ de agua que extrae de un bidón que tiene sobre la mesada de su cocina, sumerge la resistencia y cuando se propone ajustar el voltaje de la fuente para comenzar a calentar el agua, observa que la fuente tiene incorporado un fusible de protección de 1,5A en serie con la salida. Teniendo en cuenta esta observación y asumiendo que el jarro es un recipiente térmico ideal,

- c) ¿Cuánto tiempo (τ_1) debe esperar hasta que el agua se encuentre a la temperatura deseada?

Supongamos, solo por diversión, que la resistencia de inmersión que usted fabricó tiene las características de resistencia-temperatura que se muestran en la figura. Teniendo en cuenta esta nueva información y suponiendo que una vez que comienza el calentamiento usted ya no toca el selector de voltaje de salida de la fuente,



- d) estime el tiempo (τ_2) que debe esperar hasta que el agua alcance la temperatura deseada.

Supongamos ahora que la resistencia no depende de la temperatura pero que el proceso de calentamiento del agua no es térmicamente ideal. Por este motivo, la interacción entre el agua y el jarro, entre el agua y el aire, y entre el jarro y el aire, son tales que las "pérdidas" de calor netas por unidad de tiempo debido a efectos de conducción térmica responden a la ley siguiente:

$$\frac{\Delta q}{\Delta \tau} = kA \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

Donde $k = 0,12 \text{ W}/^{\circ}\text{C} \cdot m$ es una constante del material del jarro, A es el área lateral del jarro y Δx el espesor de la pared del jarro y ΔT la diferencia de temperatura entre la superficie interior y exterior del jarro.

Sabiendo que su jarro es básicamente un cilindro de 15cm de diámetro externo, 10cm de altura y 2mm de espesor,

- e) estime el tiempo (τ_3) que debe esperar hasta que el agua alcance la temperatura deseada.

**PT148. Colegio Santísimo Rosario
Monteros, Tucumán.**

Durante las vacaciones de invierno, en Bariloche, Lucas, un aplicado alumno de Física, se halla al borde de un pequeño estanque, cuando la T° ambiente es de -10°C . A pesar de esta temperatura, en el estanque sólo hay una capa de hielo de 1 cm de espesor. Sabe que para poder patinar con seguridad, el espesor del hielo debe ser como mínimo de 20 cm de espesor.

- a) ¿Cuánto deberá esperar para poder deslizarse sobre el hielo con seguridad?
- ¿Podrá hacerlo antes de que termine el invierno?

Al otro día, Lucas cambia los patines por un trineo grande y se traslada a otro lago cercano, donde la capa de hielo es segura. Al llegar se desliza sin rozamiento con una velocidad de 4 m/s, de pie sobre la parte trasera del trineo. Comienza a moverse sobre él y hacia su parte delantera a una velocidad de 2 m/s respecto del trineo.

- b) ¿qué distancia habrá recorrido el trineo sobre el hielo antes de que Ezequiel llegue a la parte delantera del trineo?

Una vez que está en la parte delantera del trineo, se detiene para sentarse y continuar deslizándose, descendiendo 5 m por una suave pendiente, con roce, a lo largo de 30 m

- c) ¿Con qué velocidad llega al pie del plano inclinado?
- d) ¿Qué cantidad de hielo se transformó en agua?

Cuando llega el verano, Lucas vuelve al lago a practicar buceo. En una de sus inmersiones, se hallaba a una profundidad de 40 m por debajo de la superficie y la t° era de 5°C cuando soltó una burbuja de aire con un volumen de 15 cm^3 . Ezequiel, viendo cómo se alejaba su burbuja se preguntó:

- e) ¿qué tamaño tendría la burbuja justo antes de llegar a la superficie donde la t° es de 25°C ?

**PT149. Colegio Santísimo Rosario
Monteros, Tucumán.**

Una cabaña de 6m x 5m x 2m, quema 10 toneladas de carbón en una instalación de calefacción, teniendo pérdidas totales de un 15% en la combustión. En lugar del carbón, existen otras dos opciones:

1. Una estufa eléctrica con dos velas de cuarzo conectadas en paralelo y de $50\ \Omega$ cada una. La misma se conecta a una tensión continua $V=200$ voltios. Sabiendo que tiene un rendimiento del 94%.
2. Un depósito grande de agua que se calienta mediante la radiación solar, y la energía almacenada se utiliza como calefacción durante el invierno. Se supone que el agua se calienta a 50°C en el verano y se enfría hasta 25°C en el invierno.

Se pide calcular

- a) ¿Cuántas calorías se necesita para calentar la casa, utilizando el carbón?
- b) La potencia entregada por la estufa en forma de calor al medio ambiente.
- c) El calor que debe absorber el aire para elevar su temperatura en 10°C .
- d) Teniendo en cuenta que el calor perdido por unidad de tiempo por las ventanas es $Q = 300\text{ cal/seg}$, calcular el tiempo necesario que debe estar encendida la estufa para calentar el ambiente en 10°C .
- e) ¿Qué potencia entregaría la estufa si se quitara una de las velas de cuarzo suponiendo que el rendimiento no cambia?
- f) Las dimensiones del tanque cúbico, para almacenar una cantidad de energía necesaria.
- g) La cantidad de carbón necesario para lograr elevar la temperatura en 10°C .

**PT150. Colegio Santísimo Rosario
Monteros, Tucumán.**

Una caja sin tapa, de base rectangular, tiene una longitud de 20 cm, un ancho de 15cm, una altura de 10cm y su espesor es de 0,1 cm.

Dentro de la misma se colocan 750 cm^3 de agua, $\delta_{\text{agua}} = 1 \text{ g/cm}^3$.

El conjunto se lo hace flotar en aceite, cuya densidad es de $0,8 \text{ g/cm}^3$.

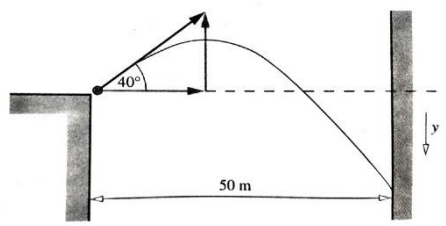
En estas condiciones, la caja se sumerge 5 cm dentro del aceite, despreciar el peso del aire dentro de la caja.

Calcular

- Peso del agua
- Espesor y profundidad del agua.
- Volumen del aceite desplazado.
- Empuje que recibe la caja.
- Densidad del material de construcción de la caja.
- Cuánto se sumerge la caja sin agua?
- Para igual medida externa de la caja, qué volumen se sumerge si esta fuera maciza?

**PT151. Colegio Salesiano Deán Funes
Comodoro Rivadavia, Chubut.**

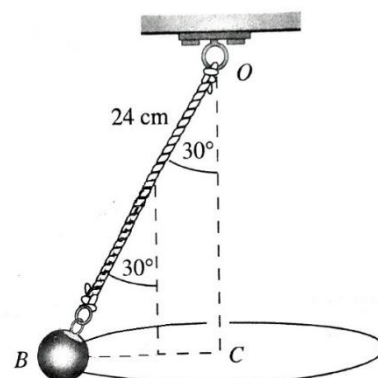
Como se muestra en la figura, se lanza una pelota desde lo alto de un edificio hacia otro más alto, localizado a una distancia de 50 metros. La pelota impacto 3,27 segundos después del lanzamiento, con inclinación de 40° sobre la horizontal.



- ¿Con qué velocidad se arrojó la pelota?
- ¿A qué distancia, por encima o por debajo de su nivel inicial, golpeará la pelota sobre la pared opuesta?

**PT152. Colegio Salesiano Deán Funes
Comodoro Rivadavia, Chubut.**

Como se muestra en la figura, una pelota B está amarrada a un extremo de un cordel de 24 centímetros de longitud, y el extremo se encuentra sujeto a un punto fijo O. La pelota se mueve en un círculo horizontal como se muestra.



- Realizar el diagrama de cuerpo libre de la pelota.
- Encontrar la rapidez de la pelota en su trayectoria circular si el cordel forma un ángulo de 30° con la vertical.

**PT153. Colegio Salesiano Deán Funes
Comodoro Rivadavia, Chubut.**

Para medir el calor específico del plomo se calientan 600 gramos de esferas este metal a 100°C y se colocan en un calorímetro de aluminio (calor específico $= 0,9 \text{ kJ/kg.k}$) de 200

gramos de masa que contiene 500 gramos de agua inicialmente a 17,3 °C. Si en la medición se obtiene un calor específico de 0,128 kJ/kgK para el plomo:

- ¿Cuál habrá sido la temperatura de equilibrio?
- Si el radio de las esferas, eran inicialmente de 2 cm, determinar el nuevo volumen de las mismas después del cambio de temperatura (coeficiente de dilatación lineal $\alpha=29 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$).

PT154. Colegio Nicolás Avellaneda Aguilares, Tucumán.

Las aulas de la galería principal del Colegio tienen las siguientes dimensiones: 7,00m de largo; 7,00m de ancho y 4,00m de altura, determinadas una fría mañana con temperatura ambiente $T_1 = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Si con un calefactor se logra que la temperatura ascienda a $T_2 = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y sabiendo que el coeficiente de expansión lineal del concreto es $\lambda = 12 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, entonces:

- ¿Cuál será el volumen del aula a la temperatura T_2 ? Exprese también la variación de volumen en litros.

Considerando el volumen V_1 de aire contenido en el aula a la temperatura T_1 ; que la masa molar promedio del aire es 30g/mol y conociendo que la presión atmosférica normal en Aguilares es de 96.500Pa, la que se mantiene constante durante el cambio de temperatura a T_2 y recordando que la constante universal de los gases es $R= 8,31 \text{ J/mol. K}$, se solicita:

- Calcular la masa aire que sale del aula cuando la temperatura asciende a T_2 , considerando que no hay dilatación en las paredes y que el aula no es hermética.
- Calcular la masa aire que sale del aula cuando la temperatura asciende a T_2 , considerando la dilatación en las paredes y que el aula no es hermética.
- Calcular la densidad del aire a la temperatura T_2 .

En una primera aproximación al modelo real, supondremos que las aberturas tienen comportamiento semejante al concreto, con lo cual se considerará compuesta en su totalidad por muros de 0,30m de espesor, en sus paredes laterales y que el aislamiento del techo es suficiente para no permitir la conducción del calor, al igual que el piso. En estas condiciones se solicita:

- Calcular el flujo de calor hacia el exterior. Para el concreto $K= 0,8 \text{ watt} \cdot \text{m}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Si ahora considera un modelo más real, donde en las paredes están insertas 3 ventanas de 1m de base y 1,5m de altura c/u, cuyo componente principal es Vidrio de 0,004m de espesor y una puerta de madera de 1m de base, 2m de altura y 0,04m de espesor; que para el vidrio la constante de conductividad térmica K es la misma que para el concreto y que para la madera es $K= 0,08 \text{ watt} \cdot \text{m}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$, se le solicita:

- Calcular el flujo real de calor hacia el exterior.

Dada las condiciones del aula descriptas en el punto anterior, si se disponen 3 estufas de 1200watt c/u.

- Calcular la máxima temperatura que se puede lograr en el aula.

PT155. Colegio Nicolás Avellaneda Aguilares, Tucumán.

En el laboratorio de Física de nuestro colegio, realizamos una experiencia con nuestros alumnos que participan en Olimpiadas.

Dentro de un calorímetro cuyo equivalente en agua es 25 g, colocamos 60 g de agua a

25 ° C, y le agregamos 100 g de hielo a -10°C y dos bolillas de acero de 10mm de diámetro a 20 °C.

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

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

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

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

Datos

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

$$C_e H_{2o} = 4180 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}}$$

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

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

$$\delta_{h2o} = 1 \text{ g/cm}^3$$

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

PT156. Colegio Nicolás Avellaneda Aguilares, Tucumán.

Una escalera inolvidable!!

Casi nadie conoce esta anécdota, pero hoy la vamos a contar para toda la gente de OAF, habiendo sucedido esto en el año 2011. En la terminal de Ómnibus de Córdoba, los alumnos que clasifican para el certamen Nacional de Olimpíadas de Física, suelen divertirse en la escalera mecánica, pues esta transporta ocasionales pasajeros, desde la planta baja hasta el primer piso, **situado 6m** más arriba, a una **velocidad constante de 30cm/s**.

En uno de esas ocasiones en que regresábamos, a una de las profes se le engancho la valija en la dichosa escalera. ¡Formamos realmente un verdadero domino humano, cayendo uno tras otro!! Éramos en total 3 profesores y 8 alumnos, que fuimos cayendo tirando bolsos y cuanto teníamos a mano hacia los lados con la esperanza de no lastimarnos ni romper nada.

Lamento decir que algunas de alfajores fueron literalmente desintegradas. Con la consiguiente risa de los ocasionales espectadores que lejos de ayudarnos, solo atinaron a reírse. Se le solicita que responda los siguientes ítems:

- ¿Qué trabajo realiza a escalera para trasladar a una persona de 75kg, desde planta baja hasta el primer piso?
- Si esa persona lleva una valija que pesa 200N, ¿qué trabajo realiza la persona, para llevarla hasta el primer piso?
- Al llegar al final de la escalera la levanta 50cm, para dar lugar a un niño que pasa a su lado: ¿realiza trabajo? En caso afirmativo responda numéricamente.
- ¿Cuánto tiempo tarda una persona en ser trasladada desde planta baja hasta el primer piso?
- ¿Qué potencia adicional desarrolla el motor cuando en la escalera hay 24 personas? (Suponga un promedio de 75kg por persona).
- Si no hubiera rozamiento ¿qué cantidad de energía entrega el motor para trasladar a las 24 personas?

PT157. Colegio San Juan el Precursor
San Isidro, Buenos Aires.

El pez dorado da saltos fuera del agua de 4 m de altura y 5m de extensión. Despreciando la resistencia del aire o del agua se pide responder las siguientes cuestiones:

- a) ¿Cuál es el tiempo total que permanece fuera del agua?
- b) ¿Cuál es el ángulo del salto?
- c) ¿Cuál es la velocidad inicial del movimiento?
- d) Calcular la velocidad del pez cuando ingresa nuevamente al agua.

PT158. Colegio San Juan el Precursor
San Isidro, Buenos Aires.

En una casa cuya instalación eléctrica es de 220 V, se encienden en forma simultánea los siguientes aparatos: 5 lámparas de 60 W cada una, un lavarropas de 2100 W, un televisor de 50 W, una estufa de 900 W y un equipo de música de 800 W.

- a) ¿Qué intensidad de corriente circula por cada artefacto?
- b) ¿Cuál es la intensidad de corriente total que entra en la casa para mantener a todos estos aparatos encendidos?
- c) Calcular los kWh consumidos si se mantienen encendidos durante 3 horas.
- d) El amperaje del interruptor automático que protege la instalación eléctrica de la casa es de 30 A; es decir, “salta” (se abre y corta el circuito) cuando circula una corriente superior a los 30 A ¿es posible encender junto con todos los artefactos un secador de pelo profesional de 2500 W?

PT159. Colegio San Juan el Precursor
San Isidro, Buenos Aires.

Se realiza un experimento en el laboratorio para medir el calor específico de la plata. El equipo experimental incluye un cubo de plata de 2cm de lado y un recipiente de vidrio de 75g que contiene 100g de agua. Todo el equipo se encuentra a 20 °C.

- a) ¿Cuál es la masa del cubo de plata?

Se calienta el cubo de plata a una temperatura de 500 °C en un horno, se lo saca e inmediatamente se lo sumerge en el agua. Se coloca un termómetro en el agua y al cabo de unos minutos se observa una temperatura de 41 °C.

- b) Escribe las expresiones para el calor ganado por el agua, el calor ganado por el vidrio y el calor perdido por la plata. ¿Cómo se relacionan dichos valores en un calorímetro?
- c) Determina el calor específico de la plata.
- d) Calcula el volumen que posee el cubo de plata al ser retirado del horno justo antes de ingresar al vaso.

Datos

Punto de fusión de la plata = 962°C
Densidad de la plata = $10,5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
Calor específico del vidrio = 0,753 kJ/ kg °C
Calor específico del agua = 4,186 kJ/kg °C
Coeficiente de dilatación lineal de la plata $\alpha = 2 \cdot 10^{-5} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

Introducción general para los tres problemas teóricos y el experimental

Galileo Galimberti, el padre de la Propulsa

Durante una de sus investigaciones, el Grupo de Reconstrucción Paleoinstrumental del Laboratorio de Física y Repostería del Colegio Mariano Moreno (GRPLFRCMM) dio con una extraña hermandad ocultista. Era un grupo de personas de edad indefinida que se hacían llamar los “Guardianes del conocimiento galileogalimbertiano” a quienes, por suerte, el GRPLFRCMM logró desenterrar exitosamente.

Una vez desempolvados, los Guardianes comenzaron a recitar una especie de rezo que refería la existencia de un físico olvidado: Galileo Galimberti. Según la letanía, este tal Galileo habría vivido a finales del siglo XVII, principios del siglo XXII. No había en esto ninguna paradoja temporal como creyeron en principio los investigadores, simplemente ninguno de los guardianes se acordaba de cuándo había vivido Galimberti. Sin embargo, sí describían parte de su historia.

Siendo muy pequeño, junto con sus padres, visitó una ignota abadía de una lejana región de...de un país. Al final de la visita los padres de Galileo se fueron, dejándolo por olvido en el cuarto donde los monjes secaban los salames. Esto explica al fin su condición de físico olvidado.

Semanas mas tarde, el señor Abad fue a buscar longanizas para una picada y lo encontró golpeando con el puño, en un extremo y compulsivamente, un salame cruzado sobre otro para hacer volar unos pedazos de queso que colocaba en el otro extremo cual piedras en una catapulta. Desesperado por el matrato a sus salames, el señor Abad llevó a Galileo al salón de clases y le reemplazó los salames y el queso por una regla, un fibrón y una goma de borrar, prometiéndole que él mismo se ocuparía de su educación. En respuesta al magnánimo gesto, el pequeño Galileo cruzó la regla sobre el fibrón, colocó la goma en el extremo de aquella y de un puñetazo la hizo volar hasta dar en el centro de la tonsura de su benefactor. Había nacido la Propulsa.

Galileo dedicó su vida al estudio de este fenómeno mecánico al que el señor Abad, de origen italiano, se referió en principio como *gettare la gomma*, aunque luego le pareció más prudente usar el verbo *springere*¹ cuya traducción al castellano es *propulsar*, de donde surge el término *Propulsa*.

¹La palabra *gettare* (en castellano: *tirar*) tiene cierta coincidencia cacofónica con la palabra *yeta* del lunfardo, que significa *mala suerte*. Este concepto está reñido con la idea de voluntad divina, razón por la cual el señor Abad prefirió usar el término *springere*.

Introducción general en página 109.

La Propulsa, una magnitud olvidada

Según la tradición oral preservada por los Guardianes del saber galileogalimbertiano, Galileo define la Propulsa como sigue:

“Apoyada una regla solo en un punto de su largor (o longanismo), llamemos Propulsa a la vis impelida a una goma (de borrar) extremadamente apoyada o apoyada en un extremo, por medio de un golpe de puño lateral aplicado en el extremo restante”.

En su febril obsesión por la Propulsa, y en su afán de lograr que se la incluya entre las magnitudes de los sistemas métricos, Galileo trabajó incansablemente en su normalización. En la imagen de más abajo se ve una reconstrucción hablada del *Propellant patronus* o Propulsa patrón, hecha por el Grupo Paleoinstrumental. (El estudiante no debe impresionarse por el antebrazo que aparece en la figura. No se

obtuvo de ningún profesor, está moldeado en un material de muy alta densidad cubierto en latex y pintado adecuadamente).

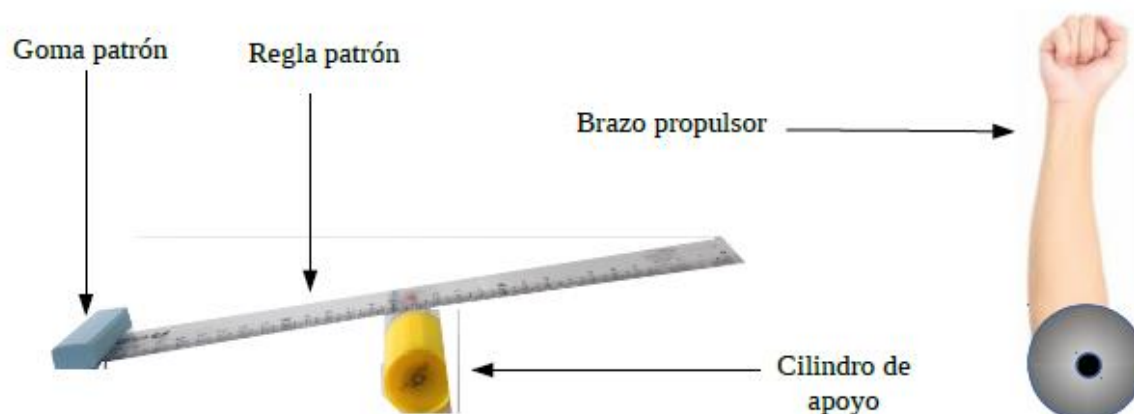


Fig. 1 – Propellant patronus o Propulsa patrón de Galileo Galimberti

La Propulsa patrón era un dispositivo dimensionado por Galileo para imprimir en la goma patrón (o la goma de Galileo, una “Dos banderas” de 15g) una propulsa tal que la lance en vuelo parabólico con su máximo alcance desde el fondo del salón de clases, de unos 8 m de logitud¹, hasta dar en la tonsura del Señor Abad². La intensidad de tal propulsa, por definición, es de 1 Gg (un Galileo Galimberti).

- a) ¿Con qué magnitud del Sistema Internacional tendrá equivalencia la Propulsa? ¿Es escalar o vectorial? ¿Cuál sería tal equivalencia?

Según los investigadores la regla era de madera, y por la descripción de los Guardianes sería una de 30 cm (32 cm de largo total) y de unos 40 g. El cilindro de apoyo era el envase de algún pegamento de uso regular y, aunque podría haber sido cola plástica en barra, lo más probable es que fuera un frasco de Voligoma de unos 28 mm de radio.

El brazo propulsor es el elemento del *Propellant patronus* con el que más dificultades tuvo Galileo, y no solamente por su dimensionamiento³. Tenía que reemplazar el antebrazo propio, que no impelía siempre la misma propulsa, por alguno que sí lo hiciera. Durante una semana seguida probó con diferentes bracitos tallados en madera⁴, dejándolos caer en rotación sobre un eje dispuesto en el codo, hasta que se decidió por uno de unos 20 cm de longitud y unos 200g, masa que a todas luces resultó insuficiente.

- b) Calcule la masa necesaria del brazo propulsor para que la propulsa impelida en la goma sea efectivamente de 1Gg. Considere al brazo como un cilindro macizo. Aproxime el eje de giro de la regla al punto de contacto con el cilindro de apoyo en la posición final del Propellant patronus. Desprecie la energía de rotación de la goma.

Todos los brazos que probó tenían un orificio de 1,6 cm de diámetro a lo largo de toda su longitud (seguramente era el encastre con el resto de la estatuilla). Galileo vió la posibilidad de rellenarlo con algún material pesado (quizás algún transuránido) y desapareció de la abadía por tres meses junto con el bracito elegido. Nadie se acordaba de él, así que los monjes no notaron su ausencia. Al reaparecer, notablemente desmejorado, logró que la Propulsa patrón funcionara correctamente y logró al fin definir el Gg. Unos meses después Galileo Galimberti desapareció⁵.

- c) Identifique en la tabla periódica el material de relleno del bracito a partir del cálculo de su densidad.

Datos

- Use $g = 10 \frac{m}{s^2}$.
- Momento de inercia baricéntrico I_{CM} de una placa rectangular de longitud L y masa m :

$$I_{CM} = \frac{L^2 m}{12}$$

- Momento de inercia respecto de un punto O a una distancia d del centro de masa CM :

$$I_O = I_{CM} + md^2 \text{ (Teorema de Steiner)}$$

Notas

¹Es la equivalencia calculada en el Sistema Internacional de la longitud del salón que los Guardianes indican en unidades egipcias como de 15 codos reales y casi 7 dedos. Galileo decía que “le faltó un pelito”, diferencia que desató controversias entre los metrólogos morenianos porque los faraones en general eran pelados.

²La ubicación que Galileo dio al *Propellant patronus* fue tal que, haciendo que la goma diera en la pared del pizarrón a la misma altura de la cual partió, la cabeza del Abad siempre se interponía en su trayectoria.

³Entre los guardianes hay quien dice que el brazo propulsor fue la causa de su misteriosa desaparición y posterior olvido.

⁴El trabajo de Galileo coincidió con la llamada “semana desapocalíptica”. Durante siete días sucesivos, las imágenes de los ángeles anunciadores del apocalipsis de la capilla de la abadía, amanecían sucesivamente sin el brazo que sostiene la trompeta, salvo el séptimo. Este conservó la trompeta pero perdió el brazo que tenía el puño cerrado. Entre los monjes se consideró que se trataba de una señal divina que indicaba que Dios estaba considerando la suspensión del apocalipsis aunque, a juzgar por el último ángel (que podía tocar la trompeta con la manito que le quedaba), no estaba del todo decidido. A la capilla de la abadía hoy se la conoce turísticamente como la “Capilla de los ángeles manquitos”.

⁵Alguno de los Guardianes dice que fue secuestrado por agentes del servicio secreto ruso, aunque nunca llegó a la prisión de Siberia. Seguramente, dice el guardián, los agentes se lo deben haber olvidado en algún lado.

PT162. Colegio N° 3 Mariano Moreno Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Introducción general en página 109.

El termómetro de Galileo Galimberti

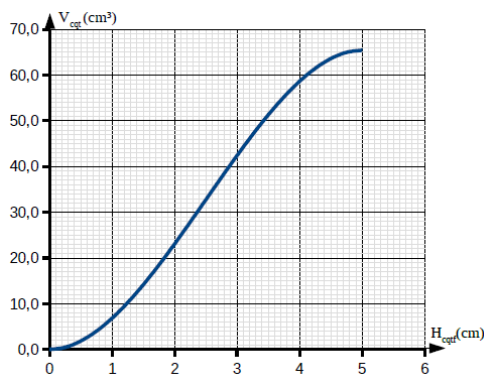
A pesar haber logrado dimensionar su Propulsa patrón, Galileo encontraba pequeñas fluctuaciones en el alcance que en la goma producía 1Gg. Pensó entonces que seguramente se debía a cambios en la densidad del aire del salón y, como ésta depende de la temperatura, se abocó a la construcción de un termómetro. Se enteró por el bibliotecario que un tocayo suyo de apellido Galilei¹ había inventado uno hacía un par de años. Pero cuando vio el diseño le pareció muy impreciso, y como no se acordaba de la existencia de otros termómetros decidió inventar y construir el propio. De todas maneras le gustó la idea de ese tal Galileo Galilei de usar cosas que flotan, aunque él decidió hacerlo con gases². Definido esto, infló con aire un globito esférico³ (de esos para agua) para ponerlo a flotar en dióxido de carbono (CO_2) con la esperanza de hallar



Fig.2 – Termómetro de Galileo

una función entre la altura a la que flota el globito y la temperatura ambiente. Fue casualmente en esos días que la heladería del pueblo notaba faltantes de hielo seco en su depósito cada vez que Galileo iba por un helado⁴ a la vez que el señor Abad perdía inexplicablemente su palangana de aluminio.

- Haga un diagrama de cuerpo libre indicando las fuerzas que actúan sobre el globito
- Sabiendo que la palangana del señor Abad tenía unos 20 cm de alto y 50 cm de diámetro, calcule el volumen de hielo seco desaparecido de la heladería del pueblo.
- La gráfica de la derecha muestra la relación entre el volumen del un casquete esférico y su altura, para una esfera de 5 cm de diámetro, que casualmente es el del globito esférico que usó Galileo. Por otro lado, la masa que galileo midió para el globito inflado fue de 0,2 g. A partir de estos datos calcule la altura a la que queda flotando el globito cuando el salón está a temperatura ambiente. Desprecie el incremento de nivel del CO₂ provocado por el globito al sumergirse parcialmente.
- El globito desinflado tenía 0,11 g ¿cuál es la sobrepresión que la membrana de látex ejerce sobre el aire del interior.



Datos

- Constante universal de los gases ideales: $R = 8,31 \frac{J}{Kmol} = 0,082 \frac{atml}{Kmol}$
- Masa atómica del carbono: $M_C = 12 \frac{g}{mol}$
- Masa atómica del oxígeno: $M_O = 16 \frac{g}{mol}$
- Masa molecular del aire: $M_{aire} = 29,6 \frac{g}{mol}$
- Densidad del CO₂ sólido: $\delta_{CO_2} = 1,5 \frac{g}{cm^3}$

Notas

¹Galileo se sorprendió de su propia fama y se sintió orgulloso de que alguien a quien le llamaban el primer físico haya querido tener su nombre.

²Cuando Galileo le pidió permiso a su compañero de celda para trabajar allí, este se opuso enfáticamente argumentando que el ambiente es pequeño, poco ventilado y que siempre tienen discusiones por asuntos de gases.

³Para encontrar un globito aproximadamente esférico Galileo infló 50 paquetes de cien bombuchas cada uno.

⁴Si bien la cantidad de CO₂ necesaria es pequeña, los viajes debieron ser muchos porque Galileo escondía el hielo seco en el bolsillo.

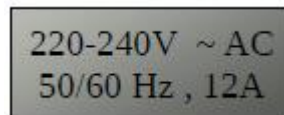
PT163. Colegio N° 3 Mariano Moreno Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Introducción general en página 109.

Ya con el termómetro galimbertiano funcionando¹, Galileo se abocó a la regulación térmica del salón de clases. Aprovechando que los monjes no lo reconocían² se hizo pasar por electricista e instaló un radiador / convector eléctrico en el fondo del salón.

Como el aparato no tenía ningún tipo de regulación y el día en que Galileo definió el Gg hacía unos 10 °C, la unidad de la propulsa quedó definida para la temperatura máxima en el interior del salón que alcanzó a medir³ ese día con su termómetro de gas. Por supuesto, ninguno de los guardianes se acuerda el valor de esa temperatura.

- a) La que se ve a la derecha es la etiqueta que tenía el radiador/convector que “consiguió” Galileo. Calcule la cantidad de calor que recibe el aire del salón por cada segundo (los consignados en la etiqueta son valores máximos).



- b) Sabiendo que la pared exterior del salón era de unos 0,50 m de espesor y 5m de altura, calcule la temperatura para la cual quedó definido el Gg.

Datos

- Conductividad térmica del ladrillo de construcción: $k = 0,8 \frac{W}{Km}$

Notas

- ¹...ponele...
² Claro, nadie se acordaba de él.
³...ponele...

PT164. Instituto Privado Rivadavia - Colegio Suizo Alderetes, Tucumán.

Choca choca

Un bloque de 5 kg se desplaza sobre una superficie horizontal rugosa. Cuando su velocidad= 5 m/s choca con un resorte de masa despreciable y de constante elástica K= 2500 N/m. El coeficiente de rozamiento de la superficie es de 0.2.

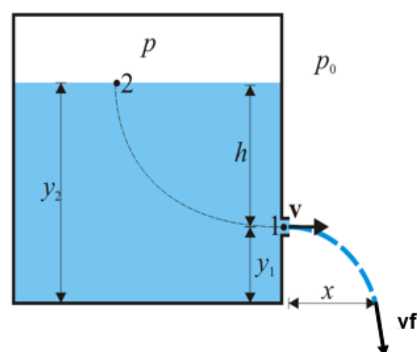
- a) Realiza un análisis energético del sistema desde el momento que el bloque toca el resorte hasta se frena.
b) Calcula la longitud que se comprime el resorte.
c) Tras la compresión máxima, el resorte vuelve a descomprimirse y sale despedido hacia atrás. Calcule la distancia que recorre el bloque hasta que se detiene.

PT165. Instituto Privado Rivadavia - Colegio Suizo Alderetes, Tucumán.

Sale Chorro

Un tanque cerrado contiene agua de densidad $\delta=1g/cm^3$ y tiene un orificio lateral a una distancia y_1 del fondo. El diámetro del orificio es pequeño en comparación con el diámetro del tanque. El aire del interior del tanque que está encima del líquido se encuentra a una presión p . Si se considera que se trata de un flujo laminar sin fricción. El principio de Bernoulli establece que para dos puntos situados en la misma línea de corriente

$$p + \frac{1}{2} \delta v^2 + \delta g y = cte$$



Consideremos entonces un punto “2” situado en la superficie superior del líquido y un punto “1” en el orificio, de forma que el líquido se mueve desde uno hacia el otro. En este

caso, la relación anterior da

$$p_1 + \frac{1}{2} \delta v_1^2 + \delta g y_1 = p_2 + \frac{1}{2} \delta v_2^2 + \delta g y_2$$

Para el punto 2 la presión es p correspondiente al gas que se encuentra en la cámara superior, la altura respecto al fondo es y_2 y la velocidad v_2 es la de descenso del nivel del depósito. Si suponemos que esta es muy pequeña, porque el tanque tiene una sección grande y el orificio es pequeño, podemos despreciarla.

En el punto 1 la presión p es la atmosférica, p_0 , la altura es $y_1 = 1m$ y la velocidad es v_1 , la de salida.

- a) calcula la velocidad a la que el fluido sale por el orificio cuando la superficie del líquido está a una altura $h = 0.5m$ respecto a él.

Una vez que sale del depósito, el líquido sigue una trayectoria parabólica, (un movimiento combinado con MRU y MRUV en las dimensiones x e y respectivamente) en la que la posición inicial tiene una altura y_1 y una velocidad inicial horizontal v .

A partir de ahí, la trayectoria del chorro es

$$x = vt$$

$$y = y_1 - gt^2$$

- b) calcula el alcance del chorro de agua cuando el mismo llega a el suelo

Cuando el chorro toca el suelo la velocidad con la que llega al suelo ésta formada por una velocidad horizontal y una vertical. Su módulo es $v_f = \sqrt{v_{fx}^2 + v_{fy}^2}$ y su dirección α es igual al ángulo formado por el vector y la horizontal.

- c) calcula el módulo y dirección de la velocidad v_f que alcanza el chorro cuando toca el suelo.

PT166. Instituto Privado Rivadavia - Colegio Suizo Alderetes, Tucumán.

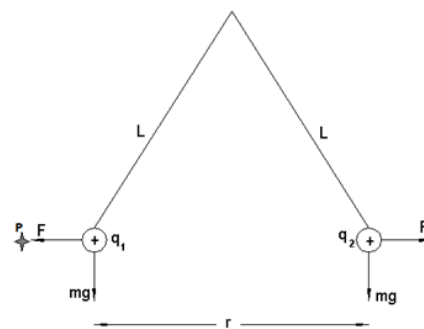
Quédate quieta

Dos bolas de ping-pong que tienen cargas iguales y masas iguales de 0,25 g están suspendidas de un clavo mediante hilos de nylon de 125 cm de longitud. La repulsión electrostática mantiene separadas las bolas 200 mm.

Si a una distancia r de Q , colocamos una carga q , la primera le ejercerá a la segunda una fuerza eléctrica, a través del campo eléctrico que origina, que en modulo será:

$$F_{Qq} = \frac{K \cdot Q \cdot q}{r^2}$$

- a) Considerando que el sistema se encuentra en equilibrio. Calcula la carga de cada pelota.



En general a una distancia r genérica y en el caso de una carga puntual Q el potencial a una distancia r se expresar como:

$$V = \frac{K \cdot Q}{r}$$

En el caso de que el sistema esté formado por varias cargas el potencial eléctrico en un punto del espacio y a r distancia de las cargas generadoras de potencial es igual a la suma de todos los potenciales eléctricos producidos por cada una de las cargas del sistema.

- b) Calcula el potencial eléctrico en el punto medio entre las cargas.

Supongamos que una carga q se mueve en intervalo Δr con respecto a la carga generadora Q . si calculamos el trabajo que realiza la fuerza eléctrica en mover a la carga q desde una distancia r_A hasta una distancia r_B , y ya que la fuerza eléctrica es conservativa, y el trabajo que ésta realiza desde A hasta B no depende de la trayectoria que se tome para calcularlo. Su expresión resulta ser:

$$W_{AB} = q\Delta V_{AB}$$

- c) Calcula el trabajo eléctrico que se debe realizar para acercar una carga $q_3 = 40 \text{ stc}$ desde el infinito hasta un punto P situado una distancia $r_1 = 100 \text{ mm}$ de la q_1 y a una distancia $r_2 = 100 \text{ mm} + r$ de la q_2 .

PT167. Instituto Ecos Escuela Secundaria Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Un competidor olímpico de lanzamiento de bala debe girar sobre su eje y luego lanzar la bala. En las olimpiadas 2016 las balas deben ser de 7,26 kg de hierro ($c_e = 450 \text{ J/kg.K}$ - $\rho = 7874 \text{ kg/m}^3$ - $P_f = 1808 \text{ K}$ - $L_f = 293000 \text{ J/kg}$).

- a) Para realizar en lanzamiento rota dando 2 vueltas por segundo. Mantiene la bala a 50 cm del eje de rotación. Halle la velocidad del disparo.
b) El competidor lanza la bala desde 1,8 m de altura. ¿Cuál es el mayor alcance de la bala?

Como resultó victorioso en la competición mandó a fundir la bala para hacer un trofeo conmemorativo con ella.

- c) ¿Halle el volumen de gas que utiliza el herrero en su taller, que se encuentra a 30°C , para fundir la bala y fabricar el trofeo? (El gas aporta 10 kWh/m^3)

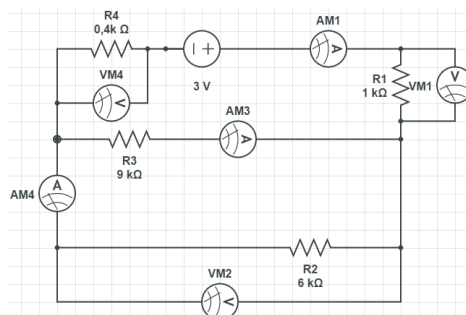
El trofeo se moldea a 1808 K . Para enfriarlo se lo colca en 10L de agua a 30°C . ($L_v = 2260000 \text{ J/kg}$)

- d) El trofeo se moldea a 1808 K y se deja reposar hasta que se encuentre completamente en estado sólido, a igual temperatura. Luego, para enfriarlo, se lo colca en 10L de agua a 30°C . ($L_v = 2260000 \text{ J/kg}$)
¿Cuánta agua se evapora?

- e) ¿Qué fuerza debe realizar para sacar el trofeo del recipiente con agua una vez que se enfrió?

PT168. Instituto Ecos Escuela Secundaria Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

1. En el siguiente circuito indicar las mediciones registradas por cada amperímetro y voltímetro. Muestre el procedimiento utilizado para calcular dichos. Represente los circuitos equivalentes que haya empleado para la resolución indicando cuánto valen las resistencias en el mismo y halle lo que mide cada instrumento.



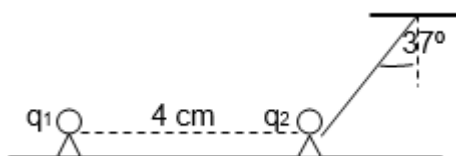
2. Determine la fuerza que recibe el cable que une el amperímetro 3 con la resistencia 3 y hacia dónde es si se encuentra dentro de un campo magnético de $5 \cdot 10^{-5} T$ entrante y tiene una longitud de 20cm.

**PT169. Instituto Ecos Escuela Secundaria
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.**

A. Dos cuerpos cargados q_1 y q_2 están en equilibrio tal como se muestra en la figura,

Datos:

$$\begin{aligned} q_1 &= 1 \mu C \\ q_2 &= -1 \mu C, \\ g &= 10 \text{ m/s}^2 \\ k &= 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \end{aligned}$$



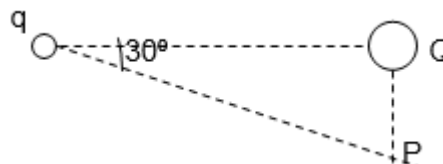
La masa del cuerpo 2 es,

- a) 75 g c) 7,5 g
b) 0,75 kg d) 7,5 kg

B. Determina el valor y signo de Q para que la intensidad del campo eléctrico en el punto P sea Horizontal

Dato: $q = 36 \mu C$

- a) $4,5 \mu C$ c) $-4,5 \mu C$
b) $9 \mu C$ d) $-9 \mu C$
e) faltan datos



C. Se envía un rayo perpendicularmente a una regla graduada hacia un espejo plano, recorriendo 1,5 m antes de incidir en él. Al volver el rayo se ha desplazado lateralmente sobre la regla 30cm

¿Qué ángulo forma el espejo con la perpendicular a la regla?

- a) $11,31^\circ$ c) $84,35^\circ$
b) $5,65^\circ$ d) faltan datos

D. Un rayo de luz en el aire incide en la superficie de una lámina de vidrio. Parte del rayo se refracta en el vidrio con un ángulo de 30° con respecto a la normal a la superficie y, otra parte se refleja.

¿Cuál es el ángulo de reflexión?

- a) 30° c) 47°
b) 43° d) faltan datos

Datos: $n_{\text{vidrio}} = 1,46$

**PT170. UEGP N°53 Dolores A. Gómez de Tuckey
Gral. José de San Martín, Chaco.**

Se intenta espantar una alimaña que está a 4 m del piso sobre un muro. Se utiliza una manguera en la que el agua sale del pico con $v = 10 \text{ m/s}$. La persona que acciona la manguera la sostiene a 1,20 m sobre el piso y forma un ángulo hacia arriba de 70° con la horizontal.

Consignas

- a) Plantear la situación problemática realizando un sistema de referencia sobre el dibujo.

- b) Identificar las componentes de la velocidad inicial.
- c) Escribir las ecuaciones del movimiento del agua.
- d) ¿A qué distancia del muro, medida horizontalmente, debe ubicarse la persona para que el agua incida sobre el animal?

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

PT171. UEGP N°53 Dolores A. Gómez de Tuckey
Gral. José de San Martín, Chaco.

Un gas natural tiene la siguiente composición por volumen:

$\text{CH}_4 = 94,1 \%$

$\text{C}_2\text{H}_6 = 3 \%$

$\text{N}_2 = 2,9 \%$

El gas es bombeado de los pozos a una temperatura de 80°F y a una presión absoluta de 50 psi. Asumiendo que el gas, sigue las leyes de los gases perfectos, calcular:

- a) Presión parcial del Nitrógeno.
- b) Volumen del nitrógeno por cada 10 pies³ de gas.
- c) Densidad de la mezcla de bombeo
- d) Realice un gráfico de análisis.

Datos

1 atm = 14,695 psi

1 pies³ = 28,316 L

1 mol = 22,4 L

$n = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot ^\circ\text{K}}$

1 lb = 453,59 g

Trabajar con Tabla Periódica

PT172. UEGP N°53 Dolores A. Gómez de Tuckey
Gral. José de San Martín, Chaco.

Un autito (A) con masa de 3 kg se encuentra sobre una altura de 20 m en una superficie alta, y se encuentra amarrado por una soga tensa, la cual atraviesa una polea con peso y rozamiento despreciables, en el otro extremo se encuentra sujetado un bloque pequeño (B) de 7 kg de masa sobre una plataforma (C) que está a 7 m de altura (M punto superior = plataforma, N punto inferior = suelo). Teniendo en cuenta que el sistema se libera al bajar la plataforma C:

- a) Realice una figura de análisis.
- b) Calcule la energía cinética, potencial y mecánica en los puntos M y N.
- c) La variación de la energía potencial y de la energía cinética cuando el sistema pasa de M a N.
- d) El tiempo que emplea B en hacer el trayecto MN

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

PT173. Colegio San Ignacio
Tandil, Buenos Aires.

Mientras dos astronautas del Apolo estaban en la superficie de la Luna, un tercer astronauta daba vueltas a su alrededor. Suponer que la órbita es circular y se encuentra a 100 km sobre la superficie de la luna. Si la masa y el radio de la luna son $7,4 \times 10^{22} \text{ kg}$ y $1,7 \times 10^6 \text{ m}$, respectivamente, determinar:

- a) La aceleración del astronauta en órbita.
- b) La rapidez orbital
- c) El período de la órbita.

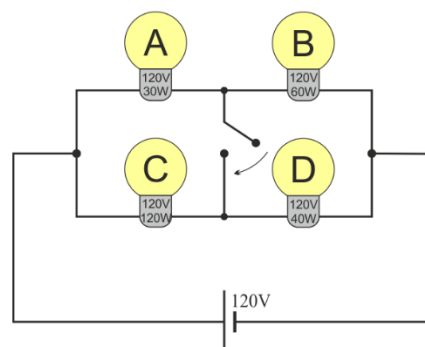
PT174. Colegio San Ignacio
Tandil, Buenos Aires.

Una varilla conductora de 20 cm de longitud y $10\ \Omega$ de resistencia eléctrica, se desplaza paralelamente a sí misma y sin rozamiento, con una velocidad de 5 cm/s, sobre un conductor en forma de “U”, de resistencia despreciable, situado en el interior de un campo magnético de 0,1 T.

- a) Calcular la fuerza magnética que actúa sobre los electrones de la barra y el campo eléctrico en su interior.
- b) Hallar la fuerza electromotriz que aparece entre los extremos de la varilla y la intensidad de la corriente eléctrica que recorre el circuito y su sentido.
- c) ¿Qué fuerza externa hay que aplicar para mantener el movimiento de la varilla?.
- d) Calcular la potencia necesaria para mantener el movimiento de la varilla.

PT175. Colegio San Ignacio
Tandil, Buenos Aires.

Se consideran cuatro focos, A, B, C, D. El etiquetado de estas bombillas indica que, para un voltaje de 120V, sus potencias nominales son respectivamente 30 W, 60 W, 120 W y 40 W. Se disponen las cuatro bombillas en el esquema de la figura y se aplica entre los extremos una diferencia de potencial de 120V.



- a) Calcular el consumo de cada bombilla (en W) para este montaje, así como el consumo total del montaje. ¿Cuál es la que da “más luz”? ¿Y cuál menos?.
- b) Suponer que se cierra el interruptor central. Una vez cerrado, ¿cuál es el nuevo consumo total y el individual?.
- c) ¿Cuál es ahora la bombilla “más brillante” y la “menos brillante”?

PT176. Instituto Jesús María
Ciudad de Córdoba.

Tres cargas eléctricas se encuentran a lo largo de un eje horizontal de madera de masa 1 kg y un volumen de $0,9\ \text{dm}^3$.

La carga positiva $q_1 = 3\ \text{mC}$ se encuentra en el extremo izquierdo, y la carga positiva $q_2 = 9\ \text{mC}$ se encuentra en el extremo derecho, a 1,00 m de q_1 .

Se desea ubicar una carga q_3 sobre el mismo eje, de manera que la fuerza resultante horizontal sobre ella sea cero.

- a) Determine la distancia a la que deberá ubicarse q_3 con respecto a q_1 .
- b) Responda: ¿qué signo debería tener q_3 ? Justifique.

Si en determinado se desprende el eje de su sostén y cae en sobre una pileta ubicada a 2 m de distancia, sumergiéndose en el agua en un primer momento, Calcule la velocidad con que llega a la superficie, despreciando el rozamiento del aire.

- c) Calcule el Empuje del agua,

d) Determine si la madera se seguirá sumergiendo, flota o queda en suspensión.

Datos

Densidad del agua 1 gcm^{-3}

$K_0 = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$

$g = 9,79 \text{ ms}^{-2}$

**PT177. Instituto Jesús María
Ciudad de Córdoba.**

Un ciclista cuya masa es de 70 kg, montado sobre una bicicleta de 10 kg, se desplaza sobre una superficie horizontal con 5 m/s, cuando comienza a acelerar con $0,2 \text{ m/s}^2$ durante 5 seg.

- a) Calcular la Fuerza resultante.
- b) Calcular la velocidad al final del tramo.
- c) Calcular la distancia recorrida.
- d) Calcular la fuerza centrípeta necesaria para tomar con la misma rapidez una curva de 90° y de 20 m de radio.

Si a partir de allí, comienza a subir una rampa de 10° cuyo coeficiente de rozamiento es de 0,12, y deja de pedalear;

- e) Realizar el diagrama de cuerpo libre en cada tramo.
- f) Calcular el tiempo hasta detenerse.
- g) Calcular la distancia recorrida sobre la rampa.
- h) Calcular la Energía disipada por rozamiento a lo largo de todo el recorrido.

**PT178. Instituto Jesús María
Ciudad de Córdoba.**

En un recipiente cuya capacidad térmica es de $10 \text{ cal/}^\circ\text{C}$ y se encuentra a 4°C , se colocan 300 g de agua a 4°C y otros 100 g de hielo a 0°C .

- a) Calcular la cantidad de Calor necesario para que la temperatura del conjunto sea de 20°C , en Joule y calorías.
- b) Si para lograrlo se utiliza un calentador eléctrico cuya resistencia es de 200 Ohm, conectado a la red domiciliaria, determinar la potencia del aparato.
- c) Calcular la resistividad del material, del resistor si su radio es de 0,1 mm y su largo de 90 cm.
- d) Hallar una expresión del tiempo necesario para lograrlo, en función de masa, calor específico, variación de temperatura, voltaje y Resistencia.
- e) Calcular la temperatura que alcanzará el conjunto al cabo de dos minutos.
- f) Determinar el volumen al cabo de dos minutos.

Datos

$C_e \text{ del agua} = 1 \text{ cal.g}^{-1}.\text{}^\circ\text{C}^{-1}$

Calor de Fusión del hielo = 80 cal.g^{-1}

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

Densidad del agua a los 4°C = 1 g.cm^{-3}

PT179. Escuela de Educación Técnica Aeronáutica N° 32
Escuela de Educación Técnica N° 33 Dtor. Carlos Silva
Resistencia, Chaco.

Lanzamiento de un transbordador espacial

En el lanzamiento el transbordador espacial STS de la NASA pesa 4.5 millones de libras. Al lanzarse desde el reposo, tarda 8.00 s en alcanzar los 161 km/h y al final del primer minuto, su rapidez es de 1610 km/h.

- ¿Cuál es la aceleración media (en m/s²) del transbordador: 1) durante los primeros 8.00 s, y 2) entre 8 s y el final del primer minuto?
- Suponiendo que la aceleración es constante durante cada intervalo (aunque no necesariamente la misma en ambos intervalos), ¿qué distancia recorre el transbordador 1) durante los primeros 8.00s, y 2) durante el intervalo de 8.00 s a 1.00 min?.

PT180. Escuela de Educación Técnica Aeronáutica N° 32
Escuela de Educación Técnica N° 33 Dtor. Carlos Silva
Resistencia, Chaco.

Calculando cargas iónicas

El cloruro de sodio (NaCl, sal de mesa común) está formado por iones de sodio positivos (Na⁺) y iones de cloruro negativos (Cl⁻).

- Si una carga puntual, con las mismas carga y masa que todos los iones de Na⁺ en 0.100 moles de NaCl, está a 2.00 cm de una carga puntual con las mismas carga y masa que todos los iones de Cl⁻, ¿cuál es la magnitud de la fuerza de atracción entre esas dos cargas puntuales?
- Si la carga puntual positiva del inciso a) se mantiene en su lugar y la carga puntual negativa se libera del resto, ¿cuál será su aceleración inicial? (Véase el Apéndice D, para las masas atómicas.) c) ¿Parece razonable que los iones en el NaCl pudieran separarse de esta manera?

¿Por qué? (En realidad, cuando el cloruro de sodio se disuelve en agua, se separa en iones de Na⁺ y Cl⁻. Sin embargo, en esta situación hay fuerzas eléctricas adicionales ejercidas por las moléculas de agua sobre los iones.).

Todas las masas atómicas están expresadas en unidades de masa atómica (1 uma= 1.66053886(28) x 10⁻²⁷ kg), equivalente a gramos por mol (g/mol).

Masa Atómica de Na= 22.990

Masa Atómica de Cl= 35,453

PT181. Escuela de Educación Técnica Aeronáutica N° 32
Escuela de Educación Técnica N° 33 Dtor. Carlos Silva
Resistencia, Chaco.

Lluvia de asteroides

Un asteroide con diámetro de 10 km y una masa de 2.60×10^5 kg choca contra la Tierra a una rapidez de 32.0 km/s y cae en el Océano Pacífico. Si el 1.00% de la energía cinética del asteroide se destina a hacer que entre en ebullición el agua del océano (suponga que la temperatura inicial del agua es de 10.0 °C),

- ¿cuál es la masa de agua que se evaporará por completo como resultado de la colisión? (Para comparar, la masa del agua contenida en el Lago Superior es aproximadamente de 2×10^{15} kg.).

PT182. Colegio del Sol - Colegio Pablo Apóstol*
San Miguel - * Yerba Buena, Tucumán.

Desactivar la bomba

Los agentes Mulder y Scully del FBI, necesitan desactivar una bomba que se ha instalado en un edificio federal de los EEUU. Para desactivarla necesita agregar 5kg de agua a 10°C en un recipiente conectado a la bomba. Los elementos que se cuentan para desactivar la bomba son: una fuente de 110V, dos resistencias calefactoras de 11 Ω , una bolsa con bloques de hielo de 500g cada uno a -5°C, de una botella con 3kg de agua a 2°C, y un cronómetro que aprecia segundos.

- Calcular el calor necesario para lograr llevar los 5kg de agua a 10°C.
- La potencia mínima que debe tener el calentador eléctrico.

Teniendo en cuenta que el cronómetro marca 4 minutos en cuenta regresiva, Mulder propone realizar un circuito en serie con las resistencias calefactoras y la fuente para hacer un calentador eléctrico, mientras que Scully piensa que se debe realizar un circuito paralelo.

- ¿Cuál sería el circuito más conveniente para realizar el calentador eléctrico, teniendo en cuenta el tiempo para desactivar la bomba?
- ¿Cuánto tiempo les lleva desactivarla?
- ¿Qué supuestos realiza?

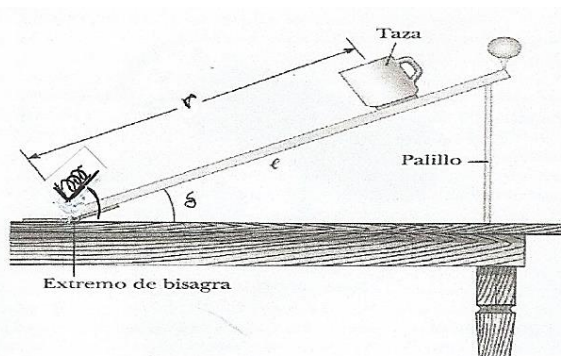
Justifique

PT183. Colegio del Sol - Colegio Pablo Apóstol*
San Miguel - * Yerba Buena, Tucumán.

Pelota a la taza

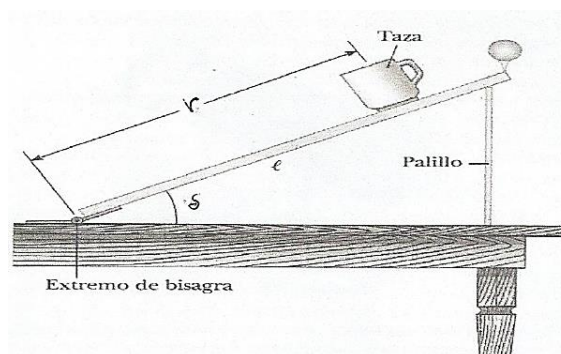
Una pelota descansa en el extremo de una tabla de longitud l , elevada con un ángulo $\delta = 35^\circ$ con la horizontal. Una taza ligera se coloca en la tabla a una distancia $r = 1.2\text{m}$ para que pueda atrapar la pelota. Se lanza la pelota, de masa igual a 100g, de dos maneras diferentes.

- En el primer caso usa un resorte que está apoyado con una inclinación de 55° con respecto a la horizontal y ubicado al inicio del plano inclinado que sostiene la taza. Si la constante del resorte es de 400N/m^2 , los coeficientes de roce dinámico y estático entre la madera y la taza son respectivamente 0,4 y 0,66, se pide:



- El intervalo de las velocidades con la que debe salir disparada la pelota una vez que abandone el resorte, para entrar en la taza. La taza posee 10cm de diámetro y 15cm de altura.
- Calcule la distancia que debe comprimir el resorte.
- Calcule el ángulo límite para el cual la taza comienza a caer del plano inclinado

- 2) En el segundo caso, la pelota se coloca en el extremo superior del plano inclinado y cuando repentinamente se quita el palillo de soporte, la pelota es atrapada por la taza.



- d) Demuestre que la pelota se atrasará respecto de la taza que cae cuando el ángulo $\delta < 35,3^\circ$
- e) Demuestre que la pelota caerá en la taza cuando la taza este sostenida en su ángulo límite y se coloque a una distancia $r = 2l / (3 \cos \delta)$

**PT184. Colegio del Sol - Colegio Pablo Apóstol*
San Miguel - * Yerba Buena, Tucumán.**

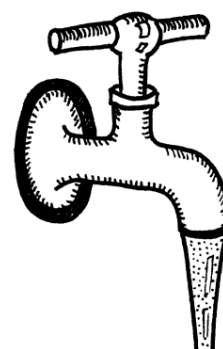
Diversión hidrodinámica

Considere un chorro de agua saliendo de una canilla. El volumen V de agua que pasa por una sección del chorro por unidad de tiempo t se llama “caudal o flujo volumétrico” y en condiciones ideales puede calcularse:

$$Q = \frac{V}{t} = Av$$

Donde A es la sección transversal del chorro y v la velocidad del agua que atraviesa dicha sección. La **ecuación de continuidad** establece que en dos puntos distintos del chorro de agua debe cumplirse:

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow A_1 v_1 = A_2 v_2$$



Seguramente habrás observado que el chorro de agua que sale por una canilla se hace más estrecho según va cayendo.

- a) Encuentre cómo varía la sección transversal del flujo con la posición medida desde la boca de la canilla. y

Considere ahora un globo de cumpleaños relleno de Helio. El globo se sostiene por medio de una cuerda **uniforme** de $2m$ de longitud máxima y de masa total $0,50kg$.

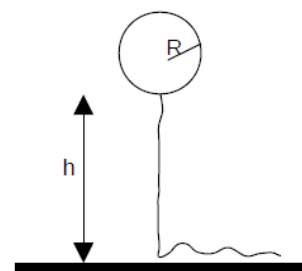
- b) Estimar la altura h que sube el globo. Suponer que a esa altura el globo es una esfera de radio $R = 0,40m$

Sugerencia: se pueden suponer constantes las densidades de los gases involucrados.

$$\rho_{He} = 0,179 kg/m^3$$

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

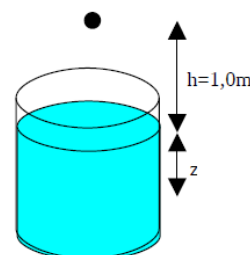
$$V_{esfera} = \frac{4}{3} \pi R^3$$



Cierto depósito cilíndrico muy profundo está lleno con mercurio de densidad $\rho = 13600 kg/m^3$. Desde una altura $h = 1,0m$ de la superficie libre del líquido se deja caer un cuerpo pequeño de densidad $\rho_2 = 7874 kg/m^3$.

Despreciando la viscosidad del fluido:

- c) Determine la profundidad máxima que alcanzará el cuerpo en el líquido.



**PT185. Escuela Abel Acosta N° 11 - EPET N° 13 Gral. San Martín
Santa María, Catamarca.**

Un cañón antiaéreo lanza un proyectil verticalmente con una velocidad de 500m/s.

Calcular

- La máxima altura que alcanzará el proyectil.
- El tiempo que empleará en alcanzar dicha altura.
- La velocidad instantánea a los 40 y 60 s.
- ¿En qué instantes pasará el proyectil por un punto situado a 10 km de altura? no se considera el roce con el aire.

**PT186. Colegio Del Cerro - Instituto Timoteo - Colegio Belgrano
Instituto Padre Gabriel Tomassini - Escuela de Educación Técnica n° 3138
Escuela de Educación Técnica n° 3140 - Colegio Américo Vespucio
Escuela de Educación Técnica n° 3141 - Escuela de Comercio Dr. Arturo Illia
Colegio Dante Alighieri - Colegio Salesiano Ángel Zerda
Colegio Santa Isabel de Hungría - Colegio San Cayetano
Escuela de Educación Técnica n° 3102 - Colegio de Comercio n° 8024
Instituto Madre María Sara Lona
Santa María, Catamarca.**

Considere las siguientes situaciones:

- Se tiene una resistencia de forma cilíndrica como se muestra en la Fig.1, donde se diámetro es 7mm y su longitud es 0,89cm. Calcule la resistencia eléctrica R_c de este material si su resistividad es $\rho = 40 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$. Luego calcule la resistencia equivalente en el circuito de la Fig.2.



Fig.1

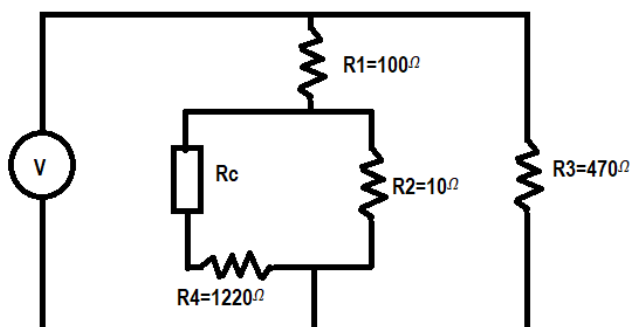


Fig.2

- En pleno funcionamiento, el circuito experimenta una suba de temperatura ΔT y en consecuencia la resistencia anterior se dilata. Conociendo su índice de dilatación térmica α y que la expansión solo se da de manera transversal (aumenta solo su diámetro D), encuentre de manera algebraica la nueva sección dilatada. ¿La resistencia cambia? ¿Qué potencia disipa si hablamos de una corriente de I ?
- Para que no caliente tanto, a la resistencia se le pretende adherir un disipador. El calor específico de la resistencia es C_{ec} y su temperatura T_c . La idea es llevarla desde esa temperatura a una mucho menor T_f . Si la masa de la resistencia es m . ¿Nos podría recomendar un material cuya capacidad calorífica se acerque a nuestras pretensiones? ¿Si se tuviera que bajar aún más la temperatura, es recomendable un material con más o menos capacidad calorífica? Justifique.

PT187. Colegio Del Cerro - Instituto Timoteo - Colegio Belgrano
Instituto Padre Gabriel Tomassini - Escuela de Educación Técnica n° 3138
Escuela de Educación Técnica n° 3140 - Colegio Américo Vespucio
Escuela de Educación Técnica n° 3141 - Escuela de Comercio Dr. Arturo Illia
Colegio Dante Alighieri - Colegio Salesiano Ángel Zerda
Colegio Santa Isabel de Hungría - Colegio San Cayetano
Escuela de Educación Técnica n° 3102 - Colegio de Comercio n° 8024
Instituto Madre María Sara Lona
Santa María, Catamarca.

Batman y las lecciones de física.

Batman es un superhéroe muy inteligente, pero antes de luchar contra el crimen primero tuvo que aprender física.

- a) Se da una persecución en la que Batman a bordo del batimóvil, se encuentra detrás del auto en el que iban el Guasón y Harley Quinn. EL batimóvil avanza con velocidad v_1 mientras que el auto de los villanos lo hace con velocidad v_2 , siendo $v_1 > v_2$ y ambas constantes. Si Batman tarda un tiempo t para alcanzarlos ¿A qué distancia real se encontraba detrás de ellos al momento de la persecución? ¿De qué clase de movimiento se trata el descrito en esta situación?
- b) Si el caso hubiera sido el anterior salvo que ahora el batimóvil acelera con a . Detalle una ecuación para poder encontrar ahora el tiempo de encuentro si los separaba una distancia d en el momento inicial de la persecución.
- c) Cuando por fin logra alcanzarlos, el encapuchado conecta el batimóvil al auto de los malhechores con un resorte. En un intento desesperado por evitar ser detenidos, ya que Batman pensaba dirigirlos a la cárcel, clavan los frenos para ejercer una fricción que dificulte el movimiento del batimóvil. Las ruedas son del mismo material todas y poseen un coeficiente de fricción μ con el asfalto y además se ve que el resorte, cuya constante es k , se estira de su posición natural una longitud l . Si el auto del Guasón tiene una masa m ¿Cuál será la fuerza mínima que deberá hacer Batman para poder llevarlos a prisión?
- d) Estos hechos son relatados en un comic que cae en manos de dos alumnos del Taller de Física al Alcance de Todos que discuten acaloradamente la situación. Uno de ellos dice que la energía se conserva en todo momento y el otro dice que al haber trabajo de fricción, la energía no se conserva y se escapa en forma de calor. ¿Puede usted decir cuál de los dos alumnos tendría razón? ¿Por qué?
- e) Luego de leer comics decidieron que no podían estar de vagos y decidieron hacer una experiencia de física con uno de los ayudantes. Ataron con una piola de masa despreciable y longitud 35cm un pedazo de plomo de masa 10g . Lo hicieron girar de manera que describía un movimiento circular con la cuerda totalmente estirada y el círculo completamente contenido en el plano horizontal. Midieron que el tiempo en el que completaba una vuelta era de $0,5\text{s}$. ¿Cuál es la tensión de la cuerda? Si el estudiante que hacía girar el plomito se cansa y lo gira más lentamente de manera tal que ahora la cuerda se separe del eje de giro en un ángulo de 30° . Encuentre la nueva tensión en el hilo si ahora el tiempo de cada vuelta es de $0,9\text{s}$. ¿Con que energía cinética gira en cada caso?

PT188. Colegio Del Cerro - Instituto Timoteo - Colegio Belgrano
Instituto Padre Gabriel Tomassini - Escuela de Educación Técnica n° 3138
Escuela de Educación Técnica n° 3140 - Colegio Américo Vespucio
Escuela de Educación Técnica n° 3141 - Escuela de Comercio Dr. Arturo Illia
Colegio Dante Alighieri - Colegio Salesiano Ángel Zerda
Colegio Santa Isabel de Hungría - Colegio San Cayetano
Escuela de Educación Técnica n° 3102 - Colegio de Comercio n° 8024
Instituto Madre María Sara Lona
Ciudad de Salta.

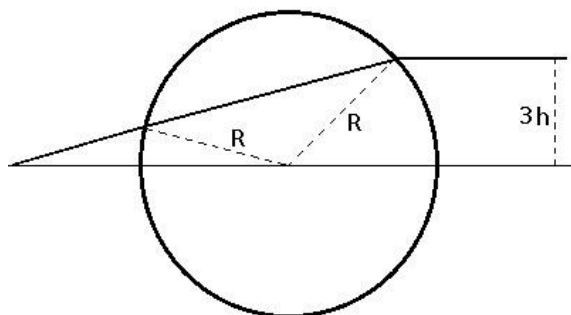
La Batalla de la Luz

En una de los tantos encuentros entre la Liga de la Justicia y algún rejunte de villanos de turno, Flash intenta vencer a su enemigo Mirror-Master, controlador de las reflexiones y los espejos.

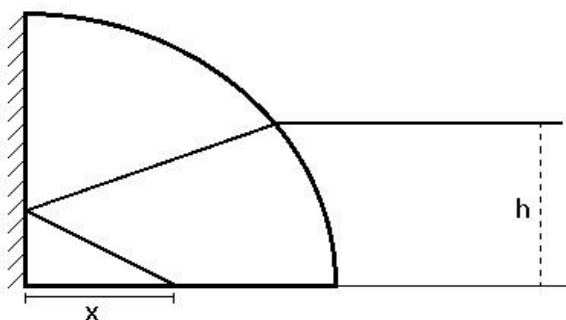
Lo que Flash desconocía es que su nemesis, había incursionado en libros de física básica, y alcanzó a aprender la refracción, también.

Anonadado por el nuevo intelecto criminal, Flash pide asistencia a Superman, quien decide resolver todo con uso de la vista calorífica.

- Mirror Master se esconde detrás de una gran esfera de vidrio de radio R , y Superman intenta calcinarlo con un haz de luz intensamente caliente; como muestra la figura. Calcule a que distancia de la esfera se encontraba el delincuente, que el Hombre de Acero logra abatir.
- Dejando de la idea el hecho que el índice de refracción no puede ser menor de 1. ¿le habría servido de algo al forajido que la esfera tenga un índice menor que el medio en el que están peleando? Explique, y de ser necesario, grafique.



Tras recibir el primer golpe, el maestro de los espejos, rearma su defensa, con los restos de la esfera. Resultando solo en un cuarto de la misma. Con una de sus caras espejadas, internamente (como muestra la próxima imagen).



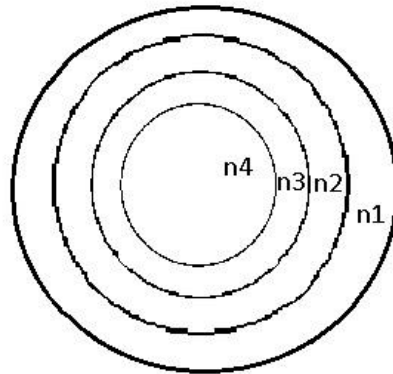
- En la situación presente. Suponiendo que el villano se encuentra en el vértice central de la esfera; ¿puede el hijo de Kriptón atinarle de nuevo con la visión calorífica? Desarrolle su respuesta, y grafique, demostrando su respuesta.
- Mirror Master, se posiciona a si mismo en el punto X sobre uno de los radios de su esfera, creyendo que así lograría vencer. Superman, quien asistió a todas las clases de óptica geométrica, y aprobó los exigentes parciales de la Universidad

de Metrópolis para Superhéroes, vuelve a alcanzar al ignorante hombre de los espejos. Teniendo la situación presentada en la imagen precedente, calcule la distancia X.

- e) Semanas después, todavía en el hospital para delincuentes, el quemado personaje sigue pensando como habría podido evitar los rayos que casi lo calcinan. La única idea que se le ocurre es: una esfera hecha de gran cantidad de capas, todas de distintos materiales. Dispuestos de tal manera que, al ir entrando en la bola, en dirección al centro, cada capa aumenta el índice de refracción con respecto a la inmediata exterior.

¿Habría sido útil? ¿tiene razón Mirror Master? ¿o le conviene dejar el negocio y dedicarse a vender espejos?

¿sería una manera de defensa perfecta? Explique.



$$n_1 < n_2 < n_3 < n_4$$

Datos

Radio de la esfera = 40 metros

$h = 5$ metros

Índice de refracción de la esfera = 1,5

Índice de refracción del aire = 1

Instancias Locales Problemas Experimentales

PE1. Escuela Técnica N° 27 Hipólito Yrigoyen Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

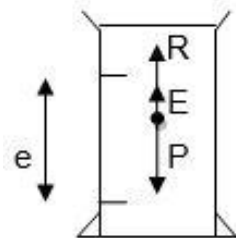
Determinación de la viscosidad de un fluido (base de detergente).

Introducción:

La viscosidad η es la dificultad que tiene un fluido para desplazarse, es lo contrario a la fluidez. En CGS la unidad de η es el poise = g/cm.seg

Según Stokes. cuando una esfera desciende en un fluido aparece una fuerza de origen viscoso "R" que se opone a su desplazamiento. Esta fuerza es directamente proporcional al radio de la esfera (r), a la viscosidad del fluido (η) y a la velocidad de caída (v). Esta ecuación, conocida como ecuación de Stokes, $R = 6 \pi \eta r v$ donde 6π es la constante de proporcionalidad.

Cuando la esfera comienza su descenso, su $v=0$; como el peso P es mayor que el empuje E , la esfera inicia su caída con movimiento acelerado. En consecuencia la velocidad va en aumento y también lo hace la fuerza R de Stokes. Llega un instante donde dicha fuerza R , junto con el empuje E equilibran al peso P , a partir del cual la esfera continúa su descenso con MRU. Del equilibrio de estas 3 fuerzas, podemos obtener la ecuación de la velocidad límite, que es la máxima velocidad que alcanza una esfera en su caída para continuar su descenso con MRU



$$v_{\text{lim}} = \frac{2r^2 g (\delta c - \delta L)}{9\eta}$$

donde δc es la densidad de la esfera
 δL es la densidad del fluido

La velocidad límite se obtiene como MRU, observando que la velocidad sea constante, midiendo la distancia "e" entre 2 marcas de la probeta y el tiempo t transcurrido para recorrerla

$$v_{\text{lim}} = e/t$$

Igualando ambas ecuaciones obtenemos:

$$\eta = \frac{2r^2 g (\delta c - \delta L) t}{9e}$$

Elementos utilizados:

- Base de detergente
- Esferas de acero de diferentes tamaños
- Probeta
- Cronómetro
- Imán

Datos:

$$g = 980 \text{ cm/s}^2 \pm 1 \text{ cm/s}^2$$

$$\delta c = 7,85 \text{ g/cm}^3 \pm 0,01 \text{ g/cm}^3$$

$$\delta L = 1,047 \text{ g/cm}^3 \pm 0,007 \text{ g/cm}^3 \text{ (medida con picnómetro)}$$

distancia recorrida por la esfera $e = 15,0 \text{ cm} \pm 0,1 \text{ cm}$

Diámetros de las esferas: (Todas las esferas fueron medidas con un error de $\pm 0,02 \text{ mm}$) 1,50 mm; 3,00mm; 4,00mm; 4,76mm; 5,00mm; 6,00mm; 6,30mm; 6,80mm; 7,86mm

Desarrollo:

1º) Para cada una de las esferas, se las deja caer cuidadosamente y sin que rocen contra las paredes de la probeta. (descartar el tiempo en caso contrario). Se mide el tiempo en recorrer la distancia "e" entre las marcas hechas en la probeta.

ATENCIÓN: El proceso se deberá repetir 3 veces para cada tamaño de esfera (para ello extraer 3 esferas del mismo tamaño del frasco rotulado que la contiene. Terminadas las 3 mediciones, sacarlas de la probeta usando el imán y colocarlas secas en el frasco original. Repetir con las esferas de los otros tamaños). Estimar el error del tiempo. Confeccionar la tabla (trabajar en CGS) y justificar haciendo los cálculos necesarios los errores volcados en dicha tabla.

d: diámetro

r :radio

2º) Graficar $t = f(1/r^2)$

3º) Calcular del gráfico la pendiente con su error

4º) Calcular el valor de η con su error.

5º) Con los elementos utilizados en esta experiencia, ¿podría medirse la viscosidad del agua? Justificar la respuesta. (dato: η_{agua} aproximadamente: 0,01 poise)

TABLA

$d \pm \Delta d$ (cm)	$r \pm \Delta r$ (cm)	$(1/r^2)$ $\pm \Delta(1/r^2)$ (cm ⁻²)	$t_1 \pm \Delta t_1$ (seg)	$t_2 \pm \Delta t_2$ (seg)	$t_3 \pm \Delta t_3$ (seg)	$t \pm \Delta t$ (seg)

PE2. IPET N° 266 General Savio Instituto Marcelino Champagnat Río Tercero, Córdoba.

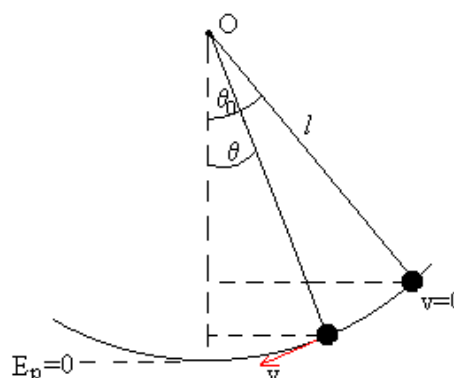
Péndulo simple.

Un péndulo simple se define como una partícula de masa m suspendida del punto O por un hilo inextensible de longitud l y de masa despreciable.

Si la partícula se desplaza a una posición θ_0 y luego se suelta, el péndulo comienza a oscilar.

El péndulo describe una trayectoria circular, un arco de una circunferencia de radio l .

La frecuencia (f) de oscilación del péndulo se encuentra mediante la aplicación de una fórmula que relaciona a ésta con la longitud del mismo (l) y la aceleración de la gravedad (g).



Principio de conservación de la energía

En la posición θ_0 el péndulo solamente tiene energía potencial, que luego al ser soltado, se transforma en energía cinética.

Comparemos dos posiciones del péndulo:

- En la posición extrema $\theta = \theta_0$, la energía es solamente potencial:

$$E_p = m \cdot g \cdot l(1 - \cos \theta_0)$$

- En la posición θ , la energía del péndulo es parte cinética y la otra parte potencial:

$$E = \frac{1}{2} m \cdot v^2 + m \cdot g \cdot l(1 - \cos \theta_0)$$

Según la teoría clásica, cuando un péndulo oscila, si existe fricción con el aire, la amplitud de la oscilación y, en consecuencia, la energía, decrecen de manera continua con el tiempo. En realidad, todos los sistemas que vibran con frecuencia f pierden energía en paquetes discretos o cuantos, hf .

Por lo tanto, podemos decir que por cada oscilación que produce un péndulo, pierde una cierta cantidad de energía, correspondiente a un cuanto. Esta variación de energía que sufre un péndulo por cada oscilación es función de la frecuencia que tiene y según Planck se calcula de la siguiente manera:

$$\Delta E = h \cdot f \quad (\text{siendo } h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J.s})$$

PARTE A

Analice el principio de funcionamiento del péndulo simple y encuentre la expresión matemática que relaciona el período del mismo con su longitud.

PARTE B

Construya un péndulo como el de la imagen con los materiales disponibles.

- Base de madera rectangular
- Soporte metálico cilíndrico
- Hilo inextensible de masa despreciable
- Regla
- Tijeras
- Cuerpo de masa despreciable

PARTE C

- Construir una tabla con cinco valores de l (longitud del hilo) que estén aproximadamente entre los 10 y 30 cm. Para cada longitud, cronometrar el tiempo en que el péndulo da una oscilación completa (período, T).
- Realizar un promedio de los diez períodos cronometrados para cada longitud.
- Determinar la aceleración de la gravedad, g , para las tres longitudes del hilo utilizando la fórmula determinada en la parte A.
- Representar gráficamente T^2 frente a L , linealice la expresión.



- e) Determinar la aceleración de la gravedad a partir de la pendiente de la recta.
- f) Analizar los valores de g encontrados analítica y gráficamente.

Nota: Utilizar unidades de medida en el S.I.

PARTE D

- a) Calcular la energía máxima del péndulo antes de que comience a oscilar.
- b) Determinar la cantidad de energía perdida por cada oscilación, según Planck.
- c) Comparar el punto a) con b).

PE3. Colegio Juan Humberto Moran Eduardo Castex, La Pampa.

Objetivo:

Determinar el módulo de Young E , de una varilla de material plástico.

¿Cómo se deforma una barra de silicona?

Breve descripción

Una varilla 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 F la flexión que experimenta se incrementa.

Los pesos aplicados F , deforman la viga una cierta distancia δy . La misma depende de su geometría en este caso es una varilla cilíndrica de radio R y de el material que la compone, silicona en este caso, pero si las deformaciones son elásticas (límite elástico), entonces cuando cesan los pesos la varilla retoma su forma original horizontal.

El módulo de Young o módulo de elasticidad longitudinal es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza. Este comportamiento fue observado y estudiado por el científico inglés Thomas Young. Las variables que intervienen y sus relaciones son:

$$\delta y = \frac{L^3}{3 \cdot E \cdot I} F$$

Donde I es llamado momento de inercia y en el caso de una sección circular de radio R vale

$$I = \pi \cdot R^4 / 4$$

E es el módulo de Young que debes determinar en dicho laboratorio.

Dersarrollo de la determinación de E

- Implementar un dispositivo similar al de la *Figura* utilizando como viga una varilla y sobre ella un regla plástica para medir δy . Hacerlo para tres longitudes distintas $L1$ $L2$ y $L3$.

Utilizando diferentes masas pesadas en balanza F , medir la deformación δy correspondiente a cada una de éstas. Completando las siguientes tablas.

$L1= 5 \text{ cm}$

F (grs)									
δy (cm)									

$L2= 10 \text{ cm}$

F (grs)									
δy (cm)									

$L_3 = 15 \text{ cm}$

F (grs)									
δy (cm)									

Construir los gráficos δy en función de F a diferentes longitudes de “vuelo” (L).

Analizar los errores de dichas mediciones.

Determinar la pendiente de cada uno y de ella extraer el valor de E modulo de Young y promediarlos o analizar sus valores.

Tomar en cuenta evaluar los errores relativos de medición de R y de L.

Elementos que pueden resultar de utilidad:

- Una barra de siliconas
- Una o dos reglas plásticas para medir longitudes δy
- Hilos finos y resistentes para colgar los pesos F
- Calibre para medir radios R y longitudes L
- Prensa tipo nuez o un sistema de reemplazo que puede ser un contrapeso
- Pesas

Nota: Es importante garantizar que las varillas estén siempre al mismo nivel en ausencia de carga (periodo elástico).

PE4. Colegio EMAUS

El Palomar, Buenos Aires.

El puntero láser y el diámetro de un cabello.

Objetivo: Medir el diámetro de un cabello

Materiales: puntero láser, cinta métrica, un trozo de cartón.

Introducción

El fenómeno de interferencia de la luz al atravesar una doble rendija fue estudiado por Thomas Young, un médico que sintió interés por los fenómenos ópticos.

Al hacer atravesar un haz de luz monocromático por una doble rendija muy pequeña (de décimas de milímetro de espesor e se produce sobre una pantalla un espectro de interferencia (ver Figura 1)

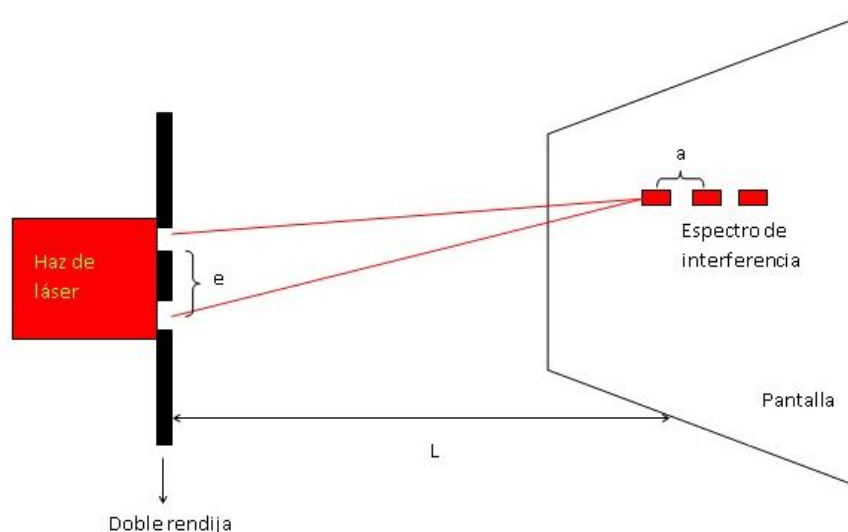


Figura 1. Esquema experimental para el estudio de interferencia en doble rendija.

donde hay zonas de luminosidad intensa espaciadas a distancia a y zonas de sombra, es decir ausencia de luz. Utilizando el concepto de que la luz se comporta como onda se explica esta situación diciendo que en las zonas iluminadas, las ondas interfieren positivamente, en cambio en donde hay sombra, las ondas interfieren negativamente anulando su efecto luminoso.

Empleando la idea de interferencia positiva la ecuación matemática asociada al fenómeno es:

$$a = \lambda \cdot \frac{L}{e} \quad (1)$$

Donde λ es la longitud de onda del láser y los valores restantes son medidas que pueden observarse en el Figura 1.

El experimento a realizar:

Conocido λ del láser (680 nm) podemos interferir el haz de láser con un cabello o una hebra de alambre de cobre (ver Figura 2), el cuál actuará como una doble rendija, de espesor desconocido e . En realidad este fenómeno de interferencia de la luz se conoce como fenómenos de difracción, pero principios físicos en la difracción son los mismos que los que intervienen en la interferencia de la luz. Luego empleando la misma ecuación (1) y realizando mediciones de a para distintos valores de L , establecemos nuevamente una función del tipo lineal donde esta vez la pendiente de la recta hallada nos permitirá determinar el valor de e (espesor o diámetro del cabello o hebra de cobre).

Será por lo tanto objetivo del trabajo experimental montar el dispositivo mostrado en la figura 2. Para lo cual se podrá armar el soporte con un marco de cartón de 5cm x 5 cm, colocar transversalmente un cabello o una hebra de alambre de cobre (de los de cables eléctricos). Colocar a una distancia de unos 2m de largo, una pantalla donde se proyecta la interferencia del láser al pasar por el cabello.

Se miden L y a . Luego se varía L y se mide el valor de a correspondiente. Se levanta una gráfica de a en función de L . A partir del mismo se debe hallar el diámetro e con su incerteza correspondiente.

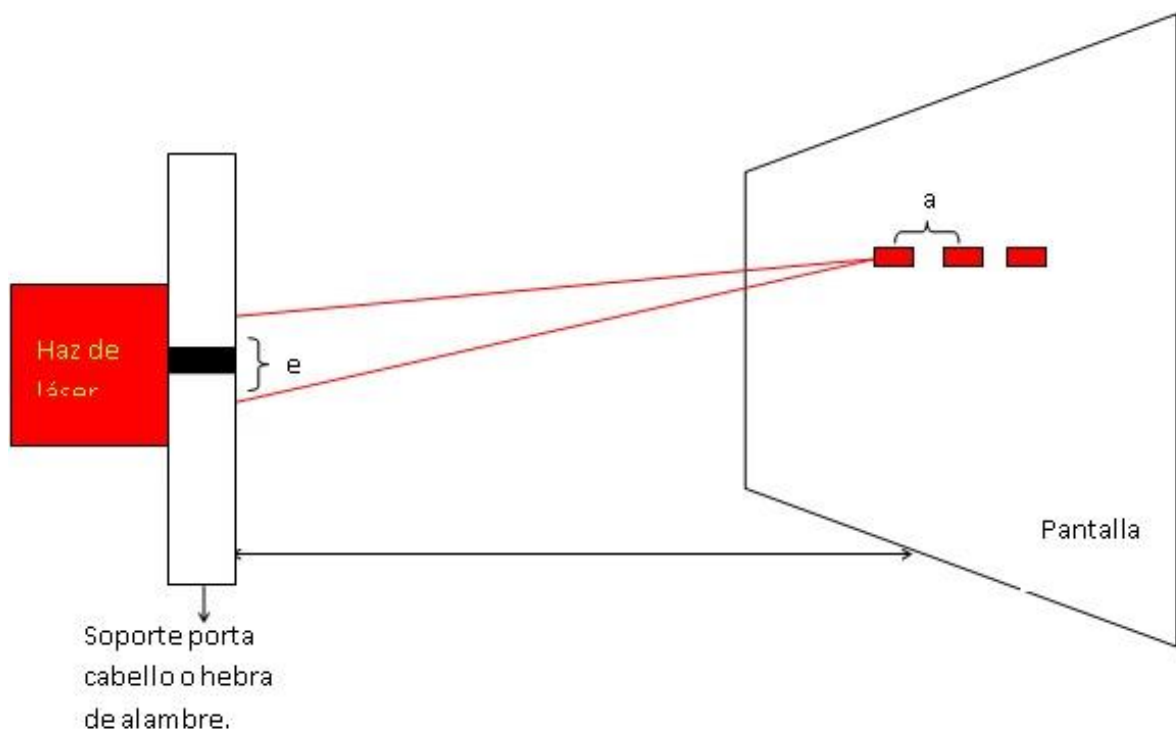


Figura 2. Diagrama esquemático del dispositivo experimental

PE5. Instituto de Enseñanza San Jorge - Big Ben School - Colegio Belén
Centro Educativo Bernardino Rivadavia - Colegio Hermano Hermas de Bruijn
Ciudad de Santiago del Estero.

Objetivo

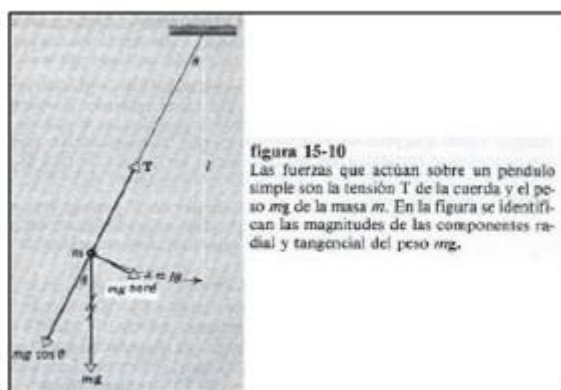
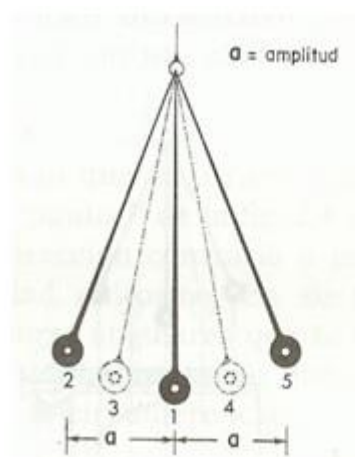
Determinar la aceleración de la gravedad en Santiago del Estero.

Lista de Materiales

- Regla milimetrada
- Tuerca.
- Hilo.
- Cronómetro (celular).

Descripción

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.



- R. Resnick y D. Halliday. Física. (Editorial Continental, México, 1983)

Al separar la masa de su posición de equilibrio en ángulos de amplitud reducida (no mayor a 15°), oscila a ambos lados de dicha posición, realizando un movimiento armónico simple y su período (tiempo que tarda en realizar una oscilación completa) viene dado por la expresión:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (I)$$

Donde:

T: período, tiempo en el que realiza una oscilación.

l: longitud del péndulo.

g: aceleración de la gravedad del lugar.

Mediante este dispositivo es posible determinar el valor de la aceleración de la gravedad en el lugar de la experimentación, midiendo el período T en función de la longitud l:

$$T^2 = \frac{4\pi^2 l}{g} \quad (II)$$

Donde g será:

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2} \quad (III)$$

Para calcular el valor a partir de la función mencionada en la ecuación (2), se reemplaza T² por "y", quedando la expresión $\frac{4\pi^2}{g}$ como pendiente de la recta ajustada gráficamente.

Es decir: $y = \frac{4\pi^2}{g} \cdot l$ (IV)

Por lo tanto la pendiente de la recta será $m = \frac{4\pi^2}{g}$, de donde puede despejarse g obteniendo la expresión: $g = \frac{4\pi^2}{m}$, para calcular el valor de la aceleración de la gravedad.

Es importante tener las siguientes precauciones al realizar la experiencia:

- La amplitud de oscilación debe ser lo más pequeña posible (no mayor a 15°).
- El péndulo debe oscilar en un solo plano.
- La tuerca no debe girar.
- Medir correctamente la longitud del péndulo, desde el punto de suspensión hasta el centro de masa de la tuerca que oscila.

Procedimiento

- 1) Realiza el montaje del dispositivo empleando hilo y una tuerca perforada.
- 2) Mide la longitud del péndulo.
- 3) Mide el tiempo (t) de 10 oscilaciones ($n=10$). Calcula el valor del periodo (T) y su correspondiente incerteza, empleando la siguiente relación:

$$T = \frac{t}{n}$$

- 4) Repite el paso 3) un mínimo de 10 veces.
- 5) Calcula el promedio de los períodos obtenidos y su correspondiente incerteza.
- 6) Calcula g y su correspondiente incerteza empleando la expresión (III).
- 7) Repite el paso 2) al 6) al menos 5 veces, modificando la longitud del péndulo en cada repetición.
- 8) Efectúa una tabla de mediciones incluyendo: Longitud (l), número de oscilaciones(n), tiempo (t), Período (T), Período al cuadrado (T^2) y aceleración de la gravedad (g)
- 9) Efectúa un gráfico del período al cuadrado en función de la longitud. $T^2 = f(l)$, (ver expresión (IV)) empleando los datos de la tabla.
- 10) Realiza un ajuste lineal del gráfico anterior, determina la pendiente de la recta obtenida y el mejor valor de la aceleración de la gravedad a partir de ella. Informa estos valores con su correspondiente incerteza.

Requerimientos

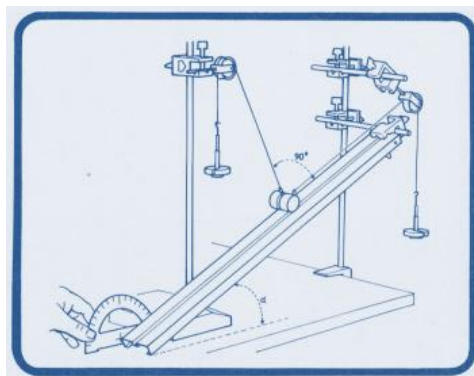
- a) Montar de la experiencia en forma correcta, prolija y ordenada minimizando las posibles causas de errores.
- b) Confeccionar una tabla de mediciones incluyendo: Longitud (l), número de oscilaciones(n), tiempo (t), Período (T), Período al cuadrado (T^2) y aceleración de la gravedad (g) con la cantidad de mediciones solicitada.
- c) Graficar el período al cuadrado en función de la longitud. $T^2 = f(l)$, empleando los datos de la tabla, seleccionando las unidades y escalas adecuadas.
- d) Determinar el valor de la aceleración de la gravedad en Santiago del Estero 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.

**PE6. EPES N° 54 Gobernador Juan José Silva
Ciudad de Formosa.**

Material

- Base soporte
- Escuadra de nivel
- Hilo
- Juego de pesas
- Nuez doble (cinco)
- plano con guía central
- Polea (dos)
- Porta pesas (dos)
- Rodillo de 200 g
- Semicírculo graduado
- Tornillo de mesa
- Soporte de 250 mm (dos)



Fundamento

Dos fuerzas se pueden sustituir, por una fuerza llamada resultante, que produce el mismo efecto que las dos iniciales.

La operación contraria a esta será el descomponer una fuerza f en otras dos, que tengan direcciones determinadas, tales que su resultante sea la misma f .

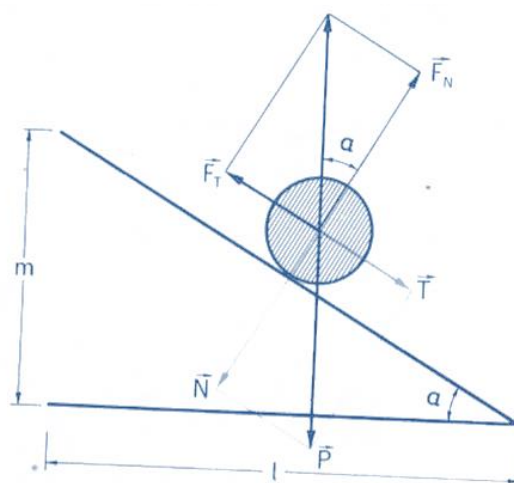
Aquí vamos a estudiar el caso concreto de descomponer el peso P de un cuerpo. Apoyando sobre un plano que forma un ángulo α con la horizontal, en dos componentes que tengan direcciones cualesquiera. De todas las direcciones posibles, nos interesan las del plano y la de su normal: resulta que P se descompone en dos fuerzas, una tangencial, T , y otra normal, N . El motivo de esta elección es que anula con la reacción del plano F_s . La F_t es la cuerda que hace que el cuerpo no se deslice; por lo tanto, el cuerpo queda en equilibrio estático.

Entre estas fuerzas se tiene que cumplir:

$$\vec{P} = \vec{N} + \vec{T}$$

de donde se deduce:

$$P^2 = N^2 + T^2$$
$$T = P \sin(\alpha)$$



Instrucciones

Realizar el montaje de la figura 1. Cuidar que una cuerda esté paralela y la otra perpendicular al plano de aluminio.

Colocar pesas hasta que, cumpliéndose las dos condiciones anteriores, el rodillo inicie la separación del plano de aluminio.

Observar los pesos colocados – no olvidar el peso de los porta pesas- y el valor del ángulo α .

Cálculos y resultados

Observar que se cumplen las ecuaciones anteriores.

1. En el papel, trazar a escala la descomposición de la fuerza P con los datos obtenidos de la experiencia y dibujar el polígono de fuerzas.
2. Completar la siguiente tabla:

N°	α	T	N
1			
2			
3			
4			
5			

3. Corroborar los resultados experimentales con los analíticos.
4. Obtener conclusiones de los errores y desvíos de la experiencia.

PE7. EPET N° 16

Dos de Mayo, Misiones.

El término densidad aparente relaciona la masa de un material compuesto por varias partículas, generalmente de diversos tamaños respecto a un volumen que ocupa. Se entiende que el volumen total comprende el volumen ocupado por el material y los espacios vacíos existentes entre partículas.

Este concepto es muy importante para comparar el grado de compactación de suelos

Materiales

- Balanza de precisión
- Probeta graduada
- Vaso de precipitados
- Recipiente con agua destilada.
- 1 paquete de alubias

Desarrollo

- a) Mide volúmenes y masas de distintas cantidades de alubias (se recomienda contarlas)
- b) Representa gráficamente la masa en función del volumen,
- c) Determina la densidad aparente de las alubias.
- d) Determina la densidad real de las alubias
- e) Calcula el volumen y la masa de una alubia

PE8. Instituto Técnico San José

Clorinda, Formosa.

Péndulo simple

El péndulo simple es uno de los modelos ideales más comunes en la física, este consiste en una partícula de masa (m) unida al extremo de una cuerda de longitud (L) y masa despreciable, si se mueve la masa a un lado de su posición de equilibrio (vertical) esta va

a oscilar alrededor de dicha posición. Cuando la masa se deja en libertad desde un ángulo inicial $\emptyset$ con la vertical, oscila a un lado y a otro con un período (T).

Objetivos

Determinar la variación del período de un péndulo simple teniendo en cuenta la longitud de la cuerda, el ángulo y la masa del objeto sometido al movimiento armónico simple.

Lista de materiales

- Soporte
- Dos cuerpos esféricos de masa conocida
- Cronómetro
- Transportador
- Cinta métrica
- Hilo o cuerda de nylon con la resistencia suficiente para soportar la masa sin soltarse ni deformarse.

Procedimiento:

- a) Arme el dispositivo convenientemente
- b) Mida el período de oscilación del péndulo para una determinada masa, una determinada longitud de la cuerda y un determinado ángulo. (Para reducir error tome el tiempo que el péndulo realiza 10 oscilaciones y divida el resultado en 10). Estas mediciones son las de referencia. Las mediciones se realizarán 5 veces.
- c) Haga lo mismo que el paso anterior, pero modificando la masa y manteniendo constantes las demás variables (longitud de la cuerda y ángulo de inclinación).
- d) Haga lo mismo que el paso b) pero modificando la longitud de la cuerda y manteniendo constantes las demás variables (masa y ángulo de inclinación)
- e) Haga lo mismo que el paso b) pero modificando el ángulo de inclinación y manteniendo constantes las demás variables (masa y la longitud de la cuerda)
- f) Registre las mediciones de los pasos b), c), d) y e) en una tabla como la siguiente.

siguiente:							
Ensayo	Masa (g)	Longitud (cm)	Angulo (°sexag.)	T (s)	Tprom. (s)	Error absoluto de cada Ti (s)	Error absoluto de la medición Ea (s)
1							
2							
3							
4							
5							
Expresión del resultado: Tprom±Ea							

Consigna

- a) Calcule los períodos promedios de asociados a los pasos b), c), d) y e).
- b) Calcule los errores absolutos de cada medición, para los pasos b), c), d) y e).
- c) Exprese los resultados de las mediciones de los períodos de oscilación.
- d) Analice en función de los resultados obtenidos si la variación de:
 - i. la masa afectó el período de oscilación.
 - ii. la longitud de la cuerda afectó el período de oscilación.
 - iii. el ángulo de inclinación afectó el período de oscilación.

PE9. Colegio del Carmen y San José* - Escuela Secundaria N° 2 Clara Armstrong*
 Escuela Preuniversitaria ENET N° 1 Prof. Vicente Aguilera*
 Escuela Secundaria N° 3 Gustavo Levene* - Colegio Padre R. de la Quintana*
 Instituto Pía Didoménico* - EPET N° 7 Alsina Alcobert*
 Escuela Provincial de Minería* - Escuela PreUniversitaria Fray M. Esquiú*
 Escuela Municipal N° 1 Fray Mamerto Esquiú**
 *San Fernando del Valle - **Fray Mamerto Esquiú- Piedra Blanca, Catamarca.

Densidad de un sólido irregular

Objetivos

Determinar la densidad de un cuerpo irregular.

Fundamento Teórico

Sólidos irregulares: son sólidos que no tienen forma definida, como las piedras. Para calcular el volumen de estos, se determina el volumen de agua que desalojan al ser introducidos en un envase que contenga líquido.

La densidad es el cociente entre masa y volumen de un cuerpo.

$$d = \frac{m}{V}$$

La masa se puede medir con la balanza, pero el volumen de un objeto irregular es difícil de medir directamente. Sin embargo, puede calcularse de forma sencilla si se sumerge en un líquido. En este caso, se utiliza el principio de Arquímedes. Cuando el objeto se sumerge, además de su propio peso, sobre el cuerpo actúa el empuje del agua.

Según el Principio de Arquímedes al sumergir total o parcialmente un cuerpo en un fluido éste experimenta una fuerza adicional vertical dirigida de abajo hacia arriba llamada EMPUJE y de magnitud igual al peso del fluido desplazado.



Lista de materiales

- Cuerpo de forma irregular (piedra).
- Recipiente con agua
- Jeringa de 10ml
- Balanza electrónica

Procedimiento

- 1- Llene con agua el recipiente hasta el nivel indicado.
- 2- Introduzca la piedra en el recipiente con agua, observe el nuevo nivel alcanzado por el líquido.
- 3- Extraiga con la jeringa, el líquido sobrante hasta recuperar el nivel de la marca inicial.
- 4- Lea el volumen en la jeringa, que corresponde al volumen del cuerpo (piedra), Principio de Arquímedes. Expresar su resultado en cm³.
- 5- Mida la masa del cuerpo usando la balanza de electrónica y anótela en la tabla 1
- 6- Calcule la densidad de cada cuerpo.
- 7- Repita cinco veces las mediciones y complete la tabla 1:

Tabla 1: Valores de masa, volumen y densidad de una piedra

Medición	V (Volumen) (ml)	V (Volumen) (cm ³)	m (masa)(g)	Densidad(g/cm ³) d=m/V
1				
2				

3				
4				
5				

Al finalizar la experiencia deberá entregar un informe escrito con letra clara, que conste de :

- Descripción general de la experiencia
- Valores obtenidos en las mediciones, tablas, gráficos.
- Fuentes de error y análisis de como influyen en el resultado final.
- Resultado experimental de lo solicitado.
- Conclusiones.
- Comentarios que desee realizar referidos dificultades relacionadas a la realización de la experiencia.

**PE10. Colegio del Carmen y San José* - Escuela Secundaria N° 2 Clara Amstrong*
Escuela Preuniversitaria ENET N° 1 Prof. Vicente Aguilera*
Escuela Secundaria N° 3 Gustavo Levene* - Colegio Padre R. de la Quintana*
Instituto Pía Didoménico* - EPET N° 7 Alsina Alcobert*
Escuela Provincial de Minería* - Escuela PreUniversitaria Fray M. Esquiú*
Escuela Municipal N° 1 Fray Mamerto Esquiú**
*San Fernando del Valle - **Fray Mamerto Esquiú- Piedra Blanca, Catamarca.**

Pendulo físico

Objetivo

Determinar experimentalmente el momento de inercia de una varilla delgada

Fundamentación

Un péndulo físico es un sólido rígido de forma arbitraria que puede oscilar en un plano vertical alrededor de un eje perpendicular a un plano que contenga a su centro de masas (Figura 1). El punto de intersección del eje con dicho plano es el punto de suspensión. La posición de equilibrio es aquella en que el centro de masas se encuentra en la misma vertical y por debajo del punto de suspensión

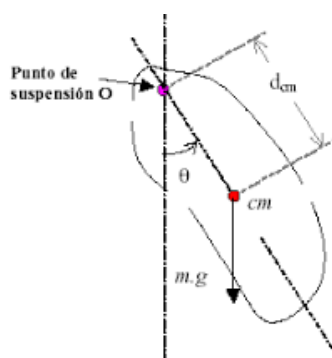


Figura 1. Sólido plano empleado como péndulo físico. El punto de suspensión es O, su centro de masas es c.m., y la distancia entre ambos se representa por d. En la posición indicada, formando un ángulo θ con la vertical, el peso produce respecto a O un momento que se opone al aumento del ángulo.

En el caso de una varilla delgada en forma de paralelepípedo, larga en comparación con su anchura y grosor, puede utilizarse como péndulo físico para realizar medidas de periodos o de momentos de inercia. Aquí consideraremos una varilla homogénea (figura 2) en la que se han practicado pequeños orificios a lo largo de su eje de simetría a intervalos regulares. Estos orificios sirven como puntos de suspensión.

El momento de inercia de una varilla delgada con respecto a un eje perpendicular que pase por su c.m. es:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde: T es el período de oscilación, m la masa total del cuerpo que oscila; I el momento de inercia, d la distancia del punto de suspensión al centro de masa y 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
- Balanza
- Regla
- Cronómetro
- Varilla delgada con orificios a lo largo de su eje

Desarrollo Experimental

- 1- Mida la masa de la varilla utilizando la balanza, anote su valor.
- 2- Cuelgue la varilla en el soporte como indica la figura 2.

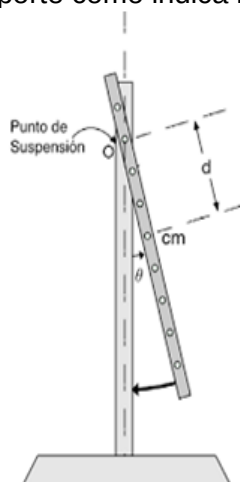


Figura 2. Varilla delgada que oscila. El punto de suspensión es O, su centro de masas es c.m., y la distancia entre ambos se representa por d . En la posición indicada, formando un ángulo θ con la vertical.

- 3- Mida la longitud de la varilla, desde el punto de suspensión hasta el centro de masa. Anote el valor .
- 4- Desplace la varilla de su posición de equilibrio (no superando los 30°). Registre el tiempo de 10 periodos consecutivos y anote el valor obtenido en la tabla 1.
- 5- Repita **10 veces** ($n=10$) el paso 4. Anote los valores obtenidos en la tabla 1.

Tabla I: Valores obtenidos del tiempo de oscilación de la varilla delgada

Nº de medición	$t \pm \Delta t$ (s)	$T = \frac{t}{n}$ (s)	ΔT (s)
1			
2			
3			
...	...	...	...

- 6- Escriba el valor de la lectura final $T = \bar{T} \pm \Delta T$.

7- Con el valor de I obtenido, calcule el momento de inercia, valiéndose de la ecuación 1.(Preste mucha atención a las unidades consideradas)

Nota: asuma el error de I como $\Delta I = \left(2 \frac{\Delta T}{T} + \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta d_{cm}}{d_{cm}} \right) \bar{I}$

Requerimientos para la redacción del informe

Al finalizar la experiencia deberá entregar un informe escrito con letra clara, que conste de:

- Planteamiento del problema
- Descripción esquemática y en texto del dispositivo experimental
- 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.

**PE11. Colegio del Carmen y San José* - Escuela Secundaria N° 2 Clara Armstrong*
Escuela Preuniversitaria ENET N° 1 Prof. Vicente Aguilera*
Escuela Secundaria N° 3 Gustavo Levene* - Colegio Padre R. de la Quintana*
Instituto Pía Didoménico* - EPET N° 7 Alsina Alcobert*
Escuela Provincial de Minería* - Escuela PreUniversitaria Fray M. Esquiú*
Escuela Municipal N° 1 Fray Mamerto Esquiú**
*San Fernando del Valle - **Fray Mamerto Esquiú- Piedra Blanca, Catamarca.**

Ley de ohm- circuitos electricos

Fundamentación

LEY DE OHM. En un circuito recorrido por una corriente eléctrica, la tensión es igual al producto de la intensidad de corriente por la resistencia total del circuito. V : Tensión (V) I : Intensidad (A) R : Resistencia (Ω)

$$V = I \cdot R$$

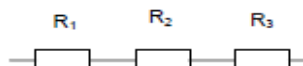
V : Tensión (V)
 I : Intensidad (A)
 R : Resistencia (Ω)

ASOCIACIÓN DE RESISTENCIAS.

Existen tres tipos de asociación:

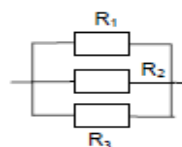
a. SERIE.

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

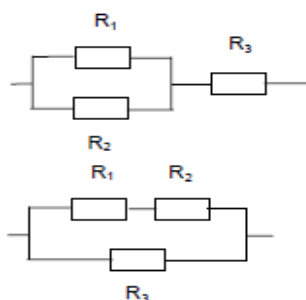


b. PARALELO.

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$



c. MIXTO.



Pasos a seguir:

- 1.- Paralelo R_1 II $R_2 = R_a$
- 2.- Serie $R_a + R_3$

Pasos a seguir:

- 1.- Serie: $R_1 + R_2 = R_b$
- 2.- Paralelo: R_b II R_3

Objetivos

Verificar la Ley de Ohm

Resolver experimentalmente circuitos en serie y paralelo.

Material de laboratorio

- 9 Resistencias de distintos valores
- Cables
- Pilas-portal pilas
- Multímetro digital
- Fuente de tensión

Procedimiento:

1. Anote el número de Circuito:
2. Obtenga el valor de cada resistencia y el de la Resistencia equivalente en serie y paralelo del circuito suministrado, usando el código de colores (fig 1).

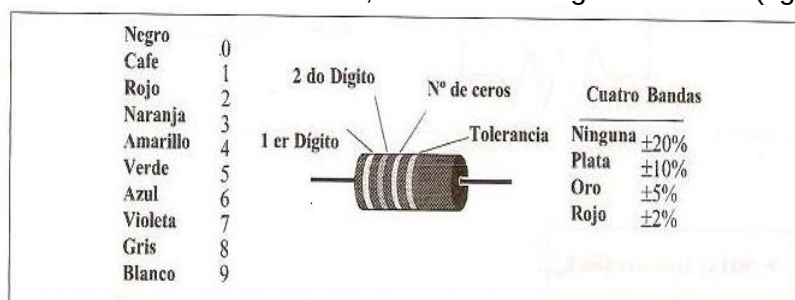


Figura 1: código de colores

3. Mida con el multímetro el valor de cada resistencia y el de la resistencia equivalente de cada asociación en el circuito.

Cuidado!! Asegúrese de conocer el valor correcto (teórico) de las resistencias antes de conectar el multímetro al circuito, a fin de no dañar el mismo. Consulte al Coordinador antes de proceder a la conexión del multímetro.

3. Complete la siguiente tabla:

Resistencia	Colores			Valor Código (Ω)	Valor medido (Ω)	Error%	Tolerancia
	1º	2º	3º				
1							
2							
3							
...							

4. Elija una asociación en serie o paralelo del circuito y calcule la corriente total y mida la misma.

Cuidado!! Asegúrese de conocer el valor correcto (teórico) de la corriente antes de conectar el multímetro al circuito, a fin de no dañar el mismo. Consulte al Coordinador antes de proceder a la conexión del multímetro.

5. Realice un grafico de I en función de R. Explique

Requerimientos

Al finalizar la experiencia deberá entregar un informe escrito con letra clara, que conste de:

- Planteo del problema
- Valores obtenidos en las mediciones, tablas, gráficos. Todos ellos referenciados.
- Fuentes de error y análisis de cómo influyen en el resultado final.
- Resultado experimental de lo solicitado.
- Conclusiones.

**PE12. Escuela Normal Juan B. Alberdi
San Miguel de Tucumán.**

Objetivo

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

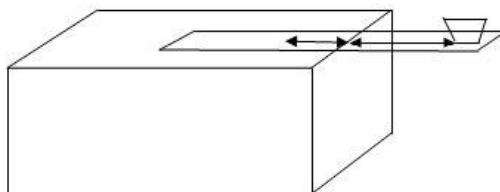
Elementos

- Una regla plástica de 30 cm.
- Una tapita de gaseosa o agua mineral.
- Una jeringa descartable de 10 cm³.
- Agua (densidad $\rho = 1 \text{ g / cm}^3$)
- Mesa, libro, trozo de madera, (con bordes bien rectos)

Teoría

El principio de funcionamiento de una balanza de brazos es el equilibrio de los momentos de los pesos.

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



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

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

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

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

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

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

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

Procedimiento

- 1- Determine el centro de masa (CM) de la regla y márkelo con una fibra o lápiz sobre la Regla.
- 2- Marque en la tapa vista de costado el centro de la misma.
- 3- Coloque la tapa vacía centrada sobre una de las marcas de la regla (ejemplo 1 cm) y Sobre el borde de la mesa haga que el sistema regla + tapa quede en equilibrio.
- 4- Determine la distancia d del centro de masa de la tapa al centro de momentos.
- 5- Repita la medición, pero ahora con la tapa conteniendo 5 cm³ de agua y determine D' y d'.
- 6- A partir de la expresión (3) y de los valores medidos, determine la masa M de la regla.
- 7- Repita los pasos 1-6 para al menos 10 posiciones distintas de la tapa en la regla. Tabla
- 8- De un valor de M con su correspondiente incertidumbre o error.

Helicópteros de papel

La caída libre es un fenómeno estudiado formalmente desde la época de Galileo. Este propuso que ante la sola presencia de la gravedad los objetos caen en el mismo tiempo, sin importar su forma o tamaño.

Sin embargo, con la presencia del aire, se genera una fuerza extra de rozamiento que frena el movimiento hasta llegar a una velocidad de caída constante, que sí depende de la forma y tamaño del objeto.

En el caso de un helicóptero de papel, la fuerza de rozamiento provoca además que el helicóptero gire con una velocidad de rotación constante. El objetivo en esta experiencia es calcular esta velocidad de rotación.

Lista de materiales

- Dos hojas con el modelo para recortar nuestro helicóptero de papel
- Tijeras
- Cinta métrica
- Hoja milimetrada
- Cronómetro

Comentarios generales

- Antes de comenzar lea todas las instrucciones
- Agregue en el informe los comentarios que aclaren el procedimiento exacto que utilizó en cada paso. En lo posible incluya también un dibujo aclaratorio.
- Escriba en tablas los datos obtenidos en las mediciones junto con sus errores y los criterios para considerarlos.
- Aclare cualquier cambio o desvío respecto de las instrucciones, junto con una breve explicación de su motivo.
- Sea prolijo.

Introducción teórica

Un objeto en caída libre recibe una fuerza hacia abajo igual a su peso $P = mg$. Cuando el objeto cae en un medio (como el aire), también habrá una fuerza de frenado, que en general es proporcional a la velocidad de caída $F = f v$. Por lo tanto, después de un aumento de la velocidad desde el inicio de la caída, se llega a un régimen estacionario en donde la aceleración es nula: $fv - mg = 0$, llamada velocidad límite de caída es: $v_{lim} = mg / f$. En consecuencia, la velocidad límite depende tanto de la masa del cuerpo como de la constante f del rozamiento con el aire. En el caso del helicóptero, f puede ser muy grande y la m muy pequeña, permitiendo velocidades finales pequeñas y tiempos de vuelo hasta el suelo medibles en el laboratorio con un cronómetro.

Parte 1: Diseño del helicóptero

En las hojas "helicóptero 1" y "helicóptero 2" tenemos dos tamaños de nuestro helicóptero para recortar. Una vez cortado como indica allí se propone que vaya reduciendo el contrapeso cortándolo desde abajo hasta conseguir un helicóptero que gire con la velocidad más lenta posible y que tenga el mayor tiempo de vuelo posible. Esta etapa previa de diseño le permitirá obtener mejores mediciones y la satisfacción de haber armado su propio helicóptero de experimental.

Parte 2: Tiempos de Caída y Número de Vueltas

- Elija entre 5 alturas distintas de caída entre 1m y 2,5m
- Deje caer el helicóptero al menos 20cm por encima de la altura seleccionada con un leve impulso de giro, de modo de asegurarse llegue a la velocidad límite al pasar por la altura seleccionada.

- c) Mida el tiempo de caída y el número de giros de la hélice para cada altura seleccionada al menos 10 veces.
- d) Realice la estadística (media y desvío estándar) de las mediciones anteriores.

Parte 3: Velocidad de Rotación

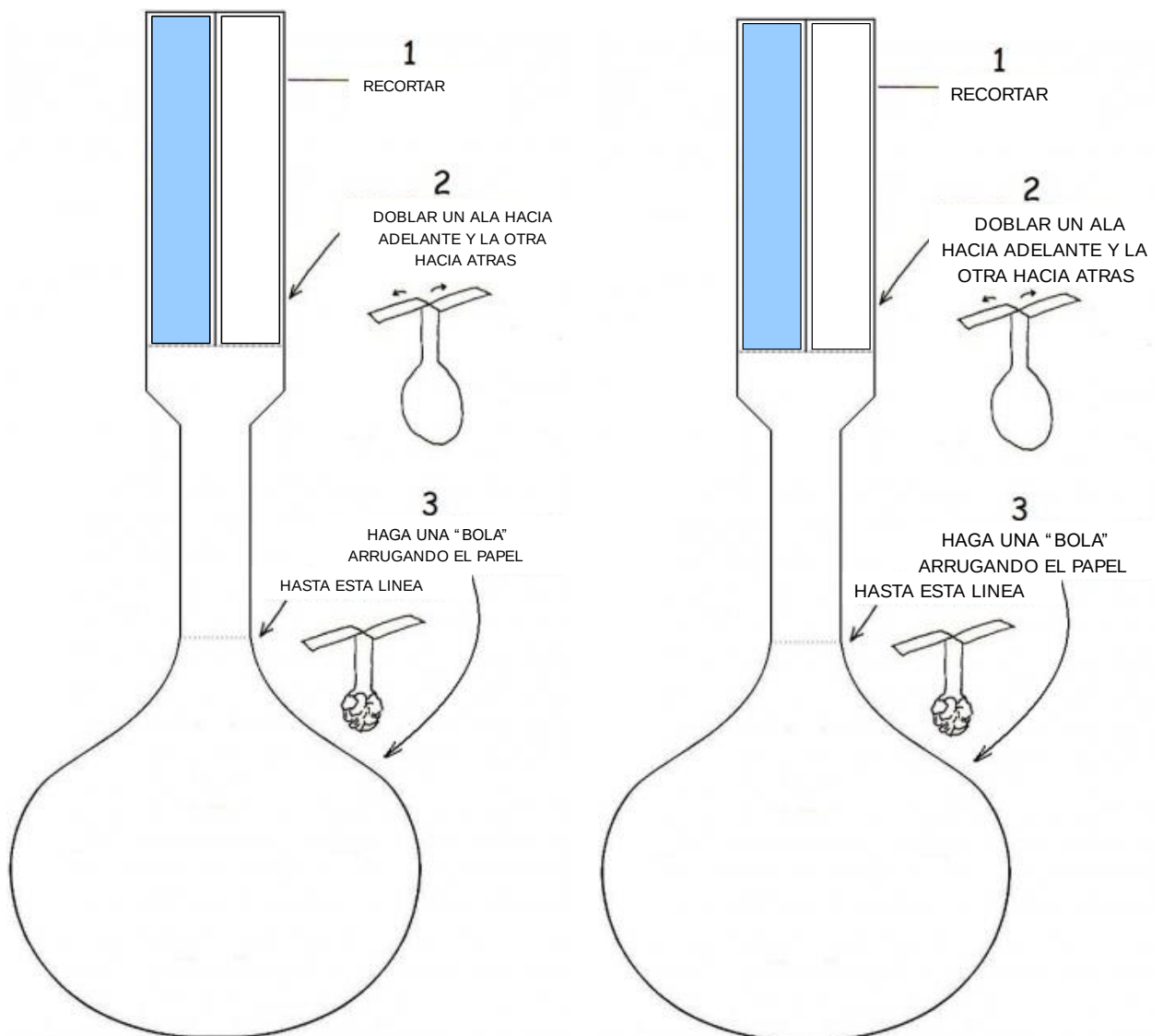
Grafique en hoja milimetrada tiempos de caída versus el número de vueltas. Realice un ajuste adecuado con sus datos experimentales y calcule la velocidad de rotación de su helicóptero.

Parte 4: Confección de un breve informe (téngalo en cuenta al realizar la parte 1 y 2)

Escriba un breve informe de la experiencia realizada que posea la siguiente información:

- Título
- Descripción del dispositivo experimental (texto y dibujo)
- Detalles acerca de cómo se realizaron las mediciones (texto y dibujo)
- Mediciones / Tablas
- Gráficos (en hoja milimetrada)
- Cálculos
- Cálculos de errores
- Resultados obtenidos
- Conclusiones

Y cualquier información que considere relevante



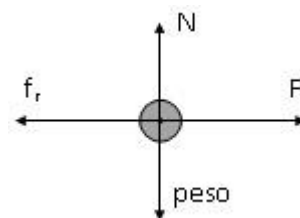
**PE14. Instituto Eduardo L. Holmberg
Quilmes, Buenos Aires.**

El objetivo de este trabajo práctico es la determinación de los coeficientes de fricción estática y dinámica entre el zapato del propio estudiante y el suelo (por comodidad, el trabajo se puede hacer sobre la mesada).

Estando el cuerpo en reposo, si la fuerza F comienza a crecer lentamente, cuando es igual a la máxima fuerza f_r de rozamiento estática (o apenas superior), el cuerpo comenzará a moverse espontáneamente. En ese caso, el valor de F se considera igual al valor de f_r .

Si el cuerpo mantiene velocidad constante por la aplicación de la fuerza F , esta será igual a la fuerza f_r de rozamiento dinámica.

En ambos casos, el diagrama de cuerpo libre es el que se ve en la figura.



Recordar que $f_r = \mu N$

Procedimiento para fricción estática (*leer completo este procedimiento antes de comenzar*):

- Quitarse un zapato y medir su peso con el dinamómetro.
- Apoyar el zapato en el suelo y con el dinamómetro en posición horizontal y comenzar a tirar del zapato (fuerza F) suavemente hasta que comience a moverse de manera espontánea.
- Registrar el peso del zapato junto con la fuerza máxima que fue necesaria para mover el zapato en una tabla.
- Repetir esta medición al menos 2 veces para obtener un promedio.
- Agregar un peso conocido sobre el zapato y repetir el procedimiento, registrando en la tabla todos los valores medidos y calculados ($10 < N^\circ \text{ de mediciones} < 20$).
- Al terminar las mediciones, confeccionar un gráfico que muestre la relación entre las dos fuerzas. Tener en cuenta cuál es la variable independiente al graficar (papel cuadriculado es suficiente).
- Obtener del gráfico el valor del coeficiente de fricción estática.

Procedimiento para fricción dinámica

La única diferencia será que, en vez de iniciar el movimiento desde el reposo, la fuerza F debe mantener un movimiento a velocidad constante.

Se deberá confeccionar una nueva tabla y un nuevo gráfico.

Se espera que el alumno haga un comentario sobre la validez de sus resultados en la conclusión.

Se evaluará la confección de las tablas y los gráficos, la forma de expresar los resultados y la conclusión.

**PE15. Colegio Nacional Arturo U. Illia - Instituto Albert Einstein
Mar del Plata, Buenos Aires.**

Velocidad terminal en un fluido

El experimento que aquí se presenta es una forma sumamente simple de determinar viscosidades de líquidos con buena precisión. Cuando se deja caer una esfera dentro de un fluido, éste ejerce una fuerza de rozamiento F sobre la misma. Si la velocidad de caída V es suficientemente pequeña y por ende las condiciones de flujo alrededor del objeto son laminares (flujo reptante), dicha fuerza resulta proporcional a la velocidad. Teniendo en cuenta el diagrama de fuerza, la ecuación de movimiento queda de la siguiente manera:

Donde **P** es el peso de la esfera, **E** el empuje del fluido sobre ella y **m** su masa. Reescribiendo toda la expresión con las variables relevantes del problema se obtiene la siguiente ecuación:

$$P - E - F = ma \quad \frac{\pi D^3 (\rho_s - \rho) g}{6} - 3\pi D \mu V = \frac{\pi D^3 \rho_s}{6} a$$

Donde ρ_s es la densidad de la esfera, **g** la aceleración de la gravedad, **D** su diámetro, μ la viscosidad del fluido y ρ su densidad.

Asumiendo que la esfera parte del reposo cuando se suelta dentro del líquido puede deducirse la siguiente ecuación de velocidad en función del tiempo:

$$V(t) = V_{\max} \left(1 - e^{-\frac{t}{T}} \right) \quad \text{con} \quad v_{\max} = \frac{(\rho_s - \rho) g D^2}{18\mu} \quad T = \frac{D^2 \rho_s}{18\mu}$$

La ecuación muestra que, cuando ha pasado un tiempo suficientemente largo, la esfera alcanza la velocidad terminal de caída $V_{\max}$. Para medir dicha velocidad debe desprejarse la primera parte de la caída en la cual la esfera acelera dentro del líquido. Dado que este tiempo es muy pequeño puede aproximarse $V_{\max}$ por la velocidad media en todo el recorrido $V_{\text{media}} = L/t \approx V_{\max}$ (**L** es la longitud que se desplaza la esfera en el tiempo **t**).

Procedimiento

Dispone de 4 esferas diferentes, mida sus diámetros con el micrómetro. Suelte las mismas dentro de la probeta con glicerina y, usando el cronómetro, registre el tiempo **t** que tardan las esferas en alcanzar el fondo. Mida la distancia **L** (largo de la probeta).

Complete la tabla con lo que se pide

D (mm)	t (s)	Δt (s)	V_{media} (m/s)	ΔV_{media} (s)	D^2 (m ²)	ΔD^2 (m ²)	L=(.....±.....) m

- Construya un gráfico lineal de V_{media} vs D^2 .
- Diga si la ecuación esperada se cumple y halle la viscosidad μ del fluido con su error. Tome la aceleración de la gravedad $g = (9.8 \pm 0.1) \text{ m/s}^2$, la densidad de las esferas $\rho_s = (7930 \pm 30) \text{ kg/m}^3$ y la densidad del fluido $\rho = (1260 \pm 20) \text{ kg/m}^3$.
- La aproximación que reemplaza la $V_{\max}$ por V_{media} puede mejorarse. Si tiene en cuenta la ecuación de posición de la esfera que es la siguiente:

$$x(t) = V_{\max} \left(t - T \left(1 - e^{-\frac{t}{T}} \right) \right)$$

y por ende la velocidad media será:

$$V_{\text{media}}(t) = \frac{x(t)}{t} = V_{\max} \left(1 - \frac{T}{t} \left(1 - e^{-\frac{t}{T}} \right) \right)$$

Si ha pasado un tiempo suficientemente largo ($t > 4T$) la expresión puede aproximarse de la siguiente manera:

$$V_{media} \approx V_{max} \left(1 - \frac{T}{t} \right)$$

Diga si justifica corregir los valores de velocidad media para este experimento. Justifique.

- d) Se pretenden utilizar los resultados obtenidos para saber la composición de la solución (porcentaje de glicerina en peso). Consulte al docente la temperatura del laboratorio y utilice la tabla de la derecha para hallar la concentración con su error. Tenga en cuenta que los valores de viscosidad están en cp. 1000 cp= 1 Pa.s.

Glycerine percent weight	Temperatura (°C)										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0 ⁽¹⁾	1.792	1.308	1.005	0.8007	0.6560	0.5494	0.4688	0.4061	0.3565	0.3165	0.2838
10	2.44	1.74	1.31	1.03	0.826	0.680	0.575	0.500	-	-	-
20	3.44	2.41	1.76	1.35	1.07	0.879	0.731	0.635	-	-	-
30	5.14	3.49	2.50	1.87	1.46	1.16	0.956	0.816	0.690	-	-
40	8.25	5.37	3.72	2.72	2.07	1.62	1.30	1.09	0.918	0.763	0.668
50	14.6	9.01	6.00	4.21	3.10	2.37	1.86	1.53	1.25	1.05	0.910
60	29.9	17.4	10.8	7.19	5.08	3.76	2.85	2.29	1.84	1.52	1.28
65	45.7	25.3	15.2	9.85	6.80	4.89	3.66	2.91	2.28	1.86	1.55
67	55.5	29.9	17.7	11.3	7.73	5.50	4.09	3.23	2.50	2.03	1.68
70	76	38.8	22.5	14.1	9.40	6.61	4.86	3.78	2.90	2.34	1.93
75	132	65.2	35.5	21.2	13.6	9.25	6.61	5.01	3.80	3.00	2.43
80	255	116	60.1	33.9	20.8	13.6	9.42	6.94	5.13	4.03	3.18
85	540	223	109	58	33.5	21.2	14.2	10.0	7.28	5.52	4.24
90	1310	498	219	109	60.0	35.5	22.5	15.5	11.0	7.93	6.00
91	1590	592	259	127	68.1	39.8	25.1	17.1	11.9	8.62	6.40
92	1950	729	310	147	78.3	44.8	28.0	19.0	13.1	9.46	6.82
93	2400	860	367	172	89	51.5	31.6	21.2	14.4	10.3	7.54
94	2930	1040	437	202	105	58.4	35.4	23.6	15.8	11.2	8.19
95	3690	1270	523	237	121	67.0	39.9	26.4	17.5	12.4	9.08
96	4600	1580	624	281	142	77.8	45.4	29.7	19.6	13.6	10.1
97	5770	1950	765	340	166	88.9	51.9	33.6	21.9	15.1	10.9
98	7370	2460	939	409	196	104	59.8	38.5	24.8	17.0	12.2
99	9420	3090	1150	500	235	122	69.1	43.6	27.8	19.0	13.3
100	12070	3900	1410	612	284	142	81.3	50.6	31.9	21.3	14.8

⁽¹⁾Viscosity of water taken from "Properties of Ordinary Water-Substance," N.E. Dorsey, p. 184. New York (1940)

PE16. Instituto Tecnológico del Comahue - San Agustín International School Ciudad de Neuquén.

Objetivo

Esta práctica tiene como objetivo utilizar el movimiento armónico simple, más precisamente el tiempo de oscilación y elongación de un resorte, para calcular experimentalmente la constante del resorte (en este caso utilizaremos dinamómetros), y comparar los valores obtenidos con los diferentes métodos

Ley de hooke

La Ley de Hooke describe fenómenos elásticos como los que exhiben los resortes. Esta ley afirma que la deformación elástica que sufre un cuerpo es proporcional a la fuerza que produce tal deformación, siempre y cuando no se sobrepase el límite de elasticidad. Dentro de este límite funciona la siguiente linealidad:

$$F = -k(x_f - x_i)$$

Siendo K la constante de recuperación propia del resorte utilizado y medido en N/m, $x_f - x_i$ la longitud de elongación que sufre el resorte y F es la fuerza recuperadora (a su estado inicial) del resorte.

Movimiento armonico simple (m.a.s)

La fuerza F recuperadora depende de la aceleración que se provoque en el resorte, por la 2ª ley de Newton tenemos:

$$-k\Delta x = m \frac{d^2x}{dt^2}$$

Esta ecuación diferencial tiene como solución un movimiento senoidal llamado "movimiento armónico simple" que tiene la forma de

$$y = A \sin(\omega t - \varphi)$$

Donde A es la amplitud del movimiento y ω es la frecuencia angular.

La frecuencia angular depende de:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Donde k es la constante de recuperación propia del resorte y m es la masa que provoca el movimiento.

Recordando que:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{k}{m}}}$$

Donde T es el período de oscilación.

Materiales

- Regla
- Masas varias
- Cronómetro
- Balanza
- Resortes (dinamómetros)
- Soporte para resorte

Procedimiento

Parte 1

Mide la masa del resorte con la balanza.

Mediante la colocación del resorte en el soporte de pie mide la elongación mediante la colocación de diferentes masas.

Realiza una gráfica de $y = F(\Delta x)$ con al menos 10 pares de puntos.

Calcula la constante k del resorte.

Parte 2

Calcula la constante del resorte por medio del movimiento armónico simple, para ello mide al menos 20 períodos de oscilación con al menos 10 masas diferentes.

Grafica k en función del período y masa.

Completa la siguiente tabla:

Masa (Kg)	elongación (cm)	Tiempo de oscilación (s)	Período (T)	Peso (N)	Constante (k)

Conclusiones

- ¿Es igual el valor de constante obtenido del resorte mediante los dos métodos?
- ¿Por qué?

Datos

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

PE17. Escuela Industrial Superior Ciudad de Santa Fe.

Determinación Experimental de la viscosidad de aceite vegetal

Introducción

La viscosidad es una propiedad intensiva de los fluidos, la cual relaciona la velocidad de fluencia con respecto al esfuerzo al cual está sometido el mismo para generar dicho movimiento.

Existieron en la época moderna diferentes estudios con respecto a esta propiedad, destacándose el trabajo de George Gabriel Stokes (1819-1903). Dicho ensayo propone el análisis del movimiento de partículas esféricas moviéndose a bajas velocidades en el seno de un fluido. De dicha situación, la Ley de Stokes permite calcular la fuerza de rozamiento viscosa según:

$$F_v = 3 * \pi * D * v_T * \mu \quad (\text{Ecuación 1})$$

donde: v_T velocidad terminal de la partícula.
 D diámetro de la partícula.
 μ viscosidad del fluido en análisis.

Por otra parte, complementando dicho análisis, se sabe que un objeto alcanzará su velocidad terminal (v_T) cuando la fuerza de rozamiento viscosa se iguale con el peso aparente del objeto que se mueve en el seno del fluido. Dicha expresión surge de un análisis hidrostático de la situación y se obtiene como resultado:

$$P_A = \frac{1}{6} * \pi * D^3 * (\rho_p - \rho_f) * g \quad (\text{Ecuación 2})$$

donde: ρ_p densidad de la partícula que se mueve en el fluido.
 ρ_f densidad del fluido.
 g aceleración de la gravedad

Material

- Una probeta de 500 [ml]
- Una pelota de goma.
- Aceite vegetal.
- Una balanza analítica.
- Un calibre.
- Un cronómetro.
- Una pipeta graduada.
- Un vaso de precipitado.
- Una regla metálica.

Procedimiento

1. Determine la densidad de la pelota (considere la misma como una esfera perfecta)

2. Determine la densidad del aceite a partir de medir un volumen de aceite con la pipeta y proceder a la determinación de su masa utilizando el vaso de precipitados que se facilita.
3. Coloque un volumen de 600 [ml] en la probeta y ajuste la regla metálica a la misma.
4. Con el cronómetro determine el tiempo para un cierto tramo de caída.
5. Una vez en el fondo de la probeta, retire la pelota con el gancho de alambre suministrado, y reinicie el cronómetro.
6. Repita desde el punto 4, para probar con las alturas desde 25 [cm] hasta 5 [cm], obteniendo los tiempos de caída correspondientes (verifique que dichas caídas se produzcan una vez alcanzada la velocidad terminal).

Cálculos y gráficas

Etapa 1

- a) Exprese los cálculos y los resultados de las densidades del aceite y de la pelota, con la incertidumbre asociada a cada una de las mediciones.
- b) Confecciona una tabla con las alturas y los tiempos medidos para cada altura, en dos columnas en las que a cada altura le corresponde un único tiempo (el valor medio). Recuerda expresar la incertidumbre del error.
- c) Represente los valores obtenidos de alturas y tiempos en un papel milimetrado, representando los errores de cada medición, y obtenga la recta de correlación de los puntos representados. De la misma, determine la pendiente:

$$PENDIENTE = \frac{\Delta h}{\Delta t}$$

Por tanto, de la gráfica sacarás el valor de la velocidad terminal de la pelota para el aceite vegetal dado. Recuerde indicar la incertidumbre de la misma.

Etapa 2

- a) A partir de los datos que dispone, de las ecuaciones (1) y (2) obtenga una expresión válida que le permita determinar la viscosidad del aceite vegetal.
- b) Determine dicha viscosidad con la incertidumbre asociada a la medición.

PE18. Instituto Salesiano San Luis Gonzaga N°1713
Escuela Politécnica N° 701 Francisco E. Gilardoni
Esquel, Chubut.

Medición de g utilizando un péndulo simple

Introducción

Uno de los movimientos más importantes observados en la naturaleza es el movimiento oscilatorio. Una partícula oscila cuando se mueve periódicamente con respecto a la posición de equilibrio. El movimiento de un péndulo es oscilatorio. Un cuerpo en el extremo de un resorte estirado, una vez que se suelta, comienza a oscilar. Los átomos de un sólido están vibrando con un movimiento oscilatorio. Similarmente, los átomos de una molécula vibran unos con respecto a otros. Los electrones en una antena radiante o receptora oscilan rápidamente.

De todos los movimientos oscilatorios, el más importante es el *movimiento armónico simple* (MAS), debido a que, además de ser el movimiento más simple de describir matemáticamente, constituye una aproximación muy cercana de muchas oscilaciones encontradas en la naturaleza.

Cinemática del MAS

Por definición, decimos que una partícula que se mueve a lo largo del eje de las X tiene un MAS cuando su desplazamiento x respecto al origen del sistema de coordenadas está dado por una función del tiempo por la relación

$$x = A \sin(\omega t + \alpha)$$

La cantidad $\omega t + \alpha$ se denomina fase, y por ello α es la fase inicial; esto es, su valor cuando $t=0$. La posición de la partícula varía entre $x=A$ y $x=-A$. El desplazamiento máximo a partir del origen, A , se define como la *amplitud* del MAS. La función seno se repite cada vez que el ángulo aumenta 2π . Por lo tanto, el desplazamiento de la partícula se repite después de un intervalo de tiempo de $2\pi/\omega$. Por lo tanto, el MAS es periódico, y su período (tiempo que tarda en hacer un ciclo) es $P=2\pi/\omega$.

La velocidad de la partícula, con MAS, queda determinada por la ecuación:

$$v = \omega A \cos(\omega t + \alpha)$$

Y la aceleración:

$$a = -\omega^2 A \sin(\omega t + \alpha) = -\omega^2 x$$

Como se puede observar, la aceleración es proporcional al desplazamiento.

Un caso particular del MAS es el péndulo simple:

Un péndulo simple es un modelo idealizado que consiste en una masa puntual suspendida de una cuerda no expansible y de masa despreciable. Si la masa se mueve a un lado de su posición de equilibrio vertical descendente, oscilará alrededor de dicha posición. Situaciones ordinarias, como una bola de demolición en el cable de una grúa o un niño en una hamaca se modelan como péndulos simples.

La trayectoria de la partícula puntual con masa (llamada en ocasiones pesa o lenteja) no es una recta, sino el arco de un círculo de radio L igual a la longitud de la cuerda. Usamos como coordenada la distancia x medida sobre el arco. Si el movimiento es armónico simple, la fuerza de restitución debe ser directamente proporcional a x , o bien a θ (porque $x=L\theta$).

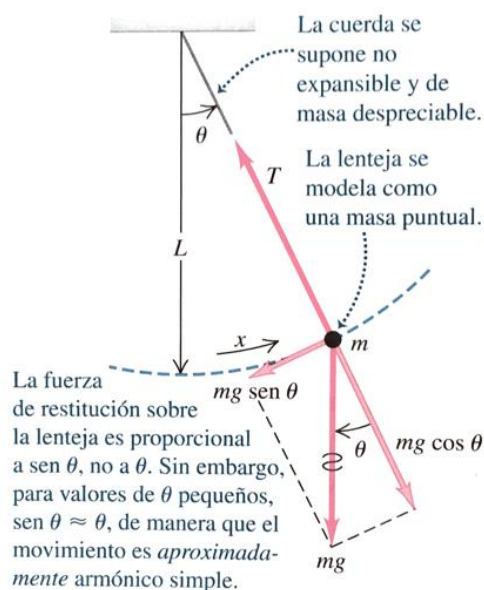
En la figura, se representan las fuerzas que actúan sobre la masa en términos de componentes tangencial y radial. La fuerza de restitución F_{θ} es la componente tangencial de la fuerza neta:

$$F_{\theta} = -mg \sin \theta$$

La fuerza de restitución se debe a la interacción con la tierra; la tensión T solo actúa radialmente, por lo que no modifica el módulo de la velocidad sino su dirección, haciendo que la masa puntual describa un arco. La fuerza de restitución es proporcional no a θ sino a $\sin \theta$, así que el movimiento no es armónico simple. Sin embargo, si el ángulo θ es pequeño, $\sin \theta$ es casi igual a θ en radianes. Por ejemplo, si $\theta = 0,1 \text{ rad}$ (unos 6°), $\sin \theta = 0,0998$, una diferencia de solo 0,2%. Con esta aproximación, la ecuación se convierte en:

$$F_{\theta} = -mg\theta = -mg \frac{x}{L}$$

b) Un péndulo simple idealizado



La fuerza de restitución es entonces proporcional a la coordenada para pequeños desplazamientos. Aplicando la segunda ley de Newton, podemos obtener que la aceleración es proporcional al desplazamiento.

- A partir de la última ecuación, obtener una expresión para la aceleración en función del desplazamiento.
- De lo encontrado deducir y expresar cómo queda determinada la velocidad angular ω para el péndulo simple.
- A partir de lo resuelto en b), encontrar una relación entre el período y la longitud del péndulo.
- Determinar el valor de g utilizando el péndulo simple.

**PE19. Escuela Provincial de Educación Técnica N° 24
Comandante Andresito, Misiones.**

El péndulo simple

Materiales

- Cinta métrica.
- Pesas
- Hilo inextensible.
- Soporte.
- Semicírculo graduado.
- Cronómetro.

Un péndulo simple es un modelo idealizado que consiste en una masa puntual suspendida de una cuerda no expansible de masa despreciable. Si la masa se mueve a un lado de su posición de equilibrio vertical descendentes, oscilará alrededor de dicha posición. La trayectoria de la partícula es la longitud de arco (de un determinado ángulo) de un círculo de radio L , que se corresponde con la longitud de la cuerda

El período T de oscilación de un péndulo simple está dado por: $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

Arme el péndulo atando una masa en su extremo y cuélguelo en un soporte ubicando al semicírculo de manera que pueda leer el ángulo desde el cual se hace oscilar al péndulo.

- a) Con la longitud que tiene el hilo tome amplitudes de 10, 30 y 60 grados y, para cada ángulo, mida el tiempo de 10 oscilaciones (ida y vuelta) y determine el período para cada amplitud.

Determinación de la aceleración de la gravedad.

- b) Mida la longitud del hilo desde el punto fijo hasta el centro de la masa que oscila. Haga oscilar el péndulo con una pequeña amplitud (menos de 5 grados) en un plano paralelo a la pared. Después de algunas oscilaciones, mida el tiempo que tarda en completar 10 períodos.

Cambie la longitud del hilo unos cuatro centímetros aproximadamente, y repita el proceso anterior.

- c) Con los valores obtenidos determine el valor de g .
- d) Dependencia del período con la masa. Vaya cambiando las distintas masas de que dispone y compruebe si el periodo depende de la masa o no. Para que la longitud del péndulo sea la misma, tenga en cuenta que con cada cambio de masa ha de corregir la longitud del hilo.

**PE20. Escuela de Educación Técnica N° 1 Coronel Manuel Álvarez Prado
San Pedro, Jujuy.**

Introducción teórica

Todo se mueve en nuestro universo, Hasta lo que aparenta estar en reposo se mueve, si lo observamos en relación al sol o a las estrellas.

El movimiento es relativo. Cuando descubrimos el movimiento de un cuerpo, lo que en realidad hacemos es relacionar su desplazamiento con un punto de referencia.

A continuación, realizarás un experimento y con los datos obtenidos que deben ser registrados en una tabla, podrás elaborar una gráfica que te permita analizar la relación entre el desplazamiento de un cuerpo con el tiempo y saber el tipo de movimiento que tenemos en este caso.

Objetivos

- Establecer experimentalmente la relación que existe entre el desplazamiento de un cuerpo y el tiempo empleado para realizarlo.
- Ejemplificar con un caso concreto la ocurrencia de movimientos presentes en la vida cotidiana.

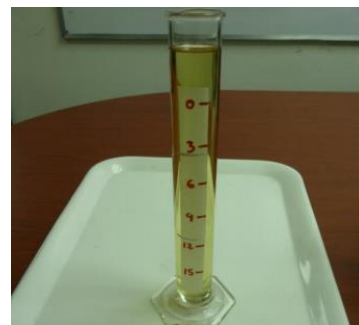
Materiales

Cronómetro	Regla graduada
Calculadora científica	Cinta adhesiva
Una probeta de 100 ml	Marcador para pizarra
100 ml de aceite comestible	Agua
Un embudo	Plasticola
Un gotero	Una hoja de papel milimetrado

Trabajo a realizar en el laboratorio

1. Utilizando la regla y el marcador, realiza seis marcas en la probeta de 0,1 L con una separación de 3 cm entre ellas (puedes pegar una tira de cinta adhesiva blanca sobre la probeta y escribir las marcas sobre ella).

Coloca el primer valor (0 cm) tres centímetros por debajo del borde superior de la probeta, y luego marca a los 3, 6, 9, 12 y 15 cm, buscando el fondo de la probeta tal como se ve en la figura.



2. Con ayuda de un embudo, llena la probeta con aceite comestible, de manera que se sobrepase apreciablemente la marca de 0 cm, tal como se ve en la figura anterior.

3. Con la ayuda de un gotero, coloca una gota de agua en el aceite. Para realizar esto, succiona un poco de agua con el gotero, y luego introduce la punta del gotero en la superficie del aceite y deja caer una gota de agua.



4. Cuando la gota de agua llegue al nivel de 0 cm, mide con el cronómetro el tiempo que tarda en llegar a la marca de 3 cm, luego a las de 6, 9, 12 y 15 cm respectivamente.



5. Repite el procedimiento de los pasos 3 y 4 dos veces más, y anota los datos en la Tabla siguiente

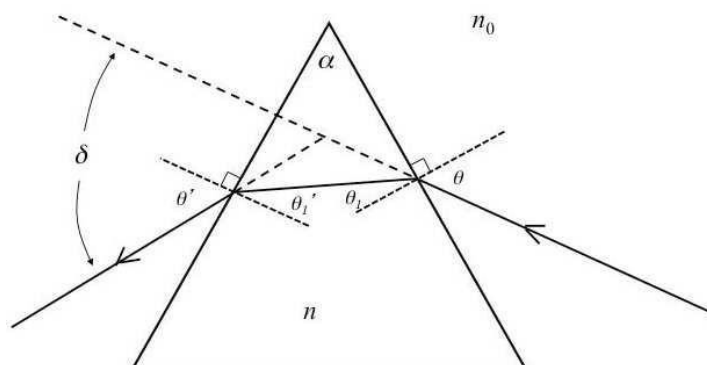
Distancia [cm]	x	Tiempo t [s]			Tiempo Promedio [s]
		1° observación	2° observación	3° observación	
3					
6					
9					
12					
15					

6. Para cada distancia debes obtener el promedio de las tres mediciones de tiempo que efectuaste.
7. En la hoja de papel milimetrado, traza la gráfica de la distancia (x) en función del tiempo (t), ubicando la distancia en el “eje y ”, y el tiempo en el “eje x ”, utilizando el “tiempo promedio”.
8. Analiza la gráfica, deduce las ecuaciones que te sirvan para calcular la velocidad y la aceleración, luego, usando las ecuaciones, encuentra el valor de las velocidades y las aceleraciones para cada uno de los puntos marcados en la probeta.
9. Finalmente, pega la hoja milimetrada en la evaluación, plantea las deducciones que realizaste y escribe las conclusiones que te permitan responder ¿qué tipo de movimiento es?

PE21. Escuela de Agricultura General Alvear, Mendoza.

Refracción

El objetivo de la experiencia de laboratorio es medir el índice de refracción n de un material transparente, así como la dependencia del ángulo θ del haz emergente como función del ángulo θ_1 del haz incidente. Dicho material es un prisma triangular. La física del problema es muy sencilla. Vea la figura.



Un haz de luz (láser) incide sobre una cara del prisma, haciendo un ángulo con la normal a la cara. El haz es refractado al entrar al prisma con un ángulo θ_1 , subsecuentemente incide sobre la cara adyacente con ángulo θ_1' y finalmente es refractado por dicha cara con ángulo θ . Llame α al ángulo del vértice del prisma. Denote por θ el ángulo que forma el haz refractado al salir del prisma con la dirección del haz incidente. Considere que el índice de refracción del aire es $n_0 = 1.0$.

Le recordamos que la dependencia entre los ángulos de incidencia y refracción de un haz de luz monocromático al pasar de un medio a otro, con índices de refracción n_1 y n_2 respectivamente, está regida por la Ley de Snell:

$$n_1 \sin \varphi_1 = n_2 \sin \varphi_2 \quad (1)$$

donde φ_1 y φ_2 son los ángulos respectivos que hace el haz con la normal a la superficie entre los medios

Como consecuencia de la Ley de Snell y la geometría del sistema compuesto por el prisma y el haz de luz, puede demostrarse que existe una función que relaciona el ángulo δ con el ángulo θ , esto es, $\delta = \delta(\theta)$. Dicha función tiene la propiedad de exhibir un mínimo

en un ángulo θ_c . Llame $\delta_{\min}$ a dicho valor, es decir, $\delta_{\min} = \delta(\theta_c)$. Se puede demostrar que al evaluar la función $\delta(\theta)$ en θ_c , $\delta_{\min}$ obedece la siguiente relación

$$n \sin \frac{\alpha}{2} = n_0 \sin \frac{\delta_{\min} + \alpha}{2} \quad (2)$$

Materiales

- Prisma
- Láser
- Base de madera
- Cartón (10 cm x 10 cm)
- Regla
- Escuadras
- Papel milimétrico ó milimetrado
- Tijeras
- Cinta adhesiva
- Hilo

Consigna 1.

- a) Dibuje un esquema del montaje experimental que le permita determinar los ángulos δ y θ .
- b) Determine el índice de refracción n del prisma usando la fórmula del ángulo mínimo, ecuación (2).
- c) Determine el ángulo α del prisma.
- d) Realice mediciones experimentales del ángulo mínimo. Reporte sus datos en forma de tabla
- e) Calcule las incertidumbres (errores) del ángulo α y del ángulo mínimo $\delta_{\min}$.
- f) Obtenga el valor del índice de refracción n y su incertidumbre.

Consigna 2

- a) Determinación experimental de la dependencia $\delta(\theta)$.
- b) Realice las mediciones experimentales de parejas de ángulos (δ, θ) suficientes para el objetivo. Reporte sus resultados en forma de tabla
- c) En una hoja de papel milimétrico marque sus puntos experimentales.
- d) Determinación teórica de la función $\delta = \delta(\theta)$ y comparación con la experimental.

Consigna 3

- a) Deduzca una fórmula para la función $\delta = \delta(\theta)$. *Sugerencia:* Use las siguientes relaciones que pueden deducirse de la figura,

$$\delta = \theta + \theta' - \alpha \quad \alpha = \theta_1 + \theta_1' \quad (3)$$

- b) Reporte los valores de δ calculados para los valores de θ obtenidos en 2b. En la hoja de papel milimétrico de la pregunta 2c incluya sus valores calculados δ para los correspondientes valores de θ . Use los valores del índice de refracción n y del ángulo α obtenidos.

PE22. Escuela Superior de Comercio Carlos Pellegrini
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Dilatación térmica en gases

Introducción

La termometría se basa en identificar propiedades de sistemas relacionadas con la temperatura, cuya medición sea experimentalmente accesible. 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 experimento se propone estudiar con algún detalle la dilatación térmica de los gases. Ya en el siglo XVIII Charles y Gay-Lussac enunciaron una ley de dilatación para un sistema cerrado a presión constante:

$$\frac{V}{T} = \text{constante} \quad (1)$$

donde la constante depende del sistema (y de su presión). Esta igualdad vale solamente para un gas ideal, si la temperatura T está medida en un sistema de temperatura absoluta.

Materiales

- Unas gotas de mercurio
- Tubos capilares
- Vasos de precipitados
- Termómetro
- Mechero de alcohol
- Anafe eléctrico
- Termo con hielo
- Trípode y tela de asbesto
- Espátula y pinza metálica
- Soportes, barras y nueces
- Regla y marcador fino
- Papel milimetrado

Comentarios generales

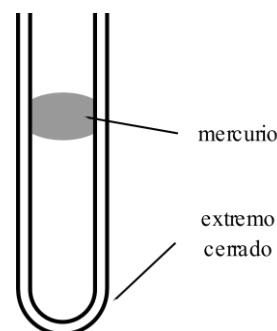
- 1) Antes de comenzar, lea **todas** las instrucciones.
- 2) Agregue en el informe comentarios que aclaren el procedimiento exacto que utilizó en cada paso, aclarando cualquier cambio o desvío respecto de las instrucciones. En lo posible incluya también un dibujo aclaratorio.
- 3) Escriba **directamente** 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.

Advertencias de seguridad

- Manejar el mercurio con mucha precaución. Si bien aquí se usan cantidades muy pequeñas, es altamente tóxico y se debe evitar el contacto con la piel y reducir al mínimo la inhalación de sus vapores. Avisar de inmediato ante cualquier posible derrame.
- No exponer la piel a la llama ni permitir que entre en contacto con superficies que hayan sido recientemente expuestas a temperaturas elevadas. Para manipular brevemente cuerpos calientes, según el peso emplear pinzas o una tela gruesa.

Experimento

- 1) Con la ayuda de una espátula, introducir una pequeña gota en un tubo capilar de manera que cubra toda su sección.
- 2) Desplazar la gota hasta aproximadamente la mitad de la longitud del tubo capilar.
- 3) Con ayuda de la pinza y un mechero, cerrar uno de los extremos del tubo capilar.
- 4) Sumergiendo el capilar en un vaso con agua a distintas temperaturas, registrar la altura h de la columna de aire a distintas temperaturas T . Emplear por lo menos 10



- temperaturas distintas.
- 5) Realizar un gráfico de altura en función de temperatura. Aclaración: emplear la escala termométrica del termómetro utilizado.
 - 6) A partir del análisis del gráfico, obtener la constante de proporcionalidad de la ecuación (1) con su incerteza.
 - 7) A partir del análisis del gráfico, determinar el **cero absoluto** de temperatura para el aire, según la escala del termómetro utilizado, con su incerteza. (Experimentalmente se puede encontrar que el cero absoluto es el mismo para distintos gases. Esto permite definir una escala de temperatura absoluta).
 - 8) Intentar estimar la temperatura de la llama del mechero.

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

PE23. Escuela ORT - Sede Almagro Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

La cromatografía es un experimento de Física

La cromatografía es un método físico de separación de las componentes de una mezcla líquida. Como técnica de laboratorio, es ampliamente utilizada en la física, pero también en química y biología, siendo muy frecuentes los experimentos de cromatografía en las clases tanto de química como de biología de los niveles secundario y superior.

En su versión más conocida, esquematizada en la Figura, una muestra de la mezcla a separar, generalmente una mezcla de pigmentos, se deposita formando una pequeña mancha cerca de un extremo de una tira de papel filtro o secante. Luego, el papel se coloca en un recipiente con un disolvente en el fondo, el cual asciende por capilaridad mezclándose con la muestra a analizar a su paso. Las diferencias en la solubilidad de los componentes de la muestra provocan que cada uno de ellos ascienda a distintas velocidades a través del papel, razón por la cual la cromatografía es una técnica de separación.

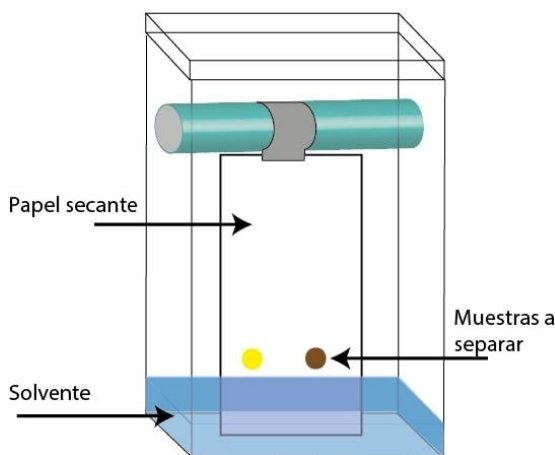


Figura: Esquema experimental de un cromatógrafo casero. Un papel de filtro o secante se coloca verticalmente en un recipiente que contiene un solvente (por ejemplo, agua). Sobre el papel y por arriba del nivel del solvente se coloca la muestra a analizar.

A medida que el solvente asciende, comienza a formarse dentro de las fibras del papel una solución entre los distintos pigmentos y el solvente. La mancha comienza a extenderse, siendo esa extensión un proceso de tipo difusivo. Si este proceso se diera fuera del papel, de la Ley de Fick se deduce que la concentración de la solución de pigmentos y solvente tiene forma gaussiana:

$$n(x, t) = A \cdot e^{\left(-\frac{x^2}{4Dt}\right)}$$

donde D es la difusividad de la mezcla de pigmentos en el solvente, que depende de la viscosidad del solvente y de la temperatura, entre otras cosas, A una concentración inicial, x la distancia al centro y t el tiempo transcurrido. Si lo que interesa es conocer cómo evoluciona el tamaño de la mancha, se puede suponer que el borde de la misma tendrá una concentración constante, n_0 , de donde se deduce que, para todos los puntos del borde, el cociente de la ecuación de arriba deberá ser constante. Luego, el largo de la mancha x crecerá siguiendo una ecuación de la siguiente forma:

$$x = \frac{1}{2} \sqrt{D} \cdot \sqrt{t}$$

Sin embargo, en una cromatografía, la mancha gaussiana se traslada por el papel debido a efectos de capilaridad. En ese caso, la altura x de la mancha en el papel viene dada por una ley de potencias:

$$x^n = D \cdot t$$

donde n es un número no necesariamente entero, D la difusividad de la mezcla de pigmentos en el solvente, y t el tiempo transcurrido.

Objetivo

Llevar a cabo un experimento de cromatografía y determinar la dependencia temporal de la altura de la mancha.

Materiales

- Agua
- Tinta de color
- Papel secante con regla graduada
- Cronómetro
- Recipiente transparente
- Soporte para colocar el papel secante en el recipiente
- Papel milimetrado

Procedimiento

- Colocar aproximadamente 150ml de agua en el recipiente.
- Hacer una mancha circular de tinta de aproximadamente de 3mm de espesor en el papel secante, en el primer segmento de la regla graduada.
- Colocar el papel secante en el soporte, y luego dentro del recipiente, de modo que el agua quede tocando el papel, pero no la muestra de tinta.
- Utilizar la regla adosada al papel secante y un cronómetro para medir la altura de la mancha de tinta en función del tiempo.

Consignas

- Confeccionar una tabla con los valores medidos de la altura de la mancha de tinta en función del tiempo.
- Confeccionar un gráfico de $\log(y)$ vs $\log(t)$.
- Ajustar con una recta el gráfico de $\log(y)$ vs $\log(t)$ y calcular el valor de la difusividad D y el exponente n .
- Argumentar, en base al valor obtenido para n , si la ecuación modela correctamente al fenómeno observado.

Ayuda matemática

Sea $f = \log(A)$, donde A es una variable real con error asociado σ_A , el error asociado a f es

$$\sigma_f = \frac{\sigma_A}{A}$$

Medición de la aceleración de la gravedad (g) en Vicuña Mackenna

Objetivo

Determinar, dentro de los errores experimentales, el valor de la aceleración de la gravedad local, empleando un péndulo.

Introducción

Este práctico de laboratorio es muy simple, ya que permite medir el valor de la aceleración de la gravedad (g) o mejor dicho el valor de la aceleración de la gravedad local. Otra característica que presenta esta experiencia es que puede ser realizada con materiales sencillos de conseguir.

Para realizar esta medición armaran un péndulo, que se define como todo cuerpo que puede oscilar libremente alrededor de un punto. A este péndulo, se lo suele denominar “péndulo simple” y se caracteriza por estar compuesto por un cuerpo de masa (m), colgado mediante una cuerda inextensible y de masa despreciable con respecto a la masa del cuerpo. El péndulo simple es un modelo teórico pero se lo puede aproximar al que utilizaremos en esta experiencia para medir el valor de g local y describe un movimiento llamado “armónico simple” por lo que podemos conocer el periodo de una oscilación doble respecto de su posición de equilibrio.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

Al analizar la ecuación anterior correspondiente al periodo (T) del péndulo simple, podemos encontrar las siguientes magnitudes: longitud del péndulo (L), aceleración de la gravedad (g) y la constante: $2\pi = 2 \times 3,14 = 6,28$.

Materiales

- Soporte universal de Bunsen.
- Nuez y agarradera.
- Objeto de masa (m).
- Tanza.
- Cronómetro.
- Cinta métrica.

Procedimiento

- a) Sujetar el objeto de masa (m) con un trozo de tanza y colgarlo por medio de la agarradera al soporte universal de Bunsen, como se ve en la figura.
- b) Tenga en cuenta que la distancia (L), desde el objeto de masa (m) a la agarradera debe ser de 90 cm.
- c) Separar el péndulo un pequeño ángulo hacia un lado, siempre teniendo en cuenta de que la oscilación del péndulo sea en un mismo plano, esto quiere decir, sin que haya oscilaciones laterales.
- d) Tomar el tiempo que tarda el péndulo en recorrer un número de oscilaciones dobles (N), teniendo en cuenta que llamamos oscilación doble al recorrido de ida y vuelta del péndulo.
- e) Una vez realizado la tarea de medir el tiempo de N oscilaciones dobles, repetir cuatro veces más esta operación pero para diferentes valores de N oscilaciones.
- f) Calcular los periodos (T) para cada tiempo que tardaron las N oscilaciones dobles y completar la tabla que se adjunta en el práctico.



$$T = \frac{t}{N}$$

h) Calcular la aceleración de la gravedad (g) para cada una de las mediciones.

Resultados

- 1- Armado del equipo experimental (ayudándose con la figura).
- 2- Completar la siguiente tabla:

Ensayo	Tiempo (s)	N de osc. dobles	Periodo (s)
1			
2			
3			
4			
5			

- 3- Despeje de la ecuación del periodo (T) para el péndulo simple, la aceleración de la gravedad (g).
- 4- Calcule g para cada uno de los ensayos que usted realizó.
- 5- Determine el valor de g con su correspondiente error.

PE25. Colegio N° 4-016 Ing. Antonio Marcelo Arboit Junín, Mendoza.

Determinación de la resistividad eléctrica de un alambre de acero.

Materiales

Multímetro
Regla
Calibre
Alambre de cobre

Descripción

La resistividad eléctrica ρ es una propiedad de los materiales conductores. Su valor no depende de la forma ni de la masa del cuerpo. Sino más bien, su dependencia es únicamente de las propiedades microscópicas de la sustancia de la que está hecho el cuerpo. A esta propiedad se le clasifica como intensiva. No se debe confundir resistividad eléctrica con resistencia eléctrica. Experimentalmente se encuentra que la resistencia R de una barra metálica o de un alambre es directamente proporcional a su longitud L e inversamente proporcional al área A de su sección transversal:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Actividades

- a) Determine la sección del alambre utilizando el calibre.
- b) Utilizando distintas longitudes, realice mediciones de la resistencia del alambre
- c) Determine la resistividad del cobre.

Confeccione el gráfico correspondiente y determine gráficamente la pendiente.

PE26. Instituto Politécnico Superior General San Martín Rosario, Santa Fe.

Capacitando a un pote

Materiales

- Pote plástico
- Hoja milimetrada
- Cinta adhesiva

- Probeta
- Agua
- Micrómetro
- Calibre
- Papel metálico
- Sal

El capacitor (Técnicamente se llaman condensador eléctrico, capacitor viene del anglicismo -préstamo del inglés- *capacitor*) fue creado por primera vez en 1745 por Ewald Georg von Kleist al observar que se almacenaban cargas eléctricas al conectar un generador electrostático al agua contenida en un frasco de vidrio que tenía en sus manos. Así, el agua y sus manos actuaron como conductores y el vidrio como el dieléctrico. Actualmente sabemos que si tenemos un capacitor cilíndrico de radio externo R , radio interno r y altura L , fabricado con un material aislante de constante dieléctrica (o permitividad relativa) ϵ_r entre sus placas conductoras, su capacidad es:

$$C = \frac{2 \pi \epsilon_0 \epsilon_r L}{\ln(R/r)}$$

Con esta idea en mente, se propone la construcción de un capacitor con el pote plástico disponible. Para eso, se va a comenzar caracterizando al pote plástico que se va a utilizar. Como se desea construir un capacitor cilíndrico, se va a buscar una forma de medir el espesor del plástico en esa zona:

- Obtenga un valor para R (radio externo del pote).
- Pegue una escala en el pote para poder medir niveles de líquido en la zona de interés.
- Vierta volúmenes de agua conocidos (V) dentro del pote y mida la altura (h) que alcanza en la escala. Realice una tabla de h y V .
- Grafique V en función de h .

El volumen V está compuesto de dos partes, una del fondo del pote, cuya forma no es cilíndrica, que llamamos V_{fondo} , y otra de la parte cilíndrica que cumple $V_{\text{cilíndrica}} = h \pi r^2$

- Calcule la pendiente de la gráfica y obtenga el radio interno (r)
- Con los instrumentos disponibles mida directamente el espesor y explique en dos oraciones cómo lo hizo. Obtenga el correspondiente radio interno.
- De las dos mediciones realizadas para el radio interno, elija la mejor. Justifique brevemente.

Habiendo caracterizado las dimensiones del pote a utilizar, se necesita realizar la caracterización eléctrica del mismo. Para eso se va a construir un capacitor con las mismas ideas de von Kleist.

- Arme el capacitor como se observa en la figura.
- Vuelque agua salada en el pote y mida con el tester la capacidad entre la cara metálica externa y el interior.
- Realice una tabla de la capacidad y la altura de agua.
- Realice un gráfico de capacidad en función de la altura de agua
- Encuentre un valor de ϵ_r

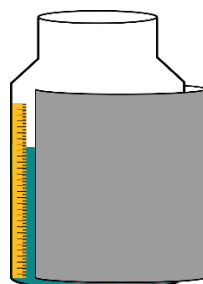


Fig. Esquema del dispositivo.

Sobre el tester

La función para medir capacidad del multímetro posee múltiples escalas con alcance en unidades de nanoFarady (nF) y/o microFarady (μF). Elija la más conveniente para la experiencia. Para conectar las puntas de prueba, normalmente se utiliza el conector de “mA” y el “COM”. Ante cualquier duda busque alguna referencia a la medición de capacidades (“F” o “Cx”).

Datos que pueden ser de utilidad:

Permitividad eléctrica del vacío: $\epsilon_0 = 8,8541878176 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$

Propiedades de la función logaritmo natural (ln): $\ln(x/y) = \ln(x) - \ln(y)$

La incerteza asociada a la función logaritmo natural (ln) es: $\Delta(\ln(x)) = \frac{\Delta x}{x}$

PE27. Colegio Inmaculada Concepción Frías, Santiago del Estero.

Movimiento pendular simple

Objetivo: determinar las propiedades del periodo de un péndulo simple con respecto a la variación de masa, longitud y ángulo.

Materiales: soporte, manzana, hilo, cronometro, balanza de precisión, papel, lapicera.

Introducción: El péndulo es una maquina sencilla que permite medir frecuencias e intervalos de tiempo con mucha precisión. El periodo de un péndulo situado en un campo gravitatorio queda determinado por una relación sencilla entre la longitud del hilo y la aceleración de la gravedad.

La ecuación que permite calcular el periodo es:

$$(1) \quad T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L/g}$$

Procedimientos:

Armar un péndulo suspendiendo una manzana atada de un hilo (40 cm aproximadamente) del extremo superior del soporte. Una vez que el cuerpo se detiene desplazar en cierto ángulo y dejar oscilar el cuerpo libremente.

- 1) Cronometrar 10 oscilaciones y repetir al menos 5 veces. Promediar los tiempos y calcular el periodo. Luego habiendo medido la longitud y la masa del péndulo (manzana), estimar T a partir de la ecuación (1). Comparar los resultados.
- 2) Elaborar una tabla y establece una relación entre el ángulo descripto y el periodo. Cronometrar 10 oscilaciones para dos variaciones de ángulos a mayor amplitud y a menor amplitud. Repetir al menos 5 veces. Promediar los tiempos y calcular los periodos en cada amplitud.
Analiza los resultados y elabora una conclusión.
- 3) Elaborar una tabla y establecer una relación entre la masa del cuerpo y el periodo. Cronometrar 10 oscilaciones para tres variaciones de masa. (Manzana completa, media manzana y cuarto de manzana). Los valores de masa se establecerán con el uso de una balanza digital. Repetir al menos 5 veces. Promediar los tiempos y calcular los periodos en cada masa.
Analiza los resultados y elabora una conclusión.
- 4) Elaborar una tabla y establecer una relación entre la longitud del péndulo y el periodo. Cronometrar 10 oscilaciones para tres variaciones de longitud (35 cm, 30cm y 25 cm). Repetir al menos 5 veces y calcular el periodo para cada longitud. Representar en un eje cartesiano los datos obtenidos.
Analiza los resultados y elabora una conclusión.

Como todos los multímetros, la medición de la capacidad presenta incerteza más allá de la apreciación del instrumento. De acuerdo al manual la medición está dada con una incerteza (2,5%+20d). Esto significa que la incerteza se compone de un 2,5% del valor medido, a lo que se suman 20 dígitos, es decir, 20 veces el menor valor que puede medirse en dicha escala (apreciación).

**PE28. Instituto Primo Capraro - Colegio San Patricio
San Carlos de Bariloche, Río Negro.**

Cuando la caída siempre es la misma

Objetivo

En esta experiencia se disparará horizontalmente un proyectil desde una altura determinada y se encontrará la relación entre la distancia recorrida horizontalmente por el proyectil y la distancia vertical de caída del mismo.

Breve descripción y modelo teórico:

Cuando disparamos un proyectil de manera horizontal, podemos descomponer su movimiento en dos direcciones, el movimiento horizontal y el movimiento vertical. La combinación o composición de ambos, da por resultado el movimiento del proyectil.

Si analizamos el movimiento horizontal (en el eje x) observamos que despreciando la fricción con el aire la velocidad en el eje x (v_x) permanece constante, lo que implica que realiza un movimiento rectilíneo uniforme (MRU). Por lo tanto la ecuación horaria de su movimiento se reduce a esta expresión:

$$x = v_x \cdot t \quad (1)$$

Donde **x** es la distancia que el proyectil avanzó horizontalmente, **v_x** es la componente horizontal de la velocidad y **t** el tiempo de vuelo del proyectil.

Si analizamos el movimiento vertical (en el eje y), también despreciando el rozamiento, durante la caída sabemos que el proyectil se va a comportar como un objeto en caída libre partiendo del reposo, o sea con un movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV) con aceleración constante g. Por lo tanto en el movimiento vertical la ecuación horaria nos dice que:

$$d = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \quad (2)$$

Donde **d** es la distancia recorrida verticalmente por el proyectil, **g** es la aceleración de la gravedad y **t** el tiempo de vuelo del proyectil.

Si despejamos el tiempo de vuelo de la ecuación (1) y lo reemplazamos en la ecuación (2) nos queda:

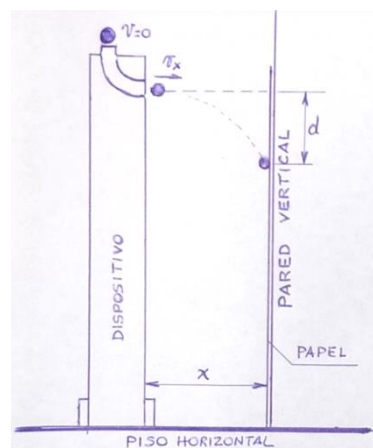
$$d = \frac{1}{2} \frac{g}{(v_x)^2} \cdot x^2$$

por lo que podemos escribir:

$$d = K \cdot x^2$$

De esta forma podremos encontrar el valor de **K** que es la constante de proporcionalidad entre el cuadrado de la distancia horizontal (**x**) que avanza el proyectil y la distancia (**d**) de caída del mismo.

Para lograr una velocidad horizontal aproximadamente uniforme en el momento de la salida del proyectil, utilizaremos un dispositivo como el de la figura – foto, donde una bolita de acero partirá desde el reposo y recorrerá una curva, saliendo de la misma en dirección horizontal. Una vez conocida la constante K podremos determinar dicha velocidad inicial del disparo.



Elementos necesarios

- Dispositivo como el de la foto
- Bolita de acero
- Cinta de papel de aproximadamente 150 cm de largo y 10 cm de ancho
- Papel carbónico
- Cinta métrica
- Cinta adhesiva
- Regla graduada
- Hoja de papel milimetrado
- Lápiz negro



Desarrollo del experimento:

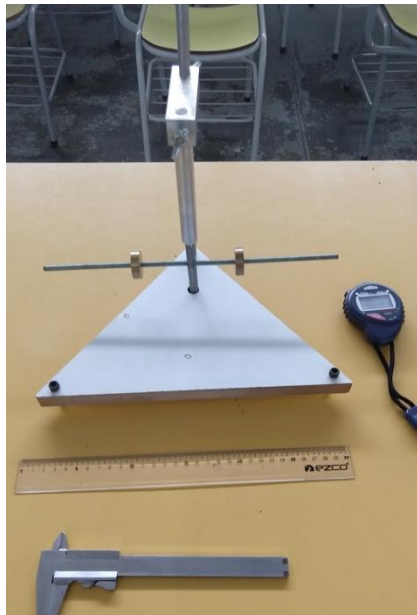
- Pegar con cinta adhesiva la cinta de papel en la pared colocando sobre ella el papel carbónico.
- Armir el dispositivo de tal forma que la curva por donde sale la bolita quede haciendo tope contra el papel, o sea, el dispositivo debe quedar apoyado en el piso y en la pared.
- Dejar caer la bolita de acero para que realice una primera marca en la cinta de papel a través del carbónico. De esta forma conoceremos la posición inicial de la bolita al partir en su caída.
- Separar el dispositivo a 5 cm de la pared controlando que permanezca siempre paralelo a la pared.
- Dejar caer la bolita desde el reposo y siempre desde el mismo lugar de tal forma que la bolita impacte contra el papel carbónico y marque su posición en la cinta de papel.
- Repetir este disparo en cinco oportunidades lo que permitiría conocer una posición promedio de su caída.
- Separar el dispositivo nuevamente a 5 cm más que lo separado anteriormente y repetir los pasos indicados en los puntos e) y f)
- Seguir alejando el dispositivo de a 5 cm de la pared hasta que la bolita deje de hacer impacto en la misma y ya no pueda dejar su marca en la cinta de papel.
- Retirar el papel y remarcar los puntos de impacto identificando los correspondientes a cada separación del dispositivo.
- Completar la tabla que se adjunta con las mediciones realizadas y los cálculos correspondientes. Agregar en el encabezado de la tabla la unidad de medida y la incerteza de las mediciones contenidas en la columna.
- Realizar el gráfico cartesiano de d en función de x^2 , ajustar la recta y determinar la pendiente de la misma que en este caso representa la constante K a determinar.
- Indicar la constante K con su correspondiente incerteza.
- Con el valor de dicha constante determinar la rapidez inicial del proyectil (v_x) con su incerteza.

Datos

Aceleración de la gravedad: $g = 9.8 \frac{m}{s^2}$

PE29. Instituto Técnico Renault Ciudad de Córdoba.

Utilizando los elementos del laboratorio de física, montar un péndulo de torsión, como el mostrado en la siguiente imagen.



El cual cuenta con un resorte de torsión, un dispositivo de sujeción de aluminio con rozamiento despreciable y dos masas de bronce que se pueden ubicar sobre la barra transversal.

Se pide

- Montar el dispositivo de forma de minimizar el rozamiento.
- Por medio de una balanza digital, obtener las masas de todos los elementos.
- Calcular por métodos teóricos la inercia de eje de torsión sin las masas de bronce.
- Hacer oscilar el péndulo y encontrar la constante de torsión. Realizar esta experiencia por lo menos cinco (5) veces con distintos ángulos.
- Ubicar las masa de bronce de forma simétrica y hacer oscilar al péndulo y obtener la inercia total del sistema. Realizar esta experiencia por lo menos tres (3) veces con distintas ubicaciones de las masa de bronce.
- Realizar un cálculo teórico de los tres puntos operativos del inciso "e" y compararlos.
- Graficar T^2 vs Inercia del sistema.

Ajustar los resultados a una recta.

PE30. IPET N° 89 Paula Albarracín Devoto, Córdoba.

Determinación del módulo de cizalladura del cobre

Objetivo

El módulo de cizalladura (también llamado de corte, de rigidez 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 (figura 1).

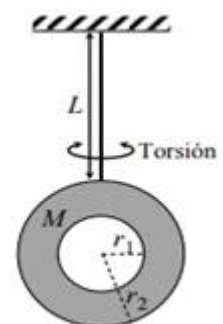
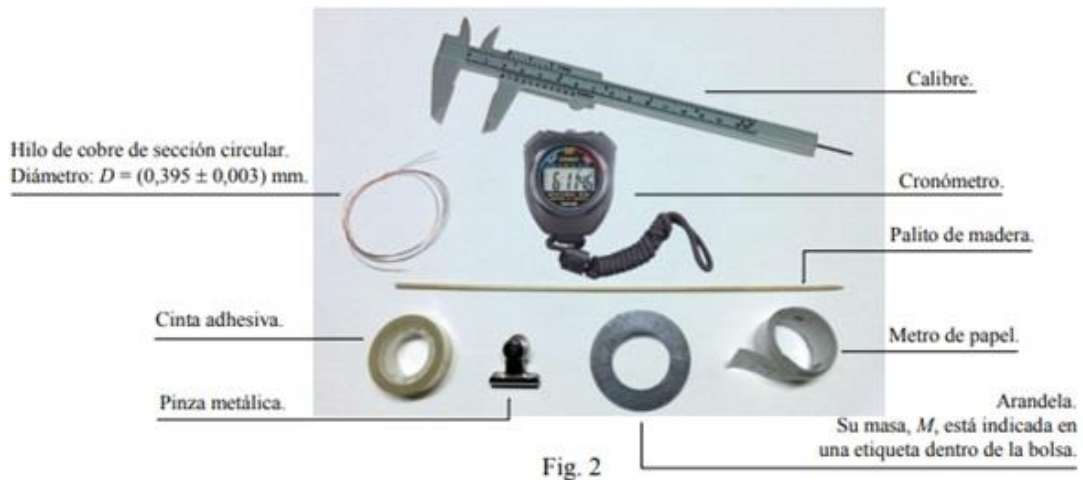


Fig. 1

Material

(véase la figura 2)



Modelo teórico

Se demuestra que, para pequeñas deformaciones torsionales del hilo, el periodo de oscilación de un péndulo de torsión, T , viene dado por

$$T = \left(\frac{8\pi I}{GR^4} L \right)^{1/2} \quad (1)$$

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

$$I = \frac{1}{4} M (r_1^2 + r_2^2) \quad (2)$$

donde M es la masa de la arandela, y r_1 y r_2 son sus radios interior y exterior (figura 1).

Nota: El momento de inercia de un sólido rígido es una magnitud que caracteriza su inercia rotacional, es decir su “resistencia” a los cambios de velocidad angular de rotación en torno a un eje.

Procedimiento experimental Determinación de I .

- 1) Mida con el calibre los diámetros interior y exterior de la arandela. Calcule su momento de inercia.
- 2) Haga una estimación de la incertidumbre del momento de inercia, ΔI . Suponga que la incertidumbre de M es $\Delta M = 0,01$ g.

Determinación de G .

Atención: El hilo del péndulo que se va a construir tiene que quedar recto y vertical, por lo que debe tener especial cuidado en evitar que el hilo se doble. Fije sobre la mesa el 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 (figura 3). 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 .



- 3) 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.

Según la ecuación (1), se espera una dependencia lineal entre $2T$ y L .

- 4) Represente gráficamente en un papel milimetrado los puntos correspondientes a esta dependencia.
- 5) Determine la pendiente, p , de la recta que mejor se ajusta a esos puntos.
- 6) Deduzca el valor del módulo de cizalladura del cobre, G .

PE31. EES N° 75 Julio Cortázar* - UEGP N° 16 José Manuel Estrada*

EES N° 149**

***Resistencia - **Puerto Vilelas, Chaco.**

Cinemática. Determinación de la aceleración de un cuerpo en un plano inclinado

Introducción

La cinemática es la parte de la mecánica que describe el movimiento en términos del espacio y el tiempo, sin tomar en cuenta los agentes presentes que lo producen.

El movimiento representa el cambio continuo en la posición de un objeto, al cual se lo puede tratar como una partícula, lo que en la matemática se define como un punto sin tamaño.

El movimiento según la velocidad puede ser:

- Uniforme
- Uniformemente variado
- Variado

Para determinar el tipo de movimiento se debe conocer el tipo de trayectoria, sus velocidades instantáneas y su aceleración.

El movimiento de una partícula se conoce por completo si su posición en el espacio se conoce en todo momento. A partir de esto se puede establecer las siguientes ecuaciones:

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} \quad \text{y} \quad \bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$

En el caso IDEAL del movimiento de un cuerpo sobre un plano inclinado, podemos clasificar dicho movimiento como rectilíneo y uniformemente variado con una aceleración constante. Entonces, la aceleración promedio es igual a la aceleración instantánea, en consecuencia, la velocidad aumenta o disminuye a la misma tasa durante todo el movimiento.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$

Por conveniencia se deja $t_i = 0$ y t_f sea cualquier tiempo arbitrario t . Además, se deja que $v_i = v_0$ (la velocidad inicial en $t=0$) y $v_f = v$ (la velocidad en cualquier tiempo arbitrario t). Con esta notación se pueden expresar las ecuaciones cinemáticas de la siguiente manera:

- $v = v_0 + at$ (velocidad como función del tiempo)
- $x - x_0 = \frac{1}{2}(v + v_0)t$ (desplazamiento como una función de la velocidad y el tiempo)
- $x - x_0 = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ (desplazamiento como una función del tiempo)
- $v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$ (velocidad como una función del desplazamiento)

La aceleración que adquiere el cuerpo en este movimiento es producto de la componente de la aceleración de la gravedad en la dirección del movimiento.

$$a = g \operatorname{sen} \alpha$$

Donde α es el ángulo del plano con respecto a la horizontal y g la aceleración de la gravedad.

Materiales empleados

- Cinta métrica
- Cronometro
- Perfil de madera de 1,5m de longitud aproximadamente
- Esferas de acero

Técnica operatoria

1. Colocamos el plano (con nueve divisiones de 25 cm marcadas con cinta adhesiva) inclinado sobre la mesa formando el ángulo deseado. Calculamos α después de medir la longitud l con una cinta métrica y la altura h con la escuadra, con la fórmula indicada.
2. Colocamos el cuerpo en el punto x_0 y lo dejamos caer sobre el plano inclinado.
3. Medimos con el cronómetro el tiempo que tardaba el cuerpo en pasar por cada una de las divisiones marcadas. Esta operación repetimos 5 veces.
4. Modificamos el ángulo del plano inclinado (realizamos las determinaciones para 3 ángulos diferentes) y repetimos todo lo establecido anteriormente.

Consignas

- a) Construya una tabla donde consigne los valores medidos para la longitud y el tiempo.
- b) Calcule la velocidad media para cada una de las mediciones.
- c) Represente gráficamente la velocidad en función del tiempo.
- d) Determine el valor de la pendiente ajustando los puntos del grafico anterior.
- e) Presente todo lo pedido en los puntos anteriores de forma escrita.

PE32. Escuela Superior de Comercio Prudencio Cornejo Bahía Blanca, Buenos Aires.

Utilizando el material del que dispone el laboratorio, resuelve las siguientes situaciones:

- a) un punto luminoso A está colocado a 40 cm de distancia de un espejo cóncavo C de 30 cm de distancia focal. ¿Dónde habrá que colocar un espejo plano P, perpendicular al eje de C para que los rayos que partan de A y se reflejen sucesivamente en los dos espejos vuelvan a converger en A?
- b) de un objeto rectilíneo y vertical se desea obtener una imagen real 16 veces más grande y proyectada sobre una pantalla vertical situada a 5,10 m del objeto. Determinar experimentalmente la posición, la orientación y la distancia focal del espejo cóncavo que permite obtener esa imagen.

PE33. Instituto Padre Claret Ciudad de Córdoba.

Fuerza de roce

Objetivos del laboratorio

- Calcular la constante elástica de un resorte (1° parte)
- Calcular el coeficiente de roce estático correspondiente a la interacción de dos superficies específicas: cinta de papel y hoja de carpeta (2° parte)

Listado de materiales

- Un resorte proporcionado por la profesora
- Un juego de 8 pesas
- Una cinta métrica

- Un pié universal
- Un vaso descartable
- Hilo
- Una hoja de carpeta
- Una hoja milimetrada tamaño oficio

Procedimientos (1° parte)

- Tomar lectura de la masa de cada pesa y anotar estos datos en la hoja de laboratorio.
- Tomar nota de la longitud del resorte sin estirar.
- Incorporar el hilo al vaso descartable de manera tal que pueda ser usado como una “canasta contenedora” (allí se irán colocando las pesas)
- Enganchar el resorte al pié de uno de sus extremos, del otro colgar el vaso. Agregar una a una las pesas registrando, cada vez, la longitud del resorte correspondiente.
- Calcular el estiramiento correspondiente a cada pesa (Δx).
- Tabular estos valores y construir la representación gráfica F vs Δx . Dibujar la recta que mejor ajuste a los valores encontrados y calcular el valor de la constante elástica del resorte.

Procedimientos (2° parte)

- Colocar el resorte sobre la superficie a estudiar, enganchar a uno de los extremos del resorte las pesas y tirar del otro extremo hasta que se insinúe el movimiento de las pesas. Registrar la longitud del resorte para este punto.
- Repetir la operación anterior 10 veces, obteniendo, luego promedio y desviación estándar para la debida comunicación del resultado
- Hacer uso de la fórmula de la fuerza de roce para encontrar el coeficiente de roce estático.

PE34. ESETP N° 703 José Toschke Puerto Madryn, Chubut.

Radiación de una lámpara de incandescencia

Objetivo

Se va a estudiar experimentalmente la radiación emitida por el filamento de una lámpara de incandescencia y su dependencia con la temperatura.

Materiales

Pequeña lámpara de incandescencia.
Pila de 9 V.
Portapilas.
Potenciómetro multivuelta de 1 k Ω .
Resistencia de protección de 22 Ω .
Placa de pruebas.
Dos multímetros, con puntas de prueba y cuatro pinzas (cocodrilos)
Cables para conexión.
Destornillador.
Manuales de los multímetros

Modelo teórico

Potencia radiada y temperatura.

Los cuerpos pueden transferir energía a otros cuerpos que se encuentran a diferente temperatura mediante tres vías: conducción, convección y radiación. La radiación está constituida por ondas electromagnéticas, con una distribución espectral que depende de la temperatura.

Consideremos una bombilla convencional por la que circula una corriente eléctrica creciente, de modo que la temperatura de su filamento de wolframio aumenta gradualmente a partir de la temperatura ambiente, hasta llegar a la incandescencia. A bajas temperaturas la pérdida de energía de la bombilla se produce principalmente por conducción y convección. Sin embargo, a temperaturas elevadas la disipación de energía por radiación es la dominante y pueden despreciarse las pérdidas por conducción y convección. En este problema experimental vamos a suponer que nos encontramos en este último caso.

Asumiremos que la potencia de la radiación emitida por el filamento caliente, P , es proporcional a la n -ésima potencia de la temperatura absoluta T

$$P = aT^n \quad (1)$$

donde se supone que n es un número entero. La constante a puede factorizarse en la forma

$$a = S\varepsilon\sigma \quad (2)$$

donde S es el área de la superficie emisora, σ es una constante, llamada de Stefan-Boltzmann, y ε es un coeficiente adimensional característico de cada cuerpo, conocido como “emisividad”.

Los objetivos concretos de nuestro problema experimental son:

- Determinar el valor de n .
- Obtener el valor de la emisividad del filamento de una bombilla, ε .

Resistencia eléctrica y temperatura.

La resistencia eléctrica, R , de un filamento de wolframio aumenta con la temperatura, T . Un estudio experimental permite ajustar la dependencia entre estas variables a la siguiente relación empírica:

$$\frac{T}{T_0} = \left(\frac{R}{R_0}\right)^{0,83} \quad (3)$$

donde R_0 y T_0 son los valores a temperatura ambiente.

Potencia eléctrica

La potencia eléctrica suministrada al filamento es

$$P = VI \quad (4)$$

donde V es la diferencia de potencial entre los terminales del filamento e I la intensidad que circula por él. Como ya se ha indicado, en nuestro trabajo (filamento incandescente), supondremos que la energía eléctrica suministrada se transforma íntegramente en energía de radiación.

Procedimiento experimental y medidas

Mida la resistencia del filamento de la bombilla, R_0 , a temperatura ambiente. Utilice para ello el multímetro y las sondas con pinzas de cocodrilo. Se le indicará el valor de la temperatura T_0 en el aula. Si el valor de R_0 no está comprendido entre 10 y 15 Ω , comuníquelo a un responsable de la prueba.

En el pequeño potenciómetro que va a utilizar (figura 1) la patilla central corresponde al cursor que se mueve al girar el tornillo de la cara superior, y las patillas laterales a los extremos de la resistencia de 1 k Ω . Utilice el destornillador para poner inicialmente el cursor en, aproximadamente, el centro de su recorrido, es decir que la resistencia entre las patillas 1 y 2 (o 2 y 3) sea de unos 500 Ω .

Lea con atención el ANEXO, con las instrucciones de uso de la *placa de pruebas*. A continuación, monte en la placa el circuito de la figura 2, pero **no conecte todavía la pila al portapilas**. Tenga cuidado de que las patillas del potenciómetro o de la bombilla no se doblen al insertarlas en la placa.

Ajuste el miliamperímetro en la escala de **200 mA** y el voltímetro en la de **20 V**. (ver fig 1 y fig 2).



Fig. 1. Potenciómetro

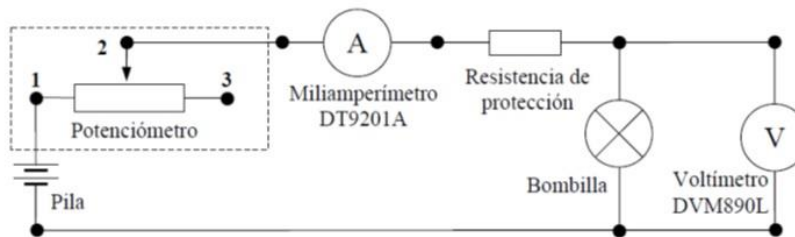


Fig. 2. Circuito

Revise el montaje y asegúrese de que las conexiones en la placa son correctas. Conecte entonces la pila y compruebe que los polímetros indican tensión y corriente no nulas, y que al girar el tornillo del potenciómetro cambian la tensión, la corriente y la intensidad luminosa de la bombilla.

Ajuste el potenciómetro hasta que la tensión en la bombilla sea, aproximadamente, $V = 1,5 \text{ V}$. Tras esperar unos segundos hasta que las lecturas de los multímetros se estabilicen, anote los valores de V e I . Para valores crecientes de V , hasta aproximadamente $V_{\text{max}} = 5,0 \text{ V}$, mida una serie de parejas de valores¹ de V e I . **Evite que accidentalmente llegue a superarse una diferencia de potencial de 6 V, que es la máxima que puede soportar el filamento sin fundirse.**

Presente en una tabla como la que se muestra más abajo:

Los valores de V e I que ha obtenido experimentalmente.

Los sucesivos valores de la resistencia R del filamento, obtenidos utilizando la ley de Ohm.

Los valores de las correspondientes temperaturas T del filamento, calculados con la expresión.

La potencia suministrada al filamento en cada caso, teniendo en cuenta:

$V \text{ (V)}$	$I \text{ (A)}$	$R \text{ (}\Omega\text{)}$	$T \text{ (K)}$	$P \text{ (W)}$			

Transforme la expresión (1), para obtener una dependencia lineal entre una función de P y una función de T . Anote en dos columnas de la tabla anterior los valores de estas funciones de P y T .

Represente gráficamente en el papel milimetrado los puntos correspondientes a esta dependencia lineal.

Determine la pendiente, p , de la recta que mejor se ajusta a esos puntos y deduzca el valor del exponente entero n de la ecuación (1).

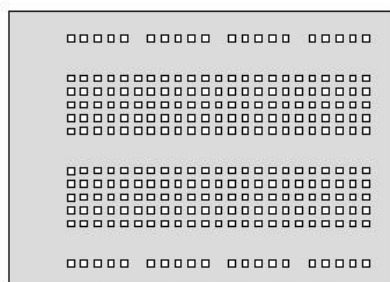
Conocido el exponente n , determine el valor de la constante a de la ecuación (1).

Sabiendo que, en unidades del SI, $\sigma = 5,67 \times 10^{-8}$ y que el área de la superficie emisora es $S = (9,1 \pm 0,7) \times 10^{-7} \text{ m}^2$, calcule el valor de la emisividad del filamento de wolframio, ϵ .

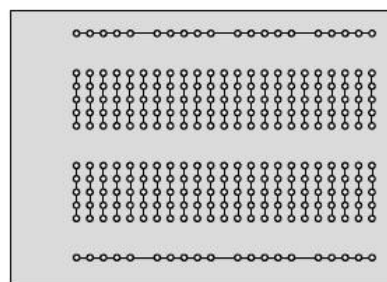
Haga una estimación de la incertidumbre de ϵ . Suponga que la principal fuente de error en este experimento es la incertidumbre de la superficie emisora, dada en el apartado anterior.

ANEXO

Las *placas de pruebas* se utilizan para montar circuitos de forma rápida y no permanente.



Aspecto exterior de una *placa de pruebas*.
Existe una matriz de agujeros en los se pueden insertar los terminales de los componentes.



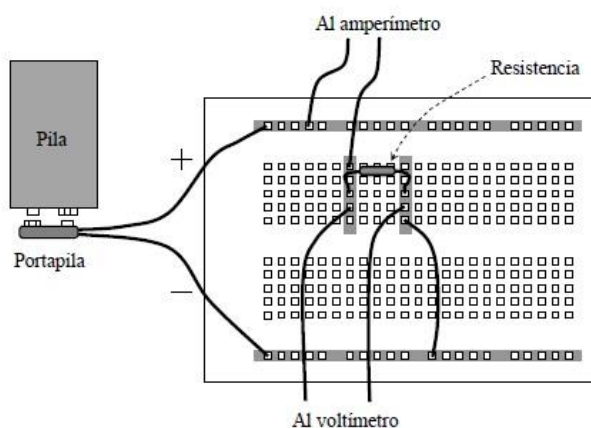
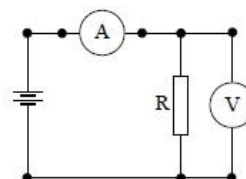
Conexiones eléctricas internas.
En la zona central de la placa, los agujeros están agrupados en columnas de 5, conectados entre sí. Todos los agujeros de las partes superior e inferior de la placa están conectados entre sí. Suelen emplearse para la alimentación eléctrica del circuito.

Para realizar un montaje, los extremos de un componente eléctrico deben estar insertados en columnas diferentes. De otro modo, el componente estaría en cortocircuito.

Las conexiones eléctricas entre componentes del circuito pueden realizarse insertando sus terminales en una misma columna de la placa o con pequeños trozos de cable.

EJEMPLO

Montaje del circuito correspondiente al siguiente esquema:



Se muestran en color gris las conexiones internas de la placa que tienen interés para este montaje.

Obsérvese que la conexión entre la resistencia y el polo negativo de la pila se ha realizado con un pequeño cable.

PE35. Escuela Técnica Alfredo Carlos Passera Mocoretá, Corrientes.

Hidrodinámica

Se propone estudiar experimentalmente la capacidad, presión, caudal y velocidad desde el tanque de depósito de agua hasta las canillas ubicadas sobre los piletos del patio de la Institución.

El tanque es de forma rectangular y se encuentra apoyado sobre las tres paredes de cemento.

Resuelva

- 1) Realice un croquis del tanque.
- 2) Tome las medidas necesarias a nivel del piso para su capacidad, utilizando, cinta métrica y un teodolito. Este último para calcular las alturas correspondientes. Tenga en cuenta que deben considerarse las medidas interiores del tanque. Realice al menos 10 mediciones y vuelque las mismas en una tabla, exprese los resultados con su correspondiente incerteza. Compare los resultados obtenidos con la información que tiene la Institución al respecto (plano).
- 3) Diseñe un método que le permita establecer el caudal arrojado por una canilla situada en los piletones del patio de la Institución. Lleve a cabo las mediciones correspondientes, 10 veces. Vuelque la información en una tabla. Exprese el resultado con la incerteza correspondiente.
- 4) Calcule la velocidad del agua y verifique si en todas las canillas tienen la misma velocidad de salida. Calcule la presión del agua en la canilla en cuestión.

PE36. Escuela Modelo de San Juan Ciudad de San Juan.

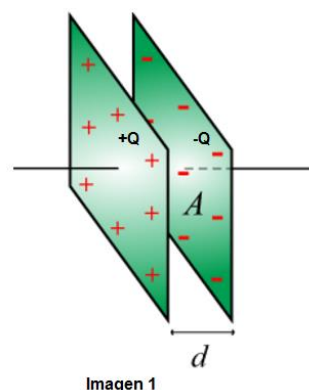
Condensador de placas planas paralelas. Variación de la capacidad con la geometría

Introducción

Un condensador es un sistema formado por dos conductores cercanos, de forma arbitraria, que tienen cargas iguales de diferente signo, como se ilustra en la Figura 1. A este sistema de conductores se lo denomina capacitor o condensador. A los conductores se los llama placas o armaduras del capacitor y a Q le llamamos la carga del capacitor.

Un hecho interesante es que en general la diferencia de potencial entre las armaduras es proporcional a la carga. La capacidad (C) se define como el cociente entre el valor absoluto de la carga Q de las placas y la diferencia de potencial (V) entre ellas:

$$C = \frac{Q}{V}$$



La capacidad de un sistema depende de la forma geométrica del mismo y del tipo de material dieléctrico que exista entre sus partes. En particular, para un capacitor plano, es decir un condensador de placas planas paralelas y de igual área A , separadas una distancia d , cuando hay vacío entre las placas, tiene una capacidad dada por:

$$C_o = \epsilon_o \frac{A}{d} \quad (1)$$

Donde $\epsilon_o = 8,85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2}$ es la permisividad del vacío, que también puede expresarse como $\epsilon_o = 8,85 \frac{pF}{m}$. Un aislante o dieléctrico es un material que no conduce la electricidad. Si un dieléctrico llena todo el espacio entre las placas de un capacitor plano, su capacidad es:

$$C = k\epsilon_o \frac{A}{d} = kC_o \quad (2)$$

Es decir k veces mayor que la capacidad C_o del condensador idéntico pero con vacío entre sus placas. Así, $k = C/C_o$ es la constante dieléctrica del medio insertado y depende de la naturaleza del material y de la temperatura.

Objetivo

Determinar experimentalmente la relación entre C, A y d según lo establece la ecuación (1)

Elementos disponibles

- cartón maquetero o similar
- papel aluminio autoadhesivo
- tijeras
- Multímetro con capacitómetro
- regla milimetrada

PARTE A

- 1) Construya diez (10) capacitores de placas paralelas de diferentes áreas, pegando en una de las caras de cartón el aluminio autoadhesivo que constituirá la “placa conductora”. Cuando tenga el total de capacitores (diez pares de placas de diferente área), proceda a conectarlas según la figura 2.

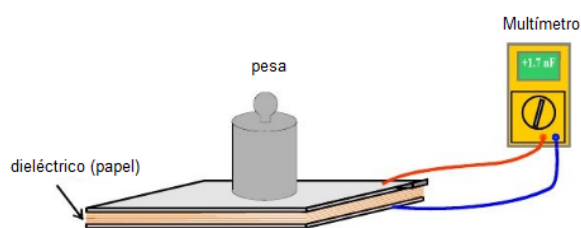


Figura 2: Diagrama esquemático del dispositivo experimental

Como dieléctrico utilice una hoja de papel y mida las diferentes capacidades (10 diez)

- 2) Elabore una tabla C vs A teniendo en cuenta los errores en la medición

Nota: Para el error del instrumento cuenta con un capacitor de 100 μ F (según el fabricante) que puede medir con el Multímetro.

- 3) Represente gráficamente C en función de A, calcule la pendiente con su error
- 4) Obtenga experimentalmente (k) para el papel utilizando como dato el espesor (d) de la hoja y la constante $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2}$

PARTE B

- 1) Elija un par de placas paralelas y diez (10) hojas de papel (el espesor de una hoja ya fue calculado) y repita el armado del dispositivo según la Figura 2, pero en esta ocasión comience con una hoja de papel como dieléctrico, luego con dos, tres, hasta llegar a las diez, midiendo la capacidad en cada caso.
- 2) Elabore una tabla C vs 1/d teniendo en cuenta los errores en la medición
- 3) Represente gráficamente C en función de 1/d, calcule la pendiente con su error
- 4) Obtenga experimentalmente la permisividad del vacío (ϵ_0), utilizando como dato el área A de las placas y la constante k del papel.

PE37. Escuela Nueva Juan Mantovani
Argüello, Córdoba.

Determinación de la permeabilidad magnética del aire

Objetivos

- Estudiar la relación entre la intensidad del campo magnético en el centro de una bobina circular delgada y la corriente que circula por ella.
- Determinar la constante de permeabilidad magnética del aire (o vacío).

Materiales

- Bobinas circulares de 10, 20 y 30 espiras, de radio 2,5 cm.
- Teslámetro con sonda axial.
- Fuente de corriente variable.
- Nuez doble
- Pinza de Bureta
- Soporte universal graduado.

Introducción teórica

En física se denomina permeabilidad magnética μ a la capacidad de un medio para atraer y hacer pasar a través de sí a los campos magnéticos.

Según la ley de Biot-Savart, puede demostrarse que en el centro geométrico de una bobina con N espiras de radio R, por la que circula una corriente I, los aportes de cada campo se suman y el campo magnético tiene un valor máximo: $B(0) = \frac{\mu_0 IN}{2R}$ [1]

Donde $\mu_0 = 4\pi 10^{-7} \frac{N}{A^2} \simeq 1,25 \cdot 10^{-6} \frac{N}{A^2}$ es la constante de permeabilidad magnética del vacío (muy similar a la del aire). Se trata entonces de obtener el valor de μ_0 a partir del ajuste lineal de la expresión [1].

Procedimiento

- Colocar la bobina de N=30 espiras en el soporte universal graduado, en la posición inferior del mismo. El plano de la espira debe ser perpendicular al eje del soporte.
 - Conectar la bobina a la fuente de corriente variable. No encender la fuente aún.
 - Montar la sonda axial con las mordazas al soporte universal, con su extremo en el centro geométrico de la espira. Alinear la bobina y la sonda con la mayor precisión posible.
 - Conectar la sonda axial al teslámetro y ajustar el cero del mismo.
- 5) Aumentar la corriente I de 0 a 10A en pasos de 1A. En cada oportunidad medir el campo magnético B y anotar los valores en la tabla correspondiente.
 - 6) Graficar los valores de campo B medido en función de la corriente.
 - 7) Obtener la recta de ajuste
 - 8) Hallar el valor de μ_0 a partir de la pendiente y comparar el resultado obtenido con el valor de μ_0 tabulado: $\mu_0 = 4\pi 10^{-7} \frac{N}{A^2} \simeq 1,25 \cdot 10^{-6} \frac{N}{A^2}$

PE38. Colegio San Luis Gonzaga Ciudad de Mendoza.

Radio de giro

La energía cinética de un cuerpo rígido se puede escribir como

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

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:

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

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 .

El **momento de inercia** es una medida de la inercia rotacional de un cuerpo y se obtiene mediante la fórmula

$$I_{cm} = m r_g^2 \quad (3)$$

donde r_g es el radio de giro.

Si reemplazamos la expresión 3 en la expresión 2 se obtiene:

$$h = 2d^2 / g * (r_g^2 / r^2 + 1) * 1/t^2 \quad (4)$$

Objetivo

Determinar el radio de giro r_g de un dos cuerpos cilíndricos y encontrar una relación entre ellos.

Materiales

- Cuerpos cilíndricos de distinto radio (lata vacía -de durazno, atún-, pila, etc.).
- Plano inclinado (madera, carpeta rígida, etc.).
- Cronómetro.
- Regla.
- Papel.

Procedimiento

- 1) Determine el perímetro p de los cuerpos cilíndricos.
- 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 cada cuerpo cilíndrico recorre la distancia d . Repita la medición al menos 5 (cinco) veces.
- 4) Repita el punto 3 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 para cada cuerpo cilíndrico
- c) A partir de las magnitudes medidas y de la ecuación 4, 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 4 y de los valores obtenidos del ajuste, determine el radio de giro r_g de cada cuerpo cilíndrico
- f) Extraiga una relación entre el radio de cada cuerpo cilíndrico y su radio de giro correspondiente.

PE39. Escuela Normal Superior N° 6 Aristóbulo del Valle, Misiones.

Objetivo: Determinar el calor específico del acero.

Elementos

- Balanza
- Termómetro
- Recipientes aislantes (vaso de café o calorímetro)
- Agua a temperatura ambiente
- Vasos de precipitados
- Tubo de ensayo de vidrio térmico
- Pinza porta tubo
- Nuez doble metálica
- Soporte universal
- Esferas metálicas (sustancia a determinar)
- Sujetador de esferas
- Hilo
- Mechero

Teoría

Calorimetría es la técnica de medición cuantitativa de intercambio de calor. Tales mediciones se efectúan con un instrumento llamado calorímetro, que por lo general es un recipiente aislado que permite una pérdida de calor mínima al entorno (idealmente, ninguna).

El calor específico de una sustancia se puede determinar midiendo las masas y los cambios de temperatura de los objetos, y usando la ecuación $Q = c.m.\Delta T$. Por lo general, la incógnita es el calor específico “c”. Se coloca una sustancia de masa y temperatura conocidas en una cantidad de agua dentro de un calorímetro. El agua, tiene diferente temperatura que la sustancia (generalmente menor). Entonces se aplica el principio de conservación de la energía para determinar “c”, el calor específico de la sustancia. Este procedimiento se conoce como método de mezclas.

En estos tipos de problemas interviene la conservación de la energía. Si algo pierde calor ($Q < 0$), otro objeto deberá ganar una cantidad igual de calor ($Q > 0$). Esto quiere decir que la suma algebraica de todo el calor transferido debe ser igual a cero $\sum Q_i = 0$, despreciando el intercambio de calor con el ambiente.

Procedimientos

Con los elementos solicitados, se pretende determinar el calor específico del acero.

- Escriba las ecuaciones calorimétricas correspondientes de la situación planteada. Suponer que el recipiente es adiabático y que no hay intercambio de calor con el ambiente. Desprecie efectos debido al cambio de la densidad con la temperatura.
- Utilizando la balanza, determine la masa en conjunto de dos bolas metálicas otorgadas para la experiencia, y establezca una masa de 25 g de agua a temperatura ambiente (para realizar la mezcla más tarde).
- Monte con el tubo de ensayo de vidrio térmico, la pinza porta tubo, nuez doble metálica, soporte universal y el mechero, un sistema en el cual se pueda calentar agua con el tubo de vidrio y en el cual se pueda introducir las esferas metálicas por medio de su respectivo sujetador e hilo. Además, se debe poder introducir el termómetro para tomar la temperatura del sistema cuando se caliente (la cual será la temperatura inicial de las esferas, antes de mezclar con el agua a temperatura ambiente).
- En un vaso de café (o calorímetro) coloque los 25 g de agua midiendo su temperatura ambiente. Por otro lado, coloque agua en el tubo y las esferas metálicas para proceder a calentarla hasta la ebullición del agua, en ese momento determine la temperatura del sistema (la cual será la temperatura inicial de las esferas). Luego de medir la temperatura del agua con las esferas que se encuentran en el tubo, saque rápidamente las esferas e introdúzcalas en el vaso con los 25 g de agua. Agite la mezcla unos 10 segundos y mida la temperatura de equilibrio.
- A partir del análisis teórico realizado y de las mediciones, determine el valor de “c” de las esferas metálicas con su incerteza. Repita la medición al menos 10 veces.

	$m_{\text{agua}} \text{ (g)}$	$m_{\text{esferas}} \text{ (g)}$	$T_{\text{i agua}} \text{ (}^{\circ}\text{C)}$	$T_{\text{i esferas}} \text{ (}^{\circ}\text{C)}$	$T_{\text{equilibrio}} \text{ (}^{\circ}\text{C)}$	$c_{\text{esferas}} \text{ (cal/g.}^{\circ}\text{C)}$
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Experiencia 1: Determinar el volumen de una piedra.

Objetivo

Determinar el volumen de una piedra por desplazamiento de agua.

Lista de materiales

- 1 piedra
- 1 probeta graduada
- Agua de la canilla

Procedimiento

- 1- Coloque agua en la probeta. Anote el valor del volumen V1
- 2- Sumerja con cuidado la piedra dentro de la probeta evitando pérdidas de agua. (Asegúrese que el agua la cubra completamente).
- 3- Lea nuevamente el volumen de agua V2.
- 4- Calcule el volumen de la piedra, a partir de $V_c = V2 - V1$.
- 5- Puede realizar suposiciones acerca de la forma en que realiza sus mediciones y puede también repetir las mismas a su criterio.

Requerimientos

- Solo podrá utilizar los útiles de escritura y calculadora no programable, además de los materiales de la prueba.
- Al finalizar la experiencia deberá entregar un informe escrito con letra clara, que conste de:
 - Planteo del problema.
 - Valores obtenidos en las mediciones, tablas, gráficos.
 - Fuentes de error
 - Resultado experimental de lo solicitado.
 - Conclusiones
 - Comentarios que desee realizar referidos a la realización de la experiencia.

Comentarios y observaciones respecto a la medición de volúmenes

Entre los diferentes instrumentos utilizados para medir volúmenes de líquidos se encuentra la probeta (fig. 1). Esta es un cilindro hueco de vidrio abierto en uno de sus extremos. En su superficie lateral presenta grabada una escala. Cada marca indica un cierto volumen de líquido a una determinada temperatura (generalmente a 15°C)

A fin de familiarizarse con la escala:

- a) Observe que hay divisiones más grandes y más pequeñas
- b) Cuente el número de divisiones grandes que presenta y deduzca a cuantos ml (mililitros) corresponden cada una de ellas.
- c) Cuente el número de divisiones más pequeñas que hay entre dos marcas grandes. Deduzca a cuantos ml corresponden cada una de las mismas.
- d) Recuerde $1\text{ml} = 1\text{ cm}^3$.

Experiencia 2: Determinación del peso específico de un cuerpo.

Objetivo

Determinar experimentalmente el peso específico de un cuerpo.

Breve introducción

El peso específico **Pe** de una sustancia se define como el cociente entre el peso del cuerpo macizo de dicha sustancia y su volumen, matemáticamente: $Pe = \frac{P}{V}$ donde: P= peso del cuerpo, V=volumen del cuerpo.

Materiales

- Cuerpo de forma regular.
- Calibre.
- Dinamómetro

Procedimiento

- 1- Calcule el volumen del cuerpo geométrico. La fórmula para el cálculo del volumen es: volumen de un cilindro: $\pi \cdot H \cdot R^2$
- 2- Mida el peso del cuerpo usando el dinamómetro.
- 3- Calcule su peso específico.
- 4- Realice varias mediciones.
- 5- Completar la siguiente tabla:

Cuerpo	Peso (gf)	Volumen (cm ³)	Peso específico (gf/cm ³)

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

PE41. Instituto Salesiano Pío XI Ciudad de Corrientes.

Principio de Bernoulli

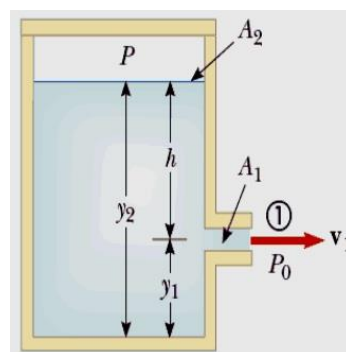
Objetivo

Determinar la velocidad de salida de un líquido a través de un orificio, utilizando la ecuación de Bernoulli, y luego corroborar el resultado las leyes del tiro horizontal.

Fundamentos Teóricos

Una de las aplicaciones de la ecuación de **Bernoulli** es el teorema de **Torricelli** el cual veremos a continuación.

Consideremos un caso como el de la figura, de un líquido de densidad ρ , encerrado en un tanque. En la parte inferior a una altura y_1 del fondo tiene un agujero de área A_1 , que da al exterior. El área del agujero es mucho más pequeña que el área A_2 del tanque. El aire en el tanque por encima del líquido se encuentra a una presión P .



¿Cuál será la velocidad de salida del líquido por el agujero, si el nivel del líquido es h ?

Partiendo de la expresión de Bernoulli.

$$P_1 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_1^2 + \rho \cdot g \cdot y_1 = P_2 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_2^2 + \rho \cdot g \cdot y_2 \quad (1)$$

Como $A_2 \gg A_1$ y utilizando la expresión para el gasto

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \quad v_2 \approx 0$$

Y $P_1 =$ Presión atmosférica (P_0), $P_2 = P$.

Sustituyendo en la ecuación de Bernoulli.

$$P_0 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_1^2 + \rho \cdot g \cdot y_1 = P + \rho \cdot g \cdot y_2 \quad (2)$$

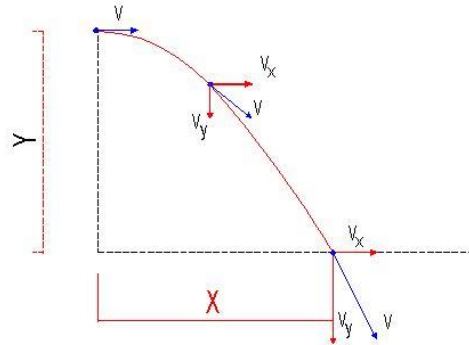
Reagrupando y haciendo $h = y_2 - y_1$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot (P - P_0)}{\rho} + 2 \cdot g \cdot h} \quad (3)$$

Si el tanque no está tapado, se considera que la presión $P = P_0$, entonces la expresión (3) de la velocidad queda reducida de la siguiente forma.

$$v_1 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad (4)$$

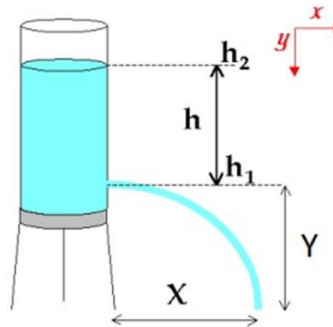
Una vez que el líquido es expulsado del recipiente se puede considerar que es un caso de movimiento de lanzamiento horizontal, como se muestra en la figura:



Donde V es la velocidad del líquido, Y es la altura a la que se encuentra el orificio, X es la distancia horizontal donde el líquido toca el plano de referencia. Con estos datos es posible calcular la velocidad del líquido utilizando una ecuación de la cinemática

Técnica Operatoria

Se deberá montar un dispositivo como el que se muestra en la figura.



Primera Parte

PASO 1: Con un elemento de medición adecuado se deben tomar las siguientes longitudes y registrarlas, ya que todos los dispositivos son distintos.

(h): es la altura desde el centro del orificio de salida hasta el nivel del líquido.

(Y): es la altura desde el plano referencia (donde caerá el líquido expulsado) hasta el centro del orificio de salida.

- El nivel máximo del líquido (h_2 en la figura) debe estar claramente indicado y el líquido debe estar en ese nivel para las mediciones siguientes.

Paso 2: Utilizando una cinta adhesiva se tapa el orificio y se llena el recipiente de agua. Luego se lo coloca en la posición mostrada. Es importante que las mediciones realizadas en el paso anterior no se vean afectadas.

Paso 3: Simultáneamente se debe abrir el orificio y señalar lo más precisamente posible el lugar donde el líquido toca el plano de referencia. Y se procederá a medir la distancia (X). Luego se vuelve a llenar el recipiente y se repite la operación algunas veces para hacer un promedio de las mediciones.

Paso 4: Con la altura (h) registrada en el paso 1. Y Utilizando la ecuación (4). Se Obtiene el valor **teórico** de la velocidad.

Segunda Parte

- Realizar mediciones en el dispositivo (mínimo 5) y volcarlas en la siguiente tabla.

Medición	Altura (h) (cm.)	Longitud (Y) (cm.)	Longitud (X) (cm.)
1			
2			
3			
4			
5			

- A partir de los datos conocidos (figura 2), llegar a una expresión que permita calcular la velocidad de salida del líquido.
- Con la ecuación (4) y los valores de la tabla 1, obtener valores de velocidad para cada medición y compararlos con los valores que se obtienen aplicando la ecuación obtenida en el ítem anterior.
- Calcular el error absoluto y relativo de cada medición, comparando valor teórico (v_1) y valor práctico (v). Luego elaborar un breve texto que explique las posibles causas de esas diferencias.

Medición	$v_1 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$	Velocidad con ecuación obtenida en el ítem (b)
1		
2		
3		
4		
5		

PE42. Instituto Industrial Luis A. Huergo
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Vaciado de un tanque cilíndrico
Introducción

El vaciado de tanques, así como el traspaso de líquidos entre recipientes son comunes en plantas de producción de hidrocarburos, industrias procesadoras de alimentos (bebidas, lácteos), etc. La mecánica de fluidos permite estudiar estos procesos y llevar a cabo diferentes procesos de planeación en cuanto a tiempos y costos.

Por lo tanto, es de importancia poder predecir el tiempo que demora en vaciarse total o parcialmente el contenido de un tanque, así como también conocer la cantidad de volumen que queda dentro de un tanque, al haberse desalojado líquido, en un determinado tiempo.



La ley de Torricelli, que es una aplicación del principio de Bernoulli, indica que la velocidad de salida de un líquido por un orificio es proporcional a la raíz cuadrada de la altura del líquido, medida respecto a la posición del orificio de salida.

$$v = \sqrt{2 g h}$$

Como se puede observar la velocidad del líquido es variable, es decir, a medida que se va vaciando el tanque (disminuye la altura), la velocidad de salida también lo hace.

A partir de la ley de Torricelli, se puede inferir que el tiempo se relacionará, de alguna manera que determinaremos, con $\sqrt{h}$.

Objetivo

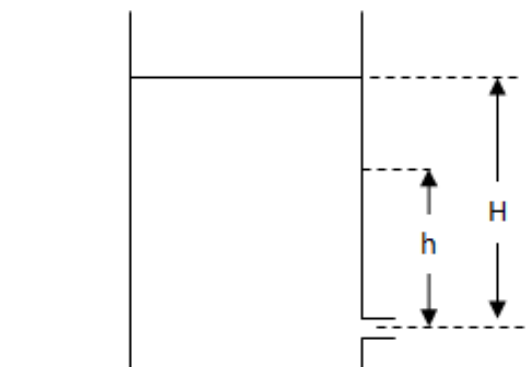
Determinar la relación matemática que vincula la altura de la columna de líquido con el tiempo de vaciado de un tanque cilíndrico.

Materiales

- Depósito cilíndrico
- Cinta métrica
- Cronómetro
- Agua

Procedimiento

Siendo el siguiente un esquema del dispositivo cilíndrico, que contiene un orificio en su parte inferior para su vaciado y un tapón que permite obstruir la salida de líquido:



1. Realizar unas marcas en el depósito, a diferentes alturas y verter agua en el mismo, hasta una altura inicial H .
2. Abrir el orificio para que empiece a salir el líquido y medir el tiempo que tarda el mismo en llegar a cada una de las marcas (h). Se puede observar que, a medida que disminuye la altura de agua en el depósito, la distancia horizontal que alcanza el hilo de agua -conocida como vena líquida- también decrece, debido a que varía la velocidad de salida por el orificio.
3. Construir una tabla con los valores del tiempo y altura correspondientes.

Realizar el gráfico de la raíz cuadrada de la altura del líquido en el depósito, en función del tiempo $\sqrt{h} = f(t)$ y a partir del mismo obtener la ecuación que vincula estas dos variables. Analizar los errores experimentales.

PE43. UEGP N° 55 Don Orión

Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco.

Que tan acertado fueron los cálculos de Plin-plin y Jorge?!!!

Del segundo enunciado teórico se extrae:

Retomando viejos entretenimientos en un mundo globalizado!!!

Luego de muchos años de descanso, el payaso plin-plin, decide volver a su actividad, y como debe realizar algo realmente sorprendente para atrapar a su nuevo público, se pone a diagramar un experimento... piensa y piensa, y de pronto se le ocurre y exclama: **Eureka!!!! El gran genio de Arquímedes me iluminó!!!** Voy a elevarme por el aire con un manojo de globos... Para lo cual debe realizar un par de cálculos para saber cuánto gas de helio necesita y cuantos globos para llevar a cabo su experimento..... pero... había un problema, ya que plin-plin se dio cuenta que no era muy bueno para las matemáticas, entonces se sentó triste sobre el cordón de la vereda, y en eso pasó un adolescente que volvía del colegio Don Orión, quien se acerca y le pregunta que le sucedía, cuando pli-plin le cuenta; el adolescente de nombre Jorge le dijo, yo puedo ayudarte, me gusta mucho la física y la matemática; si querés ya hacemos los cálculos:

Plin-plin y Jorge, necesitan calcular la cantidad de helio necesario para poder elevarse; sabe que su masa es de 75 Kg, y que los globos pueden inflarse y quedar con forma totalmente esféricos hasta tener un diámetro de 30 cm y una presión absoluta interna de 1,035 atm. Además sabe que la temperatura del lugar será de unos 22°C y la presión atmosférica estará a 1 atm.

No conforme plin-plin con los cálculos realizados con su amigo Jorge, decide realizar una demostración con una maqueta a escala aproximada. Para ello utiliza un globo burbuja inflado con helio hasta un diámetro de 50cm.

Objetivo

Determinar la fuerza de Empuje que se ejerce al momento de elevarse el globo de helio.

Determinar la Velocidad promedio que alcanza el globo.

Materiales

- Globo burbuja inflado con helio con 50cm de diámetro.
- Cinta fina no elástica.
- Hilo bien liviano.
- Cronómetro.
- Calculadora.
- Maquetita de payaso y canasto de unos 50grs aprox. (o pesas en su equivalente)
- Masas de 1g.



Procedimiento

- 1- Tomar el globo inflado con helio, como el que se muestra en la figura, y medir su perímetro.
- 2- A partir de la medida del mismo y considerando que el mismo forma una esfera, determinar su radio y volumen.
- 3- Determine la masa de Helio contenido en el mismo.
- 4- Masar el muñequito junto con el hilo de agarre y la cinta.
- 5- Masar al menos 10 globos, iguales al inflado, para poder determinar la masa de los mismos.
- 6- A partir de los datos de la densidad del Helio, y el volumen del globo determine **La Fuerza de Empuje** que está asociado a este experimento.
- 7- Regule la temperatura ambiente a 22°C.
- 8- Amarre el hilo con el payasito y la cinta al globo de helio, como se muestra en la figura.
- 9- Con la ayuda de un profesor, suelte el globo desde el piso
- 10- Si el globo tiende a elevarse, debe ir agregando masas de 1g dentro del canastito, y probar si el globo se eleva. Repetir este proceso hasta que la Fuerza peso de todos los accesorios, hagan que el globo no pueda elevarse. Una vez que esto ocurre, descartar la última masa de 1g.
- 11- Desate todos los accesorios y mase los mismos.
- 12- Vuelva a amarrar los accesorios al globo y ubíquela a nivel del suelo.
- 13- Luego de soltar el globo tome el tiempo que tarda desde que parte el globo del piso, hasta que toca el cielorraso/techo.
- 14- Tense suavemente la cinta a nivel del piso, y determine la altura.
- 15- Jale la cinta para poder bajar el globo.
- 16- Realice este procedimiento al menos 10 veces.
- 17- Registre en una tabla el tiempo que demora en llegar el globo al cielorraso/techo.
- 18- Analice los datos obtenidos y luego determine la **velocidad de ascenso en m/s.**

Objetivos

Se va a estudiar experimentalmente el descenso de una esfera por un plano inclinado de pendiente variable. En concreto se va a determinar el factor geométrico que diferencia la aceleración de descenso en este experimento de la que tendría un cuerpo que deslizase sin fricción por un plano inclinado.

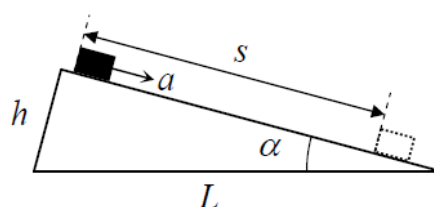
Materiales.

- Carril de aluminio con perfil en U.
- Listón de madera con manguito roscado embutido y cinta adhesiva de doble cara.
- Topes de plástico y aluminio.
- Tornillo con cabeza en forma de gancho.
- Esfera de acero.
- Cinta métrica.
- Cronómetro.

Modelo teórico.

En un experimento **idealizado**, supongamos un cuerpo que desciende deslizando **sin fricción** por un plano inclinado de ángulo α respecto a la horizontal (ver figura). La aceleración con que desciende el cuerpo es

$$a = g \sin \alpha = g h/L \quad (1)$$



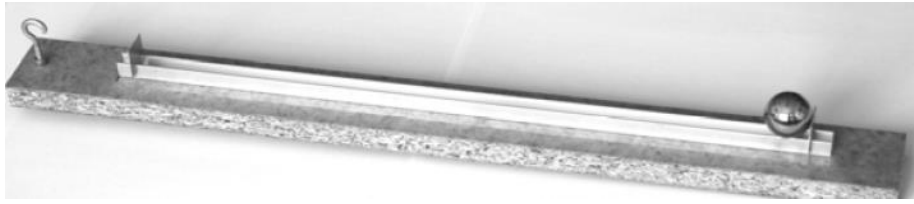
En un experimento **real** es difícil eliminar el rozamiento entre el cuerpo y el plano inclinado. Las pérdidas energéticas por fricción podrían minimizarse mediante un colchón de aire que impidiese el contacto directo entre el cuerpo y el plano. Pero es mucho más sencillo y económico emplear una esfera rígida que desciende rodando sin deslizar. En estas circunstancias, el punto de contacto de la esfera con el plano tiene velocidad nula (no hay deslizamiento relativo), la fuerza de rozamiento no realiza trabajo y no se pierde energía por fricción.

Pero la aceleración del movimiento del centro de la esfera ya no es la dada en (1), puesto que la energía potencial gravitatoria inicial no sólo se convierte en energía cinética de traslación (movimiento del centro de la esfera) sino además en energía cinética de rotación (giro de la masa de la esfera en torno a su centro). Desde el punto de vista dinámico, el roce estático va en sentido contrario a la traslación de la esfera, pero su momento va a favor de la rotación de la misma. Por ello, *la aceleración del centro de la esfera se reduce en un cierto factor $F > 1$.*

$$a = g h/L \cdot 1/F \quad (2)$$

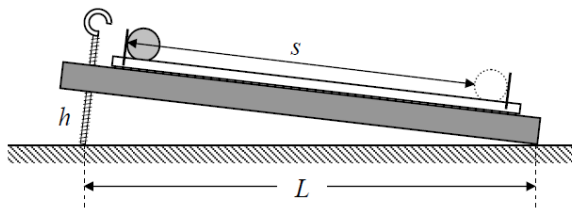
Procedimiento experimental

- Quite el papel que recubre la cinta adhesiva de doble cara pegada al listón de madera, y pegue en su centro el carril de aluminio, como se indica en la figura. Tenga cuidado de no doblar ni mellar el carril, ya que cualquier imperfección influiría en los resultados de la prueba.
- Enrosque el tornillo en el manguito embutido en el listón, con el gancho del mismo lado que el carril.
- Coloque el tope de aluminio en la acanaladura del carril más próxima al tornillo, y el de plástico en la del otro extremo. Estos topes sirven para marcar el comienzo y el final de la carrera de la esfera.



- Sitúe el montaje en una zona de la mesa que le permita trabajar y tomar notas con comodidad. La cinta adhesiva de doble cara de la parte inferior del listón permite fijar el dispositivo a la mesa, para evitar que se desplace mientras realiza las medidas experimentales. Tenga en cuenta que su mesa de trabajo puede no ser horizontal, de forma que un cambio de posición puede causar un cambio de desnivel.
- Procure mantener limpios el carril y la esfera, para evitar irregularidades y fuerzas de adherencia.
- Conviene que inicialmente la cabeza del tornillo esté orientada en paralelo al carril, como se muestra en la figura. Recuerde hacia donde está inicialmente orientado el lado abierto del gancho, porque tendrá que modificar el desnivel del carril girando un número entero de vueltas el tornillo.
- Va a medir el tiempo de descenso de la esfera por el carril para diferentes desniveles. Antes de realizar medidas definitivas es conveniente que adquiera práctica con el manejo del cronómetro.
- Tenga en cuenta que la esfera debe partir con velocidad inicial nula. Por tanto, no debes empujarla cuando la sueltes, ni presionarla contra el tope de partida, que podría darle un impulso inicial.

- 1) Mida el recorrido de la bola, s , y la distancia entre los puntos de apoyo del plano sobre la mesa, L , (ver figura).
- 2) Girando el tornillo, ajuste la altura h hasta conseguir que el tiempo de descenso de la bola esté entre 4 y 5 s. Ésta va a ser la situación inicial de tu serie de medidas, es decir $h = h_0$.



Mida varias veces el tiempo de descenso de la bola, calcule su valor medio y la aceleración correspondiente. Repita el proceso anterior incrementando h en sucesivas vueltas completas del tornillo hasta que el tiempo de descenso sea inferior a 2,3 s.

- 3) Represente gráficamente en un papel milimetrado los puntos experimentales a (en ordenadas) frente a n (en abscisas).
- 4) Deduzca los valores del factor geométrico, F , y de la altura inicial, h_0 .
- 5) Haga una estimación de la incerteza (margen de error) de la pendiente de la recta, Δm . Calcule la incerteza transmitida al valor del factor geométrico, ΔF_p .
- 6) Si la incerteza del paso de rosca del tornillo es $\Delta d = 0,01$ mm, calcule la incerteza transmitida al valor del factor geométrico, ΔF_d .
- 8) Teniendo únicamente en cuenta las dos fuentes de error anteriores, calcule la incerteza total de F .

Datos

Aceleración de la gravedad: $g = 9,81$ m/s²

Paso de rosca del tornillo: $d = 0,70$ mm

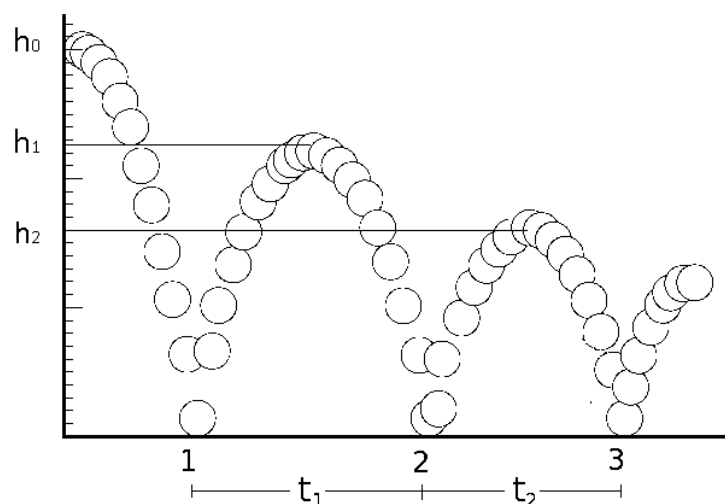
Pica y pica y pica y pica y pica y....

Objetivo

Obtener el coeficiente de restitución de una canica que choca contra el piso

Desarrollo

Una bolita que se deja caer desde una altura h_0 sobre el piso, presentará la siguiente trayectoria (Fig 4)



Aplicando el principio de conservación de la energía, obtenemos la velocidad u_1 de la bolita justo antes de impactar contra el suelo en su primer rebote.

$$m \cdot g \cdot h_0 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot u_1^2$$

Y considerando que se produce un choque inelástico contra el suelo, luego del primer rebote la bolita comenzará a ascender con una velocidad v_1 , y el coeficiente de restitución c_R será:

Ecuación 2
$$c_R = \frac{v_1}{u_1}$$

La altura máxima h_1 que alcanzará la bolita luego del primer rebote será

$$h_1 = c_R^2 \cdot h_0 \quad \text{Ecuación 1}$$

La ecuación 2 puede generalizarse a una cantidad n de rebotes, cumpliéndose entonces la siguiente relación

$$h_n = c_R^{2 \cdot n} \cdot h_0 \quad \text{Ecuación 2}$$

donde h_n representa la altura alcanzada luego del n -ésimo rebote

Por otro lado, a partir de un análisis dinámico y cinemático de la caída de la bolita y considerando que la única fuerza que actúa durante su caída es el peso, el tiempo t_n que tarda en caer la bolita desde la altura h_n hasta el piso en el rebote n es

$$t_n = \sqrt{\frac{2 \cdot h_n}{g}} \quad \text{Ecuación 3}$$

En particular, el intervalo de tiempo Δt_1 entre el primer y el segundo rebote será el doble de tiempo que tarda la bolita en caer desde la altura h_1 hasta el piso (ver Figura). Entonces, relacionando las ecuaciones 1 y 2 hallamos que

$$\Delta t_1 = 2.t_1 = 2.c_R \cdot \sqrt{\frac{2h_0}{g}} = 2.c_R.t_0$$

Y se puede demostrar que para sucesivos rebotes la relación es

$$\Delta t_n = 2.c_R^n.t_0$$

Aplicando logaritmos a ambos términos

$$\ln \Delta t_n = n \cdot \ln c_R + \ln(2.t_0) \quad \text{Ecuación 4}$$

PARTE A

Demostrar la Ecuación 1

PARTE B

Se propone obtener el coeficiente de restitución, utilizando un teléfono celular para grabar los sucesivos sonidos que se producen cuando una bolita es dejada caer desde una altura h_0 y realiza n rebotes contra el piso. Analizando una curva de intensidad de sonido (medido en decibeles) en función del tiempo, pueden conocerse los instantes correspondientes a cada rebote.

(Ver anexo 1 con las indicaciones de la aplicación sugerida)

- Construir una tabla de datos, registrando el número de rebote (n), el intervalo de tiempo entre rebote n y el siguiente (Δt_n) y el $\ln(\Delta t_n)$ con sus respectivas incertezas

Dato: La incerteza del logaritmo natural de una medición a es

$$\varepsilon(\ln a) = \frac{\varepsilon a}{a}$$

- Construir un gráfico representando el $\ln(\Delta t)$ en función de n
- A partir del gráfico, obtener el coeficiente de restitución c_R con su incerteza

Dato: Incerteza relativa (c_R) = $(\ln(c_R))$. Incerteza relativa ($\ln(c_R)$)

- Comprobar si el valor teórico obtenido de t_0 con la ecuación 3, se corresponde al obtenido por la ordenada al origen del gráfico (ver ecuación 4)
- Determinar el % de energía disipada luego del 3er rebote

Elementos necesarios

Bolitas, cinta métrica, cualquier dispositivo inteligente portátil (celular, tablet o netbook)

Anexo Science Journal

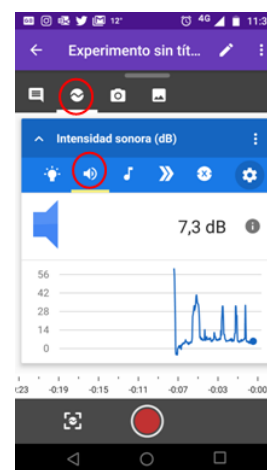
Descargar e instalar la app Science Journal en sus dispositivos móviles (Fig 5)

Abrir una nueva actividad y seleccionar "Sensor" de "Intensidad Sonora".

Iniciar la grabación de sonido y dejar caer la bolita desde una altura conocida h_0 .

Detener la grabación luego del último rebote.

Leer del gráfico obtenido los intervalos de tiempo entre rebote y rebote. Se puede identificar cada rebote, por los picos de la intensidad sonora



Qué Buena Onda, Física!!!!

“De todas las ondas mecánicas que se dan en la naturaleza, las más importantes en nuestra vida diaria son las ondas longitudinales en un medio, usualmente aire, llamadas ondas sonoras. La razón es que el oído humano es muy sensible y puede detectar ondas sonoras incluso de muy baja intensidad. Además de su uso en la comunicación verbal, nuestros oídos nos permiten captar una multitud de indicios acerca de nuestro entorno, desde el grato sonido de la preparación de alimentos, hasta el sonido de advertencia de un vehículo que se acerca. La capacidad para escuchar a un depredador nocturno fue fundamental para la supervivencia de nuestros antepasados, así que no es exagerado decir que los seres humanos debemos la existencia a nuestro sentido del oído altamente evolucionado.”

El sonido, al ser una onda mecánica (longitudinal) se propaga en un medio material (en nuestro caso aire) a una determinada velocidad. Cuando el sonido se propaga dentro de un tubo se refleja en los extremos igual que las ondas transversales en una cuerda. La superposición de las ondas que viajan en direcciones opuestas forma una onda estacionaria. Conociendo las condiciones de contorno podemos establecer el patrón de la onda estacionaria.

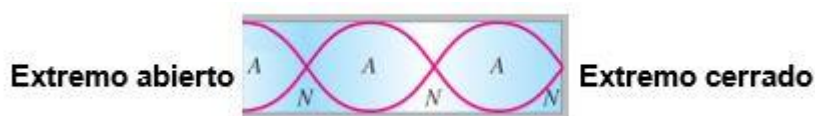


Figura 1, patrón de onda estacionaria en un tubo con un extremo abierto y el otro cerrado.

La velocidad de una onda se puede determinar como:

$$v = f \cdot \lambda$$

Ecuación 1

Objetivo

Determinar la velocidad del sonido en el aire.

Materiales

- Celular con aplicación de generador de frecuencia
- Botella de 2,25 L (cortarle la parte superior, ver figura 2)
- Agua
- Tubo de PVC de 40 cm (diámetro mínimo de 4 cm, diámetro máximo que entre en la botella)
- Regla de 30 cm

Procedimientos

- 1) Armar el dispositivo de la figura 2.
- 2) Sumergir el tubo de PVC todo lo posible.
- 3) Colocar el Celular en la parte superior al tubo de PVC, elegir una frecuencia y generar un sonido.
- 4) Ir retirando el tubo hasta escuchar un primer máximo de sonido. Registrar el valor de la regla como M1.
- 5) Continuar retirando el tubo hasta escuchar un nuevo máximo. Registrar ese valor como M2.
- 6) Con las mediciones de M1 y M2 determinar la longitud de la onda ($\frac{\lambda}{2} = M1 - M2$)
- 7) Repetir los ítems 3, 4, 5 y 6 para 6 frecuencias distintas.

Parte A.

Volcar las mediciones en una tabla de datos.

Parte B

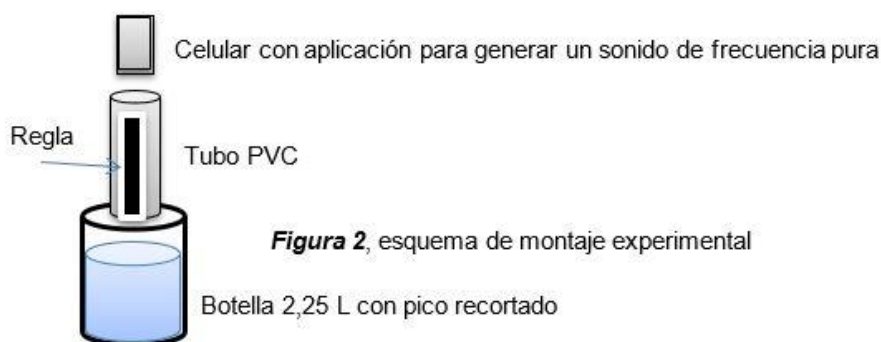
A partir de las magnitudes medidas y de la ecuación 1, elija dos variables (x e y) de manera tal de obtener una relación lineal entre las mismas. Realice un gráfico de las variables elegidas.

Parte C

Haga un ajuste lineal de los puntos graficados, y determine la pendiente y la ordenada al origen.

Parte D

A partir de la ecuación 1 y de los valores obtenidos del ajuste lineal, determine la Velocidad del sonido.



PE47. Escuela Técnica N° 9 Luis A. Huergo
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Estudio de la estabilidad transversal de un flotador

Materiales

- Flotador de espuma de polietileno, con forma de cilindro circular recto.
- Flotador de telgopor, forma de paralelepípedo recto.
- Dinamómetro.
- Polea.
- Soporte.
- Tanza.
- Balde.
- Transportador.
- Varilla roscada de longitudes y diámetros diversos.
- Tuercas y arandelas.

La experiencia consiste en construir dos flotadores de formas distintas y estudiar su estabilidad transversal. Los flotadores se construyen con una "quilla" y un "mástil", lo que da características distintivas a cada uno.

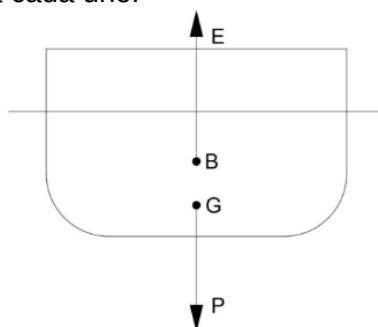


Fig. 1: Un flotador adrizado, donde el plano de crujía, perpendicular a la flotación, contiene al centro de gravedad G y al centro de empuje B.

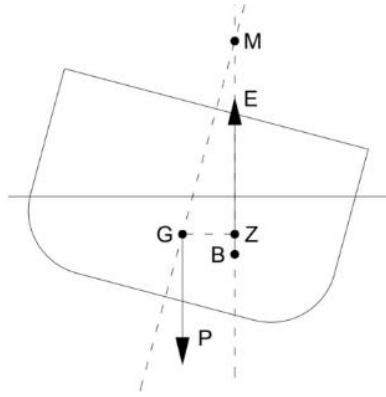


Fig. 2: Un flotador escorado, donde el empuje corta al plano de crujía en el punto M - metacentro-, formando una cupla con el peso.

Flotador cilíndrico: ante una inclinación, la forma del volumen sumergido se mantiene constante, y el empuje mantiene su línea de acción (se desprecia el volumen sumergido de varilla). La masa en forma de varilla y tuercas que se agregan a ambos extremos de la misma, causa al apartarse de la posición vertical, un momento tendiente a equilibrar el flotador.

Paralelepípedo flotante: ante una inclinación, el volumen sumergido se incrementa en una de sus bandas, y el empuje cambia su línea de acción. La cupla intrínseca, en este caso, además de ser influida por la masa de varilla y tuercas que rotan, es afectada por el cambio de forma de la parte sumergida.

Para cada flotador se busca medir la cupla intrínseca a distintos ángulos de inclinación. Se dispone del flotador en posición vertical, con su mástil / mástiles tensados con dos cuerdas paralelas, a distinta altura y en sentido opuesto, para generar una cupla externa. La cupla intrínseca del flotador, está dada por el peso (P) actuante en el centro de gravedad (G) y el empuje (E) actuante en el centro de empuje (B).

La tensión de las cuerdas, horizontal y de sentido opuesto crea, en cada posición estable del flotador, una cupla del mismo valor pero contraria a la intrínseca. Siendo el peso P del flotador igual a su desplazamiento Δ , puede calcularse la cupla intrínseca de la siguiente manera: $M = \Delta \cdot GZ$; como se mencionó, Δ representa el desplazamiento, y GZ el brazo de palanca entre las líneas de acción de E y P.

Por simetría, el punto G está en el plano de crujía en los dos flotadores y puede obtenerse de varias maneras. La determinación de B exige complejos cálculos relacionados con el volumen y la geometría del flotador. Aún así, se pueden obtener los brazos adrizantes (GZ) a partir de mediciones en pruebas de inclinación. En valor absoluto, el momento de la cupla externa es igual al de la cupla intrínseca:

$F \cdot d = \Delta \cdot GZ \Rightarrow GZ = \frac{F \cdot d}{\Delta}$ siendo "d" la distancia entre fuerzas que causan la cupla externa

El análisis de la estabilidad transversal inicial, debida a una escora pequeña, resulta ser una característica elemental de un buque, relacionada con el periodo del movimiento oscilatorio transversal y la rigidez de respuesta a las causas escorantes estando el buque adrizado. Para pequeños ángulos de inclinación, la recta de acción del empuje se interseca con el plano de crujía en un punto considerado fijo ((solo para pequeños ángulos)) llamado metacentro (M). GM es la "altura metacéntrica", -longitud del centro de gravedad al metacentro-, necesariamente positiva para un equilibrio estable. De aquí puede deducirse que:

$$GZ = GM \cdot \sin \theta \text{ y por ser ángulos pequeños } \sin \theta \cong \theta \Rightarrow GZ \cong GM \cdot \theta$$

Pasos

- Construir el flotador.
- Medir el peso del flotador.
- Obtener valores de cupla para cada inclinación, expresarlos en una tabla.
- Graficar $GZ(\theta)$, curva denominada de "brazos adrizantes".
- Obtener GZ inicial.
- Indicar si existe una parte lineal en la curva $GZ(\theta)$.

Repetir los pasos anteriores para el segundo flotador.

Se usan las palabras buque y flotador de manera intercambiable, además de los siguientes términos:

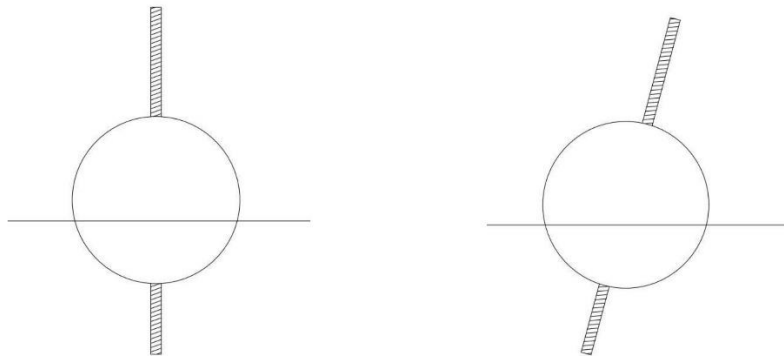
Adrizar: llevar el buque a su posición de equilibrio (plano de crujía perpendicular al plano de flotación).

Crujía: plano longitudinal vertical de simetría que divide al buque en dos.

Desplazamiento: peso del buque / flotador; de igual valor y opuesto al empuje para un cuerpo flotante.

Escora: inclinación del plano de crujía respecto de su posición vertical.

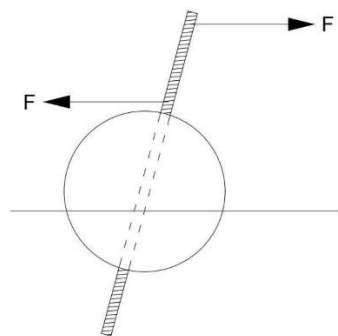
Ejemplo de flotadores adrizados y escorados



Flotador cilíndrico con varilla que lo atraviesa en forma de "quilla" y "mástil" rudimentarios.



Paralelepípedo flotante adrizado y escorado



Esquema de fuerzas externas sobre el flotador cilíndrico escorado.

Objetivo

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

Elementos

- Una regla plástica de 30 cm.
- Una tapita de gaseosa o agua mineral
- Una jeringa descartable de 10 cm³.
- Agua (densidad $\delta = 1\text{g/cm}^3$)
- Mesa, libro, trozo de madera (con bordes bien rectos)

Teoría

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



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



Figura 1

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

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

donde M es la masa de la regla, D la distancia del centro de masa de la regla al centro de momentos, m la masa de la tapa y d la distancia del centro de masa de la tapa al centro de momentos. Si llenamos la tapa con una masa conocida de agua m_a , para que el sistema se encuentre en equilibrio, se debe cumplir que:

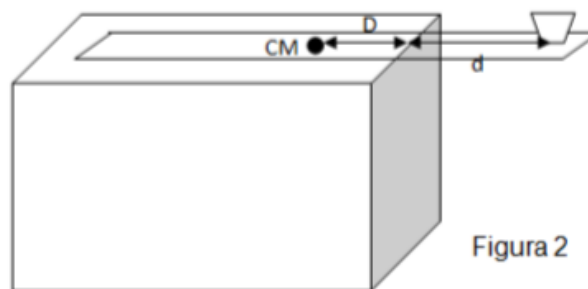


Figura 2

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

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

$$M = \frac{m_a}{\left(\frac{D'}{D} - 1\right)} \quad (3)$$

Procedimiento

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

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

PE49. Colegio N° 4-003 Emilio Civit - Departamento de Aplicación Docentes*
Maipú - *Ciudad de Mendoza, Mendoza.

El péndulo simple

Objetivo

Comprobar la relación entre el período y el largo de la cuerda en el péndulo

Un péndulo simple es un modelo idealizado que consiste en una masa puntual suspendida de un cordón sin masa y no estirable. Si la masa se mueve a un lado de su posición de equilibrio (vertical), oscilará alrededor de dicha posición. Situaciones ordinarias, como una bola de demolición en el cable de una grúa o un niño en un columpio pueden modelarse como péndulos simples. La trayectoria de la masa puntual (llamada en ocasiones pesa o lenteja) no es una recta, sino el arco de un círculo de radio L igual a la longitud del cordón.

El desplazamiento máximo de la lenteja de la posición de equilibrio se llama amplitud A, del movimiento y es igual a ambos lados del eje y.

Se llama oscilación al movimiento producido por un ciclo completo, desde donde soltó el péndulo hasta que vuelve a pasar por ese lugar, moviéndose en el mismo sentido.

El tiempo que tarda en realizar una oscilación es el período, se lo simboliza con una letra T y se mide en unidades de tiempo (segundos).

Se llama frecuencia f a la cantidad de oscilaciones en un segundo. Se mide en hertz (Hz=1/s).

Las relaciones de frecuencia f y periodo correspondientes T son:

$$f = \frac{1}{T}$$

La fórmula de la frecuencia del péndulo es:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}}$$

Donde g= 10m/s²

L es la longitud del péndulo

Materiales

- Un objeto pequeño y pesado, como una plomada
- Una balanza
- 1,5 m de hilo liviano
- Cinta métrica
- Cronómetro

Procedimiento

1. Determine la masa del cuerpo mediante la balanza y registren su valor.
2. Ate el cuerpo a un extremo del hilo y fije el otro extremo a un soporte que le permita oscilar libremente. Registre la longitud del péndulo
3. Aparte una distancia pequeña de su posición de equilibrio, y mida el tiempo que tarda en dar una oscilación completa (ida y vuelta). Implemente una forma de hacerlo.
4. El tiempo que el péndulo tarda en realizar una oscilación completa se denomina período T.
5. Repita el procedimiento con 10 longitudes diferentes del hilo.

6. Complete la siguiente tabla:

#Medición	L[cm]	T[s]	T ² [s ²]
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

7. Tenga en cuenta los errores que se producen al realizar las mediciones
8. Realice el gráfico con los valores de longitud L en función de T² de oscilación en la hoja milimetrada.
9. Obtenga la pendiente de la recta y compárela con la que le queda resolviendo en la fórmula, contemplando el error.
10. ¿Influye el valor de la masa que cuelga en el valor del período, para un determinado largo de hilo? ¿Cómo lo verificarías experimentalmente?
11. Si cuentas con el tiempo suficiente realízalo.

PE50. EPET N° 4 Juan Agustín Larrús **General Acha, La Pampa.**

Energía perdida en el aire

En esta ciudad el basurero se encuentra al sur de la ciudad, es un lugar donde corre mucho viento sentido sur, eso hace que pasen por encima de la ciudad volando muchos papeles, bolsas, trozo de tergopol, etc. En algún momento caen al piso dejando suciedad en muchas partes.

- Se desea averiguar cuál es el rozamiento del aire con el tergopol y la energía que se pierde en el aire cuando cae

Materiales a utilizar

- Esfera de papel de distintas medidas
- Cinta métrica
- Balanza digital
- Pie milimetrado
- Cronometro
- Hoja milimetrada

- 1) Determinar el volumen de las esferas
- 2) Calcular densidad del tergopol
- 3) Medir la altura de donde cae
- 4) Medir tiempo de caída
- 5) Calcular
 - a) Rozamiento del aire (coeficiente de rozamiento)
 - b) Velocidad de caída
 - c) Aceleración

- d) Energía potencia
- e) Energía cinética al llegar al ´ piso
- f) Perdida de energía en la caída
- 6) Aplicar teoría de errores

PE51. Escuela Philips

Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Objetivo

Determinación de los parámetros de la curva característica de un diodo

Introducción

Un diodo es un componente eléctrico no óhmico que, en condiciones normales, solo deja pasar corriente en un sentido. Al ser no óhmico, la relación tensión-corriente del diodo sigue una ley no lineal. Existen varios modelos matemáticos para el comportamiento eléctrico de un diodo. Uno de los más utilizados, que se adapta especialmente bien para el rango de 0,6V-0,8V de tensión aplicada, es la ecuación de Shockley:

$$I_D = I_s(e^{\frac{V_D}{\eta V_T}} - 1) \quad (1)$$

Donde I_D es la corriente que circula por el diodo, V_D la tensión entre sus bornes, η el coeficiente de emisión del diodo (típicamente un valor entre 1 y 2), I_s la corriente de saturación inversa del diodo, que para nuestro interés se puede considerar constante, y V_T la tensión térmica equivalente.

En el rango de medición para este trabajo, el exponente de la ecuación es suficientemente grande como para despreciar el uno restando, dejándonos con la siguiente ecuación:

$$I_D = I_s e^{\frac{V_D}{\eta V_T}} \quad (2)$$

Materiales

- Diodo 1N5408
- Resistencia de 10Ω 2W y 100Ω 1/4W
- Potenciómetro de 500Ω
- Multímetros
- Protoboard
- Cables de conexión
- Fuente de tensión continua

Primera parte: Determinación de la tensión térmica equivalente

El valor V_T puede determinarse a partir de la carga del electrón $q = (1,6 \pm 0,1) \times 10^{-19} \text{C}$, la constante de Boltzmann $k = (1,38 \pm 0,01) \times 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$ y la temperatura ambiente T de la siguiente manera:

$$V_T = \frac{kT}{q} \quad (3)$$

- a) Con ayuda del termómetro, mida la temperatura ambiente y obtenga V_T con su error.

Segunda parte: Curva característica del diodo

- b) Linealice la ecuación (2) y determine las variables a medir.
- c) Arme el circuito propuesto en la figura 1 con los materiales dados. Configure su fuente de manera que la tensión de salida sea de 5V.

- d) Varíe la resistencia del potenciómetro y mida las magnitudes que haya considerado al linealizar. Presente los valores en una tabla apropiada.
- e) Grafique los datos obtenidos y trace la línea de tendencia, con sus líneas de máxima y mínima pendiente.
- f) A partir del gráfico, obtenga un valor para η , con su respectiva incertidumbre.
- g) Realice un gráfico que le permita medir I_s . Obtenga de él un valor para la corriente de saturación inversa, en conjunto con su incertidumbre correspondiente

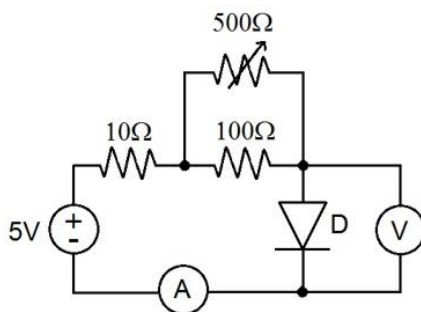


Figura 1: Circuito Propuesto

Notas

- Por cuestiones de seguridad y para mantenerse en el rango de trabajo deseado, utilice un rango de corrientes de 50mA - 200mA.
- Asegúrese de: conectar el diodo en polaridad correcta, no confundir las resistencias y conectar apropiadamente los multímetros para la medición que se realice.

PE52. Colegio Santísimo Rosario Monteros, Tucumán.

Se pide determinar el índice de refracción del material de un prisma recto utilizando sólo los elementos provistos.

Elementos provistos

- Un prisma recto de sección rectangular, de material transparente y con dos caras paralelas pulidas. Sus dimensiones aproximadas: 20mm x 30mm x 40mm
- Alfileres
- Una regla milimetrada
- Un transportador
- Una plancha de telgopor

Sugerencias

- a) Enuncie o indique las leyes de la óptica que considere aplicables al problema.
- b) Si puede proponer más de un método para medir el índice, descríbalos a todos. Use uno por lo menos para realizar la medición, y si tiene tiempo, más de uno.
- c) Mencione posibles causas de errores experimentales
- d) Dé una estimación del error experimental de la medición realizada.
- e) Anote todas las observaciones mientras trabaja y redacte prolijamente un breve informe aunque no llegue a concretar una medición del índice.

El informe del trabajo realizado, debe consignar:

1. Objetivos – Planteo analítico
2. Experiencia realizada – Método experimental utilizado
3. Valores, tablas y/o gráficas obtenidas.
4. Fuentes de errores y análisis de cómo influyen en los resultados finales acotados.
5. Consideraciones y supuestos que considere relevantes para el informe.

Todo aquello que considere relevante para su informe.

**PE53. Colegio Salesiano Deán Funes
Comodoro Rivadavia, Chubut.**

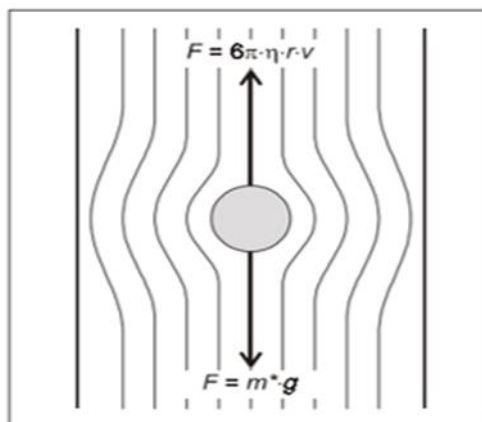
Viscosímetro de gravedad por el método Stokes

En todo cuerpo que se mueve en un líquido actúa una fuerza de rozamiento de sentido opuesto al movimiento. Su valor es función de la geometría del cuerpo, de su velocidad y del rozamiento interno del líquido. Una medida del rozamiento interno la da la viscosidad dinámica η . Para una bola de radio r y velocidad v en un líquido infinitamente extenso de viscosidad dinámica η , G. G. Stokes calculó la fuerza de rozamiento como $F_1 = 6\pi \cdot \eta \cdot v \cdot r$

Si la bola cae verticalmente en el líquido, luego de un cierto tiempo se moverá con velocidad constante v y todas las fuerzas que actúan sobre ella se encontrarán en equilibrio: la

fuerza ascensional de rozamiento F_1 , la fuerza también ascensional $F_2 = \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot \rho_1 \cdot g$; y la fuerza del peso, que actúa hacia abajo $F_3 = \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot \rho_2 \cdot g$

ρ_1 : densidad del líquido ρ_2 : densidad de la canica g : aceleración de la gravedad



Parte A

Analice las fuerzas que participan en el desplazamiento de la canica según Stokes y determine la ecuación para obtener la viscosidad del fluido.

Parte B: construcción del viscosímetro y obtención de las densidades del líquido (aceite de autos) y la canica.

a) Para hacerlo puede utilizar:

- como contenedor del líquido: una probeta de 1000 ml
- para medir el tiempo de caída: un cronómetro (pueden usar el del celular).
- para pesar: una balanza de laboratorio.
- para medir el diámetro de la canica: un calibre.
- para medir la altura de la probeta una regla o cinta métrica.

b) A partir de la medición de los pesos y los volúmenes calcular las densidades del aceite de auto y la canica.

Parte C: utilizar el viscosímetro

a) Realizar las mediciones de tiempo de caída para determinar la velocidad promedio (recordar que se realiza a velocidad constante).

b) A partir del cálculo anterior determinar el valor de la viscosidad en centipoise.

**PE54. Colegio Nicolás Avellaneda
Aguilares, Tucumán.**

Objetivo

Determinar la aceleración de la gravedad, aplicando principios de hidrodinámica

Para ello se le proveen los siguientes elementos:

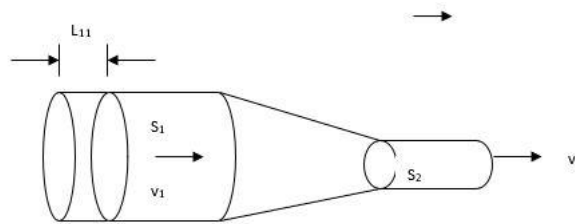
- Un recipiente transparente, para depósito de agua.
- Un recipiente transparente de vidrio, de sección uniforme.
- Un embudo.
- Cinta de papel
- Cronómetro.
- Regla.

- Calibre.
- Papel milimetrado.
- Lapicera con tinta indeleble.
- Soportes y apoyos para recipientes.

Marco teorico

Una magnitud asociada al volumen de líquido que en un intervalo de tiempo pasa por la sección de un tubo (o un canal) se denomina **caudal Q** . Si su valor no cambia en el tiempo se lo define como el cociente entre el volumen de líquido V , que pasa a través de la sección y el tiempo empleado Δt .

De manera que: $Q = \frac{V}{\Delta t}$ En el sistema MKS sus unidades son m^3/s .



Por otro lado, si se considera que el líquido fluye en la sección (1) con una velocidad v_1 , para recorrer un tramo de longitud L_1 , necesita un cierto tiempo Δt . El volumen transportado en ese trayecto será:

$$V = S_1 \cdot L_1$$

De manera que el caudal resultante es:

$$Q = \frac{S_1 \cdot L_1}{\Delta t} \quad \text{o sea} \quad Q = S_1 \cdot v_1$$

Si la sección cambia, el volumen que entra en la sección (1) debe ser igual al que sale en la sección (2), por lo tanto, al ser el caudal constante se cumple que:

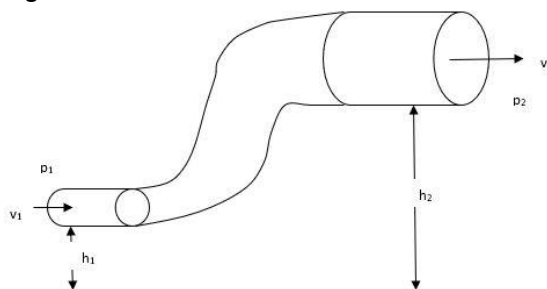
$$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2 = \text{constante} \quad (*1)$$

Expresión conocida como **ecuación de continuidad**, que expresa que la velocidad de un fluido ideal que circula por un conducto es inversamente proporcional a la sección. Esta ecuación también se la conoce como de Castelli, quien fuera discípulo de Torricelli y éste discípulo de Galileo.

Teorema de Bernoulli

En el estudio de la dinámica de los fluidos, Daniel Bernoulli encontró la relación fundamental entre presión, velocidad y altura para un fluido ideal. El teorema de Bernoulli demuestra que esas variables (p , v , h) no pueden modificarse independientemente una de las otras, sino que están determinadas por la energía mecánica del sistema.

Si se considera un fluido de densidad δ que atraviesa un el tubo de sección y altura variable, como el de la figura:



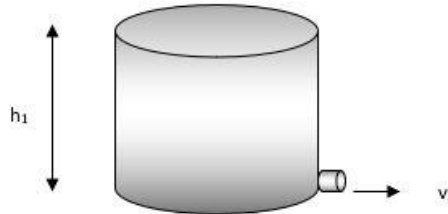
Se verifica que en cualquier punto: la suma de la presión, más la energía cinética por unidad de volumen, más el energía potencial gravitatoria por unidad de volumen es constante.

$$p_1 + \frac{1}{2} \delta v_1^2 + \delta g h_1 = p_2 + \frac{1}{2} \delta v_2^2 + \delta g h_2 = \text{constante.}$$

Aplicación de Bernoulli

Velocidad de salida de un fluido;

Si se tiene un depósito ancho con un orificio de salida pequeño en el fondo.



Como el diámetro del depósito es muy grande respecto del diámetro del orificio de salida, la velocidad con que desciende la superficie libre del agua del depósito es muy lenta comparada con la velocidad de salida, por lo tanto, se puede considerar v_1 igual a cero. Por otro lado, si el nivel de referencia se lo hace coincidir con el nivel de salida del líquido, resulta h_2 igual a cero; y teniendo en cuenta que la presión en ambas secciones es la misma $p = p_{\text{atm}}$, entonces la ecuación de Bernoulli queda:

$$\delta g h_1 = \frac{1}{2} \delta v_2^2 \quad \text{eliminando } \delta \text{ resulta}$$

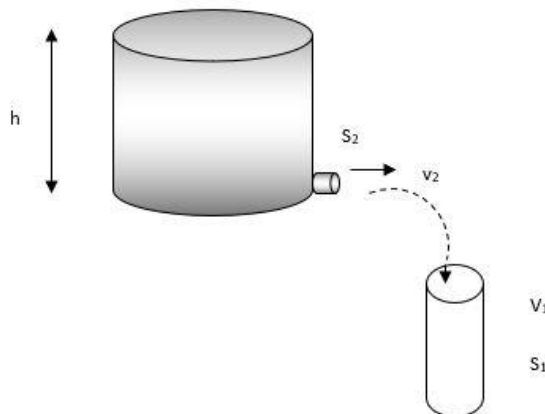
$$v_2 = (2 g h_1)^{1/2} \quad (*)2$$

Experiencia

Para obtener “g”, primero debe determinar:

- Velocidad de Salida del agua -de un depósito- por un orificio en la parte inferior. Aplicando la Ecuación de continuidad (*1).
- Aceleración de la gravedad, partiendo de los resultados de la experiencia (a). Aplicando el Teorema de Bernoulli, (*2)

Método sugerido



- Para determinar la velocidad v_2 de salida del líquido se sugiere medir o calcular:
 - Sección S_1 del recipiente, donde caerá el agua. Teniendo en cuenta que tiene sección uniforme.
 - La velocidad V_1 : con la cual se va llenado el recipiente. Para ello dispone de la regla y cronómetro, pudiendo –de ser posible- hacer varias mediciones y graficar espacio en función de tiempo. Confeccionando previamente una tabla de valores.
 - Determinar la velocidad v_2 aplicando la ecuación (*1). Siendo el diámetro del orificio de salida: $d_2 = (0,20 \pm 0,2) \text{ cm}$.

2. Para determinar la aceleración de la gravedad **g**, se sugiere determinar:
 - a) Velocidad v_2 de salida del depósito. Haciendo varias determinaciones desde distintas alturas **h** del líquido en el depósito.
 - b) A partir de la ecuación (*2), escribir la ecuación con la que determinará **g**.
 - c) Hacer una tabla de valores y graficar las variables que correspondan para obtener **g**.

PE55. Colegio San Juan el Precursor
San Isidro, Buenos Aires.

Medición del índice de refracción del agua

FUNDAMENTO TEÓRICO

Desde la antigüedad se conoce el fenómeno de la refracción de la luz y Pitágoras llegó incluso a formalizar sus observaciones. En tiempos más cercanos, el holandés Willebrord Snell (1591-1626) realizó algunas experiencias que lo llevaron a encontrar

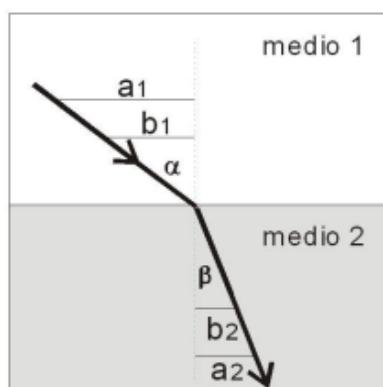


Figura 1.- Un rayo se desvía al producirse un cambio brusco en las propiedades del medio.

la ley que rige el cambio de dirección de los rayos de luz que pasan de un medio a otro. Así, cuando las propiedades físicas del medio en el que se desplaza un rayo de luz se modifican, se produce un cambio en su dirección. La Figura 1 muestra la desviación de un rayo al atravesar dos medios diferentes. Renatus Descartes (1596-1650) conocía los manuscritos de Snell y su tarea se limitó a darles forma matemática.

La ley experimental de Snell, expresa la relación de proporcionalidad geométrica ilustrada en la Figura 1:

$$\frac{a_2}{a_1} = \frac{b_2}{b_1} = f(\text{medios, orden})$$

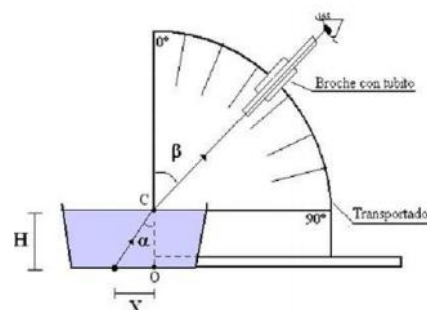
donde f es una función que depende de la naturaleza de los dos medios por los que se propaga el rayo, así

como del orden en que los recorre. La formulación matemática de Descartes de la ley de la refracción está dada por la siguiente ecuación: $n_1 \sen \alpha = n_2 \sen \beta$, en donde n_1 y n_2 son conocidos como los índices de refracción de los medios 1 y 2 respectivamente, y caracterizan la naturaleza óptica de los mismos.

Materiales

Para la realización de la experiencia se requiere disponer de los siguientes elementos: regla rígida de plástico, rectángulo de cartón rígido de 40 x 30 cm, transportador de plástico, broche para la ropa, tubo de plástico (puede ser el tubo de un bolígrafo ya usado), recipiente de plástico transparente, hoja de papel, cinta adhesiva, pegamento universal, fibra roja y agua.

En el experimento, la fuente de luz es una 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.



Esquema que representa la organización de los materiales a utilizar para desarrollar la experiencia.

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 calculará midiendo los

parámetros geométricos H y X relacionados con la línea roja (fuente de luz) según se ilustra en la figura.

Calculado el ángulo de incidencia α y medido el de refracción β se podrá aplicar la formulación matemática de la ley de Snell: $n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \beta$ siendo $\alpha = \tan^{-1} \frac{X}{H}$

y β el ángulo de refracción medido en forma directa sobre el transportador de cartón especialmente construido.

Procedimiento

1. Colocar sobre la mesa la hoja de papel en la que se dibuja una línea roja y sujetarla con cinta adhesiva.
2. Ubicar el transportador paralelo al margen mayor de la hoja con el punto O coincidiendo con la línea roja trazada.
3. Colocar el recipiente vacío sobre la línea roja, junto con el transportador.
4. Llenar el recipiente con agua hasta la línea roja horizontal de 90° del transportador.
5. Medir la altura H del agua.
6. Colocar el broche con el tubo en un ángulo β de 70° , manteniendo el tubo radial al centro C.
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 los pasos 6 - 7 - 8 por lo menos cinco veces disminuyendo el ángulo β .

Actividades

- a) **Tabular** los datos obtenidos de β , H y X en el procedimiento.
- b) **Calcular** valores de α a partir de los datos obtenidos para cada ángulo medido.
- c) Confeccionar una tabla con los valores de $\sin \beta$ y de $\sin \alpha$ y luego **realizar un gráfico** en hoja milimetrada de $\sin \beta$ en función de $\sin \alpha$.
- d) Analizar en el gráfico ¿qué representa la pendiente de la recta?
- e) Realizar un análisis de errores cometidos en la experiencia para determinar el índice de refracción del agua a partir de la pendiente de la recta.
- f) **Calcular** el índice de refracción del agua, considerando $n_{\text{aire}} = 1$.
- g) Estimar un valor para el error cometido en el cálculo de índice de refracción.

Ángulo de refracción ($\beta \pm \Delta\beta$)	H ($H \pm \Delta H$)	X ($X \pm \Delta X$)	Ángulo de incidencia ($\alpha \pm \Delta\alpha$)

$\sin \alpha$	$\sin \beta$	n_{agua} ($n \pm \Delta n$)

Introducción general en página 109.

Con la regulación térmica del salón de clases, Galileo tuvo casi todo controlado, pero era un perfeccionista: la orientación del *Propellant Patronus* era fundamental. Variaciones de décimas de grado podían provocar cambios en el destino de la goma patrón inaceptables para un metrólogo. Fue entonces que decidió alinear el dispositivo con una mira telescópica. Para ello contaba con algunas lentes¹ cuya distancia focal desconocía, un puntero láser (de esos rojos) y un CD de Pimpinela.

Objetivo

Aportar a la construcción de la mira de Galileo midiendo la distancia focal de una de sus lentes. Y ya que estamos, medir la densidad de líneas que hacen que un CD funcione como red de difracción.

Materiales y dispositivo experimental

- Puntero láser.
- Lupa de distancia focal desconocida.
- Red de difracción (O trozo de CD de Pimpinela).
- Portadiapositivas.
- Pantalla blanca.
- #3 trípodes o bases.
- #3 vástagos.
- #3 nueces dobles.
- Hojas milimetradas.
- Lápiz.
- Regla milimetrada.



Figura 1 – Red de difracción en el portadiapositivas.

Marco teórico

Si se hace pasar un haz de luz a través de una ranura lo suficientemente pequeña, se difracta. Si la luz es monocromática y coherente (como la luz láser), y se la recoge en una pantalla colocada a una distancia conveniente, en lugar de observarse la imagen de la fuente, se observa una distribución regular que alterna zonas iluminadas y oscuras (máximos y mínimos) llamada patrón de difracción. La forma del patrón depende del espesor de la ranura, de la distancia desde ésta a la pantalla, y de la longitud de onda de la luz del haz incidente.

Si en lugar de una única ranura, se trata de una red periódica de ellas (como la superficie finamente rayada de un CD o un DVD), llamada red de difracción, también se observa un patrón similar. En este caso, la separación entre el máximo central y su adyacente (y_0) depende de la cantidad de líneas por unidad de longitud o densidad de líneas de la red (δ), de la longitud de onda de la luz (λ) y de la distancia (x_0) de la red a la pantalla según:

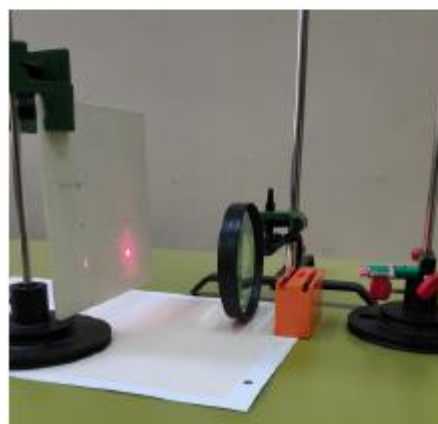


Figura 2 – Dispositivo armado.

$$\frac{y_0}{x_0} = \delta \lambda \quad (1)$$

Como se ve en la figura 3, se puede considerar que la red divide al haz de la fuente en distintos rayos de los cuales solo dos se han representado: los que generan el máximo central y uno de los primeros máximos adyacentes. Si se interpone una lente convergente de distancia focal φ entre la red y la pantalla, puede considerarse al punto brillante en la red como un objeto luminoso y a los dos rayos anteriores como dos cualesquiera que parten de él hacia la lente (Véase la Figura 4). Si el rayo del máximo central se alinea con el eje principal no se desviará al incidir en la lente, pero sí lo hará el del primer máximo adyacente.

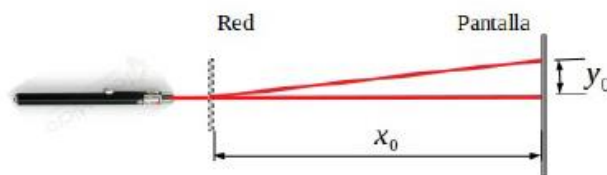


Figura 3 – Rayo difractado por una red

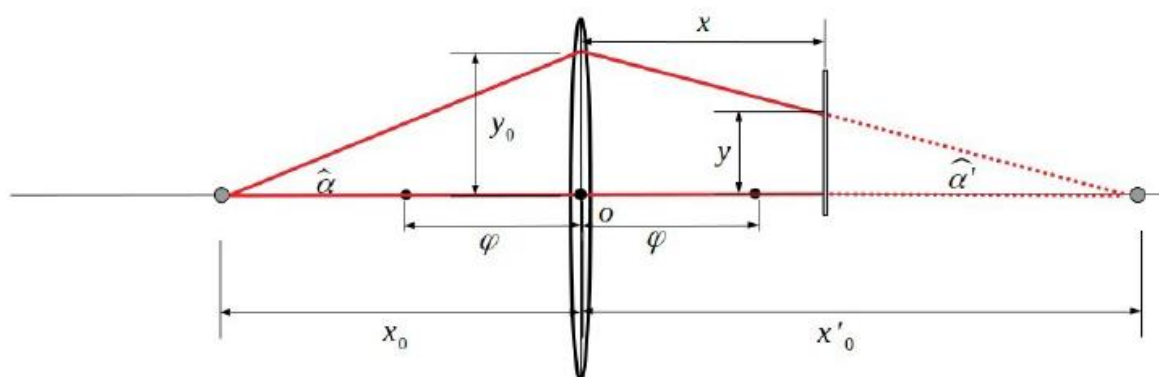


Figura 4

El aumento angular de una lente se define como la relación entre la tangente del ángulo $\hat{\alpha}'$ que formaría el rayo emergente con el eje principal y la del ángulo $\hat{\alpha}$ que forma con el mismo eje el rayo que incide en la lente. También puede calcularse como la relación entre la distancia x_0 del objeto a la lente y la distancia x'_0 de la lente a su imagen, por lo que se puede escribir:

$$\frac{tg\hat{\alpha}'}{tg\hat{\alpha}} = \frac{x_0}{x'_0} \quad (2)$$

También se verifica que, para lentes delgadas, la inversa de la distancia focal φ es la suma de las inversas de las distancias del objeto y de la imagen a la lente, es decir:

$$\frac{1}{\varphi} = \frac{1}{x_0} + \frac{1}{x'_0}$$

Combinándola con la (2) se obtiene

$$\frac{tg\hat{\alpha}'}{tg\hat{\alpha}} = \frac{x_0}{\varphi} - 1 \quad (3)$$

Pero de la geometría de la figura cuatro y de la ecuación (1) surge que

$$tg\hat{\alpha}' = \frac{y_0 - y}{x} \text{ y } tg\hat{\alpha} = \frac{y_0}{x_0} = \lambda\delta$$

Con esto en la ecuación (3) y operando, se obtiene la función que relaciona la distancia y entre el máximo central y el adyacente con la distancia x de la lente a la pantalla.

$$y = -\lambda\delta\left(\frac{x_0}{\varphi} - 1\right)x + \lambda\delta x_0 \quad (4)$$

Procedimiento

- Arme el dispositivo de acuerdo a las figuras 1 y 2.
- Alinee el puntero láser, la red de difracción y la lupa de manera tal que el haz correspondiente al máximo central coincida con el eje principal de la lente de la mejor manera posible.

- Coloque la pantalla de manera de que el máximo central sea recogido cerca de uno de los bordes y marque su posición.
- Ubique la red de difracción a una distancia x_0 a la lente de manera tal que al mover la pantalla se observen variaciones notables de la distancia y entre los máximos.
- Manteniendo la posición del máximo central, marque sobre la pantalla las distintas posiciones que toma el máximo adyacente para cada distancia x de la pantalla a la lente.
- Mida las distancias y correspondientes a las distancias x y vuélquelas en una tabla de valores.
- Confeccione una gráfica de y vs. x .
- A partir de la gráfica y de la ecuación (4) del marco teórico, obtenga las medidas de la densidad de líneas δ de la red y de la distancia focal ϕ de la lente.

Requerimientos

Debe presentar:

- Una descripción de las fuentes de error y la fundamentación de los valores tomados para las indeterminaciones.
- La tabla de valores y todas las mediciones directas.
- La gráfica experimental completa.
- Cálculo de δ .
- Cálculo de ϕ .

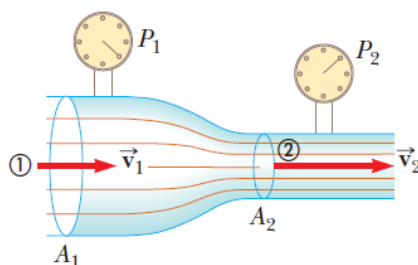
Notas

¹En esos días, la óptica del pueblo sufrió un asalto a manos de un encapuchado que, si bien no se llevó dinero, saqueó el depósito de lentes. Según consta en la denuncia, el encapuchado escapó con una bolsa llena de lentes al grito de “yo no soy Galileo Galimberti”....

PE56. Instituto Privado Rivadavia - Colegio Suizo Alderetes, Tucumán.

Sale chorro. (PARTE 2)

Consideremos el caso de una tubería como la que se indica en la figura y por la que ingresa un volumen V en un tiempo Δt pero como el líquido es un fluido incompresible y la tubería no tiene pérdidas laterales el mismo volumen debe salir por el otro extremo de la tubería en el intervalo de tiempo considerado.



$$Q = V/\Delta t = \text{cte}$$

Los fluidos incompresibles tienen que aumentar su velocidad v cuando alcanzan una sección más estrecha para mantener el volumen de flujo o caudal constante. Por esta razón, cuando colocamos una boquilla estrecha en una manguera causa que el agua salga más rápido, porque disminuye el área que agua atraviesa. Esto da lugar a una relación cuantitativa que es la ecuación de continuidad.

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Imaginemos que el fluido ideal circula por un tubo como el que muestra la figura. Consideremos una pequeña porción de fluido de volumen V que ingresa por la sección A_1 ; al cabo de cierto intervalo de tiempo Δt , el fluido ocupará una nueva posición saliendo por la sección A_2 dentro del tubo. Este movimiento se debe a que las capas inferiores de líquido del tubo de flujo ejercen una fuerza F_1 sobre el volumen V , fuerza que, en términos de la presión p_1 , puede expresarse como $p_1 \cdot A_1$, y está aplicada en el sentido de la dirección de la corriente.

Análogamente, en A_2 , las capas de fluido superiores a este volumen considerado, empujan ejerciendo una fuerza F_2 en sentido contrario al movimiento, que puede expresarse como $p_2 \cdot A_2$.

El trabajo W de las fuerzas F_1 y F_2 que actúan sobre el volumen V resulta:

$$W = F_1 \Delta x_1 - F_2 \Delta x_2 = p_1 \cdot A_1 \cdot \Delta x_1 - p_2 \cdot A_2 \cdot \Delta x_2$$

Como el fluido es incompresible, el volumen que pasa por el punto 1 en un intervalo Δt es el mismo que pasa por el punto 2 en el mismo intervalo de tiempo (conservación de caudal).

Por lo tanto: $V = A_1 \cdot \Delta x_1 = A_2 \cdot \Delta x_2$ entonces: $W = p_1 \cdot V - p_2 \cdot V$

Además el flujo de este sistema es laminar y el fluido es no viscoso, por lo tanto, no hay trabajo de fuerzas de roce ($W_F \text{ roce} = 0$) y se puede aplicar el teorema del trabajo y la energía.

$$W_{\text{FNC}} = \Delta E \text{ mecánica}$$

$$WF_1 + WF_2 = \Delta E \text{ cinética} + \Delta E \text{ potencial} = \Delta E \text{ mecánica} \quad (1)$$

La variación de la energía cinética es;

$$\Delta E \text{ cinética} = \left(\frac{1}{2} m_2 v_2^2 \right) - \left(\frac{1}{2} m_1 v_1^2 \right)$$

Pero si dividimos todo por el volumen V la ecuación anterior se puede escribir

$$\Delta E \text{ cinética} / V = \left(\frac{1}{2} \delta v_2^2 \right) - \left(\frac{1}{2} \delta v_1^2 \right)$$

Análogamente la variación de energía potencial gravitatoria es igual a:

$$\Delta E \text{ potencial} = m_2 g y_2 - m_1 g y_1$$

Igual que en el caso anterior dividimos sobre el volumen V por lo que la ecuación queda

$$\Delta E \text{ potencial} / V = \delta g y_2 - \delta g y_1$$

Si reemplazamos todos los valores obtenidos en la ecuación de trabajo y energía (1) queda:

$$p_1 + \left(\frac{1}{2} \delta v_1^2 \right) + \delta g y_1 = p_2 + \left(\frac{1}{2} \delta v_2^2 \right) + \delta g y_2 \quad (2)$$

Materiales

- Una botella plástica que se encuentre conectada en su parte inferior a un conducto de secciones diferentes
- Un tapón o tapa que se use para cerrar el paso en el extremo del conducto.
- Cronómetro.
- Una probeta.
- Una manguera conectada a la red de agua que sirva para llenar el dispositivo.

Procedimiento

- 1- Llenar con agua la botella por su parte superior de forma tal que no entre aire al dispositivo y evitar la formación de burbujas.
- 2- Verifica que el nivel de agua se mantenga en la botella antes de comenzar la

- experiencia.
- 3- Saca la tapa.
 4. Mide el tiempo transcurrido desde que sacas la tapa hasta que se la vuelva a colocar.
- Mantén el nivel de líquido de la botella en la marca inicial, reponiendo agua por la parte superior.
5. Coloca la tapa.
 6. Mide la cantidad de líquido recogido en la probeta. Repite el procedimiento la cantidad de veces necesaria para obtener un error menor al 2
 7. Registra los valores medidos.
 8. Calcula el área A_2 .
 9. Realiza el análisis de incertezas y expresa el resultado con su correspondiente incerteza.

Datos

$A_1 = (85,5 \pm 0,5) \text{ mm}^2$ (sección mayor del conducto)
 $\delta \text{ agua} = 1000 \text{ kg/m}^3$
 $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

PE57. Instituto Ecos Escuela Secundaria Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Objetivo

Se desea determinar el calor específico de un material desconocido.

Consigna

- Determinar el equivalente en agua de un calorímetro
- Determinar el calor específico de un material desconocido

Elementos a utilizar

- Termómetro
- Calorímetro
- Agitador
- Agua
- Pesas metálicas

Sugerencias

1. Mezcle agua a diferentes temperaturas dentro del calorímetro para determinar el equivalente en agua del calorímetro.
2. Mezcla agua a cierta temperatura con diferente cantidad de pesas para tener diferentes mediciones.
3. Analice la incerteza en la medición del calor específico.

PE58. Colegio del Sol - Colegio Pablo Apóstol* San Miguel - *Yerba Buena, Tucumán.

Objetivo

- Verificar el Principio de Arquímedes.
- Calcular densidades de distintos líquidos.

Materiales

- soporte
- Probeta
- balanza

- Papel milimetrado, regla
- Agua, aceite, glicerina y alcohol
- Plomadas, pesas y plastilina
- resorte

Procedimiento

A) Determinar la constante de elasticidad del resorte

- 1- Pesar las plomadas
- 2- Colgar el resorte en el soporte y medir su longitud.
- 3- Colgar la plomada y medir su nueva longitud
- 4- Repetir con varias plomadas y armar una tabla de valores.
- 5- Graficar $F = f(x)$
- 6- Encontrar la constante K del resorte.

B) Comprobación del principio de Arquímedes

- 1- Pesar la plastilina y colocar en el extremo del resorte
- 2- Colocar agua hasta los 2/3 de la probeta, tomando nota del volumen
- 3- Sumergir la plastilina pero no el resorte y medir el nuevo nivel de agua.
- 4- Calcular el peso del líquido desalojado
- 5- Medir la nueva longitud del resorte y el peso aparente del cuerpo sumergido.
- 6- Calcular el empuje y comparar con el peso del líquido desalojado.

C) Determinación de la densidad de varios líquidos

- 1- Construir y completar un cuadro como se indica, para los distintos líquidos y realizando varias mediciones.
- 2- Calcule la densidad de los líquidos.
- 3- Medir con el densímetro la densidad de los líquidos y calcular el error porcentual de la medición.

Y_0	V_0	V_1	$V_d = V_1 - V_0$	Y_2	$\Delta Y_2 = Y_2 - Y_0$	$P_{ap} = k \Delta Y_2$	$E = P - P_{ap}$	$\rho = E/V \cdot g$

PE59. Colegio Del Cerro - Instituto Timoteo - Colegio Belgrano

Instituto Padre Gabriel Tomassini - Escuela de Educación Técnica n° 3138

Escuela de Educación Técnica n° 3140 - Colegio Américo Vespucio

Escuela de Educación Técnica n° 3141 - Escuela de Comercio Dr. Arturo Illia

Colegio Dante Alighieri - Colegio Salesiano Ángel Zerda

Colegio Santa Isabel de Hungría - Colegio San Cayetano

Escuela de Educación Técnica n° 3102 - Colegio de Comercio n° 8024

Instituto Madre María Sara Lona

Ciudad de Salta.

Objetivos

Hacer uso del calorímetro y a partir de él, determinar las distintas propiedades de los componentes que forman el sistema bajo estudio.

Material suministrado

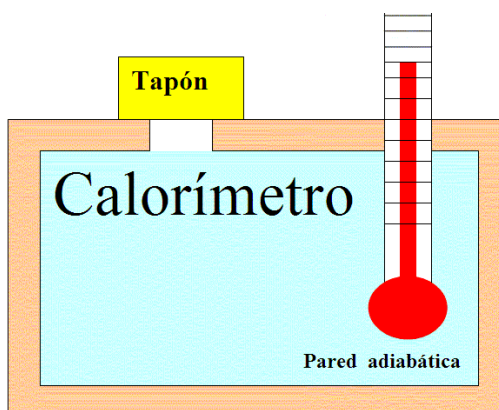
- Calorímetro (termos)
- Calentadores eléctricos
- Termómetros de mercurio
- Balanza
- Cronómetros
- Agua
- Hielo
- Papel milimetrado

Datos

Calor específico del agua, $C_{\text{agua}} = 1 \text{ cal /grs } ^\circ\text{C}$

Introducción Teórica

Usaremos como calorímetro un termo, en el introduciremos un termómetro que nos permitirá identificar la temperatura de los procesos que en el ocurre. También hay una varilla como agitador para mezclar bien antes de comenzar a medir (o se podría mezclar esta con el mismo termómetro). Básicamente hay dos tipos de **calorímetros**. Los que trabajan a volumen constante y los que lo hacen a presión constante.



La cantidad de calor que recibe o transmite un cuerpo está gobernada por la siguiente expresión.

$$Q = mC_p(T_f - T_i)$$

Donde Q es el calor, m es la masa del cuerpo, C_p es el **calor específico** del cuerpo, que está determinada por el material que lo compone. Y la variación de temperatura se representa por la diferencia entre T_f y T_i (temperatura final e inicial).

Cuando un cuerpo transmite el calor hay otro que lo recibe. El termómetro es el que determinara la temperatura final del proceso también llamada temperatura de equilibrio. El líquido más usado es el agua, que actúa como receptor del calor que transmite el cuerpo. El calor específico del agua es de $1 \text{ cal /grs } ^\circ\text{C}$. Cuando el agua hierve o se congela, este valor cambia.

El calorímetro que usaremos, lleva incorporada una resistencia calefactora que podemos alimentar a través de dos conectores que se encuentran en la tapa. Esta tiene además un orificio para introducir un termómetro. Si el calorímetro contiene una cierta cantidad de agua, m_a , y la resistencia eléctrica R , se entrega una potencia P , al ser las paredes del calorímetro adiabáticas, el calor disipado en la resistencia por efecto Joule será íntegramente absorbido por el agua (despreciando el calor absorbido por el calorímetro) produciendo un aumento de su temperatura.

Llamemos $T(t)$ a la temperatura en el interior del calorímetro en el instante t y sea T_0 la temperatura existente en $t = 0$, justo cuando empieza a circular corriente por la resistencia. Haciendo un balance de energía, en el instante t tendremos:

$$Q_{\text{disipado por la resistencia}} = Q_{\text{absorbido por el agua}}$$

$$P \cdot t = mC_p(T(t) - T_0)$$

$$\frac{P \cdot t}{m \cdot C_p} = T(t) - T_0$$

$$\frac{P \cdot t}{m \cdot C_p} + T_0 = T(t) \quad (1)$$

Parte 1: Medición de la potencia eléctrica.

Procedimiento

- Medir la masa del calorímetro vacío y anote el valor m_0 .
- Añada al calorímetro una cantidad de agua suficiente como para cubrir la resistencia y vuélvalo a tomar la masa (masa m_1) a fin de determinar la masa de agua contenida en el calorímetro: $m_a = m_1 - m_0$.
- 3-Tape el calorímetro, coloque adecuadamente el termómetro a través del orificio de la tapa y conecte la resistencia calefactora a la fuente de alimentación.
- Anote la temperatura inicial T_0 del agua.
- Encienda el calefactor poniendo a la vez el cronómetro en marcha.
- Tome la temperatura cada tres 30 segundos, realizando entre 8 y 10 medidas de esta. Durante el transcurso de la experiencia es importante vigilar que la corriente se mantenga siempre estable, y agitar lenta y suavemente el agua del calorímetro, tres o cuatro veces entre cada toma de temperatura, para que el calor se distribuya uniformemente

Consignas

- A) Valores de las magnitudes directamente medidas.

Masa del calorímetro vacío:

Masa del calorímetro con el agua:

Tiempo (s)	Temperatura (°C)

- B) Determine la masa de agua m_a contenida en el calorímetro.
- C) Represente en un papel milimetrado la temperatura frente al tiempo.
- D) De acuerdo con la ecuación (1), obtenga el valor de la potencia entregada por el calefactor.
- E) Exprese el valor obtenido de la potencia con su correspondiente error.

Parte 2: medición del calor latente de fusión del agua.

- 1) Medir una masa nueva de agua en el calorímetro.
- 2) Calentar esta porción de agua a una cierta temperatura ligeramente por encima de la temperatura ambiente (20°C).
- 3) Introducir una masa m de hielo al calorímetro (si tara la balanza podrá obtener la masa del hielo).
- 4) Agitar la mezcla hasta que se funde todo el hielo totalmente.
- 5) Tomar la temperatura de equilibrio.

Desarrollo

- A) Anotar la masa del agua y la temperatura a la que se calentó la misma.
- B) Anotar la masa del hielo introducido
- C) Registrar la temperatura de equilibrio cuando el hielo se halla fundido totalmente.
- D) Escribir las ecuaciones de equilibrio térmico del sistema, y despejar el calor latente de fusión del hielo.
- E) Expresar el resultado del calor latente de fusión, con su correspondiente error.



 Ministerio de Educación, Cultura
Ciencia y Tecnología de la Nación



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