Cuadernillo 2008

El presente cuadernillo contiene todos los problemas que fueron presentados a los participantes de la Olimpíada Argentina de Física 2008.

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

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

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

A todos aquellos que colaboraron en la realización de la 18ª Olimpíada Argentina de Física, nuestro más sincero agradecimiento.

Comité Organizador Ejecutivo

INSTANCIA NACIONAL

PRUEBA TEÓRICA

Problema 1: Un problema de transporte

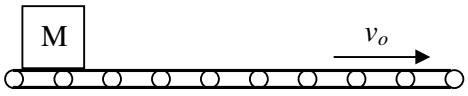
Una caja cúbica de lado L y masa M se deposita suavemente, en el instante $t = 0s$, sobre una cinta transportadora. La cinta está en posición horizontal y se desplaza, respecto a tierra, a velocidad constante v_o (ver figura). El motor que mueve la cinta entrega la potencia necesaria para mantener su velocidad constante en todo instante de tiempo. Entre la base de la caja y la cinta hay rozamiento y sus coeficientes estático y dinámico son μ_e y μ_d, respectivamente.

En el instante $t = t_f$ la caja alcanza la velocidad de la cinta, es decir la velocidad relativa entre la cinta y la caja es cero.

Datos numéricos: $M = 4\ kg$, $\mu_d = 0,5$, $v_o = 2\ m/s$, $g = 9,8\ m/s^2$

Consignas:

a) Haga un dibujo de la caja con las fuerzas que actúan sobre ella cuando:
   i) La caja desliza respecto a la cinta transportadora. (1pt)
   ii) La caja ya adquirió la misma velocidad v_o de la cinta transportadora. (1pt)
b) Calcule la aceleración de la caja.(1pt)
c) Calcule el desplazamiento de la caja, respecto a un referencial fijo en tierra, desde que es depositada hasta que adquiere la misma velocidad de la cinta transportadora. (1,5pts)
d) Calcule el trabajo realizado por la fuerza de roce dinámico. (1pt)
e) Calcule la potencia que entrega el motor para permitir que la cinta se siga moviendo a velocidad constante.(1pt)
f) Calcule la energía disipada en el sistema.(1,5pts)
g) Calcule el máximo valor que puede tener el coeficiente de rozamiento dinámico de manera que la caja no vuelque.(2pts)



Problema 2: Un calefactor

Un circuito está construido con una fuente de tensión $V = 1,5\ V$ (con resistencia interna $r = 2,5\ \Omega$), cuatro resistencias iguales de valor $R = 1\Omega$, y una resistencia de valor $R' = 2\Omega$ (ver el circuito de la figura). En el circuito están intercalados tres interruptores L_1, L_2 y L_3 conectados a un selector que permite obtener distintos valores de la potencia entregada por la fuente, y disipada en las cinco resistencias externas a la fuente, según L_1, L_2 y L_3 estén cerradas o abiertas.

Se pide:

a) Con las llaves L_1 cerrada y L_2 abierta, escriba la expresión de la diferencia de potencial entre A y B, en términos de los datos del problema, y calcule su valor. (2pts)

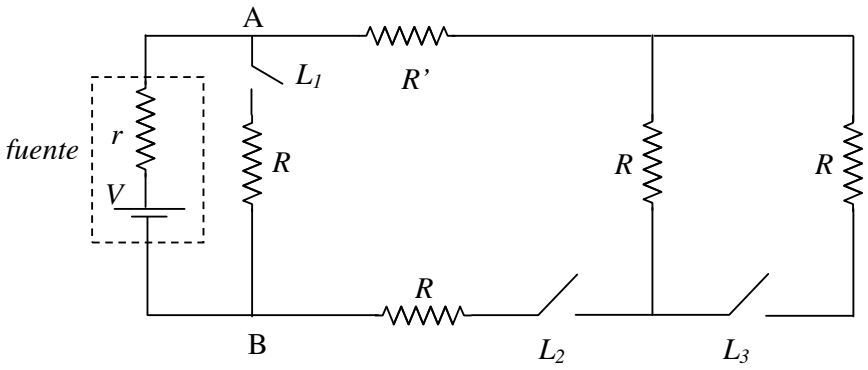
b) Dé todas las combinaciones posibles de los estados de las llaves L_1, L_2 y L_3 (cerradas o abiertas) que correspondan a circuitos eléctricos distintos (no equivalentes). Calcule los valores de la resistencia equivalente de estos circuitos entre los puntos A y B. (3pts)

c) Para los circuitos del punto b) calcule los distintos valores de la potencia total disipada en las resistencias externas a la fuente. (2,5pts)

d) Proponga **una** combinación posible de los estados de las llaves L_1, L_2 y L_3 (cerrados o abiertos) y un valor de R' para que la potencia total disipada en las resistencias externas a la fuente sea la máxima posible. Calcule el valor de dicha potencia. (2,5pts)

Sugerencia:

Puede ser útil saber que la función $f(x) = x + 1/x$ tiene un valor mínimo en $x = 1$.



Problema 3: ¡Oh, se reventó el globo!

Un globo esférico e inflado con un gas de densidad menor que la del aire, asciende verticalmente en la atmósfera para la cual la temperatura T en función de la altura h es:

$$T = T_0 - \lambda h \ ,$$

donde T_0 es la temperatura de la atmósfera, en grados Kelvin, a nivel del suelo y $\lambda = 4 \times 10^{-3}$ *K/m* (valor válido para el día del ascenso del globo).

Suponga que:

1) El globo es de un material tal que durante el ascenso la presión elástica de éste se mantiene despreciable frente a la presión atmosférica.
2) El aire en el exterior y el gas en el interior del globo se comportan como gases ideales y están en equilibrio térmico entre sí.
3) La densidad del material del globo no depende de su espesor.

4) El globo se revienta cuando el espesor de su pared alcanza el valor igual a la mitad del espesor inicial, es decir inflado a nivel del suelo.

5) La dependencia de la presión p del aire con la temperatura T está dada por

$$p(h) = p_0 (T / T_0)^{(Mg/R\lambda)} ,$$

donde:

M: masa molar promedio del aire.

g: aceleración de la gravedad supuesta constante con h.

R: constante universal de los gases ideales.

p_0: valor de p a nivel del suelo.

Se pide:

a) Calcule la fuerza de sustentación del globo. Muestre que ésta no depende de la altura alcanzada. (4 pts)

(Desprecie el volumen del material del globo frente al volumen del globo inflado).

b) Determine la temperatura y la altura a la cual el globo se revienta. (6pts)

Datos numéricos:

$g = 9{,}8\ m/s^2$; $M = 29{,}0\ g/mol$; $R = 8{,}31\ J/mol\ K$; $T_0 = 293\ K$

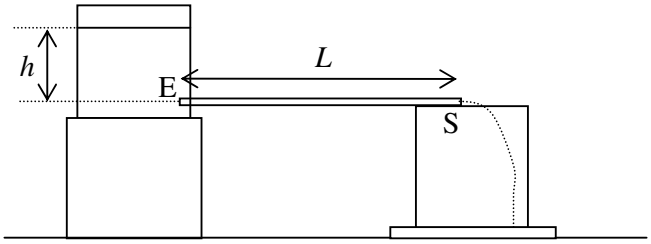
INSTANCIA NACIONAL

PRUEBA EXPERIMENTAL

Mi tacho!!

Determinación del valor de la viscosidad del agua

Suponga que tiene un tacho cilíndrico con agua, que se descarga a través de una manguera de largo *L* y diámetro interno *D* (ver figura).



El punto E (extremo de la manguera por donde ingresa el agua) está al mismo nivel que el punto S (extremo por donde sale el agua).

Mientras sale agua por la manguera, la altura *h* de agua en el tacho varía con el tiempo. El caudal *Q* de agua (volumen por unidad de tiempo) que sale a través de la manguera en un dado intervalo de tiempo Δt cumple:

$$S_T \frac{\Delta h}{\Delta t} = Q \ ,$$

donde S_T es la sección de tacho y Δh es la variación de la altura *h* en el intervalo de tiempo Δt .

Si el flujo de líquido en la manguera está regido por la ley de Poiseuille, el nivel de agua en el tacho en función del tiempo esta dado por:

$$h(t) = h_0 \, e^{-\beta t} \qquad (1)$$

con

$$\beta = \frac{\rho_a \, g \, \pi \, R^4}{8 \, S_T \, \eta_a \, L} \qquad (2)$$

en donde: *L* es la longitud de la manguera, *R* es el radio interno de la manguera, S_T es la sección del tacho, ρ_a es la densidad del agua, η_a es la viscosidad del agua (la cual sólo depende de la temperatura) y *g* es la gravedad.

Materiales provistos

Tacho de plástico con regla y orificio.

Dos recipientes de plástico, uno con agua.

Manguera de diámetro interno D = 4,0 mm y de longitud L_T.

Apoyo de telgopor.

Trapo para secar.

Paño absorbente.

Cinta adhesiva de papel.

Tijera.

Cronómetro.

Cinta métrica (pegada en la mesa de trabajo).

Hojas milimetradas.

Hojas blancas.

Datos útiles:

Sección del tacho con manguera

$S_T = 164{,}4\ \text{cm}^2$.

Diámetro interno de la manguera

$D = 4.0$ mm

Densidad del agua

$\rho_a = 1{,}00\ \text{g cm}^{-3}$.

Gravedad

$g = 979\ \text{cm s}^{-2}$

- Armado del equipo experimental

Con los elementos disponibles arme un sistema de forma adecuada para estudiar la descarga de agua a través de una manguera de longitud *L*.

Para tener en cuenta:

- Procure que el último tramo de manguera (aproximadamente 3cm) esté dispuesto de forma horizontal y al mismo nivel que el extremo por donde ingresa el agua. El resto de la manguera puede estar arrollada. Cuide que el agua descargue en el recipiente receptor.
- Minimice las pérdidas de líquido en la unión manguera-tacho.
- Procure que no se formen demasiadas burbujas de aire en la manguera.
- Use el trapo de piso provisto como superficie de trabajo.
- No desconecte la manguera del tacho hasta finalizar todas las mediciones.
- En caso de derrame del agua, solo se rellenará el tacho una vez
- Toda actividad de secado es obligatoria para los participantes.

1) Realice un esquema del equipo experimental en el cual se identifiquen todos los componentes. **(0,3 pts)**

➢ Procedimiento de medición:

a- Cargue el tacho con agua hasta que el nivel de agua sea superior a 10,0 cm (medido desde el centro del orificio de salida).
b- Mida, en forma ininterrumpida, el tiempo que tarda el nivel de líquido en pasar de la altura h_0 = 9,5 cm a la h_A = 9,0 cm (t^A_L) y a la h_B = 7,5 cm (t^B_L).
c- Repita los puntos a y b para diferentes largos (L) de la manguera de descarga, por lo menos para10 longitudes diferentes entre el largo máximo L_T y un mínimo de aproximadamente 10 cm.

Sugerencia

Realice las mediciones para valores de L iguales a: L_T , L_T – 100cm, L_T – 200cm, L_T – 250cm, L_T – 300cm , L_T – 350cm, L_T – 370cm, L_T – 390cm, L_T – 410cm, L_T – 430cm, L_T – 450cm, L_T – 470cm, L_T – 490cm.

➢ Registro de los resultados

2) Con los datos correspondientes a los tiempos t^A_L , t^B_L y L **confeccione una tabla (TABLA 1). (4 pts)**

TABLA 1

t^A_L (s)	t^B_L (s)	L (cm)

Nota: incluya en la tabla las incertezas correspondientes.

➢ Análisis de datos, primera parte.

3) Elija de la TABLA 1 los datos correspondientes a **uno de los niveles de agua considerados y justifique** su elección. **(0,3 pts)**

4) Con los datos elegidos **calcule los valores correspondientes de β** utilizando la formula (1) y **confeccione una tabla (TABLA 2). (2,7 pts)**

TABLA 2

t_L (s)	L (cm)	β (s^{-1})

Nota: incluya en la tabla las incertezas correspondientes.

5) A partir de los datos de la TABLA 2, **determine los valores correspondientes de η_a en función de L** y **confeccione una tabla (TABLA 3). (2,5 pts)**

TABLA 3

L (cm)	η_a (s^{-1})

Nota: incluya en la tabla las incertezas correspondientes.

6) Grafique los valores η_a en función de L. (4 pts)

7) A partir del gráfico anterior y suponiendo que la temperatura ambiente se mantuvo constante durante el transcurso de todas las mediciones, **determine un rango de longitudes de manguera (L_{min}, L_{max})** para las cuales es adecuada la hipótesis de flujo de Poiseuille**. Indíquelo en el gráfico. Explicite el criterio** que utilizó**. (2 pts)**

8) A partir del rango elegido en el punto anterior, **determine el valor de la viscosidad del agua y su error. Explicite el procedimiento** que realizó **y justifíquelo. (2 pts)**

- Análisis de datos, segunda parte.

Para que se establezca el flujo de Poiseuille en la manguera, el agua debe recorrer una longitud mayor que L_*, dada por la expresión:

$$L_* = 0.05\, D\, \mathrm{Re}$$

Donde Re es el número de Reynolds definido como:

$$\mathrm{Re} = \frac{\rho_a\, D\, v_m}{\eta_a}$$

y v_m es la velocidad media del agua en la manguera.

Consignas

Usando el valor de viscosidad del agua que determinó en **" 8)"**y **considerando una manguera de longitud L_{min}** , extremo inferior del rango de validez que determinó en **" 7)":**

9) Calcule el valor de v_m y su error. (1 pts)

10) Calcule el valor de L_* y su error. **Escriba el valor de $L_{\min} - L_*$. (1 pts)**

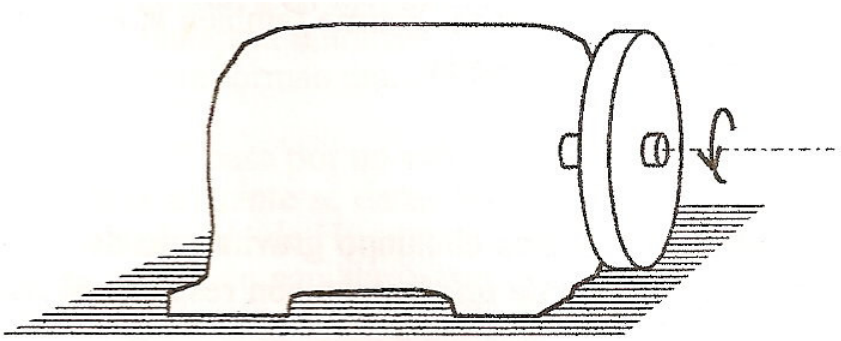
11) Determine el porcentaje de la manguera en el cual el flujo es de Poiseuille. **(0,2 pts)**

INSTANCIAS LOCALES

PROBLEMAS TEÓRICOS

PT1. Río Segundo, Córdoba. Azul.

Un volante de una gran máquina tiene un momento de inercia I = 120 kg.m^2, y gira a razón de 1820 r.p.m. Debido al rozamiento, los cojinetes le aplican una cupla resistente de 50 N.m, pero el motor se encarga de mantener su velocidad angular constante (supón que todo el rozamiento está en los cojinetes, que la máquina no está arrastrando ningún mecanismo y que 120 kg.m^2 es el momento de inercia total del volante más es resto del rotor de la máquina.



a) Calcula la cupla motriz que se encarga de mantener constante la velocidad angular, la potencia mecánica suministrada para ello, y la cantidad de movimiento angular $\vec{L}$. Dibuje los vectores $\vec{L}$, $\vec{\tau}_m$ (torque motriz aplicado), $\vec{\tau}_r$ (torque resistente), y $\vec{\omega}$ (velocidad angular).

b) Mientras se mantiene esta situación de régimen estacionario de rotación, puede considerarse que la potencia mecánica suministrada (elije la opción correcta):

i. Se transforma totalmente en potencia calorífica en los cojinetes.

ii. Se transforma totalmente en energía cinética de rotación.

iii. Un parte se transforma en energía cinética de rotación y la restante se disipa como calor en los cojinetes.

c) Si el motor deja de aplicar la cupla motriz, calcula cuánto tardarán los rozamientos (supuestos constantes) en detener el volante.

d) Si este motor debiera arrastrar un mecanismo giratorio aplicándole un torque de 400 N.m, y suponiendo que el rozamiento mantuviese su valor, y que el motor pudiese mantener el mismo suministro de potencia mecánica, calcula:

i. La velocidad angular con que giraría (en $\frac{rad}{s}$, en r.p.m. y en Hz).

ii. La potencia que transmitiría al mecanismo.

iii. La potencia que disiparía en calor en los cojinetes.

PT2. Río Segundo, Córdoba. Azul.

Un tanque que contiene H_2O, tiene un dispositivo de apertura y un cierre automático de la cañería (flotante F) como se muestra en la figura.

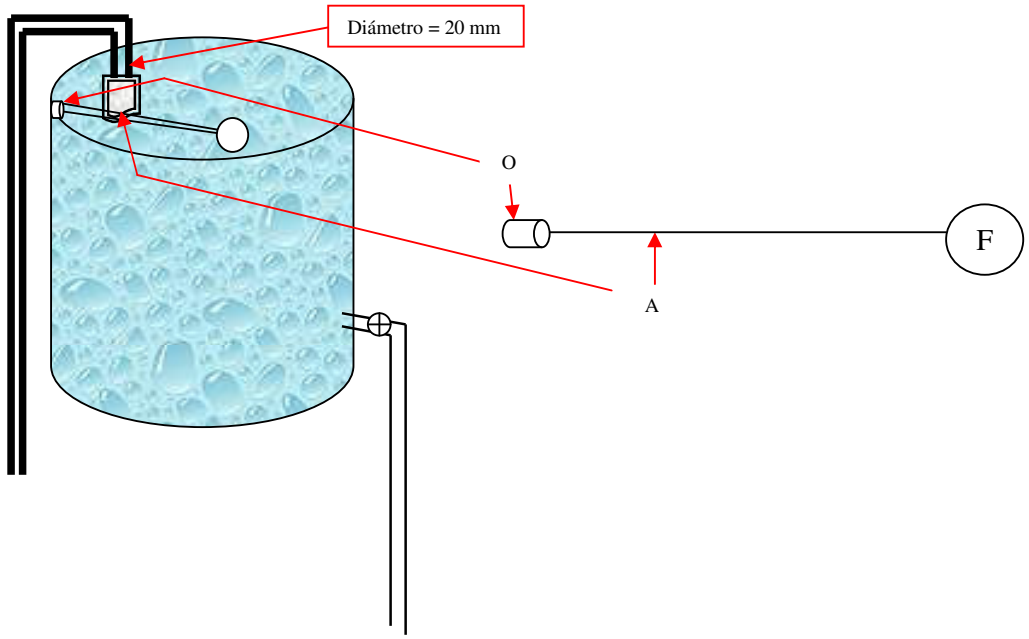
Dicho flotante está en el extremo de una palanca que puede girar alrededor del punto O, logrando la apertura o cierre de la cañería con la válvula que se articula en A. Tanto el flotante como la palanca

son de peso despreciable, supón que se da la situación de que justo la válvula logra impedir la salida de H_2O.

$\boldsymbol{OA = 10\ cm}$ $\boldsymbol{AF = 30\ cm.}$

Resuelve:

a) Si la cañería proviene de un tanque elevado que tiene 16m de altura sobre el suelo, calcula la Presión Hidrostática sobre la válvula de cierre, en el extremo, suponiendo que este se encuentra a 6m de altura del suelo.



b) Suponiendo que en el extremo la cañería tiene un diámetro de 20mm, calcula la fuerza neta $\vec{F}_A$ con la que el agua trata de abrir la válvula.

c) Calcula el momento de dicha fuerza $\vec{F}_A$ respecto al punto O.

d) Calcula el valor del empuje sobre el flotante (boche de telgopor). Indica el valor que debe tener el momento de dicho empuje respecto al punto O.

e) Calcula el volumen sumergido que debe tener la bocha de telgopor, para lograr el empuje calculado en el ítem anterior.

PT3. Río Segundo, Córdoba. Azul.

Cuando se estudian las transformaciones de la energía, es necesario distinguir el ***sistema*** de lo que se llama ***medio***. El ***sistema*** es la porción de Universo cuya evolución se analiza en detalle y el ***medio*** está constituido por el resto del Universo. Durante la interacción del ***sistema*** con el ***medio***, el primero puede recibir o cederle calor al segundo. Lo mismo ocurre con el trabajo: puede que realice trabajo contra el ***medio*** o puede que el ***medio*** realice trabajo contra el ***sistema***.

Resuelve las siguientes situaciones teniendo en cuenta las graficas que corresponden para cada caso:

Situación 1

Un sistema sufre una transformación ***I***, representado en la figura, al pasar de un estado inicial ***i*** a un estado final ***f***.

a) ¿El trabajo, T_{if}, realizado por el sistema en esta transformación podría calcularse utilizando la expresión $T_{if} = P_i \cdot (V_f - V_i)$? ¿Por qué?

b) Calcula el valor de T_{if}.

Suponiendo que el sistema regresa de **f** a **i** siguiendo la transformación ***II*:**

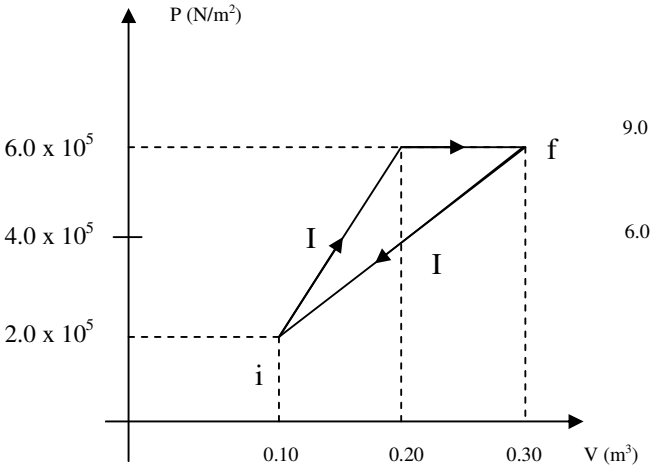
c) Calcula el trabajo del sistema en esta transformación.

d) ¿Cuál fue el trabajo realizado por el sistema en el ciclo que recorrió?

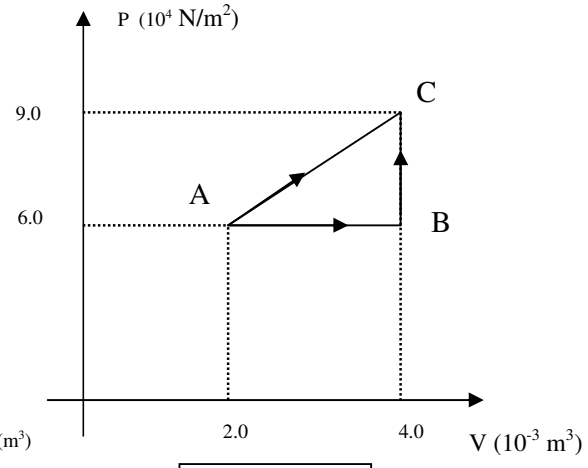
Supón ahora que la gráfica representa el ciclo de una máquina térmica que retira de la fuente caliente una cantidad de calor $Q_1 = 8.0 \times 10^4\ J$.

e) Determina el rendimiento de esta máquina.

f) Determina la cantidad de calor que rechaza para la fuente fría.



Situación 1



Situación 2

Situación 2

Un gas contenido en un cilindro con pistón se lleva de un estado inicial A hasta un estado final C, a través de dos procesos distintos, AC y ABC. En el proceso AC, el sistema absorbe 300 ***J*** de calor:

g) Calcula el trabajo realizado por el sistema en los dos procesos.

h) ¿Cuál es la variación de energía interna del sistema en el proceso AC?

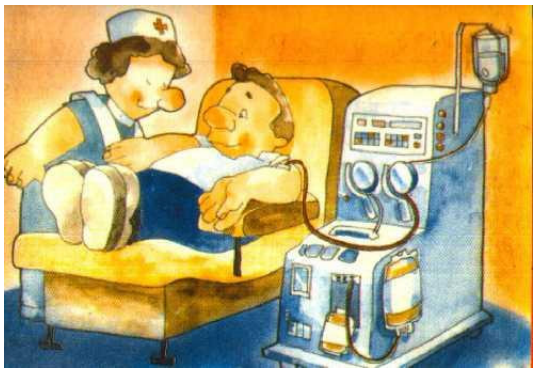
i) Una de las leyes básicas de la termodinámica señala que la variación de la energía interna del sistema *no depende* del proceso que lo lleva de un estado inicial a un estado final. Con base en esta información, calcula el calor absorbido por el gas en el proceso ABC.

PT4. Tinogasta, Catamarca. Azul.

La sangre esta compuesta por células y plasma. El plasma supone el 60% de la sangre y está compuesto en su mayor parte por agua y proteínas.

La Transfusión es una Técnica que consiste en hacer pasar un líquido, especialmente sangre, plasma o alguno de sus derivados, de un donante a un receptor. La finalidad de la transfusión de plasma es aportar factores de la coagulación deficitarios.

Por otro lado, el término "presión sanguínea" se refiere a la presión o tensión arterial. La presión sanguínea es una medición de la fuerza que se aplica sobre las paredes de las arterias a medida que el corazón bombea sangre a través del cuerpo. La presión está determinada por la fuerza y el volumen de sangre bombeada, así como por el tamaño y la flexibilidad de las arterias.



En una transfusión (ver figura) fluye plasma desde un frasco a través de un tubo hasta una vena del paciente. Considere que el frasco se mantiene a 1,5 m por encima del brazo del paciente. Calcule:

a) ¿Cuál es la presión del plasma cuando penetra en la vena?

Si la presión sanguínea en la vena es de 12 mmHg,

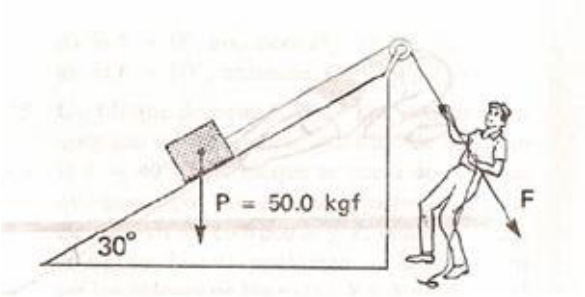
b) Exprese este valor en Pascal.

c) ¿Cuál es la altura en metros mínima a la que debe mantenerse el frasco para que el plasma fluya en la vena?

d) Supongamos que un astronauta necesita una transfusión en la Luna. ¿A que altura mínima habría que mantener el frasco en este caso? En la Luna g es 1,63m/s^2.

PT5. Tinogasta, Catamarca. Azul.

En la siguiente figura, considere que el coeficiente de fricción cinética entre el bloque y el plano vale 0,10.



a) Realice el diagrama de fuerzas que actúan sobre el bloque.

b) Calcule el valor de las componentes de la fuerza peso que actúa sobre el bloque

c) Calcule el valor de la fuerza de rozamiento.

d) Calcule el valor de la fuerza **F** que la persona ejerce, suponiendo que: i) El bloque sube con velocidad constante, ii) El bloque desciende con velocidad constante.

PT6. Tinogasta, Catamarca. Azul.

La energía de las partículas atómicas suele medirse en una unidad denominada *electrón-volt* (eV). Dicha unidad es igual a la energía que un electrón adquiere cuando es acelerado entre dos puntos entre los cuales existe una diferencia de potencial de 1V. Considerando esta información, diga cual será, en eV, la energía adquirida por las partículas siguientes al pasar entre dos puntos Ay B, entre los cuales existe un voltaje V_a-V_b= 20kV:

a) Un electrón al pasar de B a A.

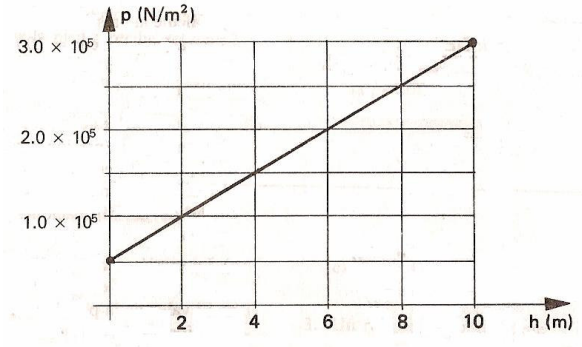
b) Una partícula alfa (formada por la unión de dos protones y dos neutrones) al pasar de A a B.

c) Si un electrón se halla en un campo eléctrico uniforme creado por dos placas metálicas separadas una distancia de 20cm y a la misma diferencia de potencial ¿Cuál es el valor del campo eléctrico entre las placas?

d) ¿Cuánto vale la fuerza que actúa sobre este electrón?

PT7. Tinogasta, Catamarca. Verde.

En el siguiente gráfico de este problema muestra el diagrama P-h (presión-profundidad) para un líquido contenido en un depósito descubierto



a) ¿Cuánto vale la presión atmosférica en el lugar donde se encuentra el depósito?

b) ¿Cuánto vale y qué representa la pendiente de la gráfica?

c) Determine la densidad del líquido

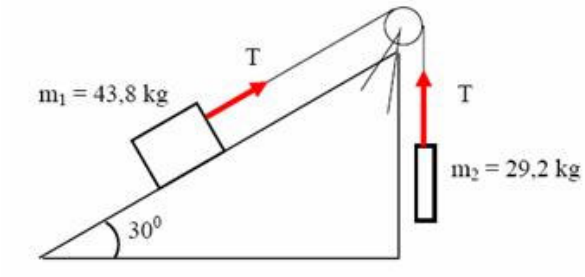
d) ¿De que clase de líquido se trata? (Consulte la tabla de densidades).

DENSIDADES
(a 0°C y a la presión de 1 atm)

Sustancia	ρ (gramo/cm³)
Hidrógeno	0.000090
Aire	0.0013
Corcho	0.24
Gasolina	0.70
Hielo	0.92
Agua	1.00
Agua de mar	1.03
Glicerina	1.25
Aluminio	2.7
Hierro	7.6
Cobre	8.9
Plata	10.5
Plomo	11.3
Mercurio	13.6
Oro	19.3
Platino	21.4

PT8. Tinogasta, Catamarca. Verde.

Un bloque de masa m_1 = 43,8 kg. en un plano inclinado liso que tiene un ángulo de 30° esta unido mediante un hilo que pasa por una pequeña polea sin fricción a un segundo bloque de masa m_2 = 29,2 kg que cuelga verticalmente.



a) Realice el diagrama de fuerzas que actúan sobre cada uno de los bloques.

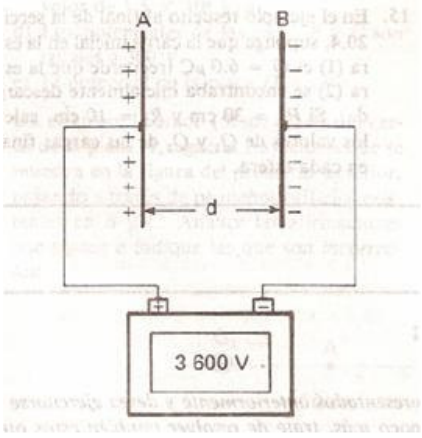
b) Calcule las componentes de la fuerza peso en el bloque 1.

c) ¿Cual es la aceleración del sistema?

d) ¿Cuál es la tensión en la cuerda?

PT9. Tinogasta, Catamarca. Verde.

Un conjunto de fuentes eléctricas especiales está conectado a dos placas metálicas, estableciendo entre ellas una diferencia de potencial V_{AB} = 3600 V (vea la figura de este problema).



Sabemos que el voltaje mantenido por el dispositivo siempre es el mismo, independientemente de la distancia entre las placas.

a) Si acercamos una placa a otra, ¿qué sucederá .con la- intensidad del campo eléctrico entre ellas? Dibuje las líneas de Campo.

b) Se halla que si el campo entre las placas alcanza el valor de 3 x 10^6 N/C, el aire entre ellas se vuelve conductor, y se observa que una chispa eléctrica "salta" de una placa hacia la otra. Entonces, al aproximar la placa *A* a la placa *B,* ¿para qué valor de *d* "saltará" .la chispa entre ellas?

c) Si la separación entre las placas es de 30cm, qué valor alcanza el campo eléctrico?

d) ¿Qué valor tiene la fuerza que actúa sobre un electrón situado entre las placas cuando el campo eléctrico alcanza un valor de 2x10^4 N/C?

PT10. Bryn Gwyn, Chubut. Verde.

El Martillo (Kamikaze)

En el año 1929 se inventa esta atracción, y debuta en el año 1935 en el parque de Coney Island bajo el nombre de Loop-o-Planes. Podía albergar a 4 personas por cabina, las cuales se ubicaban de a pares, 2 de espaldas a las otras 2 y atadas con un cinturón de cuero.

Loop-o-Planes de Coney Island, año 1938

En la actualidad las cosas han cambiado por ejemplo; a cada martillo se le agregó un contrapeso que alivia el trabajo del motor, se aumentó la capacidad de transporte, pero el principio sigue siendo el mismo….algunas características técnicas son:

- Altura: 17 m.
- Peso: 18 tn en total
- Capacidad: 2 carros para 32 personas
- Velocidad máxima = 14 RPM
- Potencia requerida = 90 kw
- Peso brazo de palanca: 1 tn

Funcionamiento:

Los carros, sujetos a un soporte central comienzan a girar, alcanzando cada vez más velocidad hasta lograr realizar giros completos (360º).

El eje de rotación se encuentra a 10 m del carro, el peso de la barra es homogénea y el carro representa un 10% del peso total del juego, mientras que el contrapeso el 8%.

Con los datos provistos calcula:

I. Calcule la energía mecánica del carro (Em), suponiendo comportamiento ideal.

II. Determine la velocidad máxima que alcanza uno de los carros, considerando despreciable cualquier tipo de rozamiento.
III. Cual sería la energía potencial que adquiriría un pasajero de 70 kg de masa cuando el carro se encuentra a 10 m de altura con respecto a la base de ascenso?
IV. Calcule el momento que produce el carro, cuando se lo pone en funcionamiento sin pasajeros.
V. El motor debe proveer la energía necesaria para que cada uno de los brazos logre dar un giro de 360º, calcule la fuerza que debe realizar el motor para ponerlo en movimiento ($\mu_e = 0{,}74$).
VI. Si no funcionara el motor después que dio el primer giro de 360º, el rozamiento del aire hará que se disipe energía del sistema en forma de calor, si la altura máxima en estas condiciones fuera de 18.50 m, Calcule el coeficiente de rozamiento del aire.
VII. Sabiendo que la velocidad máxima de cada brazo es de 14 RPM, determine el período (T) y la frecuencia (f).
VIII. Sabiendo que la duración del boleto es de 1,5 minutos, determine la capacidad horaria (pasajeros / hora).
IX. Si el motor trabajara al máximo de su capacidad durante 2 hs, imprimiendo una fuerza de 5130 kgf, ¿que cantidad de vueltas daría?
X. Qué modificación podría introducir en el mecanismo del juego para lograr un mayor rendimiento del motor?

PT11. Bryn Gwyn, Chubut. Verde.

Dos alumnos en el afán de participar en las Olimpíadas de Física, quisieron experimentar si verdaderamente se cumplían las leyes que rigen el movimiento de un proyectil y de caída libre que tanto habían estudiado en el cole, para ello se internaron en un campo en la localidad de Los Altares, donde hay bardas de aproximadamente 100 o 150 metros de altura…..De manera ingeniosa calcularon la altura de la barda elegida, que resultó ser de 96,4 m y desde allí se deja caer un blanco :

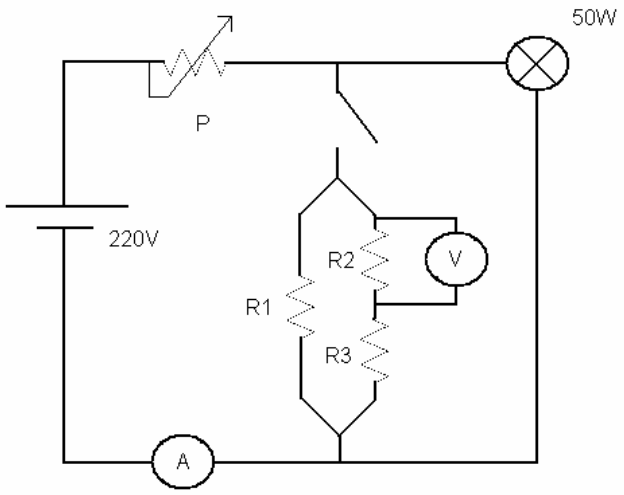
I. ¿Qué velocidad alcanzó el blanco antes de llegar al suelo?
II. Si se desea dispararle con un proyectil lanzado con un ángulo de inclinación de 45º y una velocidad de 500 m/s ¿Cuál es la altura máxima que lograría el proyectil y cuánto tiempo tardaría en alcanzarla?
III. ¿Cuál sería el desplazamiento sobre el eje x ?
IV. ¿Cuánto tiempo tardaría en caer al suelo?
V. Si se cambia el ángulo del lanzamiento del proyectil ejecutándolo a 1235 m. del punto de caída del blanco y se desea pegarle justo cuando el blanco se encuentre a 30 m. del suelo, ¿con que ángulo se debe disparar?
VI. Si por error el blanco fue alcanzado cuando estaba a 20 m. ¿a que altura se apuntó?

VII. ¿Cuánto tiempo debe transcurrir desde que se deja caer el blanco, hasta que se dispara el proyectil para alcanzarlo a 30 m, si se dispara con un ángulo de 25º sobre la horizontal?

Llegaron a la conclusión que verdaderamente se cumplían aquellas leyes, y que las pequeñas diferencias encontradas se debían al rozamiento con el aire ¡Otro tema para estudiar!!!!

PT12. Bryn Gwyn, Chubut. Verde.

El profe de Física nos preparó el siguiente circuito….con la promesa de premiar a quien resuelva correctamente las consignas…



Datos:

- Fuente 220 V
- Lámpara 50W
- R1 = 50 Ω
- R2 = 100 Ω
- R3 = 50 Ω

I. Calcular la resistencia del potenciómetro para que la lámpara encienda a un 75% con la llave abierta.
II. Con la llave cerrada indicar el voltaje registrado en el voltímetro, teniendo como valor del potenciómetro el obtenido en el inciso I.
III. ¿Cuál es el valor del amperímetro en el punto I y en el II ?
IV. Calcular las calorías que disipa R3 por segundo con la llave cerrada y teniendo como valor para el potenciómetro el obtenido en el inciso I.

Lo lograremos..????

PT13. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

Acerca de un todo-terreno.

Un vehículo a radiocontrol se coloca delante de un resorte, comprimiéndolo 30 cm respecto de su posición de equilibrio, como muestra la figura, sobre una pista horizontal con rozamiento, para luego liberarse. El motor del vehículo está detenido y sus ruedas no resbalan en ningún momento.

a) ¿Con qué velocidad es despedido del resorte?

b) Luego de ser liberado por el resorte, recorre un tramo horizontal de 1m y se encuentra con un escalón. Calcular a qué distancia "d" cae.

A partir de D el vehículo imprime una fuerza adicional a través de su motor, permitiéndole avanzar con velocidad constante, y entra en una curva plana de forma circular

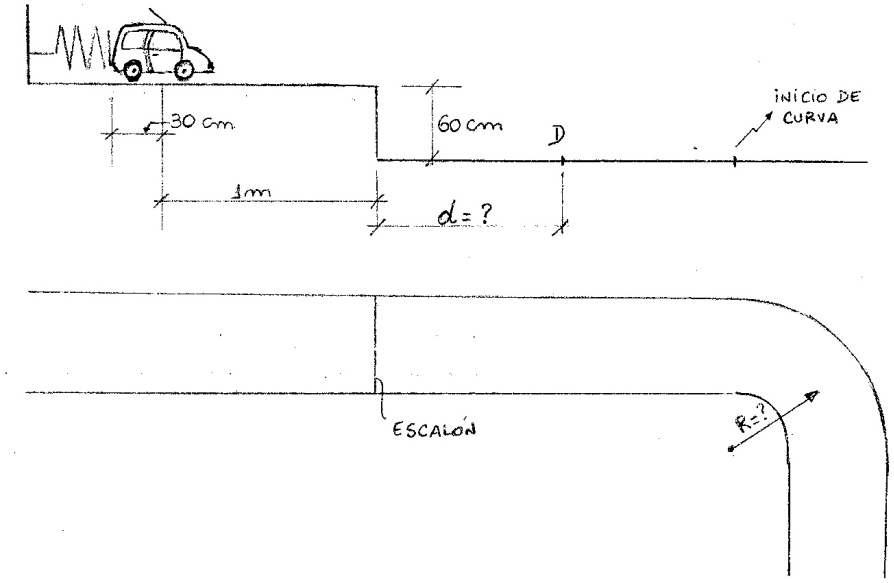
c) ¿Cuál es el valor de la fuerza producida por el motor?

d) ¿Cuál es el radio mínimo de la curva para que no resbale?

Datos: Masa del vehículo: 2 kg — Coeficientes de rozamiento: μ estático = 0,2

Constante elástica del resorte: K= 500 N/m — μ dinámico = 0,1

Aceleración de la gravedad: g= 9,8 m/s^2 — Altura del escalón: 60 cm



PT14. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

Capturando a un rayo de luz.

Una fuente de luz láser emite un haz en dirección vertical. El rayo incide sobre un cuarto de cilindro transparente, de índice de refracción = 1,8, en un punto B que se encuentra en la 1/3 parte de la longitud del arco AC. La fuente se ubica a 1m sobre la vertical del punto B. La base CD tiene su superficie espejada. Cuando el rayo sale de la fuente, se pone en marcha un cronómetro, que se detiene cuando el rayo llega a la cara AD. Calcular:

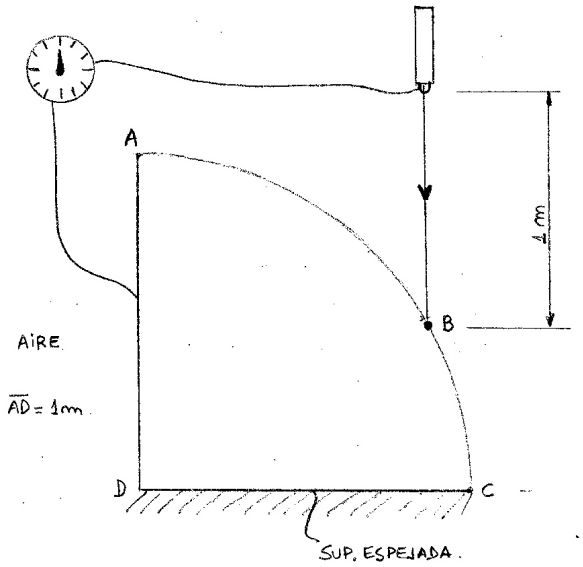
a) La distancia que recorre el rayo desde que sale de la fuente hasta llegar a la superficie AD

b) El tiempo que indicará el cronómetro

c) Realizando todos los cálculos necesarios, indicar el camino que sigue el rayo luego de incidir sobre la superficie AD

Datos: C_0= 300000 km/seg

AD= 1m



PT15. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

<u>Vienen las cargas circulando…</u>

Se dispone de una batería de 12V y 30 Ampere-hora, con una resistencia interna r_i = 0,02**Ω** , para armar un circuito. El circuito está formado por una lámpara L_1 de 100W, otra L_2 de 40W y dos llaves interruptoras, como muestra la figura 1. Las lámparas son para una tensión nominal de 12V.

a) ¿Cuál es la resistencia nominal de cada lámpara?

b) Suponiendo que la resistencia de cada lámpara es igual a su valor nominal, ¿qué corriente circula por cada una cuando ambas se encuentran encendidas?

c) Suponiendo que hay por lo menos una lámpara encendida, calcular la $R_{máx}$ y $R_{mín}$ del circuito.

d) Calcular el tiempo máximo de duración de la batería, indicando en qué posición deben estar las llaves.

e) Suponiendo que la lámpara de 40W se deteriore y disponiendo de varias lámparas L_3 de 25 W pero para una tensión nominal de 6V (las resistencias de las lámparas se suponen iguales a sus valores nominales), ¿cuántas lámparas de éstas podrán conectarse como máximo según la figura 2 sin que la diferencia de potencial en la línea baje de 11,5V?.

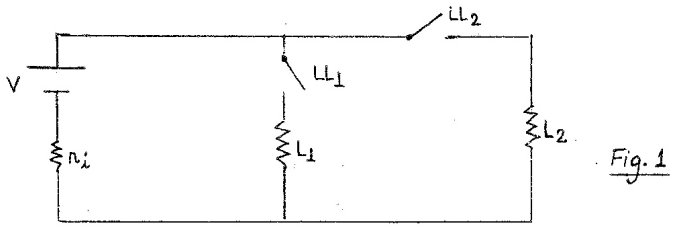


Fig. 1

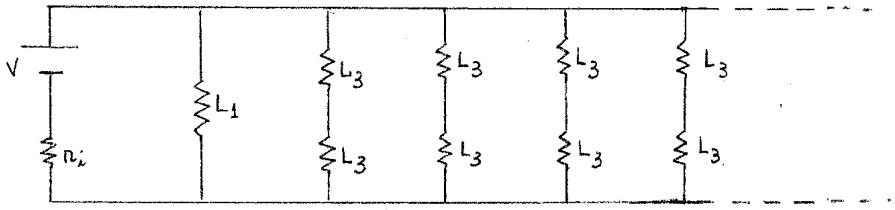
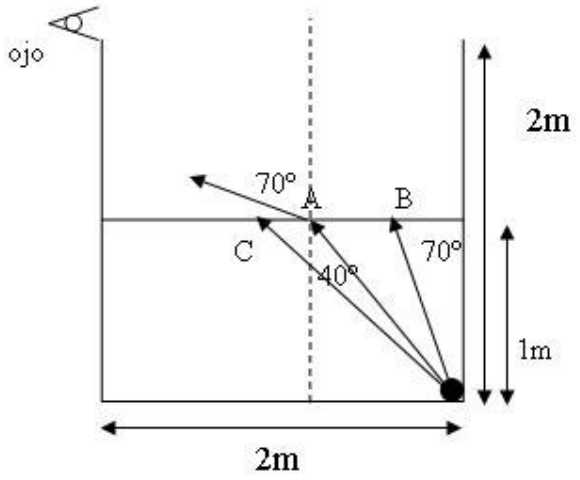


Fig. 2

PT16. Ciudad de San Luis. Azul.

<u>Se cayó mi reloj</u>!

Ud. está de paseo y al pasar al lado de un pozo se le cae el reloj, desesperado se tira al suelo acercándose a la orilla (ver figura 1) para lograr verlo en el fondo.



(a) (2,5p) Basándose en la trayectoria de un rayo indicado con la letra A en la figura 1, ¿qué puede decir del líquido en el pozo? Ayúdese con la tabla de índices de refracción.

(b) (3p) ¿Cómo será la trayectoria de los rayos B y C? B incide formando 70º con la horizontal y C incide con un ángulo de 20º con la horizontal.

(c) (2p) Estos rayos corresponden a algunos de los rayos del reloj que se le acaba de caer, ¿Ud. logra ver el reloj? Explique su respuesta.

(d) (2,5) ¿Como cambia la trayectoria del rayo que incide en A, si se le agrega una capa de agua de 20 cm como se muestra en la figura 2.

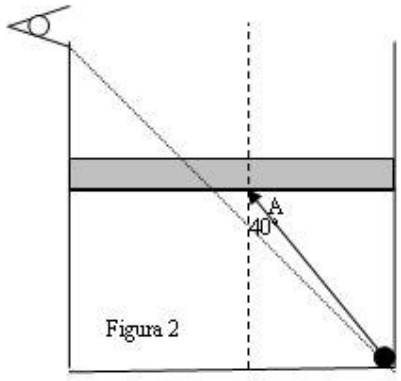


Figura 2

TABLA DE INDICES DE REFRACCION

Sustancia	n
Agua	1,33
Alcohol etílico	1,36
Aceite de oliva	1,46
hidrocarburos	1,39-1,49
Glicerina	1,47

PT17. Ciudad de San Luis. Azul.

Nieve en San Luis.

El 28 de mayo de este año, la nieve sorprendió a los habitantes de San Luis. Ud. al levantarse y ver semejante espectáculo salta de la cama y corre a buscar su patineta rota. Apresurado sale a la vereda para deslizarse por el montículo que se había formado en la bajada de la cochera delante de su casa. Esta bajada forma un ángulo de 30º con la horizontal como se ve en la figura y tiene una altura de 100 cm.

La madre al verlo le pide que no vaya, ya que puede llegar al medio de la calle deslizándose. Ud. enojado con el pedido y aprovechando que ha estado entrenándose para las olimpiadas de física ¿podrá demostrarle a su madre que esto no es verdad?.

Suponga que durante la bajada no hay roce mientras que si lo hay en la vereda, siendo este de 120 N.

(a) (2p) Haga un diagrama de las fuerzas (o de cuerpo libre) en los dos tramos del movimiento.

(b) (2p) Calcular la velocidad con que llega a la vereda.

(c) (2p) Calcular la distancia en la que se frena en la vereda. Quien tiene razón Ud. o su madre?

(d) (2p) Si se le agregara fricción de 100N en la bajada ¿cómo se modificaría el resultado anterior?

(e) (2p) ¿Cómo sería la gráfica de posición tiempo durante el movimiento en la vereda?

Suponer el ancho de la vereda de 1m. Considere su masa de 60 kg.

PT18. Ciudad de San Luis. Azul.

Llego tarde a la escuela!

Ud. lleva ya 10 faltas por llegar tarde a la escuela, esto podría complicar la posibilidad de viajar a Bariloche a fin de año, así que se pone analizar las posibles causas de sus llegadas tarde. Descubre que el principal motivo es la demora en tomar el desayuno, por hacérselo demasiado caliente.

Acaba de ver en las clases de física el tema temperatura y calor, así que papel y lápiz en mano comienza a hacer cálculos. La primera suposición que hace es que no se pierde calor en las paredes de la taza ni con el aire.

(a) (2p) ¿Cual es la temperatura final si mezcla media taza de café hirviendo con leche recién sacada de la heladera? (según el manual de la heladera, ésta enfría los alimentos a 5 ºC). Suponer que la taza puede contener 400 g de agua y que el calor específico del café y la leche son iguales al del agua. C_{agua}=1cal/gºC.

(b) (2p) ¿Qué temperatura inicial debería tener el café para que sin modificar la de la leche, la temperatura final sea de 40º?

(c) (2p) ¿Si en cambio mezclara 1/3 de café hirviendo con 2/3 de leche a 5º?

(d) (1p) ¿Cambiaría en forma significativa (o mucho) el resultado (a) si se considerara el valor real de calor específico y densidad de la leche (c_{leche}= 0,94 cal/gºC ; densidad=1032 kg/m^3)?. ¿Se puede decir que es razonable la suposición de igualdad en el calor específico del agua y la leche?

(e) (2p) Inicialmente Ud. supuso que no hay pérdida por conducción de calor en la taza. La conducción térmica en un sólido está determinada por la ley de Fourier. Esta ley establece que la tasa de transferencia de calor (variación de calor por unidad de tiempo) por conducción en una dirección dada, es proporcional al área normal a la dirección del flujo de calor y a la variación de temperatura en esa dirección.

La expresión matemática para esta ley es:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \kappa A \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

Donde t = tiempo

A = es el área perpendicular a la dirección de propagación.

x = espesor del sólido.

ΔT = la variación de temperatura entre las caras del sólido

κ=coeficiente de conductividad térmica, constante dependiente del material

Si se sabe que el valor de κ para una taza de vidrio es de 0,8 joule/m.segºC ¿que cantidad de calor se perdería en 10 minutos? ¿Cómo se modificaría el resultado del ítem (a) si se considerara esta pérdida?. Suponer que las dimensiones de una taza son de 9 cm de alto, 8 cm de diámetro y 5mm de espesor.

(f) (1p)¿Cuál cree que es la mejor respuesta al problema? Explique.

PT19. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

El tiro libre.

Acompañemos al pateador Enzo y el arquero Higuita a ver quien convierte o ataja el tiro libre. Veamos que pasa primero si Enzo decide patear a ras del piso sin barrera. La velocidad que le imprime a la pelota es de 72km/h.

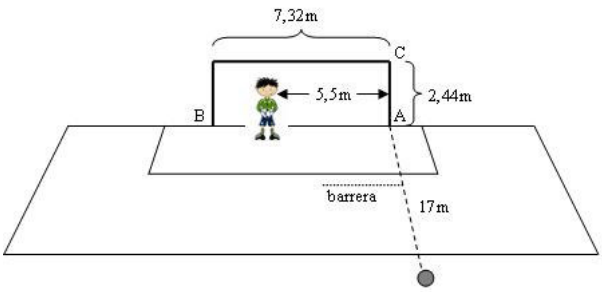
a) ¿Cuánto tarda la pelota en llegar justo al primer palo A y al segundo B del arco?

Higuita puede acelerar durante 0,25seg a 25m/s^2, y luego sigue a velocidad constante.

b) ¿A qué palo le conviene patear a Enzo para que Higuita no lo ataje? ¿Ataja en los dos casos?

Pero el arquero pidió una barrera que se encuentra a 9,15m de la pelota tapando el palo A. Enzo decide patear por encima de la barrera con un ángulo de 25º con respecto al piso.

c) ¿Qué velocidad le debe dar a la pelota para que entre justo en el ángulo superior del arco C? ¿Con esa velocidad, llega a taparlo la barrera si el jugador más alto mide 1,8m y puede saltar 0,9m?



Enzo tiene un truco bajo la manga y es darle con "comba" a la pelota y por afuera de la barrera. Esto es hacer rotar a la misma sobre un eje vertical para que se manifieste el efecto Magnus o "efecto Pasarella" (¡la pelota sí dobla!). Al rotar la pelota en sentido antihorario viendo desde arriba aparece una fuerza a 90º a la velocidad y hacia la izquierda que vale $\mathbf{F_M=\rho v^2 Ak/2}$ donde **ρ**es la densidad del aire, **A** la sección de área de la pelota, **v** la velocidad horizontal y **k** la constante de sustentación.

d) ¿Cuánta energía le da Enzo a la pelota si esta además sale rotando sobre un eje vertical con 5 vueltas por segundo? ¿Qué fuerza aplicó si lo hizo durante 0,15seg (desprecie aquí la energía rotacional)?

e) ¿Cuál es el radio de giro de la pelota si consideramos a F_M una fuerza centrípeta?

La pelota sigue un camino circular hasta llegar un poco por debajo al punto C, e Higuita puede llegar a "volar" hasta allí en 1,2seg.

f) ¿Convierte Enzo el gol? ¿Con qué velocidad y componentes de energía llega la pelota a C?

Datos: $m_{pelota} = 0,45kg$ $radio_{pelota} = 11,15cm$ $I_{pelota} = 2mr^2/5$

$g = 9,82m/s^2$ $\rho_{aire} = 1,2kg/m^3$ $k= 0,4$

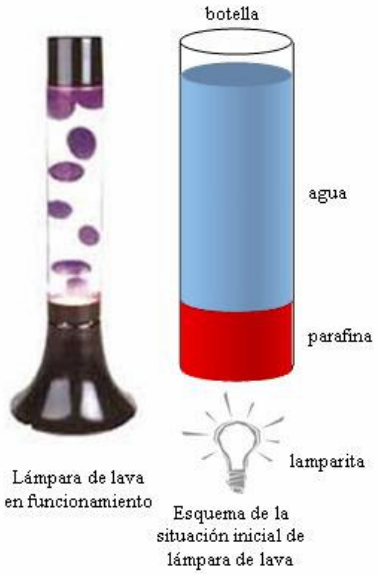
PT20. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

La lampara de lava.

Una lámpara de lava es un lindo artefacto decorativo de iluminación donde entran en juego varias leyes físicas. Cuando está en pleno funcionamiento se ven burbujas de lava subiendo y bajando dentro de la lámpara en un hermoso baile.

La clave en este dispositovo son los ingredientes que se colocan en el interior de la botella que forma la lámpara. Es necesario que la parafina y el agua que posee en su interior tengan densidades muy cercanas. La botella se calienta por debajo con una lamparita, que además de calor provee la iluminación. Veamos como funciona.

La botella es de vidrio y posee 254,25g de parafina y 750g de agua. La base posee un área interior de 25cm^2, y las paredes un espesor de 2mm. Está llena en un 95% de su capacidad. Utilice el esquema de la figura para ver la distribución de agua y parafina.



a) ¿Cuál es la masa de vidrio de la botella? ¿Cuál es la altura de la columna de agua en su interior?

Al calentarse los ingredientes, la densidad de la parafina disminuye, lo que le permite flotar. Se prende a 20ºC. La densidad del agua no cambia apreciablemente en estas temperaturas.

b) ¿Cuál es el volumen que debe adquirir la parafina para comenzar a flotar y cuál es su volumen inicial?

Para llegar a disminuir su densidad, la parafina se dilata aumentando su volumen. Esto lo hace sólo en estado líquido, teniendo un punto de fusión de 40ºC.

c) ¿A qué temperatura consigue el volumen necesario para flotar?

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

d) ¿Cuál es la cantidad de calor que tuvo que suministrarse a la botella para llegar a esta situación? Para simplificar suponemos que todo el vidrio alcanza una temperatura constante en el punto medio entre la de la parafina y la temperatura ambiente.

Llegado a este punto, la bola de lava (parafina líquida a 60ºC) se desprende del fondo y comienza a subir. Asumimos que no varía la temperatura hasta llegar arriba de todo y que luego de 5 seg vuelve a tener 40ºC y recién en ese momento comienza a bajar también manteniendo esa temperatura.

e) ¿Cuánto tiempo tarda en subir y bajar?

La potencia suministrada por la lamparita es de 40W y se aprovecha un 80% de la energía consumida.

f) ¿Cuánto tarda en llegar la lámpara a pleno funcionamiento?

Datos: 1J = 0,24cal $L_{fusión\ parafina} = 34$ cal/g

$\delta_{agua} = 1$ g/cm^3 $g = 9.82$m/s^2 $c_{agua} = 1$ cal/g°C

$\delta_{vidrio} = 8$ g/cm^3 $c_{parafina\ líq} = 0,55$ cal/g°C

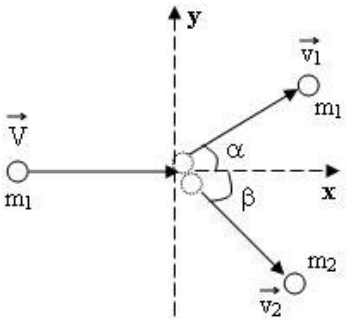
$\delta_{parafina\ a\ 20ºC} = 1,017$ g/cm^3 $c_{parafina\ sól} = 0,52$ cal/g°C

$\lambda_{parafina\ líq} = 6,2.\ 10^{-4}$ 1/ºC $c_{vidrio} = 0,2$ cal/g°C

PT21. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

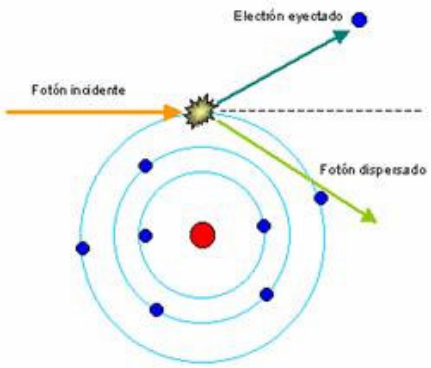
Choque de bolas y efecto compton.

El efecto Compton consiste en el aumento de la longitud de onda de un fotón de rayos X cuando choca con un electrón libre y pierde parte de su energía. La frecuencia o la longitud de onda de la radiación dispersada depende únicamente de la dirección de dispersión. Vamos a empezar por un choque sencillo para luego hacerlo con fotones y electrones.



En la figura vemos un esquema de dos bolas chocando elásticamente, m_1 a m_2 que se encuentra en reposo. Este es un choque en un plano, es decir en dos dimensiones.

a) Escriba la ecuación de conservación de la energía para antes y después del choque y las dos ecuaciones de conservación del momento lineal, una para el eje **y** y otra para el **x**. Utilice los datos **V, v_1, v_2, α** y **β** sin asignar valores.



Como puede notar este sistema de 3 ecuaciones es un tanto complicado. Se pide para los siguientes casos más sencillos calcular v_1, v_2, β y/o α luego del choque con V=36km/h, m_1=0,3kg y m_2 = 0,6kg. Pista: hay 2 casos imposibles y 2 equivalentes.

b) i) α = 180º ii) α = 90º iii) β = 90º iv) $v_1 = v_2$ v) α = β=90º

Ayuda: (en ii e iii se puede despejar las velocidades en función de β o α y reemplazarlas en la ecuación de la energía. Use $sen^2\theta + cos^2\theta = 1$

El primer paso para acercarnos al efecto Compton es aumentar mucho la velocidad, de tal manera que se deban utilizar ecuaciones relativistas. Ahora no se usa **m.v** sino directamente **p**, el momento lineal. La energía cumple: $\mathbf{E^2 = c^2p^2 + m_0^2c^4}$, donde **c** es la velocidad de la luz y $\mathbf{m_0}$ la masa en reposo. Se habrán dado cuenta que la famosa fórmula de Einstein está siempre escrita para partículas que no se mueven, es decir p=0.

c) Escriba nuevamente las ecuaciones del item a) con estas nuevas consideraciones.

¡Esto está aún más complicado que antes! Simplifiquemos: ahora la partícula que llega es un fotón, el cual tiene m=0 y según la teoría cuántica su momento se relaciona con su longitud de onda p= h/λ y la otra es un electrón de masa en reposo m_e.

d) Encuentre la variación $\Delta\lambda$ del fotón que sale con respecto al que entra para el caso i) $\alpha = 180º$ $\beta = 0º$ y ii) $\alpha = \beta$ con un fotón incidente de λ=1nm

El cálculo exacto para el efecto Compton es:

$\Delta\lambda = (1-\cos\alpha)h/m_e c$. Controle las cuentas del item anterior. Este efecto además de valerle el premio Nobel a su autor corrobora la dualidad onda partícula de la radiación electromagnética.

Datos:

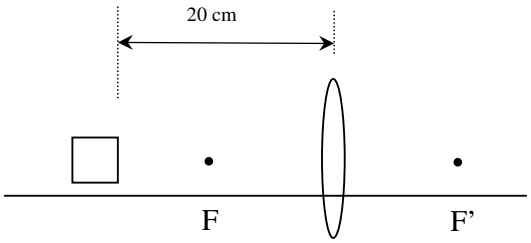
$h = 6{,}63.\ 10^{-34}$ J.s $\qquad$ $c = 2{,}99.10^{8}$ m/s

$m_e = 9{,}11.10^{-31}$ kg $\qquad$ $1nm = 10^{-9}m$

PT22. Ciudad de Santiago del Estero. Azul.

Una lente delgada convergente biconvexa de vidrio, de índice de refracción n=1,5 para la cual los radios de curvatura son R_1=15 cm y R_2= 12 cm. A la izquierda de la lente está un objeto plano cuadrado que tiene un área de 100 cm^2. La base está sobre el eje de la lente y el lado derecho se encuentra a 20 cm a la izquierda de la misma.

a) Determinar la distancia focal de la lente
b) Dibujar la imagen de la cara cuadrada formada por la lente, ¿ qué tipo de figura geométrica es ésta ?
c) Determinar el área de la imagen



PT23. Ciudad de Santiago del Estero. Azul.

El cuerpo de la **fig.1** se lo deja caer desde **A,** a una altura **H=3,5R** deslizándose sin fricción para sobrepasar el punto **B.**

El cuerpo de la **fig2** se lo lanza de A para sobrepasar la misma altura B.

Ambos cuerpos tienen la misma masa **m**

Se pide:

a) dibujar en ambas figuras los vectores fuerza sobre los cuerpos en el punto B
b) la expresión de velocidad del cuerpo de la Fig1 en el punto B
c) el valor de la fuerza normal sobre el cuerpo en el punto B de la fig 1

d) la velocidad inicial mínima que debería tener el cuerpo, en ambos casos para que llegue a B.

datos útiles; calor comb.gas 5600Kcal/gr , g=10 m/s^2

R= 2m

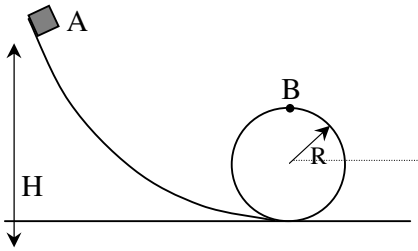


Fig 1

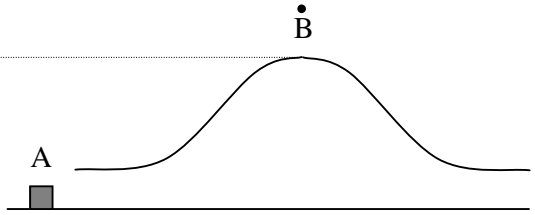


Fig 2

PT24. Ciudad de Santiago del Estero. Azul.

Un trozo de hielo a 0 ºC, cae partiendo del reposo, a un depósito que contiene 15 litros de agua, que se encuentra a 0 ºC, fundiéndose la mitad de la masa de hielo.

a) Calcular la altura de caída del trozo de hielo

b) ¿ Cuál es la velocidad del trozo de hielo un instante antes de tocar el agua? .

Ahora al agua del depósito se la quiere llevar de 15 ºC a 60 ºC,

c) ¿ cuánto es la cantidad de calor para que esto ocurra?

d) Si el agua es calentada por la combustión del gas de alumbrado, cuántos m^3 de gas tendrían que quemarse si las pérdidas totales son de un 20 %?

e) Si el agua se calienta a través de un calentador eléctrico que tiene una resistencia de 300 ohmios, funciona a 220 voltios y tiene un rendimiento del 100 % ¿cuánto tiempo se requiere?

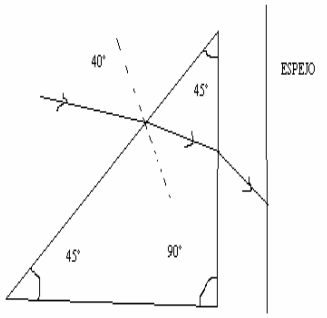
DATOS UTILES: calor de fusión del hielo= 79,7 cal/gr

Densidad del agua= 1kg/ l

PT25. Caleufú, La Pampa. Azul.

Un rayo de luz incide sobre la cara de un prisma recto cómo indica la figura con un ángulo de incidencia de 40ª.-

Luego de atravesar el mismo se refleja en un espejo de tal manera que entra en el prisma y al incidir en la base del mismo se refleja totalmente.-



Calcular:

a) el ángulo límite

b) ¿qué ángulo forman el rayo incidente y el emergente?

DATOS:

PT26. Caleufú, La Pampa. Azul.

Un móvil parte del reposo con una aceleración de 1 m durante 10 seg. En sentido de abscisas crecientes. El conductor apaga el motor y permite que el auto desacelere, debido a la fricción a razón de 5x10 m/s durante 10 seg..- A partir de allí se aplican los frenos y el auto queda en reposo a los 5 seg.

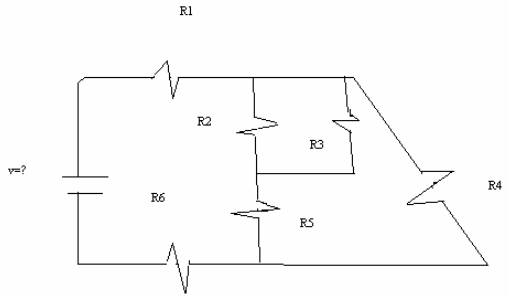
a) realiza una gráfica a= v= y x=

b)¿Cuál es la distancia total recorrida por el móvil?

PT27. Caleufú. La Pampa. Azul.

En el circuito de la figura la resisitencia R4 disipa en forma de calor una potencia de 8 Watt.-

Si las resistencias son:



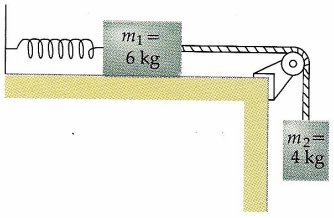
Se desea calcular:

a) resistencia total del circuito
b) corrientes de cada rama

diferencia de potencial de la fuente

PT28. Comodoro Rivadavia, Chubut. Verde.

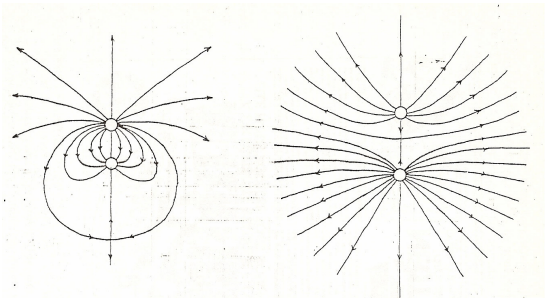
Un bloque de 4kg cuelga de una cuerda ligera que pasa por una polea y por el otro extremo está atada a un bloque de 6kg que descansa sobre una mesa rugosa, ver figura. El coeficiente de fricción cinética es $\mu_c = 0.2$. el bloque de 6kg se empuja contra un resorte cuya constante elástica es de 600N/m, comprimiéndolo 30cm. En estas condiciones se deja el bloque en libertad. Determinar la velocidad que tienen los bloques cuando el bloque de 4kg ha caído una distancia de 40cm.



PT29. Comodoro Rivadavia, Chubut. Verde.

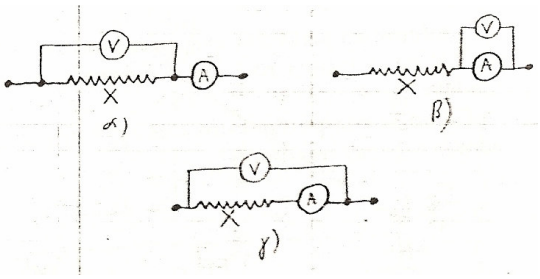
En un calorímetro el recipiente interior tiene una masa de 50g y está constituido por un material de calor especifico igual a 0.22 cal/gºC , contiene 400g de agua a una temperatura de 20ºC, allí se introducen 150g de hierro que fueron calentados a 80ºC . La temperatura de equilibrio fue de 22.5ºC. Determinar el calor específico del hierro considerando despreciables las cantidades de calor absorbidas por el agitador y el termómetro.

PT30. Comodoro Rivadavia, Chubut. Verde.

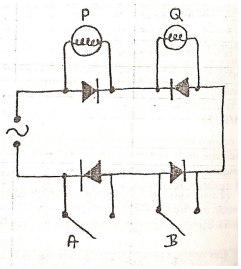


a) Dos cargas eléctricas están enfrentadas. Las líneas de campo corresponden a los esquemas siguientes. ¿Se puede deducir de la configuración del campo eléctrico el signo relativo de las cargas y la naturaleza de la fuerza entre las ellas?

b) Se tienen tres lámparas cuyas características de voltaje y potencia son: 110V- 75W; 220V- 75W; 220V-150W. Clasificar por orden creciente las resistencias de las tres lámparas y también por orden creciente las intensidades que atraviesan las lámparas cuando están conectadas al voltaje indicado.



c) Para medir una resistencia desconocida X en un circuito, se mide la intensidad que la atraviesa por medio de un amperímetro, conectado en serie, y la tensión por medio de un voltímetro, conectado en paralelo, y se aplica la ley de Ohm. ¿Son las tres conexiones señaladas equivalentes? En caso negativo, ¿Cuál es preferible, por que?



d) El dispositivo que se indica, consta de cuatro rectificadores, dos interruptores A y B y dos lámparas P y Q, que están alimentadas por una tensión alterna. Describe el estado de funcionamiento de las lámparas según la posición de los interruptores, A B abiertos; A abierto, B cerrado; A cerrado y B abierto y A B cerrados.

d) Tenemos un transformador conectado a la red alterna, con el secundario en circuito abierto. El transformador se calienta. ¿a qué es debido?

1) Al efecto Joule en el primario.
2) Al efecto Joule en el secundario.
3) A la histéresis del núcleo metálico.
4) Al efecto Joule debido a las corrientes de Foucolt inducidas en el núcleo.
5) A las perdidas mecánicas.

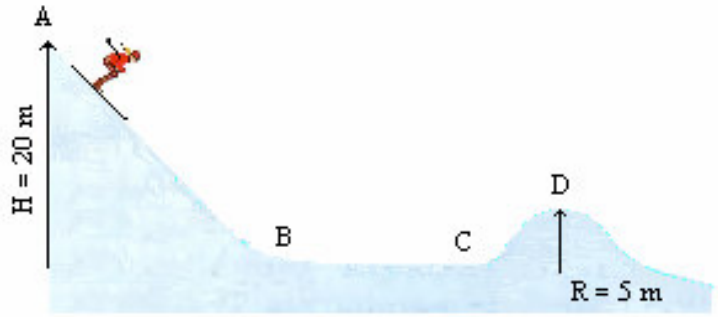
Responder las mismas preguntas si el secundario esta conectado a un receptor.

Entonces, ¿se puede decir que, en general, un transformador se calienta mas cuando el secundario esta abierto o cerrado?

PT31. Mar del Plata, Buenos Aires. Azul.

Es sus vacaciones un esquiador de 85 kg de masa, incluyendo su equipo, se deja caer desde un punto **A** ubicado a una altura **H** = 20 m del piso como muestra la figura, la pendiente tiene una extensión de 25 m y es de nieve compactada con coeficiente de roce despreciable. Luego de alcanzar el punto **B** en

la base del plano avanza 20 m sobre una superficie horizontal, en el tramo **BC**, existe un coeficiente de roce entre el piso y los esquís de 0,25. Finalmente ingresa a una loma formada por una semiesfera de radio **R** = 5 m.



a) Calcule la velocidad del esquiador en la base del plano. (1,5 puntos)

b) ¿Cuánto tarda el esquiador en alcanzar la base? (1,5 puntos)

c) ¿Cuál será la velocidad en el punto **C**? (2,0 puntos)

d) ¿Alcanzará el esquiador el punto **D**? (1,5 puntos)

e) ¿Cuánto vale la fuerza de contacto en el punto **D**? (2,0 puntos)

f) ¿Grafique aproximadamente la trayectoria que describiría el deportista luego de pasar por el punto **C**? (1,5 puntos)

PT32.Mar del Plata, Buenos Aires. Azul.

Un núcleo de uranio radioactivo tiene la posibilidad de desintegrarse formando un núcleo de Thorio y una partícula alfa (núcleo de helio) y se puede expresar como:

$$^{232}_{92}U \rightarrow ^{228}_{90}Th + ^{4}_{2}He$$

Recordamos la notación anterior donde:

$$^{A}_{Z}X$$

X corresponde al elemento considerado, Z es el número atómico (número de protones en el núcleo) y A número de masa (suma de protones y neutrones).

1 uma = 1.6605 10^{-27} Kg

Masa del uranio = 232.1095 uma

Masa del thorio = 228.0998 uma

Suponga inicialmente que la masa se conserva en todo momento y realice los cálculos de forma clásica.

a) Un núcleo de uranio viaja a una velocidad v = 50 m/s desplazándose horizontalmente, de pronto se desintegra. Luego de esto, el núcleo de Thorio formado viaja en el mismo sentido y dirección en la cual lo hacia el uranio y con velocidad de 55 m/s. Si la partícula alfa se emite en la misma dirección, determine su velocidad y sentido.

(2,5 puntos)

En realidad, la masa de la partícula alfa es de 4.0039 uma es decir una vez ocurrida la reacción se observa un defecto de masa.

Cuando la reacción nuclear ocurre, el defecto de masa que se observa se transforma en energía.

La energía liberada al transformarse una masa *m* viene dada por la siguiente ecuación:

$$E = mc^2$$

Donde c es la velocidad de la luz (300.000.000 m/s).

b) Considere un núcleo de uranio inmóvil, determine la energía liberada en el proceso de desintegración. (2,5 puntos)

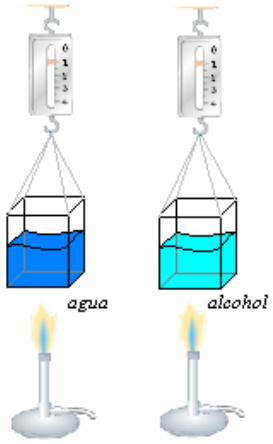
c) Se desea encontrar la velocidad que adquiere la partícula alfa. Suponga que la energía cinética que esta adquiere es mucho mayor que la que adquiere el núcleo de thorio de forma tal que esta última puede ser despreciada en este cálculo. Haga un balance masa - energía y con éste determine la velocidad de la partícula alfa.

(2,5 puntos)

d) Ahora considere que una vez que la partícula alfa adquiere velocidad, el núcleo de thorio también queda en movimiento. Bosqueje un gráfico en el cual se vean las direcciones y sentidos de las velocidades de todas las partículas antes y después de la desintegración. Calcule también la velocidad de retroceso del núcleo de thorio para este caso.

(2,5 puntos)

PT33.Mar del Plata, Buenos Aires. Azul.



En un laboratorio se realizan distintas experiencias, en una práctica donde se investiga el calor específico de unos líquidos. Se le entrega a recipientes que están colgando de dinamómetros, y que contienen la misma masa de líquido, la misma cantidad de calor por unidad de tiempo es decir el mismo flujo de calor.

Uno de los recipientes contiene 1 kg de agua, de calor específico conocido, y el otro 1 kg de alcohol.

Experimento uno

Como se mencionó a ambos recipientes se le suministra una cantidad de calor por unidad de tiempo ϕ (flujo de calor), constante e igual. Se mide la temperatura de cada recipiente como una función del tiempo transcurrido y con los datos obtenidos se obtiene la siguiente tabla:

t (segundos)	**T_{agua} (ºC)**	**T_{alc} (ºC)**
0	20	20
100	35	45
200	50	70

Con los datos tabulados:

a) Calcule el calor específico del alcohol, sabiendo que el del agua es de 4.18 J/g K y utilizando los datos de la tabla anterior. (2,0 puntos)

b) Determine el flujo de calor que se suministra. (2,0 puntos)

Experimento dos

Una vez que el alcohol entra en ebullición el agua todavía no lo ha hecho. El recipiente que contiene al alcohol empieza entonces a perder masa progresivamente. Analizaremos el intervalo de tiempo una vez empezada la ebullición del alcohol pero previo a la ebullición del agua.

El recipiente está atado a un dinamómetro, el dinamómetro mide una fuerza F.

En este caso llamaremos tasa de pérdida de masa al cociente $k = \frac{\Delta m}{\Delta t}$.

a) Exprese la lectura de la fuerza que actúa sobre el dinamómetro como una función del tiempo. (2,0 puntos)

b) Si el valor de k es igual a 0,7056 g/s ¿Cuánto indicará el dinamómetro luego de 5 s de entrar en ebullición? (2,0 puntos)

c) Con los datos y cálculos de las experiencias realizadas calcule el calor latente de evaporación del alcohol. (2,0 puntos)

PT34. Aguilares, Tucumán. Azul y Verde.

Dos amigos: Juan y Ale, desean elevar la temperatura de 1,584kg de un líquido (ce = 4180 J/kg °K, desde los 20°C hasta los 60°C, armando un circuito con dos resistencias que ellos disponen, que cuando se conectan en serie, a una fuente de 110V, dan una resistencia equivalente de 27,5Ω; el primer interrogante que se les plantea:

a) ¿En que tiempo se logra ese cambio de temperatura?.

Las resistencias conectadas en serie son las siguientes: Juan aporta una barra circular de longitud L y sección constante s que previamente había conectado en laboratorio a una fuente de 36V y midió una corriente de 2A (con ello determina R, P, ….), pero luego la corta en tres pedazos iguales que conecta extremo con extremo para formar una nueva barra cuya longitud es igual a una tercera parte de lo longitud original y por lo tanto su sección es el triple. Esta nueva barra así formada es la que se utilizó como una de las resistencia en el punto anterior.

b) ¿Cuál es el valor de la resistencia que aporta Juan?

La otra resistencia, aportada por Ale, es una barra de sección cuadrada de 3mm de lado, hecha de dos materiales (como lo indica la figura); el primer material tiene una longitud de 25cm y una resistividad de 5,4 . 10^{-5} Ωm, mientras que el segundo material tiene una longitud de 36cm. Esta barra, tal como se describe, es la segunda resistencia indicada en la primera parte del problema.

c) ¿Cuánto vale la resistividad del segundo material de la barra de Ale?

Pero ahora aparece el amigo Seba que les dice: *mi papá calienta en menos tiempo el agua; él tiene dos resistencias y en un registro anotó que cuando las conecta en serie, a cierta fuente, disipan 225W con una corriente total de 5A y cuando las conecta en paralelo para la misma corriente total, disipan 50W.* ¿Tendrá razón Seba?

d) ¿Cuánto valen las resistencias del papá de Seba?

PT35. Aguilares, Tucumán. Azul y Verde.

A cargar combustible y retirar el carro:

En una estación de servicio, un agricultor deja su cisterna para que se la llenen de combustible. La cisterna vacía tiene una masa de 300 kg; es de forma cilíndrica de 0,8m de radio y 2m de largo. La manguera que utiliza el playero arroja combustible a razón de 180litros por minuto –con una velocidad de salida horizontal de 25m/s-, y cuya densidad es de 800kg/m^3. Se le solicita que calcule:

a) Peso del combustible, cuando la Cisterna está llena.

b) Tiempo de llenado.

c) Fuerza horizontal que debe realizar el playero, cuando el combustible sale –también en forma horizontal- de la manguera, mientras llena la cisterna.

Una vez llena la cisterna, desde la parte superior de un camión estacionado a 1,50m de distancia, otro operario -de 80 kg de masa- toma una velocidad de 4m/s para saltar sobre la cisterna, con la intención que con su propio "impulso" (al decir del operario) pueda desplazarla lo suficiente para que no entorpezca el estacionado de otros vehículos, con este planteo y los datos de la figura, se le solicita responda:

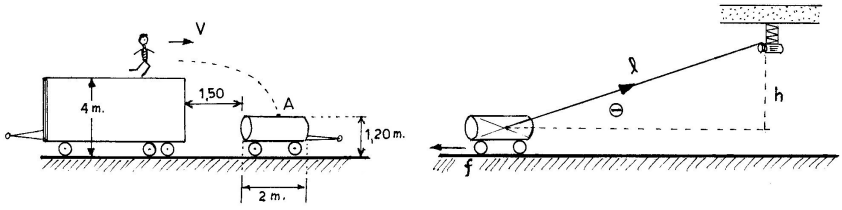
d) el punto A de impacto, donde del operario toca la cisterna (consigna la distancia desde el extremo izquierdo)**.**

e) la velocidad con que sale la cisterna a partir de que el operario se posa en ella. Desprecie la resistencia del aire y el pequeño desplazamiento que pueda tener este hombre a partir del punto de impacto A.

f) Si considera un coeficiente de fricción entre la cisterna y el suelo de 0,10***, ¿Cuánto se desplaza antes de detenerse?***

Como de esta manera, no es posible cumplir el objetivo, se optó por enganchar con un cable –que forma un ángulo θ con respecto a la horizontal- accionado por un motor que lo desplaza a velocidad constante, tal como se muestra en la figura; considerando todas las variables anteriores, se le solicita:

g) Encuentre una expresión en función de (μ, m, g, l, h) para la tensión del cable.



PT36. Aguilares, Tucumán. Azul y Verde.

Se colocan en un calorímetro 300cm^3 de agua pura (δ= 1gr/cm^3) a 12,7°C y luego se introduce un cuerpo de hierro de 250gr extraído de otro recipiente con agua en ebullición (en condiciones normales); si supone que no hay intercambio de calor con el ambiente en ningún momento y considera que el calor específico para el agua y el hierro valen: 1cal/gr °C y 0,11cal/gr °C, respectivamente:

a) ¿Cuál es la temperatura final de la mezcla?

La mencionada pieza de metal es un alambre de sección circular de 2mm de diámetro, enrollado en forma de bobina, cuya densidad a 20°C es: δ = 7,86gr/cm^3

b) ¿Cuál es el largo total del alambre?

Teniendo en cuenta la variación de temperatura que experimentó el hierro y que el coeficiente de expansión lineal es: $\lambda = 1{,}1 \cdot 10^{-5}$ 1/°C

c) ¿Qué variación de longitud experimentó?

En realidad en el calorímetro indicado en el primer párrafo, a más de esas condiciones, hay 100gr de hielo a -5°C. Teniendo en cuenta que para el hielo el calor especifico es 0,5cal/g °C y el calor latente de fusión 80 cal/gr.

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

Mientras Ud. resuelve estas cuestiones dejó agua caliente, para que al terminar tome unos mates. El recipiente es de forma cúbica de 10cm de lado (interior), hecho de vidrio pyrex de 3mm de espesor en sus 6 caras, cuyo coeficiente de conductividad térmica es 1,09 watt/m °C. El agua –que llena totalmente el recipiente- se coloca a 80°C y no debe enfriarse por debajo de los 50°C; teniendo en cuenta: * el marco teórico que se dá al pie; ** que la temperatura ambiente en ese momento es de 20°C y *** en el supuesto que se considere que el calor del agua se transfiera en forma instantánea a las paredes del recipiente:

e) Obtenga un tiempo "razonable", en alcanzar los 50°C.

No se haga problema, tendrá tiempo para todo, pues si considera el conductividad térmica del agua (0,611), este tiempo prácticamente se le triplicará.

LA CONDUCCION DE CALOR: Si los extremos de un sólido se encuentran a distintas temperatura, el calor fluirá desde el extremo de mayor temperatura a la de menor, a través del mismo. En un régimen estacionario, donde las temperaturas de los extremos se mantiene constante, la cantidad de calor que pasa hacia el exterior en un cierto tiempo, esta dada por la Ley de Fourier:

$$Q = k \,.\, A \,.\, . \, t \,.\, \Delta T/e$$

Donde: K es el coeficiente de conductividad térmica; A: área transversal de las paredes; t: tiempo; ΔT: diferencia de temperatura entre el interior y el exterior; e: espesor de la pared.

PT37. San Miguel de Tucumán. Azul.

1) En una reunión de consorcio de un edificio de 8 pisos, los vecinos presentaron quejas al administrador. Indique que vecino hace un reclamo justo y cual debe ser la respuesta del administrador en cada caso:

a)	**1ºC**	"Cada vez que el señor del 4ºC abre la canilla, tengo menos presión en las canillas de mi departamento."
b)	**1ºA**	"Mis canillas siempre tienen más presión que las del 4ºC"
c)	**4ºB**	"A mi me sucede, con la presión, lo mismo que al señor del 4ºC".
d)	**8ºA**	"Todo esto se soluciona si cambiamos el tanque de agua de base circular por otro de base cuadrada".

2) ¿Cuál es la presión que soportan las canillas del 6to. piso del ejercicio anterior si el tanque está en la terraza y cada piso tiene 3 m de altura?. (densidad del agua $1\frac{gr}{cm^3}$).
3) En planta baja de dicho edificio, atiende una dentista. El sillón de dentista posee un pistón chico, cuyo diámetro es de 8 cm y el grande de 50 cm. ¿Qué intensidad deberá tener la fuerza que hace la dentista para levantarlo a usted? (use su masa o peso corporal).
4) Desde el octavo piso se lanza una pelota, cuya masa es de 160g, en caída libre. Calcular el tiempo que tarda en caer y la velocidad con que llega al suelo.
5) Si llega con una velocidad de 15 m/seg determinar que cantidad de energía se transformó en calor debido a la fuerza de rozamiento con el aire.
6) La pelota tiene un volumen es de $200cm^3$ y al caer es sumergida totalmente en un tanque lleno de agua.
   a) Calcular la densidad de la pelota.
   b) calcule el empuje ascendente que recibe la pelota del agua.
   c) La esfera ¿se hunde, emerge o flota? Justique.

PT38. San Miguel de Tucumán. Azul.

Un frasco de vidrio se llena con mercurio a 0ºC y se lo lleva a 212ºF, derramándose $1,5cm^3$ de mercurio.

a) ¿cuál es el volumen del frasco a 0ºC?
b) ¿Cuál fue la dilatación real del mercurio?
c) Si la base del frasco es cuadrada mide 4cm, calcular a que distancia de la boca del frasco quedó el nuevo volumen de mercurio (después de derramarse)
d) Calcular la masa del mercurio
e) ¿Qué cantidad de calor se entregó al mercurio?
f) ¿Qué cantidad de hielo se fundiría si se le entrega la misma cantidad de calor a un cubo de hielo?

g) Si el frasco de vidrio tiene una masa de hielo y recibe calor hasta que lleva al sistema a poseer agua líquida a 5ºC, escribir una ecuación que muestre como varia la masa del hielo y del agua líquida a medida que se entrega calor.

DATOS

L_{hielo} = 80 cal/g

$Ce_{mercurio}$= 0,033 cal/gºC

Coef. De dilatación del mercurio = $1,82 * 10^{-4}$ 1/ºC

Coef de dilatación del vidrio= $8 * 10^{-6}$ 1/ºC

Densidad del mercurio = 13,6 g/cm^3

PT39. San Miguel de Tucumán. Azul.

Los microscopios son instrumentos complejos, que en forma simplificada, pueden considerarse formado por dos lentes convergentes. La que queda más cerca del objeto se denomina objetivo y aquella donde se observa la imagen ampliada, se denomina ocular.

En un laboratorio están observando un pequeño insecto, a través de un microscopio, cuyo objetivo es una lente de distancia focal es 2,5cm, el insecto se encuentra a 3cm de esta lente. A 11cm del objetivo (y hacia el otro lado de donde se encuentra el insecto respecto de la lente) está ubicado el ocular cuya distancia focal es el doble de aquella.

a) Determine mediante la marcha de rayos la imagen que forma el objetivo.
b) ¿Cuál viene a ser el objeto para el ocular de un microscopio?
c) Determine gráficamente la imagen que forma el ocular.
d) ¿La imagen final proporcionada por el ocular es real o virtual?
e) La imagen final vista por un observador en un microscopio, ¿es derecha o invertida en relación con el objeto puesto frente al objetivo?
f) Calcule a que distancia del ocular y el objetivo se forma la imagen final.
g) La ampliación de la imagen producida por el microscopio es el producto de las ampliaciones que produce cada lente. Si el insecto tiene un tamaño de 3mm, calcular la ampliación que produce el conjunto de lentes del microscopio.
h) El insecto, después de examinarlo es llevado a un recipiente transparente con alcohol etílico, cuyo índice de refracción es de 1,36.Si se lo observa con un ángulo de 60º respecto de la normal, indique el ángulo incidente.
i) Si el observador deseara atrapar el insecto con una pinza, deberá dirigir la pinza hacia un punto situado arriba o debajo de la posición del insecto?

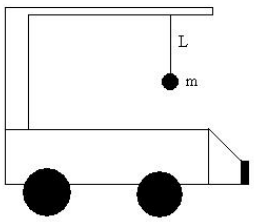
Conteste la pregunta anterior si el observador se ubica perpendicular a la superficie del líquido.

PT40. San Miguel de Tucumán. Azul.

Richard y su carrito

Como es muy común a la tierna edad de 12 añitos a uno le fascina la idea de jugar con autitos, y hacer todo tipo de pruebas, tratando de aprende algo de física en el camino.

El pequeño Richard piensa igual que yo y ha decidido armar un autito como el siguiente para divertirse:

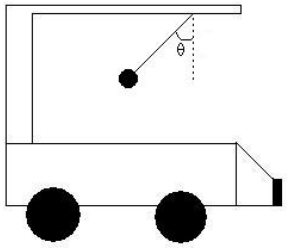


Siendo L: long. de la cuerda

m: masa del objeto (3.00kg)

Entusiasmado el niño quiere probar su gran invento y nosotros vamos a ayudarlo…

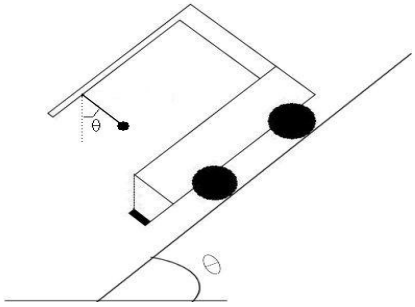
Suponga que acelera el auto hacia delante de tal manera que la cuerda forma un ángulo de $\theta = 4.0º$ con la vertical tal como se muestra en la figura.



1) Calcule la aceleración del autito para que esto suceda

Sorprendido por los resultados obtenidos, Richard decide probar otra cosa:

Hace acelerar su autito cuesta abajo por un plano inclinado, partiendo del reposo hasta 30.0 m/s en 6.00 s. Durante la aceleración, la masa m que cuelga de la soga permanece perpendicular al techito del auto (ver figura).

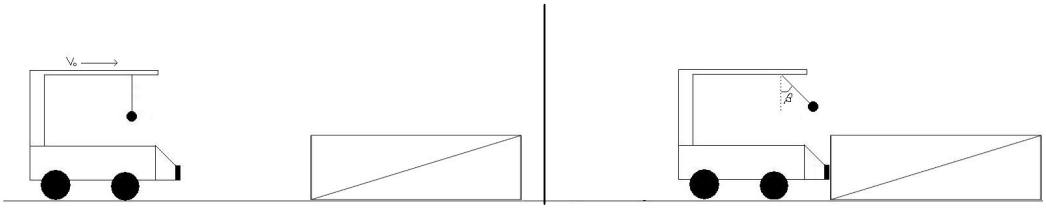


2) Determine el nuevo ángulo θ y la tensión en la cuerda.

Una vez probado su invento, el joven está muy alegre y parece querer seguir jugando. Mueve el carro hacia la derecha con rapidez constante v_0 (¡tal que el objeto permanezca inmóvil!). El auto se detiene

luego de chocar y quedar pegado a un tope (tal como se ve en la figura), y el objeto suspendido oscila hasta el ángulo β.

(Sugerencia: la fuerza ejercida por la cuerda sobre el objeto NO realiza trabajo sobre éste)



3) Demuestre que la rapidez inicial para que esto suceda es $v_0 = \sqrt{2gL(1-\cos\beta)}$

Si L = 1.20 m y $\beta = 35°$

4) Encuentre la rapidez inicial del carro

Como ya está cansado de jugar, Richard hace la última prueba: hace andar su autito de masa total $m =$ 10.0 kg sobre una superficie sin fricción a una velocidad $\vec{v} = 10.0 \, m/s \, \hat{i}$. Directamente delante de él se mueve otro cuerpo de masa $m_2 = 20.0$ kg cuya velocidad es $\vec{v} = 4.00 \, m/s \, \hat{i}$. En la parte posterior de m_2 está sujeto un resorte de masa despreciable y constante elástica $k = 15000 \frac{N}{m}$.

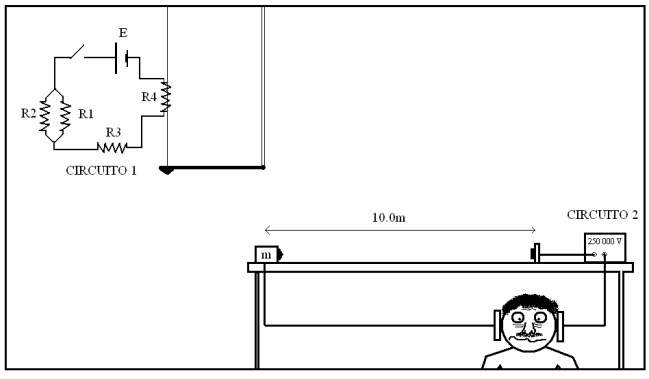
5) ¿Cuál será la máxima compresión del resorte?

Suponer que el resorte NO se tuerce y que obedece a la ley de Hook. Además suponga q no hay movimiento relativo entre la masa m y el autito.

PT41. San Miguel de Tucumán. Azul.

<u>El juego del Miedo</u>

En una conocida película un criminal aterroriza a la gente sometiéndolas a pruebas extremas donde el fracaso conlleva a una agonizante y dolorosa muerte. Un valiente policía cayó victima del criminal, quien lo capturó, lo secuestró y lo adormeció… Al despertar se encontró en una situación como esta:



Considere que usted es la única persona que puede ayudarlo, sabiendo que, de sobrevivir, podría SIN DUDAS atrapar al asesino…

Para ello usted recibió como ayuda un diagrama como el de la figura con las siguientes pistas del asesino, la mayoría en claves:

1) El circuito 1 compuesto por un arreglo de resistencias conocidas ($R_1 = 15\Omega$, $R_2 = 10\Omega$, $R_3 = 5\Omega$ y $R_4 = 20\Omega$) está alimentado por una f.e.m. igual a la fuerza necesaria para que una masa de 2.0 kg acelere de 0 a 24 m/s en 4 s, en volts.

2) El 85% de la potencia disipada por R_4 se utiliza para calentar un cable fino de:

$$Ce = 0.125\frac{cal}{g°C} \qquad L = 130\frac{cal}{g} \qquad T_f = 200°C \qquad T_0 = 25°C$$

y cuya masa en contacto es igual al número de segundos en que la luz recorre $4.5x10^9 m$, en gramos.

3) Cuando el cable se corta, una palanca grande pivotea respecto de un eje, cayendo como se ve en el diagrama. La palanca posee un momento de inercia $I = \frac{1}{3}ML^2$. Siendo su masa $m = 20.0kg$ (suponga que el centro de masa se encuentra en el medio de la palanca) y $L = 1.00m$.

4) Al rotar un $\Delta\theta = \pi/2$ choca elásticamente contra una masa igual a 25.0 kg. (Para este choque suponga toda la masa de la palanca concentrada en su extremo de impacto).

5) La masa desliza por una superficie sin roce de $10.0\,m$ de longitud hasta encontrar en el extremo un borne con el cual, al hacer contacto, cierra un circuito como el *circuito 2,* compuesto por una fuente de 250 000 volts y la cabeza de nuestro héroe cerrando y asegurando una dolorosa muerte.

Con estas pistas, se le pide contestar las siguientes preguntas antes de ayudar al pobre policía. Recuerde: **¡¡¡cada segundo cuenta!!!**

- a) Calcular la R_{eq} del *circuito 1*

b) Calcule la I del *circuito 1*

c) Calcular la Potencia disipada por R_4

- Calcular el tiempo necesario para fundir el cable que se encuentra a $T_0 = 25°C$.
- Antes de que se corte el cable, calcular la tensión sobre el mismo para que la palanca se encuentre en equilibrio rotacional.
- Calcule la velocidad tanto angular como tangencial con que la palanca impacta a la masa.
- Calcular el tiempo entre que comienza a rotar e impacta
- Calcule la velocidad con que sale despedida la masa y el tiempo en que llega al otro extremo

• Considere la $R_{policia} = 50\Omega$ y calcule la corriente por su cerebro al cerrar el circuito en caso de no llegar a ser salvado.

• Calcule el tiempo total que dispone para salvarlo desde que se cierra el *circuito 1*

Considere g = 10.0 m/s^2 … Buena suerte

PT42. San Miguel de Tucumán. Azul.

La estación espacial Longzhi Tan I.

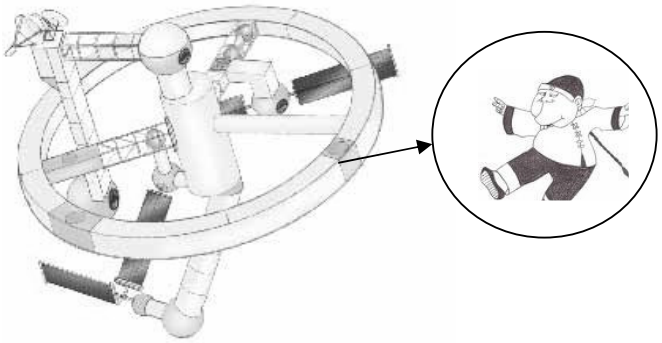
Los chinos en su afán de estar a la vanguardia científica y tecnológica han mandado al espacio una estación espacial llamada ***Longzhi Tan I*** cuyo único propósito es investigar fenómenos físicos de distinta naturaleza lejos de la humanidad y en profundo secreto…

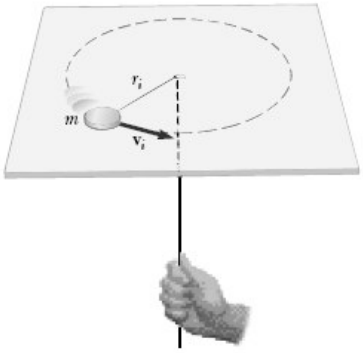
Comencemos analizando su estación:

Supongamos que tiene forma de rueda gigante con un radio medio $R = 100m$ y un momento de inercia $I = 3.00x10^8\ kg\ m^2$. Una tripulación de 150 personas viven en el borde, y la estación gira de modo que la tripulación experimenta una aceleración aparente de $1g$.

De repente Ding Dong hace un gran descubrimiento y 100 de los chinos tripulantes se mueven hacia el centro de la estación para ver el descubrimiento de su colega Ding Dong.

1) ¿Qué aceleración aparente experimentan quienes se quedan en el borde?
(Suponga una masa promedio de 65.0 kg por chino)





Ahora bien, veamos qué se quedaron haciendo los 50 que no fueron a ver a Ding Dong. Resulta que están analizando el movimiento de un disco de masa $m = 0.120\ kg$ que rota a una distancia $D = 40.0\ cm$ del centro y que se mueve con rapidez de $80.0\ cm/s$. De repente la cuerda se jala $15.0\ cm$ por un agujero hecho en la mesa sin fricción, tal y como se ve en la figura.

2) Determine la nueva rapidez del disco

3) Determine el trabajo realizado por el disco

A continuación vemos un montón de chinos alrededor de una pava con agua para la *ceremonia del té…* Analicemos cómo calientan el agua:

Un colector solar de $1.00\,m^2$ recoge radiación del Sol y la enfoca sobre 250 g de agua inicialmente a 23.0 ºC.

El promedio de intensidad por radiación que llega del Sol a la estación es de 550 $W/_{m^2}$ y suponiendo que se capta con 100% de eficacia:

4) Encuentre el tiempo para que el colector eleve la temperatura del agua de los chinos hasta 100 ºC.

Un chino en particular parece muy triste dentro de la estación, su nombre es Bei-jing y cuando un amigo chino le pregunta qué sucede, este responde:

"Como saben estaba realizando unas investigaciones sobre la **TRANSFERENCIA DE ENERGIA POR RADIACION.** Todos los cuerpos irradian energía continuamente en forma de ondas electromagnéticas debido a las vibraciones térmicas de las moléculas. Es sabido que ***la rapidez con la que un objeto irradia energía*** es proporcional a la cuarta potencia de su temperatura absoluta, lo cual se conoce como **LEY de STEFAN** y se expresa en forma de ecuación como:

$P = Ae\sigma T^4$

$P \rightarrow Potencia$ (en watts)

$A \rightarrow$ Área superficial del objeto

$e \rightarrow$ Una constante de absorción o emsividad $0 \le e \le 1$

Siendo

$0 \rightarrow$ *cuerpo blanco*

$1 \rightarrow$ *cuerpo negro*

$T \rightarrow$ Temperatura absoluta (Kelvin)

$\sigma \rightarrow$ constante de Stefan $\sigma = 5.67x10^{-8}\,\dfrac{W}{m^2K^4}$

así, en medio de mi locura se me escapó por una ventana de la estación mi pizza calentita que ahora ¡debe estar flotando por el espacio! *Snif… snif…"*

Suponga la pizza de 70.0 cm de diámetro y 2.0 cm de grosor con una temperatura de 100 ºC y tome su emisividad $e = 0.8$.

5) ¿Cuál es el orden de magnitud de su rapidez de pérdida de energía?

Las mediciones realizadas por Bei-jing a dos estrellas indican que la estrella *X* tiene una temperatura superficial de 5727 ºC mientras que la de la Y es de 11727 ºC. Si ambas estrellas tienen el mismo radio:

6) ¿Cuál es la razón entre las luminosidades (salida total de potencia) de las estrellas *Y* y *X*? Considere $e = 1.00$ para ambas

Por último, vayamos a ver el descubrimiento de Ding Dong: un **Calorímetro de Flujo…**

Es un aparato que se emplea para medir el Ce de un líquido. La técnica es medir la diferencia de temperatura entre los puntos de entrada y salida de una corriente del líquido mientras se agrega energía a un ritmo conocido.

7) Comience con las ecuaciones $Q = m\ Ce\ \Delta T$ y $m = \rho\ V$ y demuestre que el ritmo al que se entrega energía al líquido está dado por

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \rho\ Ce\ \Delta T \left(\frac{\Delta V}{\Delta t} \right)$$

En el experimento de Ding Dong, un líquido de $\rho = 0.72\ {}^{g}\!/_{cm^3}$ fluye por el calorímetro a razón de 3.5 ${}^{cm^3}\!/_{s}$. En estado estable se establece una $\Delta T = 5.8^{\circ} C$ entre los puntos de entrada y salida cuando se alimenta energía a razón de 40 ${}^{J}\!/_{s}$.

8) ¿Cuál es el Ce del líquido?

PT43. Yerba Buena, Tucumán. Azul.

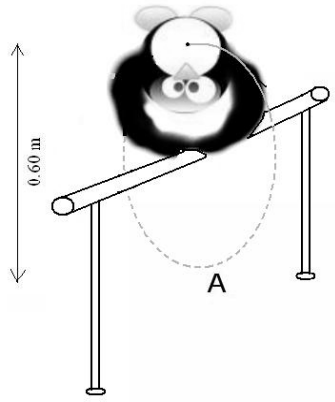
<u>Olimpíadas Antárticas</u>

Corre el año 2008 y todos los ojos del mundo están puestos en Beijing, China, donde atletas de todas las edades, nacionalidades están compitiendo unos con otros por llevarse a casa una medalla dorada…

Pero muy al Sur, en esa tierra congelada que no forma parte de los anillos olímpicos y que simplemente llamamos "Antártica" se está disputando un evento de proporciones incluso mayores que las de los Juegos Olímpicos de Beijing. Son las "**Olimpíadas Antárticas**" donde pingüinos de todas procedencias se disputan el título de "campeón antártico".

Un pequeño pingüinito llamado **Marinelo** no se quiere quedar atrás y tras muchos años de entrenamiento está aquí para dar lo mejor de sí mismo.

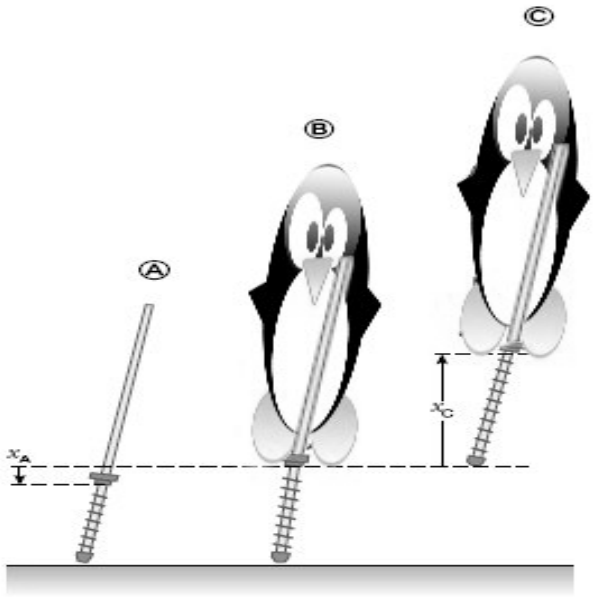
La primera prueba es **"destrezas en barra transversal".** En ella, el pingüino gira sobre la barra alta, arranca desde el reposo directamente sobre la barra, gira a su alrededor mientras mantiene sus brazos y piernas estirados. Tratando a Marinelo como si toda su masa estuviera concentrada en un punto a 0.30 m de la barra.



1) Determine su rapidez cuando pasa bajo la barra en la posición A

Con un desempeño que deja anonadado al jurado, nuestro atleta negro y blanco se hace acreedor de un puntaje perfecto 100/100. Inmediatamente, arranca la segunda prueba, llamada **"acrobacias en pogo saltarín extremo".**

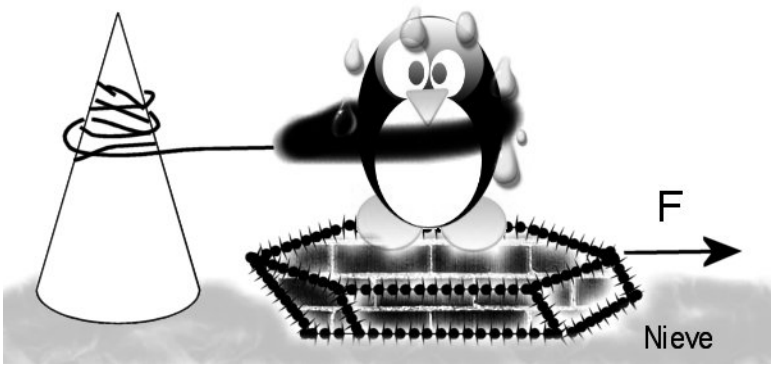
El "pogo" almacena energía en un resorte ($k = 2.5x10^4 \frac{N}{m^2}$). En la posición **A** ($x_1 = -0.100\ m$), la compresión del resorte es máxima y el pingüino está momentáneamente en reposo. En la posición **B** $(x = 0)$**,** el resorte está relajado y Marinelo se mueve hacia arriba. En la posición **C,** está de nuevo momentáneamente en reposo en lo alto del salto. Si se supone que la masa combinada del pingüino y el pogo saltarín es de $50.0\,kg$:



2) **Calcule la energía total del sistema si ambas energías potenciales son cero en** $x = 0$**.**
3) **Determine** x_2
4) **Calcule la rapidez de Marinelo en** $x = 0$**.**
5) **Determine el valor de x para el cual la energía cinética del sistema es máximo.**
6) **Obtenga la rapidez máxima del pingüino hacia arriba.**

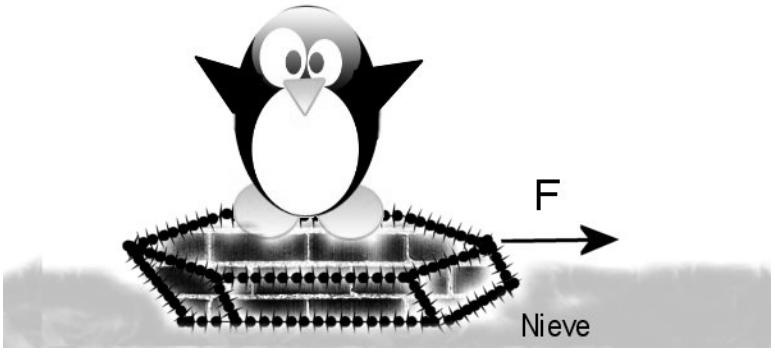
Con un poco de complicaciones Marinelo logra salir bien posicionado de esta prueba con un puntaje de 86/100, lo cual lo pone en la situación de salir si o si primero en la última prueba, su favorita, **"bloqueo y deslizamiento en trineo olímpico".**

En esta prueba, el pingüino de 45.0 kilogramos se encuentra sobre su trineo de 10.0 kg mientras una fuerza horizontal de 50.0 N se aplica al trineo. El pingüino debe impedir el movimiento sosteniéndose a una cuerda unida a la pared (tal y como se ve en la figura). El coeficiente de fricción cinética entre el trineo y la nieve, así como entre el trineo y Marinelo es $\mu = 0.20$.



7) **Trace un diagrama de cuerpo libre para el trineo y otro para el pingüino, e identifique la fuerza de reacción correspondiente para cada fuerza que se incluya.**
8) **Determine la tensión en la cuerda y la aceleración del trineo.**

Cuando el pingüino logra soportar cierto tiempo, se suelta y es jalado horizontalmente a través del terreno nevado, de modo que el coeficiente de fricción cinética entre el trineo y la nieve ahora valga $\mu_c = 0.10$. Si el coeficiente de fricción estática entre el pingüino y el trineo es $\mu_e = 0.70$:



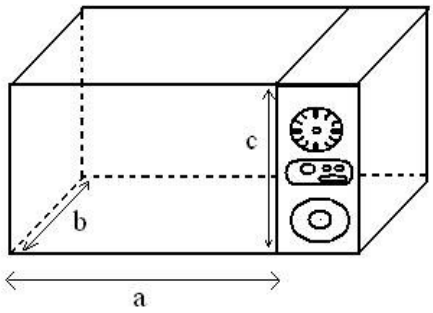
9) **Encuentre la máxima fuerza horizontal que se puede ejercer sobre el trineo antes que el pingüino empiece a deslizar.**

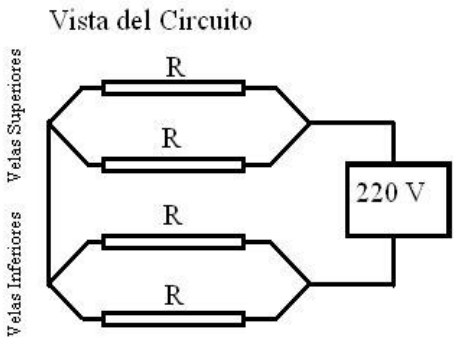
Con esto nuestro amigo sacó el Primer puesto con un puntaje total de 100/100 y quedó en el centro del podio con una presea dorada… **¡¡¡FELICITACIONES!!!**

PT44. Yerba Buena, Tucumán. Azul.

Lucre y su horno

Como en todas las tardes de estudio, Lucre necesita detenerse y regalarle a su estómago un refrigerio. Hoy en particular ha decidido estrenar el horno que compró su mamá. Se trata de un hornito eléctrico con 4 velas de cuarzo que se calientan y así cocina. Para simplificar el problema, vamos a suponer al horno de la siguiente manera:





Sabiendo que la potencia total del hornito es $P_T = 1100\ W$

1) **Calcule la Resistencia de cada vela de cuarzo.**

$a = 3$
$b = 3$
$c = 2$

Lo que Lucre quiere es hacerse un tostado de queso y tomate, para ello enciende el hornito y espera que el aire en su interior se caliente hasta una temperatura $T_f = 150^{\circ} C$. Considerando $\mathrm{Ce}_{\mathrm{aire}} = 0.171\,\mathrm{cal/K{\cdot}g}$ y $\rho_{aire} = 1.2\ kg/m^3$:

2) **¿Cuánto tiempo debe esperar Lucre para que esto suceda?**
   Considere $T_0 = 20.0^{\circ} C$

Una vez que el horno alcanza la temperatura deseada, Lucre introduce su sándwich, que vamos a suponer como una sóla masa homogénea de $m \cong 0.300$ kg y su calor específico es $Ce_{sanguche} \cong 0.60\ kcal/kgK$. Además, suponemos que el horno posee una eficiencia del 100% y toda la potencia llega al sándwich:

3) **Si para que el tostado esté increíblemente rico y no quemado la temperatura del pan nunca puede sobrepasar los 100ºC, CALCULE EL TIEMPO EN QUE LUCRE TENDRÁ LISTO SU TOSTADO.**

Una vez pasado este tiempo, Lucre saca su sándwich y lo come feliz. Cuando desea volver a su estudio, observa su lapicera de metal y se pregunta si quizás metiéndola en el horno todavía caliente, podrá lograr que se dilate y así tener una lapicera más grande para escribir más cómoda.

Consideremos la lapicera como un alambre fino de cobre de $L_0 = 20.00\ cm$ y masa $m_{lap} = 250.0\,g$ el cual es introducido por Lucre en el horno aún caliente durante un tiempo $\Delta t = 20s$. Si $\alpha_{Cu} = 16.6x10^{-6}\ {}^{1}\!/_{\!{}^{\circ}C}$ y $Ce_{Cu} = 390\,\mathrm{J/kg{\cdot}K}$:

4) **¿Cuánto se dilató la lapicera de Lucre?**

Cuando vió que su lapicera encima de estar super caliente no se había dilatado casi nada Lucre se enojó muchísimo y decidió emplear su hornito con fines mas prácticos que los de dilatar lapiceras… Tomó de su cuarto una pieza circular de acero fundido con una brecha, como la de la figura y la metió en el hornito. Si la pieza se calienta:

5) ¿Aumenta o disminuye el ancho de la brecha?

6) El ancho de la brecha mide 1.600 cm cuando la temperatura es de 30.0ºC. Determine el ancho de la brecha cuando la temperatura es de 190ºC

PT45. Yerba Buena, Tucumán. Azul.

<u>Partículas cargadas en un campo magnético</u>.

Con este problema vamos a intentar aprender un poco más sobre el comportamiento de una partícula cargada en un campo magnético. Diversos experimentos han demostrado que una partícula estacionaria cargada no interactúa con un campo magnético estático. Sin embargo, **cuando se mueve a través de un campo magnético, una partícula cargada experimenta una fuerza magnética $\vec{F}_B$.** Esta fuerza tiene su valor máximo cuando la carga se mueve perpendicularmente a las líneas de campo magnético, disminuye su valor en otros ángulos y se hace cero cuando la partícula se mueve a lo largo de las líneas de campo. En base a esta y a otras observaciones se llega a que le magnitud de esta **fuerza magnética sobre una partícula cargada que se mueve a través de un campo magnético** es:

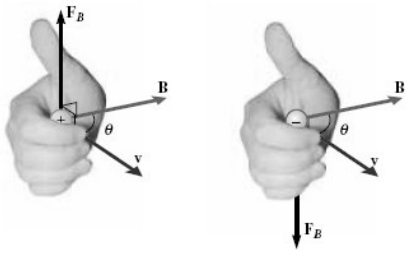
$$F = qvBsen\theta$$

Siendo θ el ángulo entre la velocidad y el campo magnético, y B la intensidad del campo, F está en newtons, q en coulombs, v en metros por segundo y B en **teslas** que es la unidad del campo magnético.

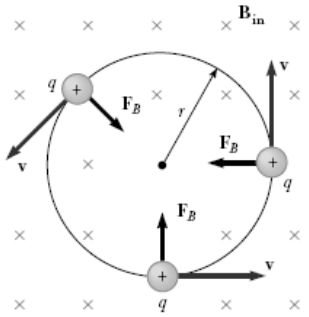
En la práctica, con frecuencia se utiliza el **gauss** (G) como unidad del campo magnético. El gauss se relaciona con el tesla a través de la conversión:

$$1T = 10^4 G$$

El sentido de esta fuerza viene dado por la ley de la mano derecha, dependiendo del signo tal y como se ve en la figura:



Con todas estas aclaraciones, analicemos el fenómeno para distintas situaciones.



Primero consideremos un protón que se mueve en una órbita circular de $14\,cm$ de radio, en un campo magnético uniforme de magnitud $0.35T$, dirigido perpendicularmente a la velocidad del protón.

1) **Encuentre la rapidez orbital del protón.**

Una utilidad muy importante de este fenómeno es la utilizada en el problema anterior, es decir, considerar esta fuerza magnética como la fuerza centrípeta que experimenta la partícula en su movimiento orbital circular dentro del campo. De esta manera se puede, entre otras cosas, determinar la masa de la partícula.

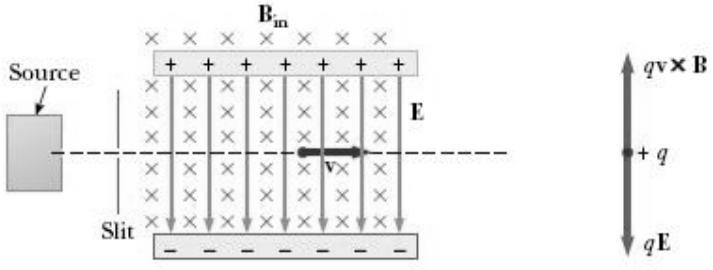
Suponga una partícula con una carga de $+2.0\,\mu C$ y una energía cinética de 0.090 J es disparado en un campo magnético uniforme de magnitud $0.10\ T$. Si la partícula se mueve en una trayectoria circular con un radio de $3.0\,m$:

2) **Determine su masa.**

A continuación suponga que un protón de un rayo cósmico en un espacio interestelar tiene una energía de 10.0 MeV (ver **apartado de ayuda**) y recorre una órbita circular cuyo radio es igual al de la órbita de Mercurio alrededor del Sol ($5.80x10^{10}\ m$)

3) **¿Cuál es el campo magnético en esa región del espacio?**

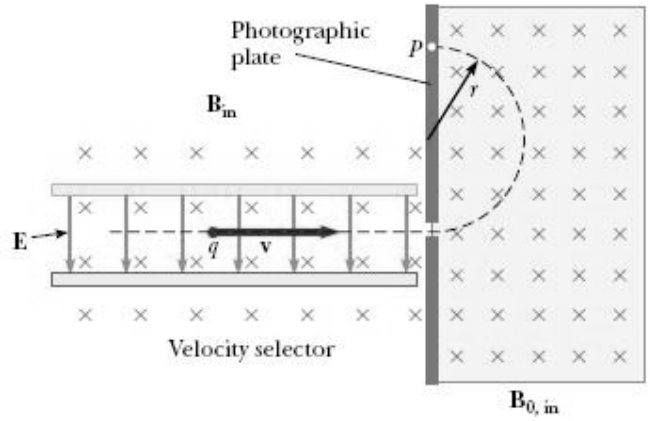
Para mejorar nuestros experimentos con partículas vamos a emplear un dispositivo llamado **selector de velocidad** (ver figura), en el cual partículas de una velocidad específica pasan a través de él sin desviarse, pero aquellas velocidades mayores o menores son desviadas ya sea hacia arriba o hacia abajo. Un campo eléctrico está dirigido perpendicularmente hacia un campo magnético. Esto produce una fuerza eléctrica y una fuerza magnética sobre la partícula cargada que puede ser de igual magnitud y dirección opuesta, y por lo tanto se cancela.



4) **Demuestre que las partículas con una velocidad $v = \frac{E}{B}$ pasarán a través del dispositivo sin desviarse.**

Ahora conocido este dispositivo, vamos a emplearlo en un espectrómetro de masa que se presenta esquemáticamente a continuación:

Espectrómetro de masa. Las partículas cargadas son enviadas primero a través del selector de velocidad. Luego entran en una región donde un campo magnético B_0 (hacia el interior) origina que los iones positivos se muevan en una trayectoria semicircular y choquen contra una película fotográfica en **P**.



El campo eléctrico entre las placas del selector de velocidades es de 950 V/m, y los campos magnéticos tanto en el selector de velocidad como en la cámara de desviación tienen magnitudes de 0.930 T.

5) **Calcule el radio de la trayectoria en el sistema para un solo ión cargado con una masa $m = 2.18x10^{-26}\ kg$. (Suponga carga q =$1.6x10^{-19}C$)**

Finalmente analicemos la situación en la que un espectrómetro de masa se usa para examinar los isótopos del uranio. Los iones del haz emergen del selector de velocidad con una rapidez de $3.00x10^5\ m/s$ y entran en un campo magnético uniforme de 6000 G dirigido perpendicularmente a la velocidad de los iones.

6) **¿Cuál es la distancia entre los puntos de impacto formados sobre la placa fotográfica por los iones cargados individualmente de ^{235}U y ^{238}U ?**

<u>Ayudas y sugerencias:</u>

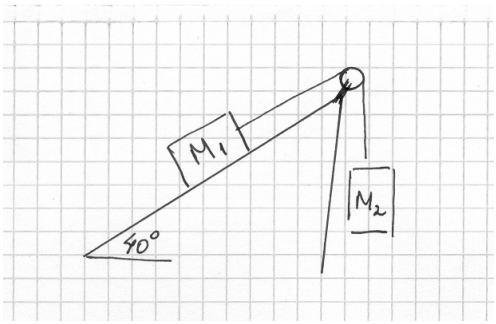
- Recuerde que el campo eléctrico sobre una partícula cargada se define $E = \frac{F}{Q}$ siendo F la fuerza sobre la carga Q.
- El eV o electrónVolt es una medida de energía que representa la energía que adquiere un electrón al ser acelerado por una diferencia de potencial de un Volt ($1eV = 1.6x10^{-19}\ J$)
- Considere el Uranio U^{92}.

- Masa Protón: $m_p = 1,6726\text{x}10^{-26} kg$
- Masa Neutrón: $m_N = 1,675\text{x}10^{-27}$ Kg

¡¡¡MUCHA SUERTE!!!

PT46. Santa Rosa, La Pampa. Azul.

La figura muestra un sistema de dos cuerpos unidos por una cuerda inextensible que pasa por una polea sin rozamiento:



M_1= 50 kg M_2 = 10 Kg.

a) Realizar el diagrama de cuerpo libre para cada masa.

b) Determinar en qué sentido se moverá el sistema.

c) Calcular la aceleración del sistema.

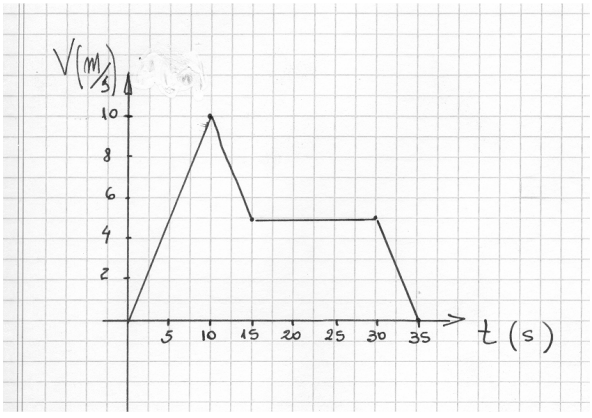
d) Calcular la tensión de la cuerda

PT47. Santa Rosa, La Pampa. Azul.

Analizar el gráfico dado, que corresponde a un movimiento rectilíneo en varias etapas.

Consideramos t_i = o seg y x_i=o m se pide :

a) ¿Qué tipo de movimiento se describe en cada tramo?
b) ¿Cuál es el recorrido total del móvil?
c) Trazar los gráficos de aceleración y posición en función del tiempo.
d) En algún instante el móvil invierte el sentido del movimiento? Si es así indica cuando. ¿Cómo te das cuenta?



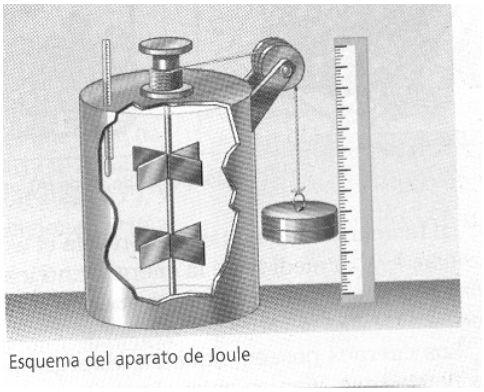
PT48. Santa Rosa, La Pampa. Azul.

En una experiencia tipo Joule, se deja caer una pesa de 7kg desde una altura de 10m para mover las aspas del recipiente, el cual contiene 1 litro de agua inicialmente a 18ºC .

a) ¿Qué tipo de energías están en juego?

b) Suponiendo que no hay pérdidas de energía ¿Qué principio se cumple en esta situación?

c) Sabiendo que 1cal equivale a 4,18 joules calcula cuál será el aumento de la temperatura del agua. (c_{H2O} = 1 cal/gºC)



Esquema del aparato de Joule

PT49. Ciudad de Santa Fe. Verde.

Un avión de rescate deja caer un paquete con provisiones para un grupo de exploradores. Si en ese momento el avión viaja a 50 [m/s] y a una altura de 120 [m]. Calcular:

a) ¿dónde cae el paquete con relación al punto donde se soltó?

b) ¿cuáles son las componentes de la velocidad del paquete justo antes de que toque el suelo? ¿Y la velocidad final del paquete, justo antes de tocar el suelo?

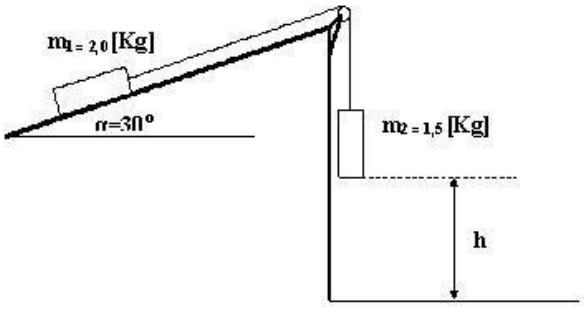
c) Luego el avión siguió su vuelo, y su próxima misión fue, a 1000 [m] de altura, soltar a una paracaidista de 50 [Kg] de masa, si esta llega al suelo con una velocidad de 5,0 [m/s]. ¿Cuánta energía perdió por la fricción del aire durante su salto?

d) Finalmente, el avión aterriza con una velocidad de 100 [m/s] y con una desaceleración (supuesta constante) de 5,0 [m/s^2] para detenerse. ¿Cuánto tardó en detenerse?

e) ¿Este avión puede aterrizar en un pequeño aeropuerto de campaña donde la pista tiene 0,80 [Km] de largo? (considere los datos del punto anterior)

PT50. Ciudad de Santa Fe. Verde.

Cuando los dos bloque de la figura se liberan del reposo, el bloque m_2 se acelera hacia abajo, descendiendo una altura de h = 1,20 [m] en 2,20 [s]. La masa de la `polea es despreciable, también la fricción en la misma y de los bloques con el aire. Calcular.



a) El valor de la aceleración del sistema total.
b) El coeficiente de rozamiento cinético entre el bloque m_1 y el plano inclinado.
c) Si ahora se invierte la ubicación de las masas, ¿Cómo se comporta la aceleración del sistema?, ¿cuál es su valor? ¿El coeficiente antes calculado sería el mismo o no? Justifique la respuesta.

PT51. Ciudad de Santa Fe. Verde.

Un tanque elevado y perfectamente unido a una plataforma (no hay entrada de aire entre el tanque y la plataforma), tiene la forma de cono truncado, cuya base mayor es hacia abajo con un radio de 1,20 [m]. el tanque está parcialmente lleno de aceite en una altura de 1,50 [m] y además posee 0,40 [m] de agua por debajo del aceite. Dicho tanque se halla abierto en la parte superior en contacto con el aire y en condiciones normales de presión y temperatura. Calcular:

a) La fuerza neta a que está sometido el fondo del tanque.
b) La presión absoluta registrada en el fondo del mismo.
c) Si la presión atmosférica cambia de 760 [mmHg] a 710 [mmHg], ¿variara o no el módulo de la fuerza hallado en el inciso (a)? justifique la respuesta con los cálculos numéricos.
d) Un cubo de material desconocido y de 12 [cm] de altura, se cayó dentro del tanque. El mismo ha quedado en equilibrio entre los dos fluidos, pero se ha sumergido en el agua 4,0 [cm]. Determinar la densidad del bloque.

Datos: densidad del aceite 850 [Kg/m^3], densidad del agua 1000 [Kg/m^3]

PT52. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

<u>Un problema bien argentino…</u>

El tango, tanto su música como su danza, es el resultado de la conjunción de diversas influencias tanto europeas como africanas. Esta mezcla produce que su origen sea desdibujado y poco claro. Como lo manifiestan muchas otras cosas en Buenos Aires, se caracteriza por ser de origen mestizo y, por sobre todo, urbano y popular. En el caso particular de la danza, ésta fue diseñada a partir del abrazo, el encuentro, intentándose en todo momento, hacer una clara manifestación de sentimientos. Al igual que muchas letras de Tango, la mayoría de los temas son de carácter amoroso, triste y angustioso; aunque nunca faltan los motivos picarescos y alegres (principalmente en las llamadas milongas). Todo en la danza del tango está vinculado, las miradas, los brazos, las manos, cada movimiento del cuerpo acompañando la cadencia y lo que ellos están viviendo: un romance de tres minutos, entre dos personas que a lo mejor recién se conocen y que muy probablemente no tengan una relación amorosa en la vida real.

Como danza popular, además del abrazo, los otros dos ejes en torno a los cuales se construye la danza son: la caminata y la improvisación. El primero evidencia la simpleza de la danza, y el segundo su carácter popular y su construcción urbana sin estructura preestablecida. Sin embargo, en el tango, la pareja debe realizar figuras, pausas y movimientos improvisados, diferentes cada uno de ellos, sin soltarse. Muchos de estos elementos se fueron reiterando con el tiempo, llegando a actualmente existir diversas estructuras bien establecidas.

La circulación en la pista de baile...

Como se dijo, el tango, pese a ser una danza improvisada, tiene algunas reglas que debían ser respetadas por todos. Por ejemplo, en los lugares donde se baila tango (milongas) se debe respetar el

sentido de circulación de la pista (anti-horario) y bajo ningún punto de vista, se permite "chocar" a nadie. Supongan que en una milonga la pista es circular (Fig. 1.). *A*, *B* y *C* son tres parejas de baile que se suponen puntuales por simplicidad.

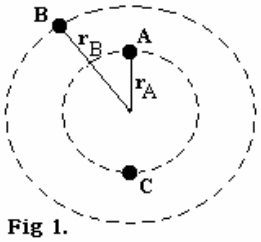


Fig 1.

1) Suponiendo que *A* y *C* parten de puntos opuestos de la pista y que *A* se mueve a velocidad en módulo constante de 2m/s. ¿Cuál debe ser la velocidad de *C* para alcanzarla, por primera vez, en medio tema de baile (un minuto y medio)? ¿Cuál es la velocidad de *B* (en módulo, dirección y sentido) si tarda el mismo tiempo que *A* en dar una vuelta completa a la pista? *Datos:* $\boldsymbol{r_A} = 2\text{m}$, $\boldsymbol{r_B} = 5\text{m}$

Algunas figuras de baile: El Apile...

El Apile es una figura de baile donde los bailarines inclinan su cuerpo hacia delante haciendo contacto a la altura de la cintura escapular (de frente, hombro con hombro). Una vez "apilados" los bailarines se desplazan por la pista, siendo una figura muy vistosa por la sensación de vértigo que genera. En la Fig. 2 se observa una vista esquemática de dicha figura.

2) Una compañía de baile elige a sus bailarines de modo tal que la dama, con tacos, tenga la misma altura que su compañero de baile (1,7 m). Con los datos de la Fig.2 (ambos cuerpos se consideran homogéneos) y suponiendo que existe una fuerza de interacción en A, plantee las ecuaciones estáticas. ¿Deben ser α y α' ángulos iguales? Exprese en función de los datos del problema los ángulos máximos αy α' que pueden tener los dos abrazados.

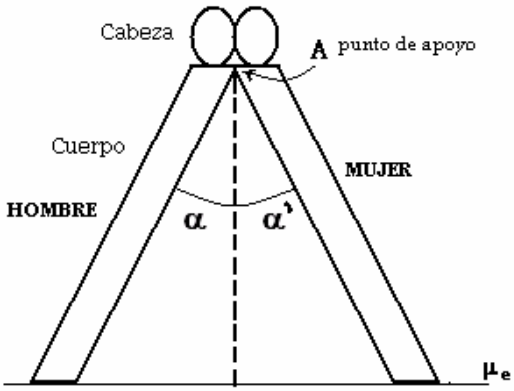


Fig. 2.

Ayuda: Realice primero un diagrama de las fuerzas involucradas.

Datos: $\boldsymbol{m_{Hcuerpo}} = 70\text{kg}$, $\boldsymbol{m_{Mcuerpo}} = 55\text{kg}$, $\boldsymbol{m_{Hcabeza}} = \boldsymbol{m_{Mcabeza}} = 5\text{kg}$, $\mu_{\text{estático(suela-piso)}} = 0{,}2$

3) Plantee las ecuaciones del inciso anterior, pero ahora suponiendo que sumergimos a la pareja en un medio mas denso que el aire (puede pensar, por ejemplo en el agua) asumiendo que la densidad de ambos bailarines es la misma. ¿Cómo se modifican α y α'? ¿Aumenta, disminuye o permanece constante?

Algunas figuras de baile: El Molinete...

El molinete es una figura de Tango que se emplea para que la pareja gire. Consiste en una serie de pasos en los que el hombre se mantiene en su eje y la mujer da pasos en torno a él. De esta forma, con un poco de práctica, se puede lograr que el hombre mantenga su cuerpo de manera tal que permanezca con la apariencia de la Fig 3 durante todo el giro. Así la mujer lo que hace con sus pasos es generar en el punto de contacto (la mano izquierda del hombre con la derecha de la mujer) una presión constante

que hace que el hombre gire sobre su eje. El único cuidado que debe tener el hombre es no desarticular la estructura del cuerpo (durante todo el movimiento el brazo debe estar alineado con la cabeza).

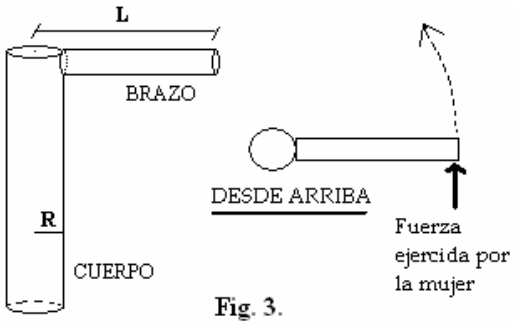


Fig. 3.
Representación simplificada del cuerpo del hombre

4) Suponiendo que la fuerza es constante y en la dirección de la Fig. 3. ¿Cuál debe ser el módulo de la fuerza para que el bailarín, partiendo del reposo, alcance una velocidad de $1 s^{-1}$ en 4 s? En la resolución de este ítem, no se considera la cabeza del hombre para los cálculos (a fin de simplificar las cuentas).

Sabiendo que el hombre gira dibujando una circunferencia con el extremo de su brazo: ¿realizaría trabajo una componente de la fuerza en la dirección radial? Justifique.

Datos: $\boldsymbol{I}_{cuerpo} = (1/2)\, \boldsymbol{m}_{cuerpo} \boldsymbol{R}^2$, $\boldsymbol{I}_{brazo} = (1/2)\, \boldsymbol{m}_{brazo} \boldsymbol{L}^2$, $\boldsymbol{m}_{cuerpo}$ = 60kg , $\boldsymbol{m}_{brazo}$ = 4kg , $\boldsymbol{M}_{fr(suela\text{-}piso)}$= 0,3 N.m , R = 15cm , L = 70cm

Algunas figuras de baile: El Gancho...

Otra figura muy común es una figura llamada gancho. En esta Figura de baile, la mujer realiza un movimiento en forma de latigazo. Si describimos lo que sucede, se puede ver que la pierna inicialmente se encuentra apartada de la posición del cuerpo. Comienza a moverse hasta alcanzar la pierna del hombre. Desde ese punto, se produce el contacto y sólo continúa la porción de la pierna de la rodilla a los pies. Esto puede considerarse como un péndulo interrumpido.

5) Compare la expresión del período de un péndulo simple (bajo la aproximación de pequeñas oscilaciones) con la misma expresión para el caso de un péndulo físico (en este caso $\omega = \sqrt{\frac{mgd}{I}} = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^{-1}$, donde I es el momento de inercia y d la distancia del punto de articulación al centro de masa). Encuentre similitudes y diferencias.

Suponga a la pierna como un cilindro macizo homogéneo y que la articulación de la rodilla se encuentra justo a la mitad de la pierna. Obtenga una expresión para el período luego que se produce el contacto con la pierna del hombre (interrupción). ¿Qué magnitudes varían y cuáles permanecen constantes?

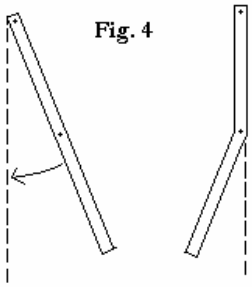


Fig. 4

Considere como datos: Momento de inercia de la pierna entera (***I***), masa de la pierna entera (***m***), distancia del punto de articulación al centro de masa (***d***) y ***g***.

PT52. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Motores y energía

En 1816 Robert Stirling inventó un motor que hoy lleva su nombre. Este motor resultaba mucho más seguro que la máquina de vapor debido a que las presiones involucradas en el proceso son mucho menores que en esta última (era frecuente que las calderas de las máquinas de vapor estallaran lo cual las convertía en altamente peligrosas). El funcionamiento de este motor se basa en el siguiente ciclo (hoy conocido como ciclo de Stirling) que efectúa un gas en un proceso en el que se lo pone en contacto con dos fuentes térmicas una a temperatura T_1 y otra a temperatura T_2, $T_1 < T_2$ una a mayor temperatura que la otra:

El gas que inicialmente se halla en la cámara de uno de los pistones (que se encuentra en contacto con la fuente a T_1) se calienta a volumen constante (V_1) al pasar a la cámara del otro pistón la cual se halla en contacto con la fuente térmica de mayor temperatura (T_2), el gas se expande isotérmicamente empujando el pistón hasta alcanzar un volumen V_2, el movimiento de los pistones hace que el gas vuelva a introducirse en la cámara del pistón en la que se hallaba en un principio cediendo calor a volumen constante hasta alcanzar nuevamente la temperatura T_1 y finalmente el gas se comprime isotérmicamente dentro de dicho pistón para luego recomenzar el ciclo.

1) Represente el ciclo que realiza el gas en un diagrama p vs. V. Calcule en términos de constantes propias de los gases ideales (R, c_v y c_p), T_1, T_2, V_1, V_2 y n (el número de moles de gas), el calor que absorbe el gas de la fuente a temperatura T_2 y el trabajo que realiza el gas sobre los pistones en cada repetición del ciclo.

Una de las ventajas que tiene el motor de Stirling, además de ser extremadamente silencioso (una de las razones por las cuales se lo emplea en submarinos), es que funciona utilizando una fuente de calor externa y que por lo tanto esta fuente de energía puede ser de cualquier naturaleza: ya sea la combustión de algún dado combustible, calor producido por reacciones nucleares o energía solar. Justamente en la actualidad se investiga la posibilidad de implementar, en zonas apartadas con altos índices de heliofanía como por ejemplo la región del N.O.A., motores de Stirling que utilicen la energía solar colectada por un espejo parabólico para, ubicando el cilindro de uno de los pistones en el foco del espejo, elevar su temperatura (T_2) por sobre la temperatura ambiente (T_1).

Se coloca un dispositivo de éstos en el noroeste de nuestro país con las siguientes características: el cilindro del pistón que se halla en el foco posee un diámetro externo (d_e) de 8cm, un diámetro interno (d_i) de 6cm, una altura de la pared exterior (h_e) de 20cm y de la pared interior (h_i) de 15cm (ver Fig.1). Además posee un recubrimiento sobre la superficie exterior que disminuye su reflectividad para la radiación del espectro solar a un 4% y una emisividad de 0,8.

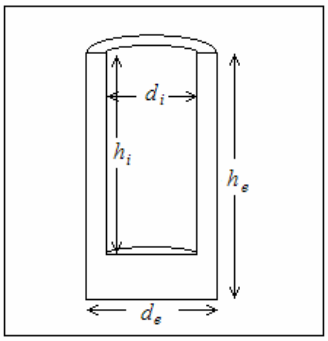


Fig.1: corte longitudinal del cilindro

2) Teniendo en cuenta la ley de Stefan-Boltzmann que plantea que la potencia de la radiación térmica emitida por un cuerpo por

unidad de superficie (P_e) está relacionada con su temperatura absoluta de acuerdo con: $P_e = \varepsilon\sigma T^4$, donde ε es la emisividad del material y $\sigma = 5{,}67.10^{-8}\,\frac{W}{m^2K^4}$ es la constante de Stefan-Boltzmann, que el espejo tiene un diámetro (D) de 1m y que en un día despejado inciden aproximadamente $10^3\,\frac{W}{m^2}$ de radiación solar sobre un área orientada perpendicularmente a la radiación al nivel de la superficie terrestre en dichas latitudes.

¿Cuál sería la temperatura T_2 a la que se hallaría el cilindro del pistón que se encuentra en el foco del espejo bajo estas condiciones? Considere las siguientes aproximaciones:

- La temperatura del cilindro es homogénea.
- No considere la radiación emitida por el medio circundante
- La radiación proveniente de las paredes de la cavidad del cilindro (superficie interna) es reabsorbida por el mismo en su totalidad.
- La energía cedida por el cilindro al gas que realiza el ciclo de Stirling es despreciable frente a la que se irradia.
- El espejo parabólico es un espejo perfecto y se halla orientado perpendicularmente a la radiación solar.
- El sistema se halla en un régimen estacionario

3) Para este valor de T_2, una temperatura ambiente (T_1) de 300K, y volúmenes V_1 y V_2 iguales a un 20% y un 90% respectivamente del volumen total de la cavidad interior del cilindro de la figura 1 y una cantidad de gas tal que: cuando el volumen que ocupa es igual a dos terceras partes del de la cavidad interior del cilindro y su temperatura es la temperatura ambiente se encuentra a una presión de 1atm, halle usando lo obtenido en 1) el trabajo que realiza el gas en cada ciclo.

Este motor de Stirling se utiliza para accionar una bomba hidráulica que funciona por rotación para bombear agua desde una laguna para alimentar un sistema de riego por goteo. Por cada ciclo que realiza el motor de Stirling el eje de la bomba gira un ángulo de 2π. La superficie de la laguna se encuentra 1m por debajo del nivel del punto desde el que nacen las ramificaciones del sistema de riego y la bomba, en cada ciclo logra extraer 500cm^3 de agua de la laguna. El momento de inercia de la parte móvil de la bomba respecto de su eje es de $I = 0{,}5kg.m^2$.

4) El rozamiento en las distintas partes móviles del sistema se puede expresar como un momento promedio neto de la fuerza de rozamiento respecto del eje de la bomba cuya dependencia con la velocidad angular de rotación de la bomba es: $\left|\vec{M}_{fr}\right| = \Gamma.\omega + \Lambda$. Para determinar el valor de los coeficientes Γ y Λ se hace funcionar la bomba sin sumergir el extremo de la manguera de extracción en la laguna y se mide la velocidad angular de rotación de la bomba en función del tiempo a partir del momento en que arranca obteniéndose el siguiente gráfico:

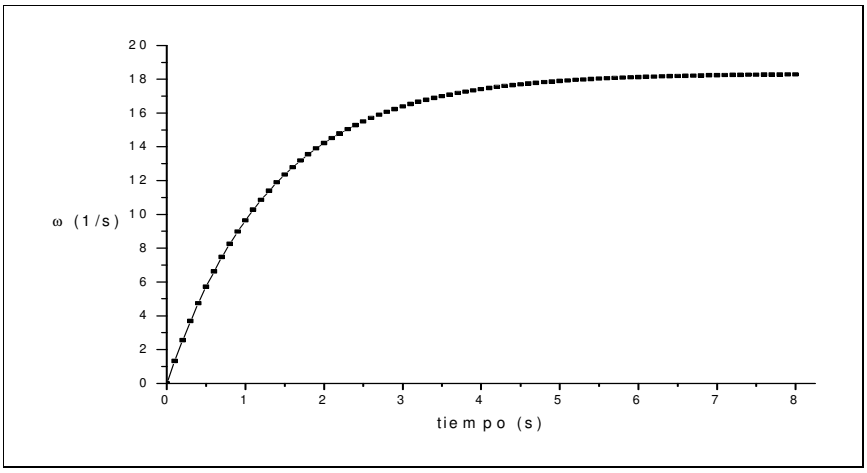


Fig.2: velocidad angular de la bomba en función del tiempo.

Estime el valor de los coeficientes Γ y Λ sabiendo que las condiciones de temperatura ambiente, potencia de la radiación solar, etc. son las mismas que se consideraron en los puntos anteriores.

Ayuda: tenga en cuenta que para valores chicos de velocidad angular $\left|\vec{M}_{fr}\right| \approx \Lambda$.

5) Si ahora el extremo de la manguera de extracción se sumerge en el agua de la laguna, calcule cuál será el volumen de agua que se extraerá por hora una vez que la bomba entró en régimen.

PT53. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Calentamiento Global, el deterioro o no de nuestro planeta...

La Revolución Industrial constituyó el primer paso para la vida con las comodidades de las que, hoy en día, somos beneficiarios. No obstante, y como consecuencia de sus desarrollos posteriores, se han ido generando una serie de efectos secundarios que, según algunas opiniones, pueden poner en peligro nuestra propia existencia.

Se denomina calentamiento global al incremento en las temperaturas superficiales en nuestro planeta que se han pronunciado considerablemente en las últimas décadas. La tesis fundamental al respecto sostiene que ello se debe a las emisiones de gases contaminantes. Que por el volumen que significan (industrias y transportes, principalmente), sumado a la tala indiscriminada de bosques, no pueden ser equilibradas por nuestro ecosistema. Ello provoca que una mayor parte de la radiación que proviene del sol permanezca en la atmósfera, aumentando la temperatura y generando, a su vez, que un mayor porcentaje de agua se convierta en vapor (principal gas de invernadero).

Debe recalcarse que el efecto invernadero es algo deseable, vale decir, en las estaciones cálidas mayores temperaturas implican más vapor de agua en la atmósfera. Proceso que el mismo planeta puede revertir con el cambio de estación, no así cuando éste es exagerado por ejemplo mediante excesivas emisiones de otros gases que también pueden cumplir la misma función. Las concentraciones que se presentan en la atmósfera son: nitrógeno: 78,1%, oxígeno: 20,9%, argón: 0,93%, dióxido de carbono: 0,035%, vapor de agua: 0,018 %, neón: 0,00182%, helio: 0,000524%, kriptón: 0,000114%, hidrógeno: 0,00005%, ozono: 0,00116%, metano y CFC, entre otros.

Los rayos provenientes del sol ingresan a la atmósfera, considere que ésta se comporta como lo indica la relación de la Fig.2 y que la masa de aire que atraviesan es directamente proporcional a la cantidad de radiación que retiene.

1) Considere sólo un haz que ingresa con un ángulo 23º (respecto de la normal al punto en el que ello se produce) y calcule cuánto tiempo tarda en salir de la atmósfera si luego de una única reflexión en la superficie los rayos escapan al espacio. Asuma que el planeta y su atmósfera corresponden a esferas concéntricas. (Decida si empleará una atmósfera homogénea o de capas y justifique). Dato: c (vacío) = 3 x 10^8 m/s.

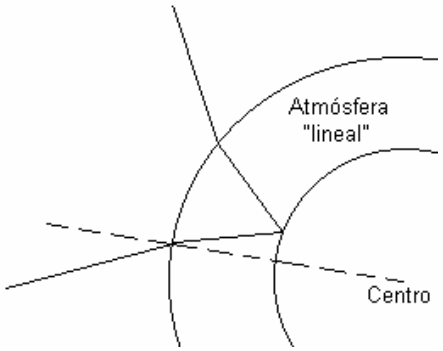


Figura 1: Esquema de la situación

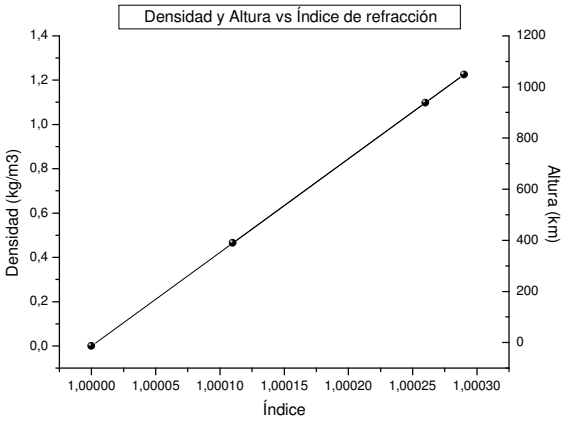


Figura 2: Dependencias del índice de

Nota: Considere el cero de altura como la parte exterior de la atmósfera.

La Tierra intercepta una energía del Sol que en la parte superior de la atmósfera vale 1366 W/m^2. Sin embargo después de considerar varios factores es posible decir que la atmósfera le transfiere a la "superficie" 2,4 x10^{-9} J/m^2 (*efecto invernadero*). La importancia de los efectos de absorción y emisión de radiación en la atmósfera son fundamentales para el desarrollo de la vida tal y como se conoce. De hecho, si no existiera este efecto la temperatura media de la superficie de la Tierra sería de unos -22 ºC, y gracias al efecto invernadero es de unos 14ºC.

2) Considere como "superficie" al casquete comprendido entre el radio de la Tierra y la profundidad media de los océanos (4km). Calcule a cuánta masa de agua equivaldría si este es el único componente de dicha superficie ($c_e(H_2O$ líq) = 1cal gr^{-1} K^{-1}), empleando los datos del párrafo anterior. Compare este valor con la masa "superficial" del planeta asumiéndolo de densidad uniforme. (Masa y diámetro de la Tierra: 5,974 × 10^{24} kg y 12.742,00 km).

A finales de los años 1990 el desacuerdo entre la medición de la temperatura superficial y las mediciones basadas en los satélites era un tema de investigación y discusión. Un informe realizado por el National Research Council que analizaba las tendencias al alza de la temperatura del aire indicó:

Los modelos climáticos predicen generalmente que las temperaturas deben aumentar en la zona superior del aire así como en la superficie si las crecientes concentraciones de gases invernadero están causando un calentamiento.

Aunque comenzaron con los mismos datos, cada uno de los grupos de investigación principales los ha interpretado con diversos resultados. Además de las tendencias de UAH (Universidad de Alabama en Huntsville), Mears et al. calcularon 0,097 ºC/década desde 1979 a 2001, mientras que Fu et al. calcularon, para el mismo período, un aumento aproximado de o 0,2 ºC/década. Un análisis aún más reciente pero aún polémico (Vinnikov y Grody, Science, 2003) calcula una tendencia de +0,22°C a 0,26°C por década.

La tendencia de calentamiento que se aprecia en las mediciones de la temperatura superficial durante los últimos 20 años es sin lugar a dudas cierta y es sustancialmente mayor que el índice medio de calentamiento durante el siglo XX. La disparidad entre las tendencias de la superficie y la de las capas superiores de aire de ninguna manera invalida la conclusión de que la temperatura superficial ha ido en aumento.

Un aumento de 3ºC en la temperatura haría que Londres y Nueva York quedasen bajo el agua.

3) Calcule cuánto debería aumentar la cantidad de calor por unidad de superficie debido a los gases de efecto invernadero para que eso suceda. Y, empleando alguno de los modelos referidos, dé un diagnóstico de qué sucederá si las predicciones fuesen correctas. Dato: 1 cal = 4,18 J.

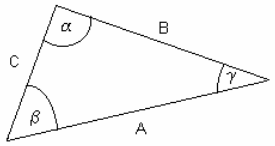
Pero, como se mencionó, el CO_2 no es el único gas de invernadero sino que, peor aún, conlleva un aumento en las proporciones de vapor de agua.

4) Con la energía que calculó en el inciso anterior, ¿cuánto vapor de agua extra habría (en %) en la atmósfera? ¿A cuántas reflexiones de un mismo haz equivaldría esta situación?

Relaciones trigonométricas que pueden serle de utilidad:

Teorema del seno: $\text{sen } \alpha / A = \text{sen } \beta / B = \text{sen } \gamma / C$

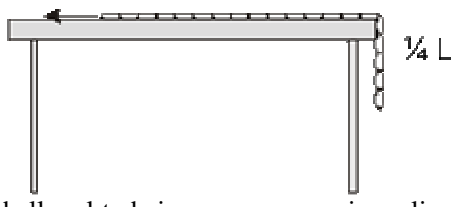
Superficie de una esfera: $4\pi R^2$



PT54. Ciudad de Córdoba. Azul.

Se lanza verticalmente un objeto hacia arriba con una velocidad de V= 100 m/s. El piloto de un helicóptero que se encuentra parado en el aire ve pasar el objeto dos veces (subiendo y bajando); comprueba en su cronómetro que transcurren 10 segundos entre ambos sucesos. Calcular la altura a la que se encuentra el helicóptero. (g = 10 rn/s^2).

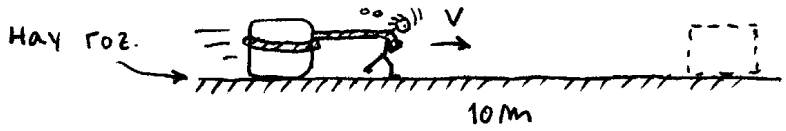
PT55. Ciudad de Córdoba. Azul.



Una cadena de longitud L=2 m y de masa uniformemente distribuida, m=4 Kg, está colocada estirada sobre una mesa de manera que cuelga del borde de la mesa la cuarta parte de su longitud. Suponiendo que no existen rozamientos, hallar el trabajo que es necesario realizar para subir toda la cadena a la mesa, tirando horizontalmente del extremo superior que descansa sobre la mesa. Considérese g=10 m/s^2.

PT56. Ciudad de Córdoba. Azul.

Un tipo que camina con v = 3,6 Km/h arrastra un bloque de P = 50 Kgf una distancia de 10 m. Calcular la potencia Entregada por el tipo. $\mu_d = 0{,}2$.



PT57. San Miguel de Tucumán. Azul.

Se dice que los antiguos y famosos honderos baleares eran capaces de lanzar piedras a una distancia de 500m. La honda tiene un radio de 0,70 m y gira en un plano vertical. Cuando el hondero suelta una de las cuerdas que sujetan la piedra con forma de bola esta sale despedida con una inclinación de 45° y con la misma velocidad lineal cuando un instante antes estaba girando (ver figura). La bola de 50 N se desplaza sobra la superficie bajo la acción de la fuerza F. Al llegar al punto B deja de actuar la fuerza F y la bola se encuentra con un plano inclinado de 50 m de longitud y 10 m de altura. En la gráfica (2) se muestra la variación con el tiempo de la fuerza aplicada y en la gráfica (3) el espacio recorrido por el bloque, hasta los 14 s en función de tiempo. Calcular:

a) La velocidad lineal

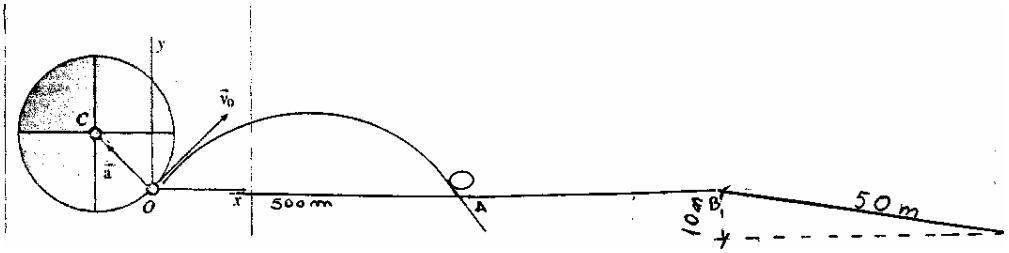
b) la velocidad angular de rotación

c) La energía cinética de la bola a los 14 s

d) Después de los 14 s la bola se encuentra con el plano inclinado. Encontrar en que punto del plano la bola hace contacto con el

e) ¿Que trabajo realizan cada una de las fuerzas? (en el plano inclinado) .

f) La potencia desarrollada por la bola (en el plano inclinado) si baja en lOs



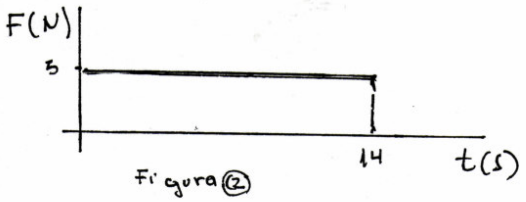


Figura ②

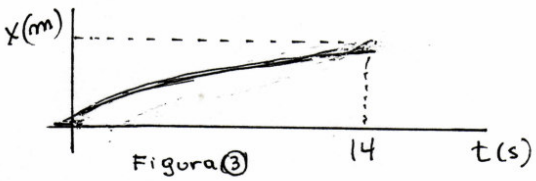


Figura ③

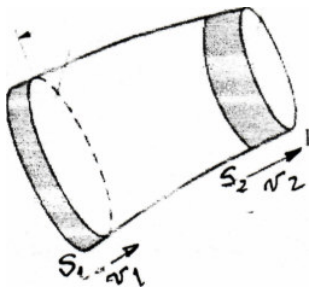
PT58. San Miguel de Tucumán. Azul.

Por la sección Si de una arteria renal, pasan 495 mi de sangre, desarrollando una presión hidrostática o lateral de 68 mmHg y una presión hidrodinámica de 90934,2 dyna/cm^2. Luego la arteria sufre un estrechamiento de tal modo que la sección disminuye 82 a 1/3 de Si. Calcular:

a) La energía cinética en ergios que desarrolla la sangre en Si

b) La velocidad que lleva en S_2

Datos: Densidad de la sangre 1,062 g/cm^3 y el diámetro de S_2 es igual a 0,26 cm



PT58. San Miguel de Tucumán. Azul.

Se dispone de un calentador eléctrico de700 W, una plancha de 1000 W y una lámpara de 100 W (todas diseñadas para funcionar a 220 V). La fuente suministra 220 V con una resistencia interna de 3 Q:

a) ¿Cuanto es la resistencia de cada aparato?

b) ¿Cuanta corriente circula por cada uno y cuanto sería la corriente total si se conectan simultáneamente (en paralelo)?. Dibuja circuito

c) ¿Cuanta la potencia suministrada por la fuente y la consumida por cada elemento?

d) Si uso el calentador eléctrico para calentar hasta la ebullición una mezcla de 200g de hielo y 500 ml de agua que se encuentran a 0°C

¿Cuánto tiempo deberé tenerlo conectado? ¿Cuáles son las suposiciones que realizó para este cálculo?

¿Qué ocurriría si el recipiente que contiene la mezcla pierde energía a una razón de 15 J/s?

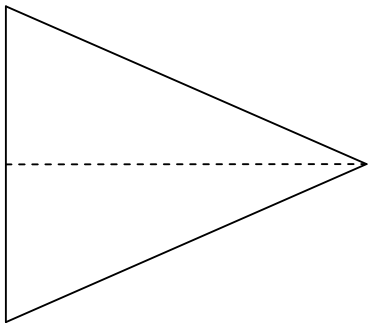
C_{agua}= 1 cal/g°C Lf =80 cal/g.

PT59. Ciudad de Formosa. Azul.

Un rayo de luz que se propaga por el aire, forma un ángulo de incidencia de 45º con la superficie de una capa de hielo. El rayo se refracta dentro del hielo con un ángulo de 30º. a) cuál es el ángulo límite para el hielo?

b) una motita de barro está embutida 1,80 cm por debajo de la superficie del hielo. ¿cuál es su profundidad aparente cuando se mira con incidencia normal?

PT60. Ciudad de Formosa. Azul.



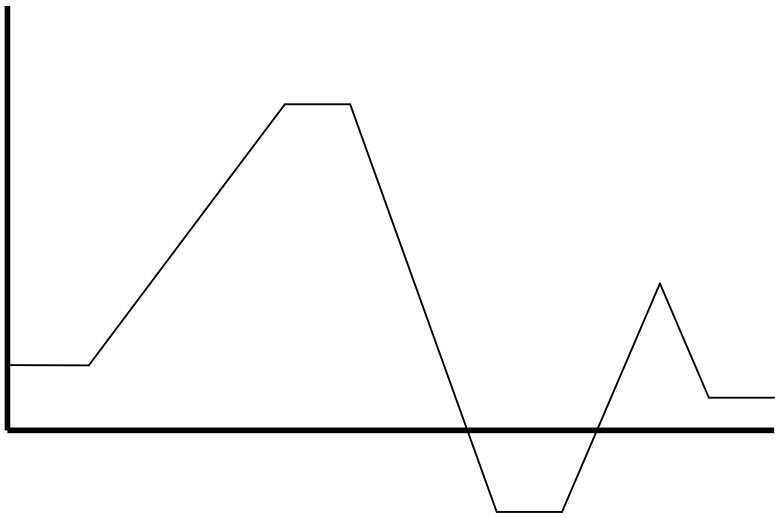
Calcular la intensidad del campo eléctrico en el punto A del triángulo equilátero de la figura. a) ¿qué fuerza actuaría sobre una carga de q = +3,2 x 10^{-8} C , colocada en ese punto?

b) ¿cuánto debería valer Q2 para que el campo eléctrico tenga la dirección del lado que une Q1 con Q3?

c) ¿cual sería la fuerza que actuaría sobre q colocada en A en ese caso?

PT61. Ciudad de Formosa. Azul.

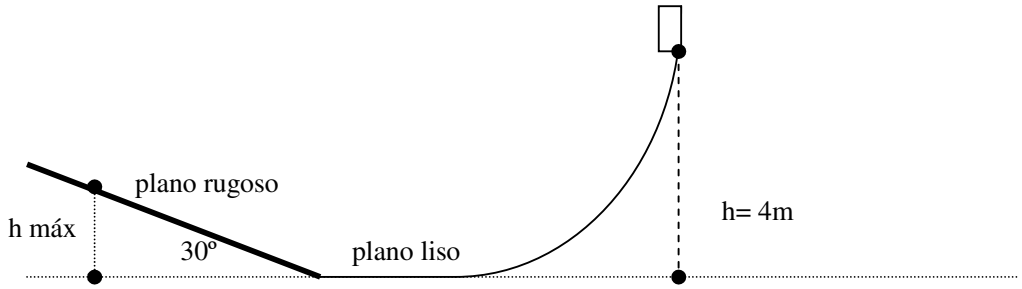
Dado el siguiente gráfico, calcular:



a) ¿en qué intervalos de tiempo el movimiento es uniforme? ¿Por qué?
b) ¿cuánto vale la velocidad en dichos intervalos de tiempo?
c) Calcule el valor de la aceleración, justifique su respuesta.
d) Indique en el gráfico dado el espacio recorrido por el móvil y calcule su valor.
e) Indique en qué momento el móvil llega otra vez al punto origen de su movimiento, por qué?
f) ¿dónde existe aceleración negativa? Justifíquelo.
g) Calcular la aceleración en intervalo de tiempo con movimiento uniformemente variado.
h) Indique en el gráfico dónde se produce dicho movimiento. Y por qué?
i) En qué punto del gráfico toda velocidad se anula? Justifique.
j) Dónde alcanza la aceleración y la velocidad valores máximos y mínimos? Indicar y justificar.
k) Hallar el espacio recorrido por el móvil durante los 8 primero segundos.

PT62. San Salvador de Jujuy. Azul.

Un bloque se desliza hacia abajo por una pista curva sin fricción y después sube por un plano inclinado de 30º. El coeficiente de fricción entre el bloque y la pendiente es de 0,2. Calcule la máxima altura que alcanza el bloque en el plano inclinado.



PT63. San Salvador de Jujuy. Azul.

Un ratón de regreso a su agujero y caminando a velocidad constante de 1m/s, pasa al lado de un gato despertándolo. El gato acelera a razón de 0,5 $m/s^{2.}$ Si el gato está a 5m del agujero del ratón, atrapará el gato al ratón?. Si lo hace , a qué distancia del agujero?.

PT64. San Salvador de Jujuy. Azul.

Un corcho unido a una piedra flota en el seno de un líquido, como indica la figura. a) Calcular el volumen del corcho. b) Explicar cómo se comportaría el conjunto corcho- piedra si se lo colocara en un recipiente sólo con aceite . c) Idem al anterior pero se lo coloca en un recipiente solo con agua.

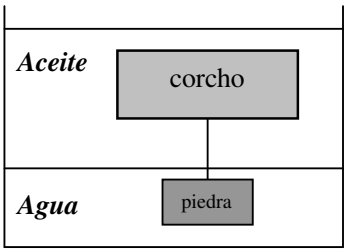
Pe corcho = 0,3 gf/cm^3

P piedra = 200 grf

Pe piedra = 1,2 grf/cm^3

Pe aceite = 0,8 grf/cm^3

Pe agua = 1 grf/cm^3



PT65. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Un electrón comienza su movimiento con una rapidez inicial $v_0 = 5 \times 10^6$ m/s y con un ángulo de 45° con respecto a la horizontal según se muestra en la Figura 1. La dirección del

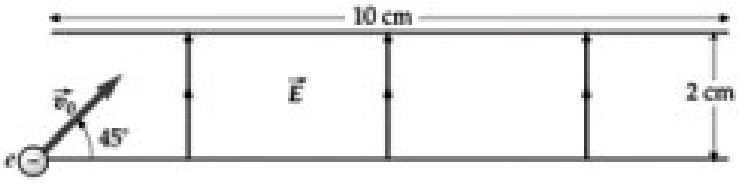


Figura 1

campo eléctrico ***E*** es hacia arriba y su magnitud es de 3.5×10^3 N/C.

($q_e = 1.60 \times 10^{-19}$ C; $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$ Kg)

a. ¿Cuál es la aceleración del electrón? [2]

b. ¿Dónde impacta el electrón? [4]

c. ¿Cuál es la velocidad de la partícula en el momento del impacto? [2]

d. ¿Cuál es la energía del electrón en el momento del impacto con la placa? [2]

PT66. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

a. Dos fuentes puntuales están en fase y se encuentran a una distancia *d* una de la otra sobre el eje vertical. Un patrón de interferencia se observa sobre una línea paralela a la que une a las dos fuentes y a una distancia *D* de las mismas (pantalla) como se muestra en la Figura 1.

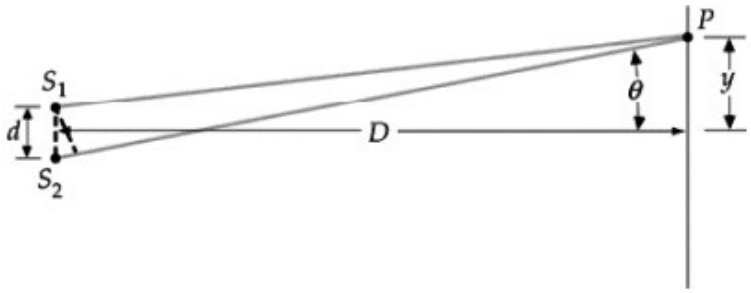


Figura 1

i. Muestre que la diferencia de camino de las dos fuentes hasta algún punto sobre la pantalla para ángulos θ pequeños está dada aproximadamente por $\Delta s = d \sin \theta$. (*Hint:* Considere que las líneas de las fuentes al punto *P* son aproximadamente paralelas.) [2]

ii. Muestre que la distancia y_m desde el máximo central hasta el *m*-ésimo máximo de interferencia está dado aproximadamente por $y_m = m\frac{\lambda D}{d}$. [1]

b. Las dos fuentes puntuales son fuentes sonoras puestas en fase por estar conectadas al mismo amplificador. Ambas están separadas una de la otra por una distancia de 2 m y, en un punto distante a dichas fuentes, paralelo al eje vertical, se observa por primera vez interferencia constructiva para un ángulo $\theta_1 = 0.140$ rad con respecto al eje horizontal y luego para un ángulo $\theta_2 = 0.283$ rad (ver Figura 2.1)(c_{sonido}=340 m/s).

i. ¿Cuál es la longitud de onda de las fuentes sonoras? [2]

ii. ¿Cuál es la frecuencia de las fuentes sonoras? [1]

iii. ¿Para qué otros ángulos se observa interferencia constructiva? [2]

iv. Averiguar el mínimo ángulo para el cual ambas ondas se cancelan. [2]

PT66. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

A. Desde un punto común están suspendidas de dos hilos de igual longitud las esferas **A** y **B** de masas m_1 y m_2 respectivamente. La esfera **A** es soltada desde una altura h_1 según se muestra en la Figura 1.

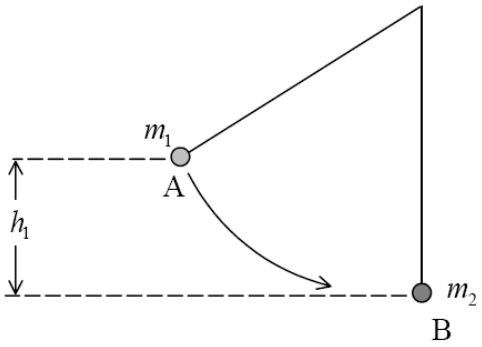


Figura 1

La esfera **A** le pega a la **B** y las dos oscilan juntas hasta alcanzar la altura h_2 como se observa en Figura 2.

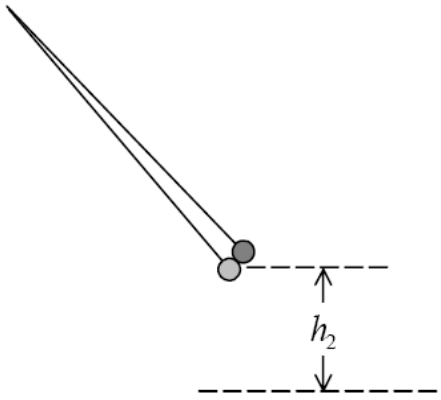


Figura 2

a. Obtenga una expresión para:

i. la velocidad de la masa m_1 inmediatamente antes de chocar con la masa m_2; [2]

ii. las velocidades de las masas m_1 y m_2 inmediatamente después de la colisión. [3]

b. Explique por qué la altura h_2 siempre será menor que la altura h_1. [1]

B. Un satélite de masa m describe una órbita circular alrededor de la Tierra (R_{Tierra}=6.4 $\times 10^3$ km) a unos cientos de metros sobre su superficie.

a. Muestre que el período de la órbita del satélite es 84 minutos. [2]

b. Pruebe que para cualquier satélite con una órbita circular de radio R medida desde el centro de la Tierra

$$\frac{R^3}{T^2},$$

donde T es el período de la órbita del satélite. [2]

PT67. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Exploración a Marte

Uno de los proyecto de la NASA para la exploración de Marte consiste en el envió de dos robots de exploración de superficie llamados "Mars Rovers". El primer robot, llamado "Spirit", fue lanzado el día 10 de Junio de 2003. Dicho día fue especialmente elegido porque las posiciones del Sol, la Tierra y Marte estaban alineadas y, por ende, la distancia entre la Tierra y Marte alcanzaba un valor mínimo. El segundo robot, llamado "Opportuniety", fue lanzado el día 7 de Julio del mismo año. En ese momento la distancia entre la tierra y Marte era un poco más larga que el 10 de Junio.

Suponiendo que la velocidad media de los cohetes que transportaban a los robots era de 13000 km/h.

a) Calcular la distancia en ese día desde la Tierra hasta Marte.
b) Considerando la órbita marciana circular, calcular el período de su orbita.
c) Considerando las órbitas de los dos planetas circulares, calcular la distancia en el día del lanzamiento del segundo cohete entre la Tierra hasta Marte.

Una vez arribados a la órbita de Marte, los robots empiezan la última etapa de aproximación. A 10 km de la superficie marciana se abren unos paracaídas que disminuirán la velocidad de caída de los mismos.

d) Calcular la aceleración gravitacional ejercida por Marte en su superficie y a 10 km de altura de la misma.

Si la fuerza de frenado del paracaídas puede expresarse como: $F_{Frenado} = b \cdot v$ (1)

Donde $F_{Frenado}$ es la fuerza ejercida por el paracaídas, b una constante y v la velocidad de caída del robot.

e) ¿Cuál deberá ser el valor de b para que la velocidad final de caída del robot sea menor a 5 m/s?

Una vez en la superficie marciana, uno de los objetivos de la misión es detectar depósitos subterráneos de agua. El mecanismo de detección usado es medir la variación de la aceleración de la gravedad debido a dichos depósitos subterráneos.

f) Si la sensibilidad del sensor es del orden 0,1 %, ¿cuál es la masa mínima del depósito que se podrá detectar? (Considere el depósito esférico y ubicado justo debajo de la superficie)

Datos:

Masa de Marte	***6,42 x10^{23} kg***
Radio medio de Marte	***3389,5 km***
Radio orbital terrestre	***149,60 x10^{6} km***
Radio orbital marciano	***206,62 x10^{6} km***
Masa del robot	***820 kg***
Masa del sol	***1,99 x10^{30} kg***

PT68. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

¿Cómo funciona una lámpara incandescente?

En este problema analizaremos el funcionamiento de una lámpara incandescente. Dichas lámparas producen luz mediante el calentamiento, por efecto Joule, de un filamento metálico, hasta ponerlo al rojo blanco, mediante el paso de corriente eléctrica.

a) Considerando la geometría del filamento, calcular la resistencia del mismo a temperatura ambiente.

La resistencia del filamento es muy sensible a la temperatura del mismo. Dicha relación se puede caracterizar a través de la siguiente ley empírica:

$$R(T) = R(T_0) \cdot \left(\frac{T}{T_0}\right)^{\mu} \qquad (1)$$

Donde $R(T)$ es la resistencia a la temperatura T, $R(T_0)$ es la resistencia a la temperatura T_0 y μ es una constante.

b) Dado que la potencia nominal de la lámpara es de 60 W, calcular la resistencia de trabajo del filamento, la corriente que circula por la misma en el instante inmediato posterior a ser encendida y la corriente cuando la misma alcanza la temperatura de trabajo.

c) Considerando el resultado del punto anterior y la ecuación 1, calcular la temperatura de trabajo del filamento.

La potencia irradiada por la lámpara se calcula utilizando la ley de Stefan-Boltzman:

$$P = \sigma \cdot e \cdot A \cdot (T^4 - T_0^4) \qquad (2)$$

Donde P es la potencia, σ es la constante de Stefan-Boltzmann, e la emisividad del tungsteno, A el área de irradiación, T la temperatura del cuerpo y T_0 la temperatura del exterior.

d) Calcular la emisividad del tungsteno a la temperatura de trabajo, considerando que toda la potencia eléctrica se irradia.

e) Encuentre una expresión para la relación entre la temperatura de trabajo y la tensión aplicada a la lamparita.

f) Considerando que la temperatura de fusión del tungsteno es 3422□°C, calcular la máxima tensión que es posible aplicar a la lamparita (puede considerar la emisividad como constante).

Datos:

μ	1,2
T_0	20ºC
Diámetro del filamento	$2{,}5 \times 10^{-5}$ m
Longitud del filamento estirado	0,45 m
Resistividad del tungsteno a T_0	$5{,}60 \times 10^{-8}$ Ω.m
σ	$5{,}67 \times 10^{-8}$ W/m^{2}K^4

PT69. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Fibra Óptica y Colores

La fibra óptica es una guía de ondas dieléctrica que opera a frecuencias ópticas. Cada filamento consta de un núcleo central de plástico o cristal (óxido de silicio y germanio) con un alto índice de refracción $n_{Núcleo}$, rodeado de una capa de un material similar con un índice de refracción ligeramente menor $n_{Revestimiento}$. Cuando un haz de luz llega a una superficie que limita con un índice de refracción menor, se refleja en gran parte, cuanto mayor sea la diferencia de índices y mayor el ángulo de incidencia, se habla entonces de reflexión interna total. Así, en el interior de una fibra óptica, la luz se va reflejando contra las paredes en ángulos muy abiertos, de tal forma que prácticamente avanza por su centro. De este modo, se pueden guiar las señales luminosas sin pérdidas por largas distancias.

Una fibra óptica de longitud ***L*** y radio del núcleo ***R,*** se encuentra tapada en un extremo por una lámina transparente de índice de refracción ***n***. Al colocar la lamina en la trayectoria de entrada de un haz de luz, se produce que dicho haz se desplace una distancia ***d*** como se muestra en la ***figura 1***.

a) Hallar la distancia ***d*** (desfasaje) en función del espesor ***e***, del índice de refracción ***n*** y del ángulo θ del haz incidente lámina respecto al eje horizontal. Suponer valida la aproximación paraxial y resolver sin la fibra óptica.

El haz incidente esta compuesto de luz violeta, amarilla y roja. El índice de refracción del núcleo de la fibra óptica es $n_{Núcleo}$ = 1,47, el índice de refracción del revestimiento de la fibra óptica es $n_{Revestimiento}$ = 1,45 y el índice de refracción ***n*** se indica en la ***tabla 1.***

Haz	*n*
Violeta	1,67
Amarillo	1,62
Rojo	1,59

Tabla 1: *índice de refracción para diferentes longitudes de onda*

b) Dados ***e*** igual a 1 mm y un ángulo de incidencia de 5°, calcular el desfasaje del haz de cada color en la interface de la lámina y el núcleo de la fibra óptica.

c) Calcular el ángulo α de reflexión del haz sobre el revestimiento. ¿Para que rango de funciona la fibra óptica?

d) Calcular el desfasaje de cada haz al salir de la fibra óptica suponiendo que se traslada por el núcleo de la misma.

e) ¿Puede existir interferencia entre los tres haces en un punto fuera de la fibra?

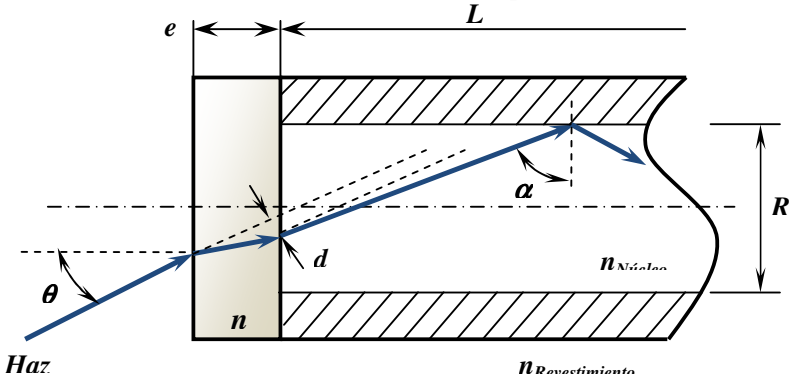
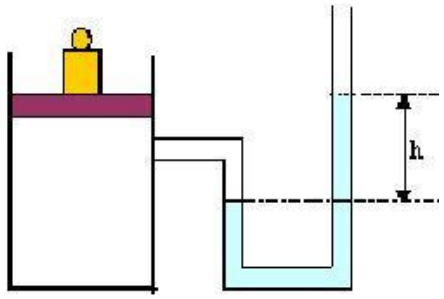


Figura 1: *Fibra óptica con lámina transparente*

PT70. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

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



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

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

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

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

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

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

c) La cantidad de calor intercambiada en el proceso.
d) La variación de energía interna.
e) El trabajo del trabajo total realizado en el proceso.

Cp = 0,237 cal /g °C $\gamma = 1,4$

Masa molar del aire = 28,9 g /mol δ agua = 1 g /cm^3

R = 0,082 atm l / K mol 1atm = 1033,6 gf /cm^2 101300 Pascales 1 joule = 0,24 cal

PT71. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

Un Strain Gage (galga estensiométrica), es un mecanismo que utiliza el cambio de la resistencia eléctrica de un alambre o elemento semiconductor de resistencia, sometido a esfuerzo, para medir diferencia de presión.

El Strain Gage cambia un movimiento mecánico en una señal eléctrica cuando la resistencia varía por compresión o tensión. El cambio en la resistencia es una medida de la diferencia de presión que produce la distorsión mecánica.

Los transductores de presión tipo Strain Gage proporcionan un medio conveniente y confiable para medir diferencia de presión de gases y líquidos. Son especialmente adecuados para ser utilizados en sistemas viscosos y corrosivos.

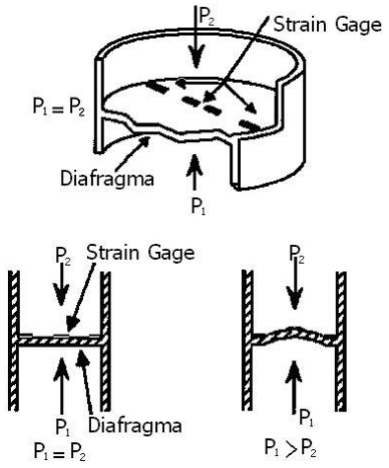


Figura 1 *Empleo del strain gage en mediciones de presión*

Independientemente del tipo de Strain Gage utilizado, casi siempre se emplea un circuito eléctrico con un puente de Wheatstone. La variación en la resistencia ΔR cambia el voltaje de salida del puente.

Esta señal frecuentemente requiere compensación por cambios en la temperatura del proceso. El método más común para realizar esta compensación, es utilizando una resistencia de compensación en el puente de Wheatstone.

Se define el factor gage del material como G= (ΔR/R)/ (ΔL/L), donde L es la longitud de la galga, ΔL su correspondiente variación y ΔR , la variación de la resistencia

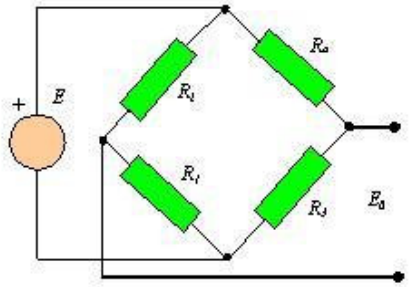


Figura 2 *Puente de Wheatstone*

a) Para el circuito de la fig 2, y suponiendo que R_1=R es el strain gage, y que R_2=R_3=R_4=R no varían con la temperatura (o lo hacen de modo que dichas variaciones se compensan), deduzca la ganancia E_0/ E.

b) Determine la mínima longitud que debe tener la galga para estiramientos del orden de los micrones, si la resistencia ha aumentado en un 30% y es de un material con G>1,6.

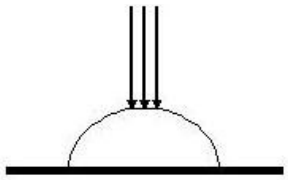
c) ¿Cómo armaría un dispositivo que permita medir presión sanguínea y de qué manera lo calibraría?

PT72. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

Una semiesfera de cuarzo tiene un volumen de 16,75 dm^3 y se coloca apoyada sobre su cara plana en una mesa.

Desde una distancia desconocida se enciende una linterna muy potente, de modo tal que un haz de luz luminoso de rayos paralelos de 1,57 cm^2 de sección transversal, incide y penetra en la semiesfera. Hallar el diámetro del círculo luminoso que se forma sobre la mesa.

Índice de refracción del cuarzo = 1,46



PT73. Olivos, Buenos Aires. Azul.

Los Juegos Olímpicos de Pekín (Beijing) 2008 están llegando a su fin. La oportunidad de observar distintas pruebas atléticas no hace más que recordarnos la importancia de la física, en particular de la mecánica, en el rendimiento de estos atletas. Refiriéndonos en particular a las pruebas de lanzamiento y de salto, responda las siguientes preguntas, realizando las estimaciones necesarias en el caso de necesitar datos adicionales.

a) En la prueba de lanzamiento de disco, el estonio Gerd Kanter, mejor lanzador de disco este 2008, añadió con una marca de 68,82 m el título olímpico al mundial que había conquistado el año pasado en Osaka.

Despreciando el rozamiento con el aire, y asumiendo que el lanzamiento del disco representa un tiro oblicuo (projectile motion), suponiendo un ángulo inicial de 45º, determine la velocidad lineal inicial impartida al disco por el atleta.

b) La técnica del lanzamiento de disco utiliza varios giros del atleta sobre si mismo en el momento previo al lanzamiento, con el objetivo de alcanzar una alta velocidad lineal, al lanzar el disco por la tangente. Para la velocidad inicial determinada en el punto anterior, determine la velocidad angular, asumiendo una longitud del brazo del atleta de 1 m

c) Si bien el ángulo teórico de mayor alcance para un tiro oblicuo es de 45`, esto es estrictamente correcto para un lanzamiento que comienza y termina a la misma altura. Determine si el ángulo inicial de lanzamiento debe ser ligeramente mayor o menor a este valor teniendo en cuenta que el punto de lanzamiento es a una altura inicial de alrededor de 1.5 m, (dependiendo obviamente de la altura del

atleta) y la altura final es efectivamente de 0 m, a nivel de piso. Cuantifique esa diferencia. (Tenga en cuenta que, utilizando las ecuaciones básicas de tiro oblicuo, puede llegar a una expresión de la altura (y) en función del alcance (x). Trabajando con esa expresión es posible determinar los alcances para diferentes ángulos, asumiendo una altura determinada, si bien tendrá que tener en cuenta que la ecuación a la que puede llegar representa una parábola que pasa por el origen, con lo que necesitará contemplar un movimiento de los ejes cartesianos.

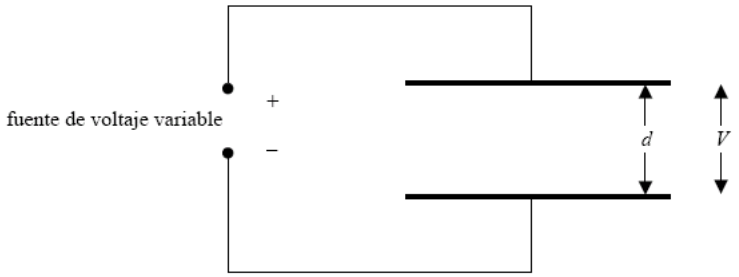
d) En otra prueba, el salto en largo, tanto la posición inicial como la final del atleta es en contacto con el piso. Sin embargo, teniendo en cuenta la posición del centro de masas, ocurre algo similar al punto c) de este problema. Explique.

e) En la prueba de salto con garrocha hubo este año un gran desarrollo en las mujeres, donde se batió el record mundial, llegando la atleta rusa Yelena Isinbayeva, a saltar 5.05 m. En base a esta altura, estime la velocidad final lograda por la atleta en el momento del salto. (Tenga en cuenta que en el punto más alto del salto la atleta, en posición horizontal, tiene una velocidad horizontal muy baja y tiene una máxima energía potencial, y que al momento de clavar la garrocha previo al salto ha desarrollado su máxima energía cinética. Tenga en cuenta la posición del centro de masa de la atleta).

PT74. Olivos, Buenos Aires. Azul.

Esta pregunta trata sobre la medición de la permitividad del espacio vacío ε_0 (epsilon sub cero).

El diagrama siguiente muestra dos placas conductoras paralelas conectadas a una fuente de voltaje variable. Las placas tienen áreas iguales y están a una distancia d.



La carga *Q* en una de las placas se mide para distintos valores de la diferencia de potencial *V* aplicada entre las placas. Los valores obtenidos se muestran en la tabla inferior.

Voltaje *V*, en V. ± 5%	Carga *Q*, en nC. ± 10%
10,0	30
20,0	80
30,0	100
40,0	160
50,0	180

a) Represente los valores en un gráfico con las incertezas correspondientes.

b) El gradiente del gráfico es una propiedad de las dos placas que se conoce como *capacitancia*. Deduzca las unidades de la capacitancia.

La relación entre Q y V para este caso viene dada por la expresión

$$Q = \frac{\varepsilon_0 A}{d} V$$

en donde A es el área de una de las placas.

En este experimento concreto $A = 0{,}20\text{m}^2$ y $d = 0{,}50\text{mm}$.

c) Determine el valor de la permitividad del espacio vacío con su correspondiente incerteza.

El siguiente texto ha sido tomado de Wikipedia:

"La permitividad del espacio vacío es una constante física que describe cómo un campo eléctrico afecta y es afectado por un medio. La permitividad del vacío ε_0 es $8{,}8541878176 \times 10^{-12}$ F/m."

d) Sabiendo que F es una unidad equivalente a C V^{-1}, compare el resultado obtenido de su gráfico con el dado aquí.

PT75. Olivos, Buenos Aires. Azul.

1. La masa de un electrón es de $9{,}1 \times 10^{-31}$ kg y la de un protón es de $1{,}7 \times 10^{-27}$ kg. ¿Cuál de las siguientes es la diferencia en orden de magnitud entre las masas del electrón y el protón?

   A. 10,8

   B. 7,4

   C. 5,4

   D. 3

2. Los submúltiplos de las unidades pueden expresarse mediante prefijos. ¿Cuál de las siguientes respuestas presenta los prefijos en orden de magnitud **decreciente**?

A.	centi-	micro-	mili-	nano-
B.	mili-	centi-	nano-	micro-
C.	centi-	mili-	micro-	nano-
D.	mili-	micro-	centi-	nano-

3.

¿Cuál de las siguientes respuestas incluye tres cantidades vectoriales?

A.	velocidad	peso	intensidad de campo
B.	peso	masa	intensidad de campo
C.	velocidad	energía	peso
D.	masa	energía	intensidad de campo

4.

¿Cuál de las siguientes es la condición necesaria para que un objeto se encuentre en equilibrio de traslación?

A. Las líneas de acción de todas las fuerzas que actúan sobre el objeto deben pasar por un único punto.

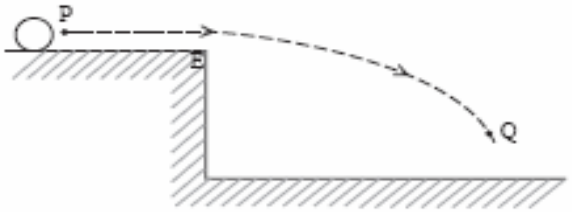
B. Toda fuerza debe estar compensada por otra fuerza que sea igual en módulo pero de sentido opuesto.

C. La resultante de todas las fuerzas que actúan sobre el objeto en cualquier dirección debe ser nula.

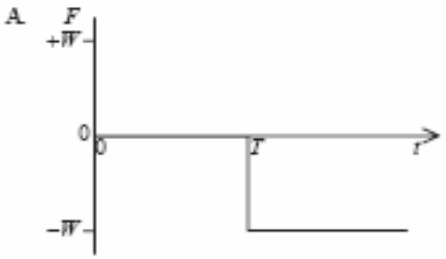
D. La fuerza total hacia arriba sobre el objeto debe ser igual a la fuerza total hacia abajo.

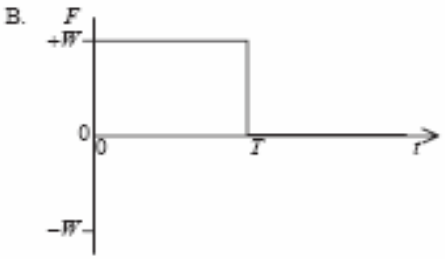
5.

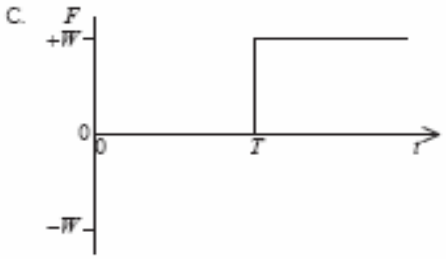
Una pelota de peso W se desliza a lo largo de una superficie sin rozamiento, como se muestra a continuación.

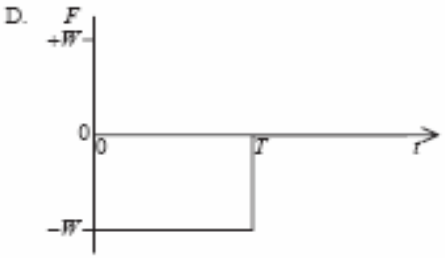


En el instante T, la pelota se ha movido desde el punto P hasta el borde E de la superficie. A continuación, la pelota cae libremente hasta el punto Q. ¿Qué gráfico muestra mejor la variación con el tiempo t de la fuerza vertical F **resultante hacia arriba** que actúa sobre la pelota entre los puntos P y Q?

A.


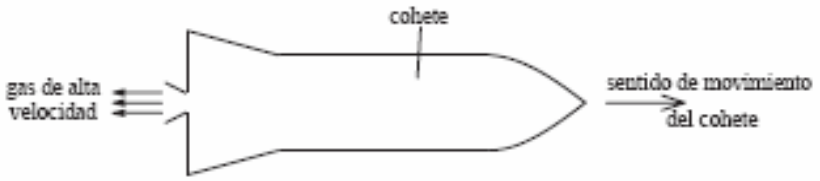
B.


C.


D.


6.

El motor de un cohete expulsa gas a alta velocidad, tal como se muestra a continuación.



El cohete acelera hacia adelante porque

A. el momento lineal del gas es igual pero de sentido opuesto al momento lineal del cohete.

B. el gas empuja el aire en la parte posterior del cohete.

C. el cambio en momento lineal del gas da lugar a una fuerza sobre el cohete.

D. el gas expulsado crea una región de alta presión detrás del cohete.

7.

Un carrito sin rozamiento de masa m se desliza cuesta abajo por una pendiente con aceleración constante a. Un segundo carrito similar también sin rozamiento tiene masa $2m$. La aceleración del segundo carrito al deslizarse cuesta abajo es

A. $\frac{1}{2}a$.

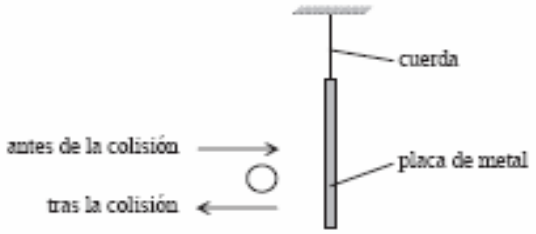
B. a.

C. $2a$.

D. $4a$.

8.

Una placa de metal estacionaria cuelga libremente de una cuerda. Una bola de acero, desplazándose en dirección horizontal, golpea la placa. La velocidad de la pelota tras la colisión disminuye, pero se mantiene en la dirección horizontal, como se muestra a continuación.

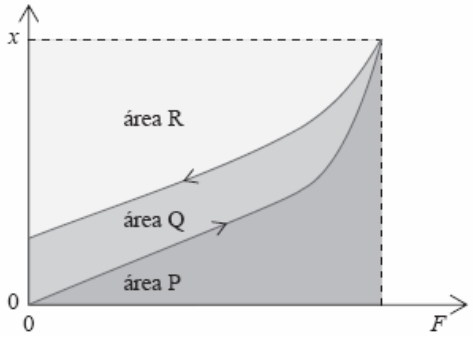


¿Cuál de las siguientes opciones proporciona un enunciado correcto, y una razón válida, del tipo de colisión entre la bola y la placa?

	Tipo de colisión	Razón
A.	inelástica	La esfera ha alterado su momento lineal durante la colisión.
B.	inelástica	La esfera ha perdido energía cinética durante la colisión.
C.	desconocida	La variación en el momento lineal de la placa durante la colisión es desconocida.
D.	desconocida	La energía cinética de la placa tras la colisión es desconocida.

9.

Una fuerza estira un cable que está fijo por un extremo. El valor de esta fuerza aumenta desde cero hasta un valor máximo para después volver a cero. La gráfica siguiente muestra la variación con la fuerza F de la extensión x del cable.



¿Qué área, o áreas, representa el trabajo neto efectuado por la fuerza sobre el cable?

A. Área P

B. Área Q

C. Área R

D. Área Q y R

10

Un pedazo de metal se encuentra inicialmente a una temperatura de 100 °C. Se calienta el metal de modo que su temperatura asciende en θ grados, medidos en la escala Celsius. El ascenso en temperatura, medido en la escala Kelvin, será de

A. $\theta - 273$.

B. θ.

C. $\theta + 273$.

D. $\theta + 373$.

11.

Los metales son, por lo general, mejores conductores térmicos que los no metales. La explicación de esta diferencia consiste en que, en un metal, el principal medio de transferencia de energía consiste en

A. las vibraciones de red.

B. los electrones libres.

C. los iones positivos.

D. los fotones.

12.

Una gran masa M de hielo de calor latente L se encuentra en su punto de fusión (0 °C). Se vierte una pequeña masa m de agua a θ °C sobre el bloque de hielo. El calor específico del agua es S. ¿Cuál de las siguientes expresiones es correcta para la masa de hielo derretido?

A. $\frac{mL}{S\theta}$

B. $\frac{mS\theta}{L}$

C. $\frac{MS\theta}{L}$

D. $\frac{ML}{S\theta}$

13.

La notación nuclear para el litio-7 es ${}^{7}_{3}\mathrm{Li}$. ¿Cuál de las siguientes cantidades es la masa de 1 mol de litio-7?

A. 10 g

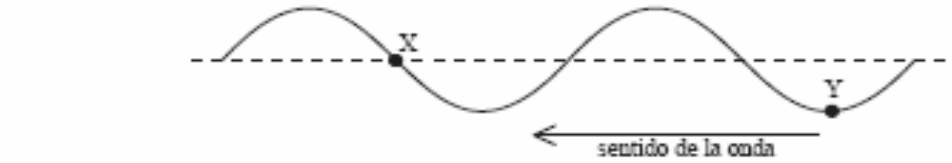
B. 7 g

C. 4 g

D. 3 g

14.

El diagrama siguiente muestra una onda transversal sobre una cuerda. La onda se desplaza de derecha a izquierda.

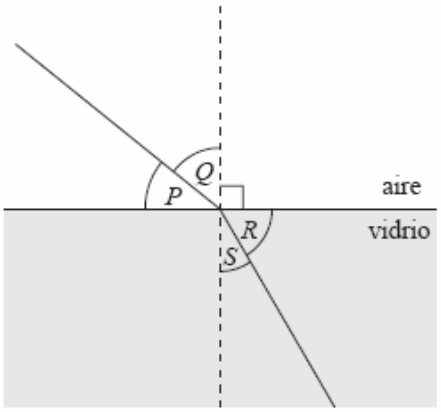


En la posición mostrada, el punto X tiene desplazamiento nulo y el punto Y está en una posición de desplazamiento máximo. ¿Cuál de las siguientes respuestas da los sentidos de desplazamiento subsiguientes de los puntos X e Y?

	Punto X	Punto Y
A.	izquierda	izquierda
B.	arriba	arriba
C.	abajo	izquierda
D.	abajo	arriba

15.

Un haz de luz incide sobre una frontera aire – vidrio tal como se muestra a continuación.



¿Cuál de las siguientes es una expresión correcta de la ley de Snell?

A. sen P = constante × sen R

B. sen P = constante × sen S

C. sen Q = constante × sen R

D. sen Q = constante × sen S

16.

¿Cuál de las siguientes definiciones describe correctamente la velocidad de onda en el caso de una onda estacionaria?

A. La diferencia en velocidad de las dos ondas en movimiento que dan lugar a la onda estacionaria.

B. La velocidad de una de las ondas en movimiento que da lugar a la onda estacionaria.

C. La velocidad de transferencia de energía entre ondulaciones internodales vecinas de la onda estacionaria.

D. La velocidad máxima de una partícula en un antinodo de la onda estacionaria.

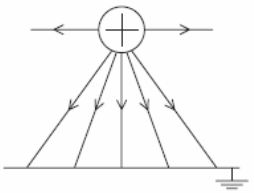
17.

Dos cargas puntuales de magnitudes $+2Q$ y $-Q$ están fijas en las posiciones que se muestran a continuación. ¿En qué punto es más probable que el campo eléctrico debido a las dos cargas sea cero?

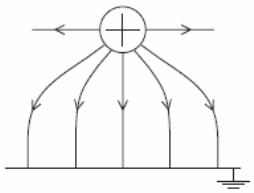
18.

¿Cuál de los siguientes diagramas representa mejor la disposición del campo eléctrico entre una esfera conductora con carga positiva y una placa metálica conectada a tierra?

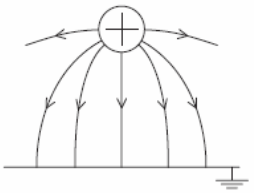
A.



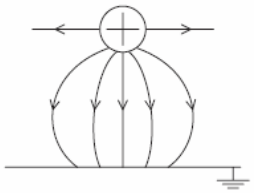
B.



C.

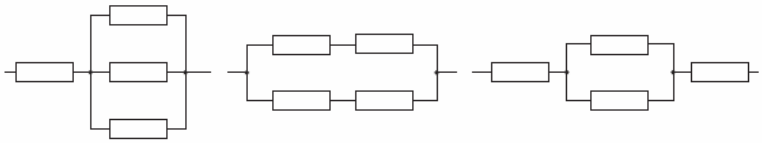


D.



19.

Los resistores en cada uno de los circuitos que se muestran a continuación tienen todos la misma resistencia.



circuito P circuito Q circuito S

¿Cuál de las siguientes respuestas enumera los circuitos por orden de resistencia total **creciente**?

A. P Q S

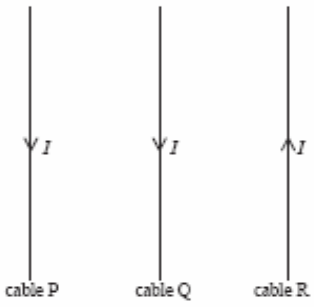
B. Q P S

C. S Q P

D. P S Q

20.

El diagrama siguiente muestra tres cables paralelos P, Q y R a distancias iguales.



Las corrientes en los cables son todas de la misma magnitud I y en el sentido indicado. La fuerza resultante sobre el cable Q debida a la corriente en los cables P y R es

A. perpendicular y hacia dentro del plano del papel.

B. perpendicular y hacia fuera del plano del papel.

C. en el plano del papel hacia la derecha.

D. en el plano del papel hacia la izquierda.

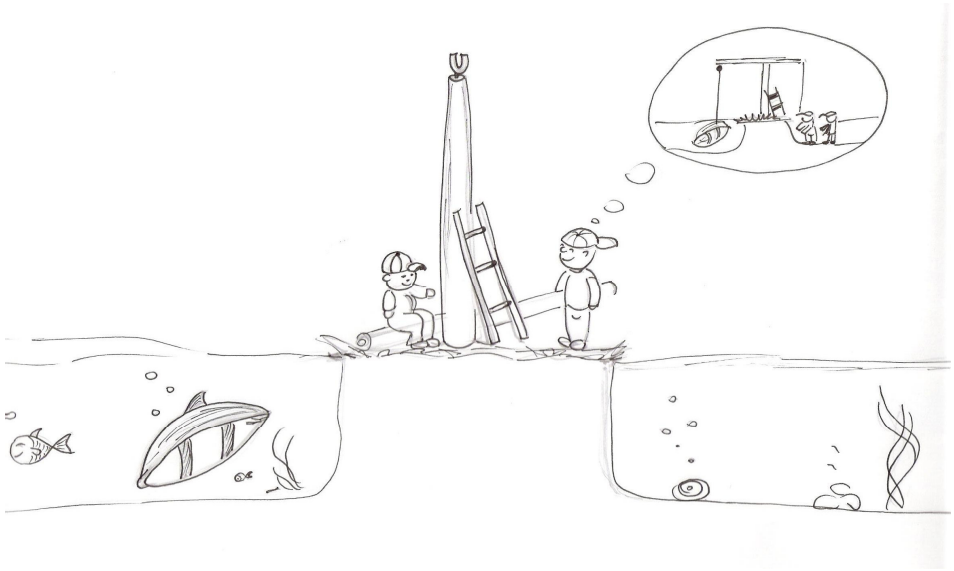
PT76. General Alvear, Mendoza. Azul.

En un recipiente idealmente aislado, que contiene 0,750 L de alcohol etílico a -24 ºC se introduce un alambre de nichrome arrollado de 15,00 m de largo y de 0.40 mm^2 de sección conectado a una fuente de corriente continua de 12 V(el alambre se encuentra a -24 ºC). Suponiendo que todo el calor es absorbido por el alcohol; ¿Cuánto tiempo debe estar conectado el dispositivo para que todo el alcohol se transforme en vapor a 78 ºC? ¿Qué volumen de alcohol en estado gaseoso se obtiene?

Nota: alcohol etílico: punto de fusión: -114 ºC, punto de ebullición: 78 ºC, densidad (l): 780 kg/m^3, calor específico: 0,58 cal/g-ºC, calor latente de fusión: 25 kcal/kg, calor latente de vaporización: 204 kcal/kg, masa molar 46 g, presión atmosférica: 750 mm Hg resistividad específica nichrome 1,00 x 10^6 Ω-m.

PT77. General Alvear, Mendoza. Azul.

Un grupo de niños se encuentran jugando en un bote de hierro a la orilla de un lago. El bote tiene una inscripción en el costado que dice "Carga Máxima 200 kg" y posee una masa 80 kg. Se suben varios niños y el bote se hunde. Nota: densidad Fe= 7,80 g/cm^3, densidad del agua =1,025 g/cm^3, masa de cada niño= 40 kg, volumen de cada niño=35 L, largo del palo= 5 m



a) Calcular el volumen de hierro que posee el bote.
b) Calcular el volumen de agua que desplaza el bote cuando esta con la carga máxima.
c) Calcular la presión sobre el bote sumergido a 2 m de profundidad.
d) Calcular la fuerza que debería hacer un niño sumergido para levantar el bote dentro del agua.
e) Suponiendo que los niños toman el palo y lo colocan sobre el poste. ¿Qué fuerza deben hacer del otro lado de la palanca para sostener el bote dentro del agua? ¿y para elevarlo sobre el agua?
f) Uno de los niños sugiere que sumergidos en el agua del otro lado del lago podrán realizar más fuerza. Suponiendo que se sumergen en un 90 %, ¿Cuántos niños deben tirar de la cuerda?

PT78. General Alvear, Mendoza. Azul.

Miguel construye la vivienda para su familia con mucho esfuerzo. Para economizar dinero decide realizar la instalación eléctrica solo. Debe conectar un aire acondicionado de 2000 W, un televisor a color de 100 W, una heladera de 500 W, un horno microondas de 625 W, un secador de pelo 1200 W, un tostador de 950 W, siete lámparas de 100 W, un horno eléctrico de 3500 W.

Tiene una térmica de 20 A, dos de 15 A, cables de 4 mm^2, 3 mm^2 y 1,5 mm^2.

Realiza las conexiones más conveniente para Miguel. La instalación debe ser económica y segura.

Nota: cada mm^2 de cable permiten el pasaje de aproximadamente 6 A. Tensión: 220 V. La vivienda posee dos habitaciones, un living, una cocina y un baño.

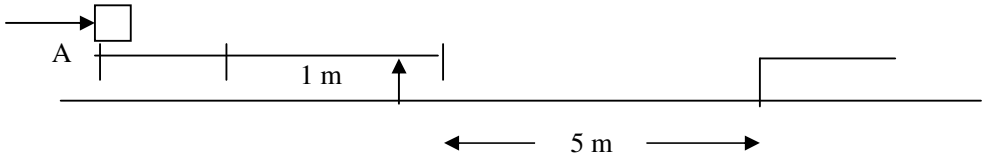
Por el momento Miguel trabaja en las noches colocando los caños de la instalación y se alumbra con una portátil con una lámpara incandescente de 100 W.

a) ¿Cuánta energía transforma durante una hora?
b) ¿Cuánta corriente circula por la lamparita?
c) ¿Cuál es la resistencia del filamento?

PT79. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Un auto de 200 kg de masa pasa por el punto A con una velocidad de 60 km / h y 6 segundos después pasa por el punto B con una velocidad de 30km / h.

A partir de B sigue con la misma velocidad hasta llegar, después de 5 segundos, al punto C (ver figura)



a) Calcula la distancia recorrida desde A hasta C (Xo = 10 m)
b) Grafica a - t, v - t y x - t en el tramo AC

El conductor, que estaba hablando por celular sin cumplir con las normativas vigentes, no vio la señalización que indicaba que el camino terminaba en C por haber un tremendo pozo casi un cráter de 5 m de largo por 1 m de profundidad que se debe reparar (ver figura).

Al mejor estilo del "auto fantástico" justo en el punto "C" el conductor logra inclinar el auto un ángulo de 30º con respecto al plano AC.

c) ¿Logra pasar el pozo? Justifica tu respuesta.
d) ¿En qué lugar a partir de "C" el auto vuelve a tocar el piso?

Si el ángulo de inclinación del auto con respecto al plano AC es de 60º,

e) ¿el auto pasaría el pozo? Justifica tu respuesta.
f) ¿En qué lugar a partir de "C" el auto vuelve a tocar el piso?
g) Saca una conclusión comparando los resultados de los ítem d) y f)

Si el conductor no cambiaba la dirección del auto con respecto a AC,

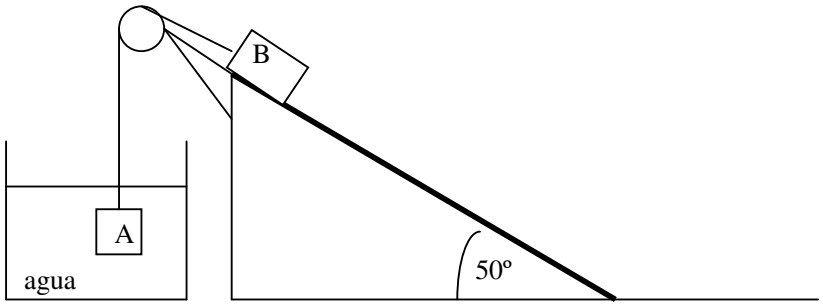
h) ¿hubiera logrado pasar el pozo? Justifica la respuesta.

Nota: desprecie todo tipo de rozamiento

Considere: $g = 10\ m / s^2$

PT80. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Un cubo "A" de 5 cm de arista tiene una masa de 20 kg se lo sumerge totalmente en agua quedando en equilibrio como se ve en la figura y despreciando cualquier rozamiento.



a) ¿Cuál es el peso del cuerpo "B"?

b) ¿Cuál es el peso específico del cuerpo "A"?

Por una causa que se desconoce y se esta investigando, se corta el hilo y el cuerpo "B" comienza a moverse por una superficie de coeficiente dinámico de rozamiento 0,2; tardando 10 segundos en llegar a la base del plano inclinado.

c) ¿Con qué velocidad llega el cuerpo "B" a la base del plano inclinado?

Cuando el cuerpo "B" llega al plano horizontal, sin rozamiento, comienza a frenarse debido a una fuerza constante de 10 N hasta detenerse.

d) ¿Cuánto tiempo tardará el cuerpo "B" en detenerse en el plano horizontal?

Considere: $g = 10\ m / s^2$ $\rho_{agua} = 1\ gf / cm^3$

PT81. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

A - Un iceberg de forma cúbica y 100 m de lado está a una temperatura de 0ºC.

a) Cuánta energía tiene que recibir para fundirse y convertirse en agua a 0ºC?

b) ¿Cuántos kg de gasoil habrá que quemar para obtener esa energía?

Datos: $\delta_{hielo} = 900\ kg / m^3$

Calor latente de fusión del agua = 80 cal / g

Poder calorífico del gasoil = $1{,}1\ 10^4$ kcal / kg

B - Un atleta desarrolla durante una carrera una potencia de 1100 W en 20 s

Si el atleta sólo metaboliza el 25 % de la energía suministrada por el azúcar

¿Qué Cantidad de azúcar debe tomar para compensar la energía gastada?

Dato: Calor latente de combustión del azúcar = $2{,}1\ 10^4$ J / g

C - Un generador eléctrico tiene una potencia de 150 KW y la velocidad del viento en la zona le permite producir energía durante 8 h por día ¿Cuántos litros de agua se pueden calentar de 15ºC a 60ºC con la energía producida por el generador en un día?

Datos: 1 Joule = 0,24 cal

$Ce_{agua} = 1$ cal/gºC

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

PT82. San Miguel de Tucumán. Verde.

Una pequeña esfera de densidad ρ_m flota en agua con la mitad sumergida, siendo ρ_a la densidad del agua.

a- ¿Cuál es la densidad del material?

Posteriormente se coloca la esfera en el fondo de un depósito de 2m de profundidad y luego se suelta.

b- ¿Cuál será la aceleración de la esfera mientras se mueve en el agua? Desprecie los efectos de fricción en el agua.

c- ¿Qué altura alcanzará la esfera sobre el nivel de agua?

PT83. San Miguel de Tucumán. Verde.

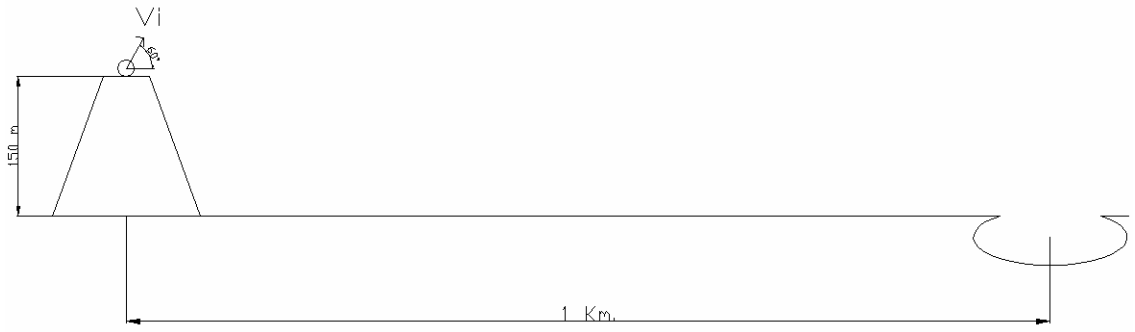
Una roca de 2 Kg. Es expulsada por un volcán en erupción, como muestra la figura, y cae sobre un charco de agua ubicado a 1 Km. del centro del volcán; demorando 40 segundos en llegar al charco.

a) suponiendo que en el charco hay aproximadamente 20 litros de agua que se encontraban a 20 ºC y que a caer la roca, la temperatura se elevó a 70 ºC; calcular la cantidad de calor entregada por la roca. Considerar que no hay pérdida de calor al ambiente.

b) calcular la velocidad con que es expulsada la roca del volcán.

c) calcular la altura máxima que alcanza la roca.

d) calcular la energía total que el volcán le transfiere a la roca. Suponiendo que hubo una perdida del 15 % de la energía calórica inicial durante su trayectoria aérea.



Calor específico del agua: 1 cal/g ºC

PT84. San Miguel de Tucumán. Verde.

Un medidor de distancia lineal, usualmente utilizado por compañías de instalación de cañerías o cableados subterráneos, puede ser construido empleando una rueda de masa M y de un metro de circunferencia, a la que se le agrega un dispositivo de lectura para registrar el número de vueltas de la rueda, correspondiente a la distancia a medir (en este caso el número de vueltas es igual a la distancia medida, expresada en metros).

El dispositivo de lectura incluye, entre otras cosas, colocarle en el interior de la circunferencia de la rueda, un aparato de masa m cuyo paso es registrado en cada vuelta por un contador, sin ninguna acción mecánica entre ellos. A la rueda se le aplica sobre su centro O (ver figuras) una fuerza horizontal f, en general variable, de tal manera que la rueda avanza con velocidad constante v, sobre un camino horizontal. La velocidad v corresponde también al módulo de velocidad tangencial de revolución de la circunferencia de la rueda y por consiguiente es el módulo de la velocidad de la masa m vista desde un sistema de referencia, S, que avanza con el centro de la rueda. Se reconoce a partir de un cierto valor mínimo, va, de la velocidad de la rueda, ésta se puede despegar del suelo, ocurriendo entonces un pequeño salto vertical de la misma, visto desde el mismo sistema de referencia S ya mencionado.

Preguntas:

a) Dibujar cualitativamente, en la figura 1, los vectores que representan las fuerzas actuantes sobre la masa m, en la posición que se indica en la figura, y su resultante, sabiendo que la masa m describe un movimiento circular uniforme de radio igual al de la rueda en el sistema de referencia S.

b) ¿Cuánto vale el módulo de la resultante de las fuerzas sobre la masa m, en términos de los parámetros del problema?

c) Dibujar cualitativamente, en la figura 2, los vectores que representan las fuerzas actuantes sobre la rueda solamente, teniendo en cuenta que el sistema se desplaza con velocidad constante v en la dirección horizontal, sin resbalar, en el instante que corresponde a la figura.

d) ¿En qué posición de la masa m, la rueda está en condiciones de despegarse del suelo (saltar) cuando se alcanza la velocidad mínima va?

e) En las condiciones del punto d), ¿cuál es la condición que se tiene que satisfacer para que la rueda se despegue del suelo?

f) Determinar el valor de va para m = 50 g y la masa de la rueda M = 450 g.

Suponga que la aceleración de la gravedad es g = 10.0 m/s2.

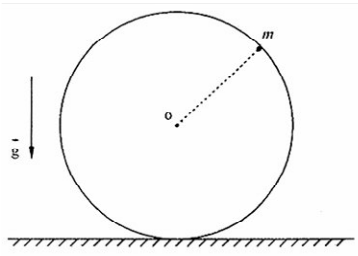


figura 1

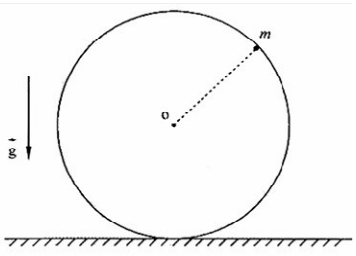
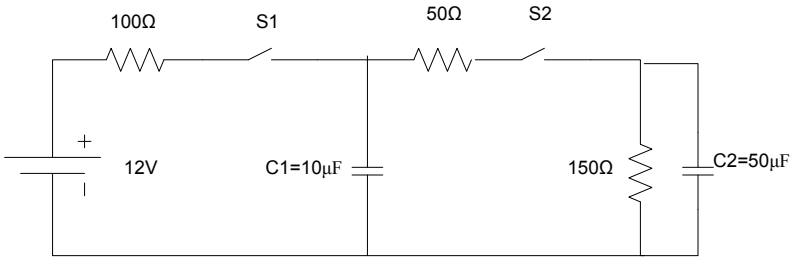


figura 2

PT85. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Inicialmente, en el circuito eléctrico de la ***figura,*** los capacitores se encuentran descargados y los interruptores S_1 y S_2 están abiertos.



figura

Para activar el circuito, primero se cierra el interruptor S_1 y después de un largo tiempo t_1 se cierra el interruptor S_2

a) ¿Cuál es la corriente que entrega la fuente inmediatamente después de cerrar S1?

b) ¿Cuál es la corriente que entrega la fuente un largo tiempo t_2 después de cerrar ambos interruptores?

c) ¿Cuál es la tensión final, luego del tiempo t_2, en el capacitor C_1? ¿Y en el capacitor C_2?

Luego de un largo tiempo t3 se abre el interruptor S2.

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

PT86. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

El estudio de la física nuclear permitió conocer distintos fenómenos desarrollar aplicaciones relacionadas con la radioactividad. Uno de estos fenómenos es la desintegración Beta, tiene lugar en aquellos núcleos que poseen neutrones en exceso o en defecto, que se produce con el objetivo de decaer a un estado nuclear más estable.

Un ejemplo importante sobre las aplicaciones de la desintegración Beta es la datación de muestras por ^{14}C (carbono radiactivo). Cuando un organismo muere, deja de absorber ^{14}C de la atmosfera, de modo que la cantidad de núcleos de ^{14}C en él comienza a decrecer a causa de la desintegración radioactiva.

El número de núcleos de ^{14}C que se desintegran por minuto y por gramo de carbono en un organismo vivo se puede calcular a partir del período de semidesintegración del ^{14}C (5730 años) y del número de núcleos de ^{14}C en 1 gramo de carbono. El resultado es aproximadamente 15,0 desintegraciones por minuto y por gramo de carbono en un organismo vivo.

En una expedición paleontológica se encontró un hueso, cuyo examen determinó que contiene 200 gramos de carbono, detectándose 400 desintegraciones por minuto.

a) Determinar la antigüedad del hueso

Otro tipo de desintegración nuclear es la desintegración Alfa. Cuando un material radioactivo emite una partícula alfa es habitual que el "descendiente", o núcleo "hijo", también sea radiactivo. Por lo tanto, así se pueden construir series de emisión alfa.

La principal fuente natural de radiación alfa que nos afecta en la corteza terrestre es el Radón, un gas radiactivo que se encuentra en el suelo, el agua, el aire y las rocas. Al inhalar este gas, algunos de sus productos de desintegración quedan atrapados en los pulmones. Estos productos a su vez siguen desintegrándose, emitiendo partículas alfa que pueden dañar las células pulmonares.

Probablemente la muerte de Marie Curie a los 66 años por leucemia fue causada por una exposición prolongada a altas dosis de radiación ionizante. Curie trabajó frecuentemente con Radio, que decae en Radon, desintegrándose este a su vez en otros elementos radiactivos que emiten rayos beta y gamma.

b) Construya un grafico cualitativo del número de núcleos en función del tiempo para un elemento radioactivo y su "hijo". Suponga que el tiempo de vida media del "hijo" es mayor al del "padre"

Suponga que el elemento "padre" es ^{241}Pu con una vida media de 14.4 años. Su "hijo" ^{241}Am tiene una vida media de 432.7 años

c) Calcular para que tiempo la cantidad de núcleos de ^{241}Pu es igual a la de ^{241}Am

PT87. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

La estación de Constitución tiene un sistema de detención de los trenes que se utiliza eventualmente en el caso que los mismos no logren frenar antes de llegar al final andén de la terminal. El sistema de detención consiste en un pistón de 15 metros de largo con una sección de 0,5 metros. El pistón esta lleno con 227 moles de un gas monoatómico. Cuando el tren choca contra el pistón, el gas dentro del pistón se comprime y actúa de freno evitando que el tren choque con la estación

Un tren, que pesa 48 Tn, no puede frenar e impacta contra el pistón a 20 Km/h.

El gráfico de la ***figura*** representa la variación de presión que experimenta el gas del pistón, a medida que se va deteniendo el tren, con respecto a la distancia desde la pared interna del pistón a la pared de impacto (***d***).

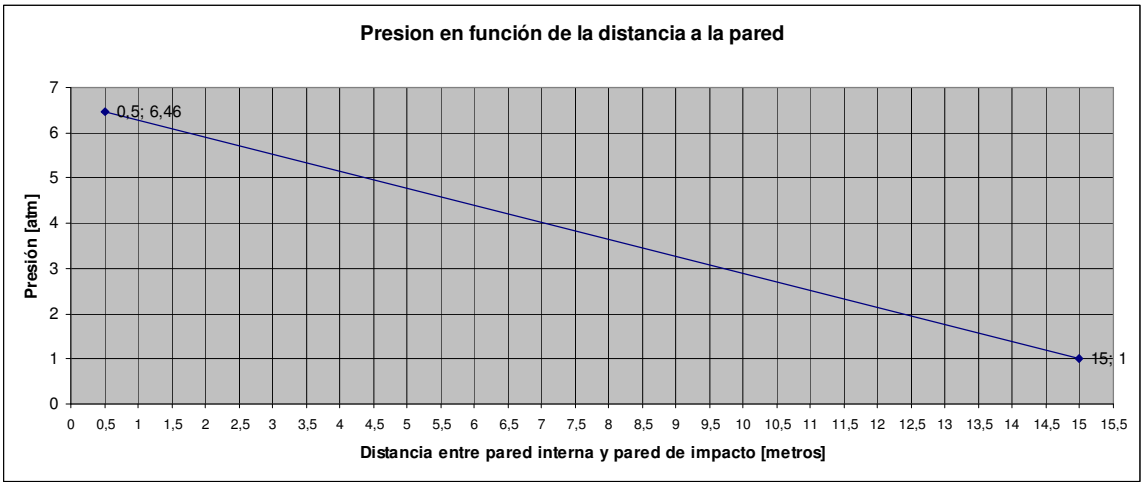


Figura: Presión del gas dentro del pistón en función de la distancia entre pared interna y pared de impacto.

Teniendo en cuenta que el sistema colapsa si no se logra detener el tren a más de 50 cm de la pared de impacto.

a) ¿A que distancia de la pared se detendrá el tren?

b) ¿Cual será la temperatura del gas una vez detenido el tren?

Luego de evitar un accidente se debe volver a colocar el sistema en su posición inicial. Este procedimiento se debe realizar respetando las normas de seguridad. Por lo tanto, se pone en funcionamiento el sistema térmico del émbolo que permite llevar el gas nuevamente a la presión ambiente manteniendo el volumen constante.

c) ¿Cuál será la temperatura del gas una vez que alcanzó la presión ambiente?

d) Calcular el calor intercambiado en este proceso

Finalmente se activa un sistema mecánico que permite mover lentamente el émbolo a la posición inicial de manera que la presión permanezca constante.

e) ¿Cuál será la temperatura del gas una vez que el émbolo alcanzó la posición inicial?

f) Calcular el calor intercambiado en este proceso

PT88. Ciudad de Santiago del Estero. Azul.

Desde una torre cuya altura h= 25 m , se lanza horizontalmente una piedra con la velocidad inicial v_0 = 15 m/seg. Hallar:

a) ¿Cuánto tiempo se encontrará la piedra en movimiento?

b) ¿A qué distancia s_x de la base de la torre caerá a tierra?

c) ¿Con que velocidad llegará al suelo?

d) ¿Qué ángulo α formará la trayectoria de la piedra con el horizonte en el punto de caída?

La resistencia del aire no se tiene en cuenta.

PT89. Ciudad de Santiago del Estero. Azul.

Se tiene una pequeña caída de agua cuyo caudal es de 50 litros /seg. Y se coloca en la parte inferior un generador eléctrico cuyo rendimiento es del 30 %.

¿Qué altura deberá tener la caída para poder mantener encendida una lámpara de 60 W?

PT90. Ciudad de Santiago del Estero. Azul.

Un sistema pasa del estado x al y, siguiendo la trayectoria xay, cuando recibe 100 calorías y realiza un trabajo de 40 calorías. Obsérvese la gráfica.

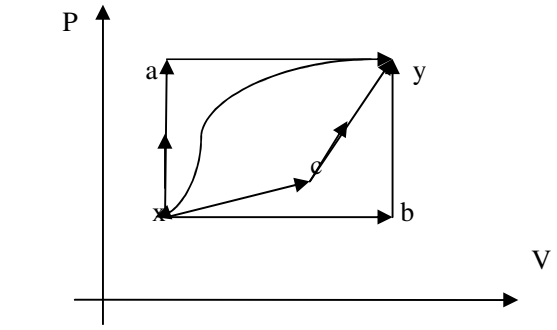
a) ¿Qué calor recibe o libera si el sistema a lo largo de la trayectoria xby realiza un trabajo de 80 calorías?

b) Si el sistema libera un calor de 20 cal a lo largo de la trayectoria xcy, ¿Qué trabajo es realizado por o sobre el sistema?

c) Cuando el sistema regresa de de y a x a lo largo de la trayectoria curva, realiza un trabajo de 70 cal. ¿Qué calor recibe o libera?

d) Si la energía interna U_x= 0 y U_a= 45 cal, ¿Cuánto valen Q y W para los procesos xa y ay?

Q= calor W= trabajo



PT91. Monteros, Tucumán. Azul.

Ezequiel, un aplicado alumno de Física, se halla al borde de un pequeño estanque, cuando la temperatura ambiente es de –10ºC. 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.

a) ¿Cuanto deberá esperar para poder deslizarse sobre el hielo con seguridad? ¿Podrá hacerlo antes de que termine el invierno?

Al otro día, Ezequiel 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 ($\mu = 0,1$), 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, Ezequiel 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 temperatura era de 5 ºC 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 temperatura es de 25ºC?

Datos:

- Calor latente de fusión del hielo: $l_f = 333,5$ kJ/Kg
- Densidad del hielo: $\delta = 0,917$ g/cc
- Conductividad térmica del hielo: $K_H = 0,592$ W/mK
- Peso de Ezequiel : 80 kg

- Masa del trineo: 400 kg
- Longitud del trineo: 18 m
- Presión atmosférica: 101,3 kPa

PT92. Monteros, Tucumán. Azul.

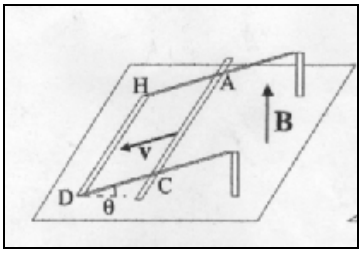
Una varilla conductora de masa ***m = 10 g,*** de longitud ***l = 20 cm*** y resistencia ***R= 10 Ω*** , baja deslizando por unos carriles conductores que forman un ángulo de ***θ =30º*** con la horizontal. Los carriles se cierran en su parte inferior por un conductor paralelo a la varilla. En toda la región existe un campo magnético uniforme, perpendicular al plano horizontal sobre el que se apoyan los carriles. La inducción magnética ***B*** de dicho campo es igual a ***1 Tesla***.

La varilla tiene primero un movimiento acelerado, convirtiéndose luego en uniforme.

a) Razona físicamente, ¿por qué sucede esto?

b) Realiza un diagrama o esquema de la situación.

c) Calcular la velocidad de la varilla, despreciando el roce entre ésta y los carriles, y la resistencia eléctrica de éstos y del conductor inferior, pero no así la de la varilla.



PT93. Monteros, Tucumán. Azul.

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

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

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

Datos:

$\rho_{Cu} = 1,7 \times 10^6\ \Omega.cm$ $\qquad$ $\delta_{Cu} = 8,92\ g/cm$

$C_{eH2O} = 4180\ J / Kg\ ºK$ $\qquad$ $\delta_{H2O} = 1\ g/cm^3$

$C_{eCu} = 0,0092\ Kcal / kg\ ºC$ $\qquad$ $C_{f\ Hielo} = 80\ cal/g$

$C_{Y\ hielo} = 0,53\ cal / g\ ºC$

a) ¿Cuál es la intensidad de la corriente que circula por la resistencia?

b) ¿Qué tiempo debe funcionar la resistencia?

c) ¿Cuánto de energía consume la resistencia, si el rendimiento del calorímetro es del 98%?

PT94. Ciudad de Salta. Azul y Verde.

<u>"Dispositivo aparatoso solo para olimpiadas. Episodio Nº2"</u>

Se dispone de un recipiente cúbico de acrílico de arista $l = 1\ m$, en el fondo del cual se encuentra alojada una barra de hielo de espesor $e_0 = 0.1\ m$. En el extremo superior izquierdo se dispara una luz laser en dirección a la barra de hielo bajo un ángulo $\theta_1 = 40°$.

a)- Calcular cuánto tiempo tarda la luz en llegar al fondo del recipiente. El índice de refracción del hielo es $n_H = 1.2$.

Un inyector de gotas de agua se acciona de manera tal que las mismas caen al recinto. A medida que va cayendo agua, la barra de hielo comienza a flotar. La luz en este caso sufre una doble refracción hasta llegar al fondo. Cuando la luz llega al punto B de la figura un foto-detector manda una señal para que el inyector se desactive.

b)- Sabiendo que la densidad del agua y la del hielo son respectivamente $\delta_A = 1000\ {}^{kg}/_{m^3}$ y $\delta_H = 666\ {}^{kg}/_{m^3}$, determinar que porción de hielo se sumerge en agua.

c)- Realizar la marcha del rayo en el momento en que activa el fotodetector, explique la situación identificando los parámetros geométricos y físicos que crea necesario para caracterizar él fenómeno.

<u>Situación 1</u>

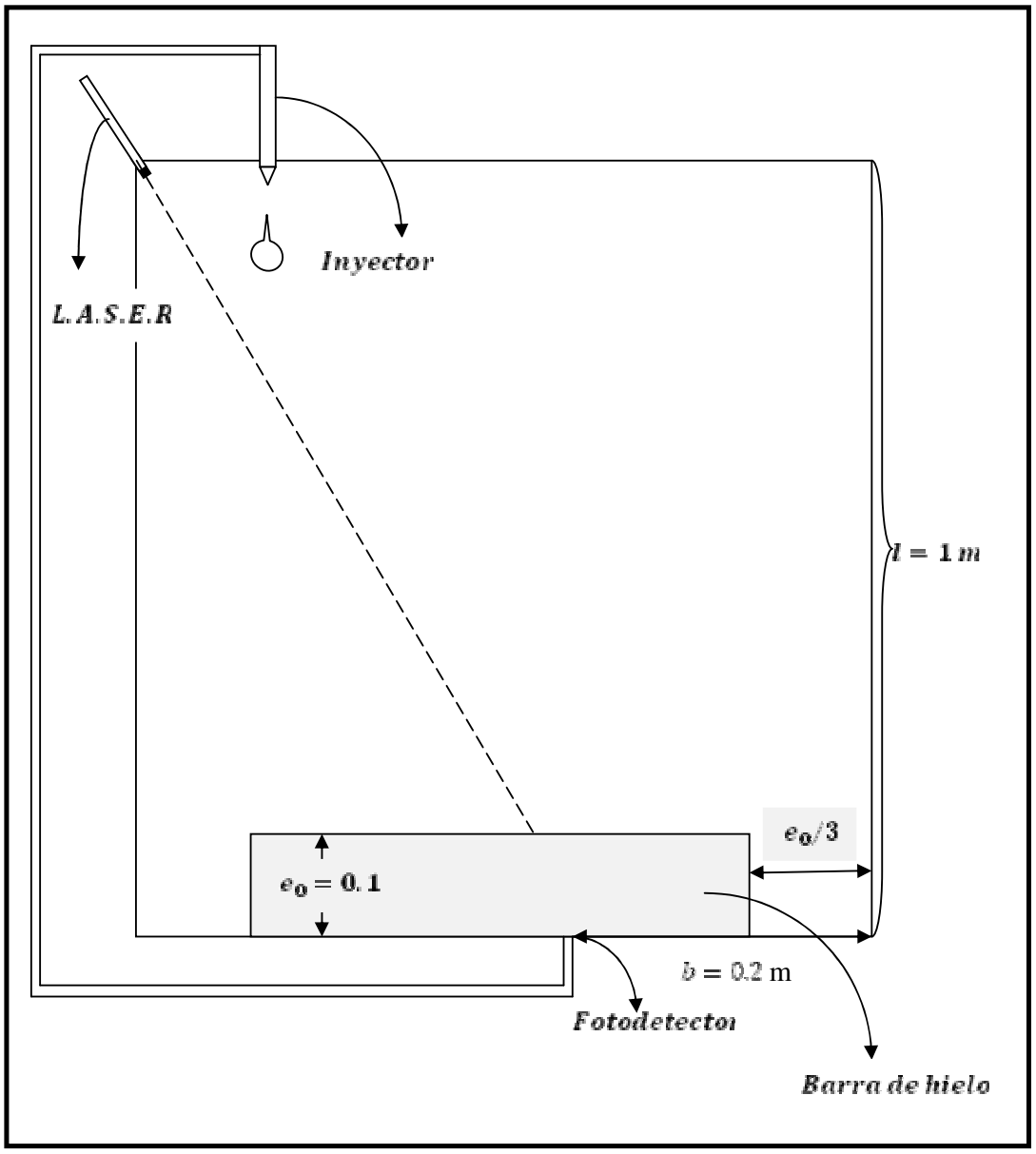
Bajo la suposición de que el hielo y el agua se encuentran a la misma temperatura y que el sistema está aislado, el espesor de la barra de hielo se mantiene constante.

c)- Sea $\dot{m} = 10\ {}^{cm^3}/_{seg}$ el caudal del inyector. Calcular el tiempo que tarda en desactivarse el inyector desde que comenzó a salir agua.

<u>Situación 2</u>

Si ahora suponemos que el sistema no está aislado, y suponemos además de que el hielo se derrite únicamente en la dirección vertical.

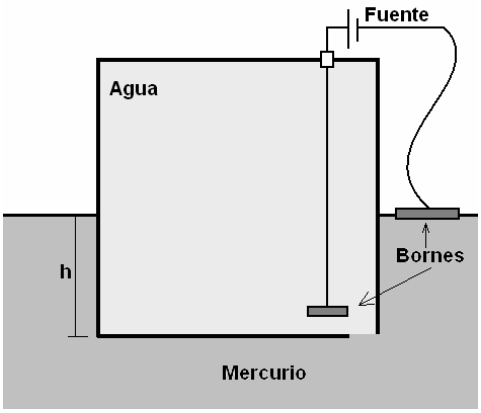
d)- ¿Cuál es el espesor de la barra de hielo si el inyector tarda en desactivarse 10 minutos?



PT95. Ciudad de Salta. Azul y Verde.

<u>"En un mar de mercurio"</u>

Se tiene un recipiente cilíndrico rígido, lleno de agua, flotando en mercurio. Hay una fuente de alimentación que provee de una diferencia de potencial constante a dos bornes. Uno de ellos se encuentra flotando en la superficie del mercurio al lado del cilindro y el otro está adentro cerca de una pequeña abertura en la base del recipiente, la distancia entre la abertura y el borne interior no cambia (ver imagen) .



El fenómeno que se analizará es el siguiente: La fuente de 100V produce una corriente que circula en parte por el mercurio y en parte por el agua, cada uno ofreciendo su correspondiente resistencia. Dentro del agua se forma un arco eléctrico entre el área de mercurio, expuesto por el orificio, y el borne interior. Como resultado el agua se calienta. Al llegar al punto de ebullición (que supondremos 100°C) una parte comienza a evaporarse. El vapor se va acumulando contra la pared superior, y a su vez desplaza un volumen de agua hacia afuera del recipiente. En resumen, la densidad neta del cuerpo disminuye y éste tiende a subir. Mientras "h" se hace más pequeña, la resistencia total del circuito se reduce, hasta un momento donde la corriente inducida llega a un valor critico y la fuente se quema. El valor de la corriente critica: $I_c = 20\,A$

a- Encontrar la relación algebraica entre la presión dentro del cilindro y la profundidad. Suponga que la presión en el recipiente es la misma en todos los puntos. Desprecie los efectos de la atmósfera. Considere la aceleración gravitatoria como 10m/s^2.

Densidad del mercurio: $\delta_{(Hg)} = 13600\,Kg\,m^{(-3)}$

En el caso de una corriente que es inducida en el seno de un líquido que no tiene limites visibles (como el mar), tenemos problemas, ya que no están bien definidas las características del conductor como para calcular su resistencia de la forma tradicional. Podemos usar la siguiente relación para encontrar la resistencia entre los puntos *a* y *b* dentro del líquido:

$$R_{(ab)} = \alpha \cdot \rho \cdot d_{(ab)} \qquad (1)$$

donde R_{ab} es la resistencia en cuestión; α es una constante de proporcionalidad; ρ es la resistividad del material; y d_{ab} es la distancia entre los dos puntos. Para este caso:

$\alpha = 3\times10^{7}\,m^{(-2)}$

$\rho = 95\times10^{(-8)}\,\Omega\,m$

Para el caso del arco eléctrico que se forma en el agua, la resistencia al paso de corriente eléctrica es: $R_1 = 2\,\Omega$. Como ésta resistencia no varía en ningún momento, la consideraremos constante y no será necesario usar la relación (1).

b- (a) ¿Cual es la resistencia que ofrece el mercurio al paso de corriente en el primer momento? (Todavía no se ha vaporizado nada de agua)

(b) Determinar cuál debe ser la resistencia total del circuito al momento de que se quema la fuente.

c- ¿Qué potencia (P_e, potencia de equilibrio térmico) debe entregarse al agua para que ésta no se enfríe cuando está en 100ºC? Solo se intercambia calor con el mercurio, que se encuentra a 19°C y no varía su temperatura. La conductividad térmica del recipiente es: $k = 0{,}0001\,W\,m^{(-1)}K^{(-1)}$

d- (1) Determinar la relación funcional entre la resistencia total del circuito y la profundidad.

(2) A una profundidad dada, ¿qué potencia neta se entrega al agua? ¿Alcanza esta potencia para comenzar el proceso de evaporación al principio?

e- (1) Demostrar que la profundidad crítica (h_c) a la que la fuente se quema es aproximadamente 10cm.

(2) Con el dato anterior, demostrar que la cantidad de vapor que debe acumularse para que se llegue a la profundidad critica es de aproximadamente 254g (usar la tabla de constantes).

f- Hallar la relación funcional entre la velocidad con que se genera vapor (en gramos por segundo) en un instante dado y la profundidad del recipiente. El calor latente de vaporización para el agua: $c_v = 2{,}3\,J\,K\,g^{(-1)}$

Lista de datos y constantes:

Constantes:

Aceleración gravitatoria: $g = 10\,m\,s^{(-2)}$

Constante general de los gases: $R = 8{,}31\,J\,mol^{(-1)}\,K^{(-1)}$

Densidad del agua: $\delta_{(H_2O)} = 1000\,kg\,m^{(-3)}$

Densidad del mercurio: $\delta_{(Hg)} = 13600\,K\,g\,m^{(-3)}$

Masa de un mol de H_2O: $M_{(mol\,H_2O)} = 18\,g$

Resistividad del mercurio: $\rho = 95\times10^{(-8)}\,\Omega\,m$

Datos del problema:

Radio del cilindro: $r = 0{,}5\,m$

Altura del cilindro: $H = 5\,m$

Espesor de las paredes: $e = 0{,}01\,m$

Voltaje entregado por la fuente: $V = 100\,V$

Corriente crítica: $I_c = 20\,A$

Resistencia eléctrica del agua: $R_1 = 2\,\Omega$

Constante de proporcionalidad para calcular resistencia: $\alpha = 3\times10^{7}\,m^{(-2)}$

Temperatura dentro del recipiente: $T = 100°C$

Temperatura del mercurio: $T_{(Hg)} = 19°C$

Conductividad térmica de las paredes del cilindro: $k = 0{,}0001\,W\,m^{(-1)}K^{(-1)}$

Calor latente de vaporización: $c_v = 2{,}3\,J\,K\,g^{(-1)}$

PT96. Ciudad de Salta. Azul y Verde.

<u>"Tirando estaba el papel"</u>

Sobre un plano horizontal se encuentra un cuerpo en reposo (Figura 1). En un momento determinado, se introduce entre el cuerpo y el plano horizontal, un papel de grosor despreciable a una velocidad **u** .Se sabe que la longitud del cuerpo es L, el coeficiente de rozamiento cinético entre el papel y la barreta es μ_2, y los coeficientes de rozamiento estático y cinético entre el plano y el cuerpo son aproximadamente iguales, es decir, $\mu_{s1} = \mu_{c1} = \mu_1$.

a)-Encontrar la posición x_0 del extremo del papel medida respecto al extremo izquierdo del cuerpo para la cual el mismo comienza a desplazarse.

b)-Determinar la relación funcional entre las fuerzas de rozamiento (provocadas por el plano horizontal y el papel) y la posición x del extremo del papel respecto al extremo izquierdo del cuerpo, desde el momento en que este comienza a moverse.

c)-Demostrar que el módulo de la fuerza neta que actúa sobre el cuerpo se puede expresar de la forma:

$$F_{neta} = kx - F_c \quad (1)$$

donde $k = (\mu_1 + \mu_2)\frac{Mg}{L}$ y $F_c = \mu_1 Mg$, siendo M la masa del cuerpo y g la aceleración de la gravedad.

En la relación (1) se observa, que es posible visualizar a la fuerza total como la diferencia entre la fuerza provocada por un "resorte" de constante elástica k y una fuerza constante F_c.

Nota: En base a esta analogía, x representa la elongación del resorte.

d)-Determinar la velocidad v_f del cuerpo respecto del papel, en el momento que este ingresa totalmente al papel.

e)-¿A que distancia del extremo derecho del papel el cuerpo queda en reposo respecto del papel?

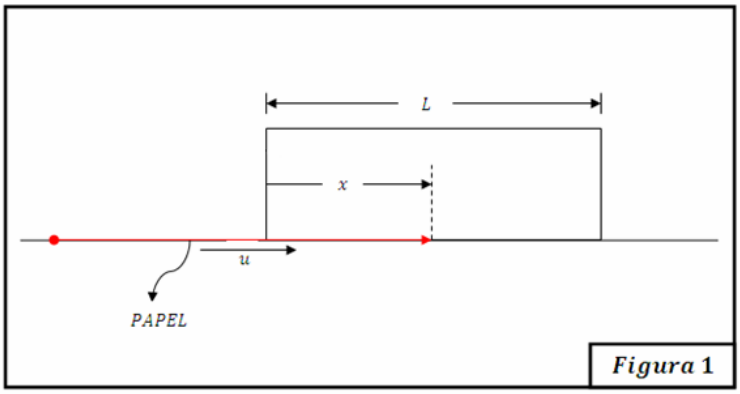


Figura 1

PT97. Ciudad de Mendoza. Azul.

<u>En una casa de campo</u>

Una casa de campo, que consta de una cocina, un comedor , dos habitaciones y un baño, tiene una conexión eléctrica, gracias a un pequeño generador de corriente continua, que proporciona 12 V y 750 W de potencia máxima.

Se necesita conectar una pequeña heladera de 500 W en la cocina , un televisor de 120 W en el comedor , cada habitación debe ser iluminada con un foco de bajo consumo de 25 W y se debe colocar en el exterior un foco de 40 W. Todos estos artefactos funcionan correctamente si están conectados a 12 V.

Se cuenta también con cables, interruptores y 2 fusibles de 10 A para proteger los distintos circuitos que salen del motor.

Se sabe que la resistencia interna del motor es de 0,4 ohm.

1- Calcule la resistencia nominal de cada aparato.

2- Diseñe sobre un plano aproximado de la casa, una posible distribución de circuitos en los que se puedan conectar todos los aparatos, con el fusible que protege cada circuito. Suponga que todos los aparatos funcionan siempre con la resistencia nominal.

3- Teniendo en cuenta su diseño calcule la máxima y la mínima intensidad (considerar la mínima solo para iluminación) de corriente que puede llegar a circular en cada circuito.

4- Podrían funcionar todos los circuitos al máximo al mismo tiempo?.

PT98. Ciudad de Mendoza. Azul.

Todo por la economía de la empresa

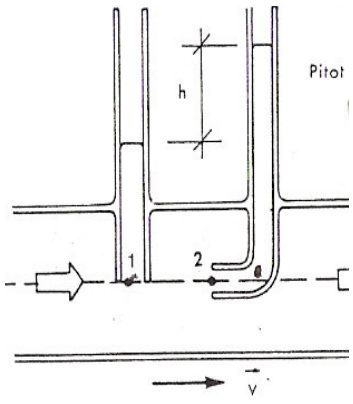
Un río debe ser entubado para que pase por debajo de una construcción . Para ello , la empresa encargada de este trabajo quiere ver si puede utilizar unos tubos que le quedaron de otra obra y de esa manera reducir gastos. Las características de estos tubos es que tienen 3 m de diámetro y están hechos de un material que resiste como máximo una presión lateral de 0,7 at.

Para poder determinar a qué presión lateral se verán sometidos, el ingeniero de la empresa, encargado de este análisis, recorre el río.

Encuentra un lugar, río arriba, 10m mas alto que el lugar donde se colocarán los tubos, donde la forma del cause es bastante regular, de 3m de profundidad y una distancia entre orillas de 5 m.

Una vez en este lugar , enfrenta a la corriente un tubo de pitot y un tubo piezométrico como indica la figura.

La diferencia h entre la medida de los dos tubos es de 30 cm.



El ingeniero observa que el río trae agua con gran cantidad de barro por lo que encuentra importante determinar su densidad. Para ello utiliza una especie de densímetro con que cuenta la empresa, que se trata de un tubo macizo cuya densidad es de 0,8 g/cm^3 . Al colocarlo en el fluido 1/3 de su volumen queda fuera de él.

Teniendo en cuenta las medicines que realizó el ingeniero y considerando que el fluido se comporta como si fuera ideal, calcula;

a- La velocidad del río donde el ingeniero tomó las medidas.

b- La densidad del agua con barro.

c- La velocidad del agua por el tubo.

d- ¿Podrá la empresa utilizar estos tubos o deberá comprar nuevos?.

Nota: Tubo de Pitot

Es un tubo acodado y enfrentado a la corriente que generalmente se utiliza junto al piezométrico y se observa que la altura alcanzada en el es mayor debido a que el fluido en el codo adquiere velocidad

cero. Por medio de los dos tubos juntos se puede calcular la velocidad con que circula un fluido en cualquier zona en que se los pueda introducir

$\Delta P = h.g.\rho = \frac{1}{2}.\rho \cdot \left(v^2{}_2 - v^2{}_1\right)$ Como v2 =0 y las densidades se cancelan queda $v_1 = \sqrt{2 \cdot h \cdot g}$

PT99. Ciudad de Mendoza. Azul.

Una nave extraterrestre se mueve por una órbita circular alrededor de la Tierra, en el plano de la órbita de la Luna y manteniéndose siempre alineada con esta y el centro de la Tierra. La distancia de la nave es tal que la fuerza de atracción gravitatoria de la Tierra y de la Luna sobre ella siempre se anulan.

Considerando que el período de rotación de la Luna es de 27,3 días, la masa de la Tierra es 81 veces mayor que la de la Luna, la distancia Tierra –Luna aproximadamente 60 radios terrestres y el radio de la tierra de 6 400 km.

Responder:

a- ¿Es necesario que funcionen los motores de la nave? Por qué?

b- A cuántos radios terrestres se encuentra la nave respecto de la superficie de la Tierra?

c- Si la masa del extraterrestre es de 70 kg , ¿Qué peso, del extraterrestre, acusaría una balanza de resorte colocada en la nave?

Calcular la densidad del planeta del que vino dicho extraterrestre, si el día en él dura 10 hs y en el ecuador los cuerpos tienen como resultante solo la fuerza gravitatoria.

PT100. Rosario, Santa Fe. Verde.

Haciendo Deportes.

La experiencia cotidiana nos muestra que cuando una persona practica ejercicio físico su temperatura corporal tiende a aumentar y para mantenerla a un nivel estable de 36ºC el cuerpo responde transpirando.

La transpiración es el método por cual los seres vivos logran mantener siempre su temperatura a un nivel constante y consiste en la *evaporación* de agua desde los poros del cuerpo humano (sudor). Para que este proceso sea posible el medio ambiente debe presentar condiciones aptas de presión, temperatura y humedad; esta última es importante ya que si la humedad ambiental es muy elevada[1], la atmósfera no puede contener todo el vapor de agua que necesitemos desechar y lo rechaza imposibilitando que el cuerpo transpire o bien produciéndose la condensación del agua sobre la piel.

Del proceso de transpiración se encargan las denominadas *glándulas sudoríparas.* Estas glándulas están ubicadas en aproximadamente toda la extensión de piel del cuerpo humano, que asciende a los $2m^2$ en un adulto promedio y cuyo espesor varía entre los 0.5mm en los párpados y 5mm en los talones de los pies, pero se puede considerar un promedio de 3mm. La masa total de piel de un adulto puede rondar en los 5kg. Además se ha comprobado experimentalmente que la piel humana tiene una emisividad del 85% y un conductividad térmica de 0.20 W/(mºC).

Un día de otoño, donde el Servicio Meteorológico anuncia condiciones normales de presión, una temperatura de 25ºC y una humedad relativa del 10%, un ciclista profesional decide salir a entrenar con su bicicleta en un circuito de 10km y teme que su transpiración sea excesiva, por lo que debe llevarse consigo agua para hidratarse durante el ejercicio físico. Los ciclistas profesionales desarrollan velocidades promedio del orden de los 6m/s y una potencia mecánica de 250W (moviendo sus pedales) con una eficiencia de apenas el 20% en términos de convertir la energía en trabajo mecánico; además la temperatura corporal interna asciende a los 39ºC.

Para ayudar al ciclista se pide que se calcule:

a) La potencia total desarrollada por el ciclista y el tiempo que tarda en recorrer el circuito.

b) El flujo de calor por conducción a través de la piel, y el tiempo que necesita el ciclista para conducir el calor generado durante el trayecto.

c) La potencia que irradia el ciclista y la cantidad de calor que desprenderá mediante este fenómeno.

d) La cantidad de calor que debe desprender el ciclista mediante el fenómeno de transpiración y la masa mínima de agua que debe beber el ciclista para no deshidratarse.

Datos Útiles:

- El calor latente de evaporización del agua a 1 atm es aproximadamente: $22.6\times10^{5}\,J/kg$
- La constante de Stefan-Boltzmann tiene un valor de $5.67\times10^{-8}\,W/(m^2.K^4)$ aproximadamente.

[1] Esto es cuando la humedad relativa supera al 80% aproximadamente.

PT101. Rosario, Santa Fe. Verde.

<u>Un alumno de Física y una plataforma</u>.

Una plataforma de masa M = 100kg esta recubierta de aceite y situada sobre una superficie horizontal sin roce. Un alumno de Física se para sobre un extremo de la plataforma a una distancia l = 1m del otro extremo. Su objetivo es llegar al otro extremo de la plataforma tirando de una cuerda con una velocidad constante (v_o = 0,1m/s). Se sabe que la masa del estudiante es de m = 60kg y que el coeficiente de roce entre la plataforma y sus zapatillas es de μ = 0,02.

Considerando que la soga esté sujeta a la pared vecina (ver Figura), hallar:

a) Las expresiones de la posición en función del tiempo de la plataforma y el alumno ($X_{p1\,(t)}$ y $X_{a1\,(t)}$).

b) El tiempo que tardaría en llegar al extremo opuesto.

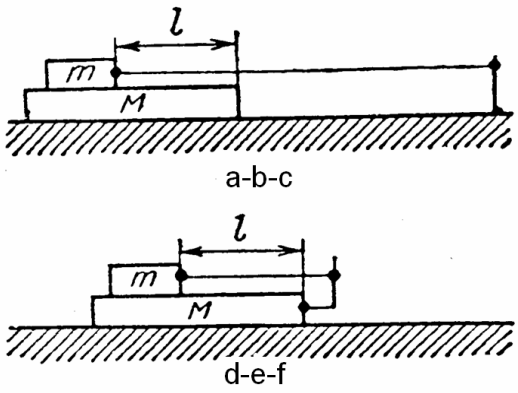
c) Cuál sería la velocidad de la plataforma en dicho instante.

Si en vez de sujetar la soga a la pared se la sujeta al extremo opuesto de la plataforma (ver figura), hallar nuevamente:

d) Las expresiones de la posición en función del tiempo de la plataforma y el alumno ($X_{p2\,(t)}$ y $X_{a2\,(t)}$).

e) El tiempo que tardaría en llegar al extremo opuesto.

f) Cuál sería la velocidad de la plataforma en dicho instante.



Figura

El alumno, en cambio, decide saltar de la plataforma. Sabiendo que la velocidad horizontal máxima durante el salto fue de V_{max} = 2m/s, determinar:

g) La velocidad final de la plataforma

PT102. Rosario, Santa Fe. Verde.

<u>La Casa Quinta</u>.

Un arquitecto diseña una casa quinta, ubicada en un gran predio, con jardín y pileta. Para el proyecto de la instalación eléctrica contrata un polipibe, técnico electricista del nuevo plan de estudios.

Le asigna los siguientes datos:

-luminarias totales de la casa (todas con lámparas de bajo consumo): 250W

-luminarias jardín (entre reflectores halógenos y lámparas de bajo consumo): 1000W

-aire acondicionado total: 3,5 KW

-artefactos eléctricos (micro, TV, audio, secador de pelo, etc.) totales: 3000W

El arquitecto le pide que diseñe la instalación suponiendo que se puede conectar toda la potencia simultáneamente.

a) ¿Cuál debe ser la sección mínima de los conductores de cobre de la entrada de energía suponiendo que por cada mm^2 de sección soporta 8A? ¿Cuál es la sección comercial que usaría si ud. fuese el polipibe?

b) Si se usan llaves termo-magnéticas de 12A como protección, ¿en cuantas secciones el polipibe debería dividir el circuito general

c) Si se conecta solo el aire acondicionado en su totalidad, ¿cuál es el costo de la energía consumida en 1h?

El terreno en que se encuentras la casa posee una pileta con un bomba de 1HP con alimentación separada, la cual funciona con normalidad con hasta una pérdida del 5% del voltaje. La bomba se encuentra a 150m de la entrada de energía. El técnico debe dimensionar los conductores.

d) ¿Cuál debe ser la sección mínima del conductor que alimenta dicha bomba? Determine la sección comercial que debería asignar el técnico.

Datos:

-alimentación: corriente alterna de 220V de voltaje eficaz y 50Hz de frecuencia

-conductores de cobre

-resistividad del cobre: $\rho = (1/57)\ \Omega.mm^2/m$

-costo de la energía: 0,25 $/(KW.h)

-secciones comerciales de conductores de cobre (en mm^2): 1-2-4-6-10

-considerar 1HP = 750W

PT103. Eduardo Castex, La Pampa. Azul.

En un juego en una pista sin fricción, Carlos empuja con una fuerza de 30 Newtons a Roberto que tiene una masa de 60 kg. partiendo del reposo durante 20 segundos, recorriendo una distancia A-B, luego lo suelta y sigue el movimiento con velocidad constante hasta el punto C cayendo en una rampa. Subiendo finalmente al punto E que encuentra un coeficiente de fricción de 0.45 y lo termina deteniendo en el punto F. H= 3 m .(Usar g=10 m/s2).

Calcular: a)Velocidad en B. b)distancia A-B. c) Energía Mecánica en C. d)Velocidad en D. e)Distancia E-F.

PT104. Eduardo Castex, La Pampa. Azul.

Anteojo de Galileo.

Se dispone de dos lentes en un tubo para observaciones, una lente objetivo de foco f1= 5 cm. a una distancia de e= 6 cm. se coloca la otra lente ocular de foco F2= - 4 cm. . Se pone un objeto de 1,5 cm. de alto a una distancia de +9 cm. de la lente objetivo. Armar el centro óptico y hallar de forma grafica y analítica la imagen final y calcular el aumento total.

PT105. Eduardo Castex, La Pampa. Azul.

Calorímetro de mezclas.

Colocamos 45 gramos de agua a 20 º C en un calorímetro que tiene una resistencia para calentar de R= 15 Ohms, con una fuente de 12 Volt durante 120 segundos. Aumentando su temperatura. Luego se apaga la fuente y se mezcla con 60 gramos de un aceite a 60 ºC cuyo coeficiente c= 0.6 cal/gr Cº. Considerando que no hay pérdidas de calor, determinar la temperatura final de la mezcla.

PT106. Rawson, Chubut. Azul.

Un cuerpo se coloca en frente de un espejo cóncavo, el mismo mide 25cm. de alto .¿Si la distancia focal del mismo es de 20cm. y su imagen se encuentra a 3 veces la distancia focal; donde debe colocarse el objeto y que altura tendrá su imagen? Realizar el grafico usando escala.

PT107. Rawson, Chubut. Azul.

Un espejo cóncavo tiene una distancia focal de 30cm. ¿Dónde habrá que colocar un objeto para obtener una imagen, del mismo, real 4 veces mas grande?

PT108. Rawson, Chubut. Azul.

Una persona que se encuentra en la terraza de un edificio de 40m de altura, lanza un cuerpo hacia arriba con una velocidad de 2,5 m/ seg. ¿Qué tiempo tardara en alcanzar la altura máxima? ¿Cuanto le llevara llegar al suelo? ¿Cuál es el espacio recorrido hasta alcanzar la altura máxima? ¿Cuál será el espacio total recorrido por el cuerpo hasta llegar al suelo?

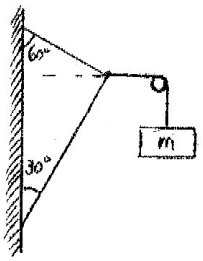
PT109. Comodoro Rivadavia, Chubut. Azul.

Un avión bombardero está volando horizontalmente a una altura de 1300 m con una velocidad de 185km/h. Se pide:

a) ¿Cuánto tiempo antes de que el avión este sobre el blanco debe dejar caer la bomba?
b) ¿Cuál es la velocidad de la bomba al llegar al suelo?
c) ¿Cuál es la velocidad a los 8s?
d) ¿Cuál es la velocidad de la bomba cuando se encuentra a los 200m de altura?
e) ¿Cuál es la distancia horizontal cubierta por la bomba?

PT110. Comodoro Rivadavia, Chubut. Azul.

Un cuerpo de 200 kg de masa está suspendido mediante un sistema de sogas que se muestra en la figura.



a) Construir el diagrama de cuerpo libre para el cuerpo y para el mudo.
b) Halle las tensiones en cada soga.

PT111. Comodoro Rivadavia, Chubut. Azul.

Se deja caer un bloque desde lo alto inclinado, como se muestra en la figura. Con los datos indicados Hallar:

a) la energía potencial en A
b) la fuerza de rozamiento y el trabajo de la fuerza de rozamiento de A hasta B
c) la energía cinética en B

m=50 kg
μ=0,2
K=3000 N/cm

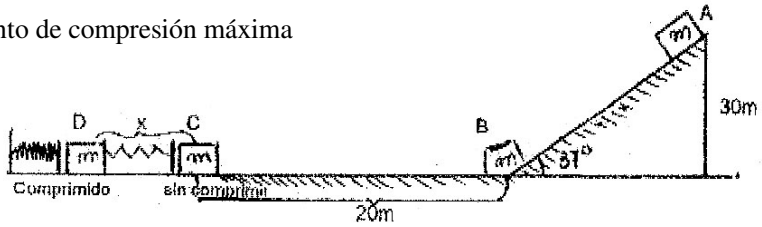
d) la velocidad en B

e) la fuerza de rozamiento y el trabajo de la fuerza de rozamiento de B hasta C

f) la energía cinética y la velocidad en C

g) La energía elástica en D, punto de compresión máxima

h) la compresión máxima en D



PT112. Navarro, Buenos Aires. Azul.

Si en un experimento la presión atmosférica que soporta una persona es de 760 mm de Hg, calcular la fuerza que soporta el cuerpo de dicha persona sabiendo que su superficie es de 1,5 m^2

PT113. Navarro, Buenos Aires. Azul.

Un niño de 20 kgf sube a un tobogán de 5 m de largo, por una escalera de 2 metros y se desliza hasta la base. Sabiendo que el coeficiente de rozamiento entre el niño y el tobogán es de 0,2.

a.-Hacer un diagrama de cuerpo libre

b.- Calcular la intensidad de la fuerza de rozamiento

c.- Calcular el trabajo que realiza dicha fuerza de rozamiento

d.- Calcular el trabajo que realiza la fuerza peso

PT114. Navarro, Buenos Aires. Azul.

Un cuerpo de 1250 kgf cae libremente desde 50 m.

a.-¿ Cuánto tarda en tocar el suelo?

b.-¿ Con què velocidad lo hace?

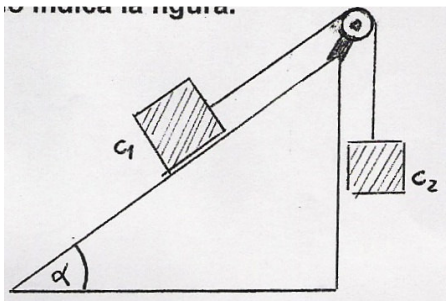
c.-¿ Cuàl es su masa en el sistema MKS?

d.- ¿Con què energìa cinètica llega a tierra? ¿ y con què energìa potencial?

e.- Graficar en un sistema de ejes cartesianos la velocidad en función del tiempo y en otro la aceleración en funciòn del tiempo en el intervalo que dura la caida

PT115. Navarro, Buenos Aires. Verde.

Se desea dejar en equilibrio un sistema de fuerzas que actúan sobre una caja (C_1) que contiene botellas de aceite y está apoyada sobre una rampa inclinada. ¿ Cuál será el volumen de otra caja (C_2) que logra dicho equilibrio, si su forma es cúbica y se dispone pendiente como lo indica la figura.



Datos:

m_1=20kg.

$\alpha_{(plano)}=30º$

$\mu d_{(plano - c1)=0,2}$

$\rho_2=0,9\ \frac{\vec{g}}{cm^3}$

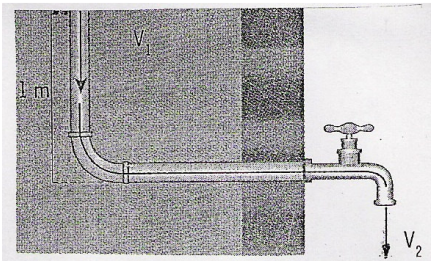
(trabajar con centésimos)

$Vc_2=(dm^3)$

PT116. Navarro, Buenos Aires. Verde.

El agua fluye con los caños de bajada de un edificio con una rapidez de 0.01m/s

Un metro más abajo pasa por una canilla y su velocidad aumenta a 0.2 m/s.



Determina:

a- La variación de presión del agua

b- El caudal que sale de la canilla si esta tiene un radio de 1 cm.

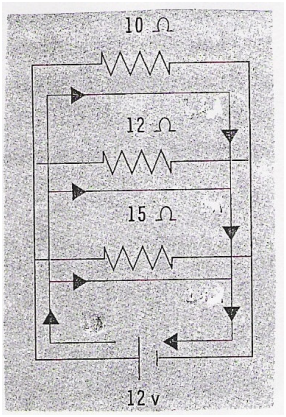
PT117. Navarro, Buenos Aires. Verde.

Se conectan las resistencias en paralelo a la misma fuente (como indica la figura). Determina

a- La intensidad de corriente total del circuito.

b- La intensidad de corriente que pasa por cada una de las resistencias.

c- La relación entre las intensidades con respecto a cada una de las resistencias.



PT118. General Acha, La Pampa. Verde.

un paracaidista salta de un avión a una altura de 1220 metros el mismo con equipo tiene de peso 90 kg.

a) ¿calcular el tiempo de caída al abrirse el paracaídas la fuerza contraria por el mismo es de 60 Kg. este se abre a los 1000 metros del piso?

b) y ¿cuanto si el paracaídas no se abriese teniendo una fuerza contraria por el rozamiento del aire es de 10 Kg?

c) ¿a que velocidad llegara el paracaidista se el mismo se abre 100 metros del piso?

PT119. General Acha, La Pampa. Verde.

sobre el fondo de un tubo abierto de 4 cm^2. de sección; se ha clocado un disco metálico que pesa 2g. El tubo se sumerge en nafta hasta que el disco esta 10 cm. bajo del nivel del liquido ¿Cuánta nafta habrá que colocar en el tubo para que el disco caiga? Si en lugar de nafta se colocase agua ¿qué cantidad seria necesario?

PT120. General Acha, La Pampa. Verde.

Calcular V, 11 y I2

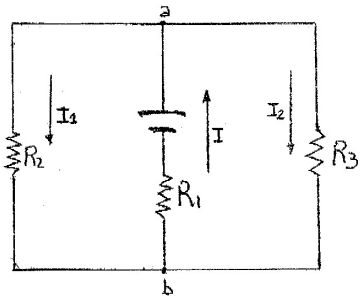
Vab = 30V

I=2A

R1 = 3 Ω

R2= 60 Ω

R3= 20 Ω



PT121. Caleta Olivia, Santa Cruz. Verde.

Si desde una torre de 20 pisos, con una altura de 30 mts por encima del suelo, se lanza verticalmente hacia abajo un cuerpo de masa de 500 gr con una velocidad de 6 $m.s^{-1}$

Determinar:

a) ¿ Cual es su energía mecánica total en el punto de lanzamiento ?
b) ¿ Cuanto vale su energía cinética y su energía potencial gravitatoria cuando se encuentra a los 4 mts. del suelo?
c) ¿ Cuanto es su energía mecánica al llegar al suelo ¿ ¿ Cuanto vale en ese instante la velocidad ?
d) ¿ Que cantidad de movimiento posee el cuerpo al llegar al suelo ?
e) ¿ Cual es el valor del trabajo gravitatorio realizado por el cuerpo antes de tocar el suelo ?
f) ¿ A que altura con respecto del suelo se encuentra el cuerpo a los 2 segundos de su caída ? ¿Qué valor tiene su velocidad en ese instante y cual es su energía potencial gravitaroria ?
g) Si en lugar de lanzar el cuerpo hacia abajo lo lanzamos hacia arriba formando un ángulo de 60º con la horizontal ¿ cambia en algo la resolución del problema ?

PT122. Caleta Olivia, Santa Cruz. Verde.

En el colegio se quiere calefaccionar 10 aulas con estufas eléctricas. Todas las aulas poseen las mismas dimensiones: 5 m de largo , 4 m de ancho y 3m de alto , las que poseen dos ventanas cada una.

Las estufas poseen 2 velas de cuarzo conectadas en paralel y de 60 OHM de resistencia cada una, que se conectan a una tensión de 220 v . Son utilizadas para calentar el aire contenido en la habitación cuya densidad y calor específico son d: 1'3 Kg/m^3 y Ce =0.20 cal/g ºC respectivamente.

Determinar:

a) La potencia entregada por cada estufa en forma de calor al medio ambiente
b) El calor que debe absorber el aire para elevar su temperatura en 10 º C
c) ¿Qué potencia entregara la estufa si se le quitara una vela de cuarzo?
e) Dibuje el esquema del circuito, cuando las estufas de todos los cursos están encendidas con dos velas

En el curso, los alumnos deciden conectar un equipo de música a dos parlantes, a la misma tensión.

f) ¿De qué diámetro debería ser el cable de cobre para que la resistencia no supere los 0,10 Ω si cada cable debe tener 20 m de largo.(Resistividad del cobre $1{,}7.10^{-8}$ ohms .metro)
g) Si la corriente en cada parlante fuese de 12 A. ¿Cual sería la tensión en cada cable?

PT123. Caleta Olivia, Santa Cruz. Verde.

Un objeto se coloca frente a un espejo cóncavo y su imagen esta al triple de la distancia objeto-espejo.si el radio de curvatura es de 30 cm .

Deerminar

a) La distancia que se encuentra el objeto
b) La distancia que se encuentra la imagen respecto del espejo

PT124. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

Queremos tomar mate y para ello necesitamos 1l de agua a 85ºC (temperatura óptima del agua -según los expertos-) para cebar mate sin que se "lave" la yerba, ni quede frío. Algunos calientan el agua hasta que la pava "hace ruido" y allí saben que la temperatura del agua es la óptima. Pero acá propondremos un método más "físico". Colocaremos dentro del termo una cierta cantidad de agua (ver fig) tomada de la canilla, (es decir, a "temperatura ambiente"=20ºC).

Luego pondremos a calentar agua, nos pondremos a estudiar Física, nos olvidaremos del agua y cuando volvamos a la cocina y el agua esté hirviendo, la echaremos dentro del termo hasta completar el total.

¿Qué volumen Vx de agua necesitaremos?

PT125. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

Una lente delgada convergente se utiliza para proyectar una imagen aumentada de diapositiva en una pantalla que se encuentra a 10 m. Si la diapositiva mide 2cm x 3cm y su imagen en la pantalla debe tener 2m x 3m ¿Cuál debe ser la distancia focal de la lente y su distancia a la diapositiva?

PT126. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

En el circuito dado, pasan 8.10^{18} electrones en 4 segundos por el conductor de salida de la fuente de C.C. de 70V.

$R_1 = 15\ \Omega$ y $R_2 = 30\ \Omega$

Calcular los siguientes valores:

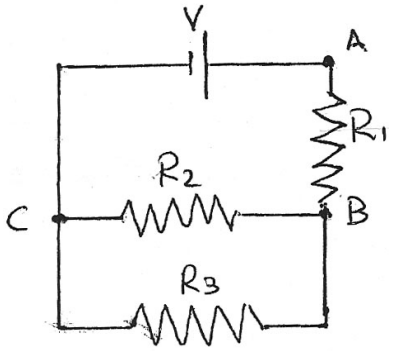
1) Intensidad de corriente en cada conductor.

2) Resistencia 3

3) Potencias de las resistencias

4) Potencia de la fuente

5) V_{AB} y V_{BC}



1 coulomb = 10^{18} electrones 1 amp = 1 coulomb/segundo

PT127. Ciudad de Córdoba. Azul.

Ussain Boll acaba de batir el récord mundial de 100 metros llanos en 9,69 segundos.

Analizando detenidamente la filmación, puede observarse que realiza el trayecto en tres tramos: Uno durante 3,2 segundos, donde acelera hasta alcanzar la velocidad máxima de 12,4 m/s, que mantiene durante 6,1 segundos. En el último tramo, debido a gestos que realiza mostrándose como el ganador, disminuye su velocidad, manteniéndola prácticamente constante durante el mismo.

Se pide: a) Expresar la velocidad media de los 100 m en m/s y km/h

b) Calcular la aceleración del primer tramo.

c) Calcular la velocidad del tercer tramo.

d) Cuál habría sido el récord mundial si no hubiera saludado, de haber mantenido su velocidad de 12,4 m/s también en ese último tramo?

PT128. Ciudad de Córdoba. Azul.

Una finalista de saltos ornamentales, cuya masa es de 48 kg (delgada ella) se dispone a saltar desde la plataforma fija de 8 m, realizando una mortal hacia atrás. Su centro de masa se encuentra a 1 m sobre la plataforma, y describe luego una trayectoria parabólica.

Salta con un ángulo de 75º con la plataforma, elevándose 50 cm. Se pide:

a) Tiempo en que su centro de masa llega al agua.

b) Velocidad con la que llega.

c) Energía cinética con que llega al agua.

d) Potencia en la caída.

e) Empuje, si la densidad del cuerpo es de 1,2 g/cm^3

f) Presión total que sufre al quedar sumergida a tres m de profundidad. Considere CNPT

PT129. Ciudad de Córdoba. Azul.

Antorcha Olímpica. Su diámetro promedio es de 5 m y su largo de 10 m, y está hecha de chapa de hierro. Está pintada de un color tal que su emisividad se puede suponer en 0,5. Una gigantesca llama la mantiene encendida, y su potencia es de 1000 kw. La temperatura ambiente media se estima en 20 ºC, alcanzando la chapa 45 ºC.

Se pide: a) Calorías disipadas en los 23 días y 4 hs que duraron los Juegos.

b) Potencia irradiada por la estructura.

c) Dilatación de la circunferencia media.

Datos: Constante de Stefan-Boltzmann = 5,67 x 10 -8 W/m2.K4

Coeficiente de dilatación lineal del hierro: 11 x 10 -6 $\frac{1}{ºC}$

PT130. Ciudad de La Rioja. Azul.

Un perro pasa con una velocidad constante de 18 km/h delante de una camioneta del servicio sanitario. El personal quiere atrapar al perro y cuando este está alejandose, y a 50 m de distancia, sale a perseguirlo con una aceleración constante a= 2,5 m/s^2.

a) Confeccione un dibujo que represente la situación. Elija un sistema de referencia y escriba las ecuaciones del movimiento del perro y de la camioneta.

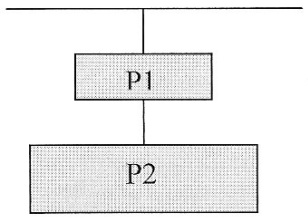
b) Indique cuanto tiempo transcurre desde que la camioneta persigue al perro hasta que lo alcanza.

c) Indique en qué posición la camioneta alcanza al perro y la distancia recorrida por cada uno de ellos.

d) Confeccione un gráfico x=x(t) para los movimientos del perro y de la camioneta.

PT131. Ciudad de La Rioja. Azul.

Un cartel que pesa 10 N se encuentra enganchado a una viga por medio de un cable, colgado de éste se encuentra otro cartel de mayor tamaño y de peso 20 N. ¿Cuál es el valor de T1 y T2?



PT132. Ciudad de La Rioja. Azul.

¿Cuál de los alambres de la tranquera de la figura no cumple ninguna función útil?

PT133. Apóstoles, Misiones. Azul.

Un cuerpo de 10 kg de masa está en reposo apoyado en el piso. En cierto momento es arrastrado por dos personas que jercen fuerzas $\vec{F}1 = 50$ N y $\vec{F}2 = 40$ N.

a) ¿Cuál es la Resultante?
b) ¿Qué aceleración adquiere el cuerpo?
c) ¿Qué ángulo forma la Resultante con la fuerza paralela a la horizontal?
d) ¿Cómo es el sentido y dirección de $|\vec{a}|$ con relación a la dirección y sentido de $\vec{R}$?

PT134. Apóstoles, Misiones. Azul.

Un vaso de precipitado de vidrio pyrex^R resistente al calor que tiene una capacidad de 2000 cm^3 está completamente lleno de alcohol a una temperatura de 0º C.

a) ¿Cuánto alcohol se derramará al calentarlo hasta 70º C, si se supone que la evaporación es despreciable?
b) ¿Qué sucedería si en lugar de calentarse el vaso y el alcohol se enfriaran hasta -30º C?
c) ¿Porqué se aclara en el enunciado que la evaporación se supone despreciable?

PT135. Apóstoles, Misiones. Azul.

3 capacitores de capacidad 4, 10 y 15 microfaradios respectivamente, se conectan en serie a una fuente de tensión de 1500 voltios.

a) Cuál es la diferencia de potencial entre las placas de cada capacitor?
b) ¿Cuál es la energía almacenada en cada capacitor?
c) ¿Cuál es la energía total almacenada?

PT136. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

FÍSICA APLICADA AL AUTOMÓVIL.

La resistencia que un motor de un automóvil tiene que vencer para lograr mantener constante una dada velocidad está relacionada con dos fenómenos distintos: la fricción de rotación y la resistencia aerodinámica.

Dentro del primero, encontramos varios tipos de contribuciones entre los que podemos mencionar, por un lado, la fricción mecánica de las piezas en rotación del vehículo, desde el cigüeñal (eje del motor), pasando por la transmisión hasta los ejes de ruedas; y por el otro, la resistencia de contacto entre los neumáticos y el pavimento. A pesar de que las ruedas de un auto se encuentran en rodadura, el hecho de que los neumáticos sean de un material elástico no ideal hace que los elementos en rotación del mismo sufran sucesivas compresiones y descompresiones no conservativas (en cada revolución de una

rotación). El resultado es una pérdida de energía en forma de calor. La fricción por rotación no es sencilla de modelar debido a la gran cantidad y diversidad de factores involucrados, como por ejemplo, el tipo de suelo sobre el cual el auto transita (dependiendo de la granulometría del pavimento la fricción de rotación, y por ende el consumo de combustible, cambian significativamente). Sin embargo, puede plantearse un modelo semiempírico, con un término constante y otro proporcional a la velocidad del vehículo:

$$f_{rotación} = cte_1 + cte_2\, v$$

El segundo fenómeno involucrado es la resistencia aerodinámica, el cual es más sencillo de modelar. La magnitud de la fuerza de arrastre es proporcional a la densidad del aire ρ, a la proyección del área frontal del vehículo en la dirección de movimiento A, al cuadrado de la velocidad relativa entre el aire y el vehículo v, y a un coeficiente adimensional, C, que depende de la forma del auto el cual disminuye cuanto más "aerodinámico" sea.

$$f_{aerodinámico} = \frac{1}{2}\rho\, A\, C\, v^2$$

En la figura 1 puede verse un Mercedes – Benz C 300, auto que ha sido escogido a modo de ejemplo, pura y exclusivamente por gusto de quien estas líneas escribe.

Figura 1: Mercedes – Benz C300

Juntando la información presentada, la fuerza resistiva al avance de este vehículo como función de la velocidad puede escribirse como

$$f_{resist} = \quad f_{rotación} \quad + \quad f_{aerod}$$

$$f_{resist} = 80N + 6{,}84\frac{kg}{s}v \quad + \quad 0{,}479\frac{kg}{m}v^2$$

1) Si el área transversal de este Mercedes es de 2,75 m^2, hallar el valor del coeficiente adimensional aerodinámico *C*.

2) En un mismo gráfico dibujar <u>cualitativamente</u> la contribución de rotación, la contribución aerodinámica y la fuerza total en función de la velocidad relativa entre el auto y el aire.

3) Calcular la velocidad a partir de la cual la contribución de la resistencia aerodinámica supera el 60% de la resistencia total. Expresar el resultado en km/h.

4) Calcular el consumo de combustible (nafta), expresado en litros de nafta por cada 100 km recorridos, si el auto se desplaza a velocidad constante de 90 km/h, teniendo en cuenta que la eficiencia del motor es del 24%.

5) Calcular el aumento porcentual del consumo de combustible si en lugar de mantener una velocidad constante de 90 km/h se viaja a 130 km/h. Considerar la eficiencia constante del 24%.

Los motores de combustión interna no entregan una potencia constante, sino que ésta varía según la frecuencia del motor. Como se puede apreciar en la figura 2, existe una potencia máxima cerca de una frecuencia de rotación de 5000 revoluciones por minuto (RPM). Ésta es la potencia que los fabricantes nos informan cuando desean promocionar un auto para la venta.

El eje del motor de un auto no está conectado directamente al eje de las ruedas, sino que entre ambos se encuentra el sistema de transmisión. Éste está compuesto básicamente por una reducción primaria fija y una caja de velocidades variable (la caja de cambios). Para el Mercedes E300, la reducción primaria vale 3,74 y la relación de sexta velocidad vale 0,8. Esto quiere decir que, en sexta, por cada vuelta que dé el eje de las ruedas, el eje del motor habrá dado 3,74 . 0,8 = 2,992 vueltas. Dicho de otra manera, si el motor gira a 4000 RPM, las ruedas lo harán a 4000 RPM / 2,992 = 1337 RPM.

Para finalmente relacionar la velocidad del automóvil con la frecuencia de rotación del motor, es necesario tener en cuenta el radio de las ruedas. En nuestro caso, 30 cm.

6) Usando la información de la fuerza de resistencia al avance, la relación de reducción del sistema de transmisión, el radio de las ruedas del Clase E y el gráfico de la potencia del motor en función de su frecuencia de giro, estimar la velocidad máxima que este vehículo puede alcanzar en sexta velocidad. Expresar el resultado en km/h. Hallar, también, la potencia que entrega el motor en CV a esa velocidad y su frecuencia de giro en RPM.

DATOS:

Densidad del aire	ρ_{aire}	= 1,29 kg/m^3.
Poder calorífico de la nafta	q_n	= 47 MJ/kg
Densidad de la nafta	ρ_{nafta}	= 0.737 kg/l

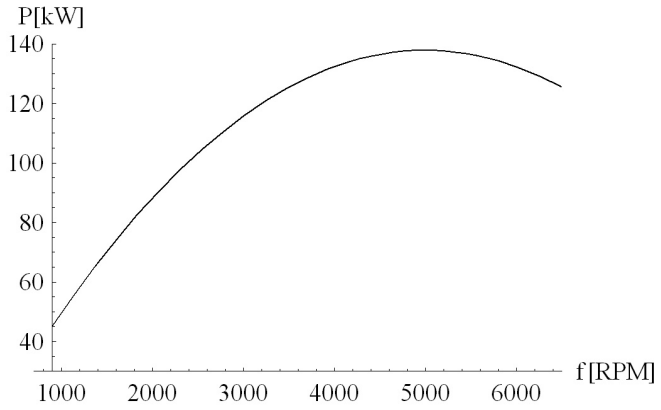


Figura 2: Potencia entregada por el motor en función de su frecuencia de rotación

PT137. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

La ciencia del deporte extremo.

Un joven propietario de una estancia, Carlitos, se prepara para disfrutar de un día al aire libre a bordo de su avioneta. Se encuentra acompañado por Piru, un joven fanático de la Física y del paracaidismo.

Mientras se encontraban volando, Carlitos, conocedor del gran conocimiento científico de su colega, lo indaga respecto a la medición de velocidad efectuada por el velocímetro de la avioneta. Este le comentó que la medición registrada por el velocímetro era en realidad la velocidad relativa de la avioneta respecto del aire, y en días ventosos como ese, dicha velocidad podría ser considerablemente distinta a la real. Al ver la sorpresa del buen Charly, le explicó como la avioneta medía la velocidad: El dispositivo utilizado consta de un tubo Pitot , el cual opera según las bases de la dinámica de fluidos y es un ejemplo clásico para la aplicación práctica de las ecuaciones de Bernoulli. Un tubo Pitot es un tubo abierto en la parte delantera que se dispone contra una corriente de aire que ingresa del exterior de forma que su eje central se encuentre en paralelo con respecto a la dirección de la avance de la avioneta, para que la corriente choque de forma frontal en el orificio del tubo. La parte trasera se fija a un manómetro.

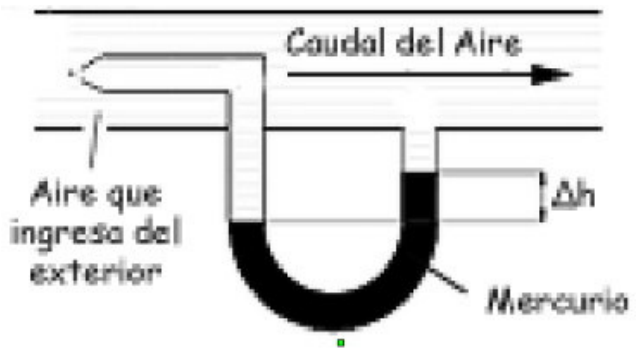


Figura 1: Tubo de Pitot

Mientras que la parte la presión del aire que ingresa en el primer orificio del tubo (el de la izquierda del gráfico) es la total, en la del manómetro de atrás sólo se ve reflejada la presión hidrostática. Esta diferencia de presiones es la que produce un desnivel en el líquido (en este caso, mercurio) que se coloca entre ambos, y midiendo dicha diferencia de altura (para esto se utilizan sensores) se puede obtener el valor de la velocidad de la avioneta respecto del aire exterior.

a) Demuestre que la velocidad de la avioneta respecto del aire exterior, en función de los datos dados por el tubo Pitot, se calcula como:

$$v = \sqrt{\frac{2.g.(\rho_{hg} - \rho_{aire}).\Delta h}{\rho_{aire}}}$$

donde Δh representa el desnivel de altura registrado en el mercurio, ρ_{aire} la densidad del aire, y ρ_{hg} la densidad del mercurio.

Para un cierto momento, el desnivel de altura (Δh) registrado es de 2cm. Siendo 13.6 kg/dm^3 la densidad del mercurio y 1.29 kg/m^3 la del aire.

b) Calcular el valor de la velocidad de la avioneta (respecto del aire exterior) en dicho instante.

Como se ha dicho anteriormente, el gran problema de este sistema de medición, es que el valor arrojado por el velocímetro dista mucho de la velocidad de la avioneta respecto de la Tierra en días ventosos.

En la mañana en la que salen a volar, la velocidad del viento respecto de la Tierra es de 10m/s en dirección Noreste **NE** (formando 30º con la dirección Norte), mientras que el velocímetro del avioneta indica una velocidad de 108km/h, con la trompa del avión apuntando en dirección Noroeste **NO** (esto se puede saber gracias a la utilización de una brújula). El avión está realizando un desplazamiento "real" respecto de la Tierra en dirección Norte **N** (esto le es informado por alguien que se encuentra en el suelo).

c) ¿Cuál es la velocidad respecto de la Tierra del avión?

Volvamos a nuestro amigo físico y paracaidista, Piru.

La razón por la cual estas personas tan audaces pueden lanzarse desde semejantes alturas sin hacerse daño al caer, es gracias a la acción de la fuerza viscosa, el rozamiento que se produce cuando un objeto se mueve en un fluido. Dicha fuerza es proporcional al cuadrado de la velocidad del objeto y su valor (módulo) se calcula como $F_v = \gamma.v^2$, y además tiene misma dirección pero sentido opuesto a la velocidad con la que se mueve el objeto. El escalar γ es el coeficiente de viscosidad, y se calcula como:

$$\gamma = \frac{\rho.A.\delta}{2}$$

donde ρ es la densidad del aire, A el área frontal a la dirección de avance y δ un coeficiente que depende de la forma.

Cuando la persona se lanza con el paracaídas cerrado, consideraremos despreciable el efecto de la fuerza viscosa ya que lo hace durante un intervalo de tiempo muy chico y el coeficiente γ es muy pequeño. Sin embargo, esta cobra gran importancia al abrir el paracaídas.

En este caso, el peso del paracaidista es $90\overline{kg}$ (el empuje que el aire realiza sobre él se desprecia), y el paracaídas que utiliza tiene forma circular y un diámetro de 7 metros. La densidad del aire, si bien sabemos que varía dependiendo de la altitud, consideraremos que tiene un valor constante (nuevamente de 1.29 kg/m^3) debido a que no varía apreciablemente en las alturas en las que estamos analizando la situación.

En la figura 2 se muestra un gráfico de cómo evolucionó la velocidad del paracaidista en función del tiempo, desde el momento en el que se lanza (Nota: que el gráfico llegue hasta los 20 segundos, no quiere decir que el movimiento del paracaidista finalice en ese momento).

Basándose en los datos antes expuestos y en los que Ud. pueda extraer visualmente del gráfico brindado, calcule:

c) ¿Qué distancia en la dirección vertical recorrió Piru hasta abrir el paracaídas?

d) ¿Cuál es el valor del coeficiente de forma δ ?

e) ¿Cuánto vale aproximadamente la aceleración media que sufre el paracaidista desde que abre el paracaídas hasta que prácticamente "alcanza" su velocidad límite? Importante: recordemos que en realidad, la velocidad límite, como su nombre lo indica, es un valor que jamás será alcanzado por el móvil, pero al cual puede acercarse infinitamente. Por eso la palabra "alcanza" aparece entre comillas.

Piru se lanza de la avioneta cuando esta se encuentra a 2000m de altura respecto del suelo.

f) ¿Cuánto tiempo tardará, aproximadamente, en alcanzar el suelo, desde el momento en el que se lanzó de la avioneta?

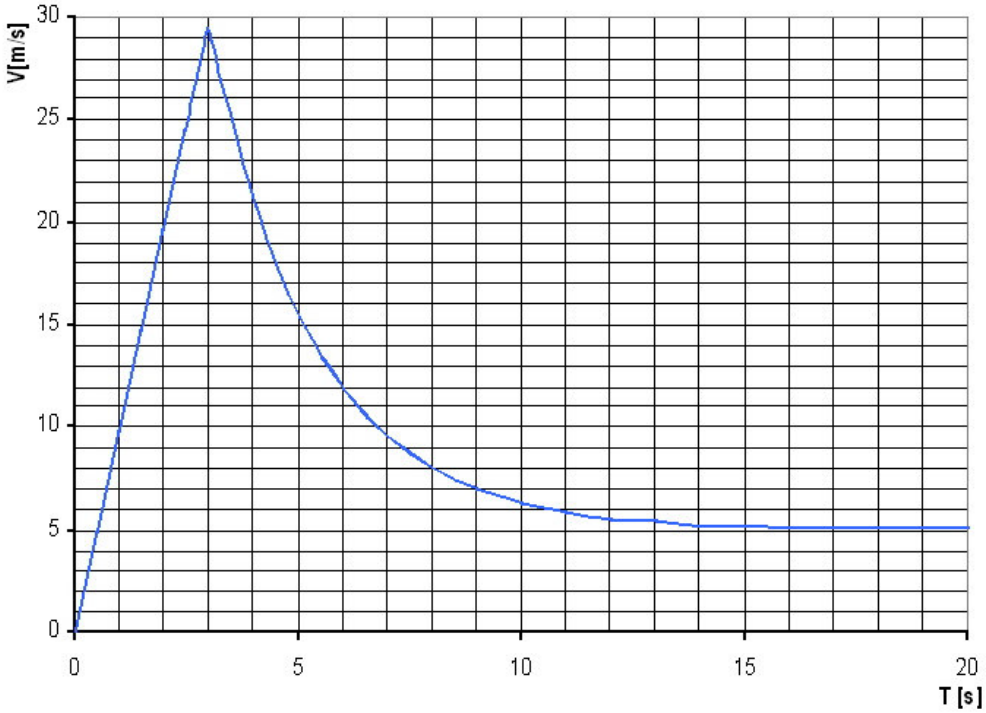


Figura 2: Velocidad del paracaidista en función del tiempo.

PT138. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

Un problema hecho con el corazón.

Nuestro corazón es una de las maravillas de nuestro cuerpo humano. Su funcionamiento es muy complejo y la naturaleza se tomó decenas de millones de años para diseñarlo, pero ha hecho un trabajo realmente magnífico.

El corazón está formado por dos cámaras superiores llamadas aurículas y dos cámaras inferiores llamadas ventrículos. Se llama Septum a la división del corazón en mitades izquierda y derecha. Dos arterias y seis venas forman los conductos principales. La masa muscular del corazón se llama miocardio (del griego *mios*, músculo).

La función del corazón es bombear sangre al cuerpo y la lleva a cabo gracias a la contractilidad de las células que forman el miocardio.

Cada célula (modelada esférica) tiene un diámetro de $10\mu m$ y funciona como una pila química. En condiciones normales, el interior de una célula se encuentra a una diferencia de potencial de

$-80mV$ respecto a su exterior. La diferencia de potencial corresponde a la distribución de iones en la célula.

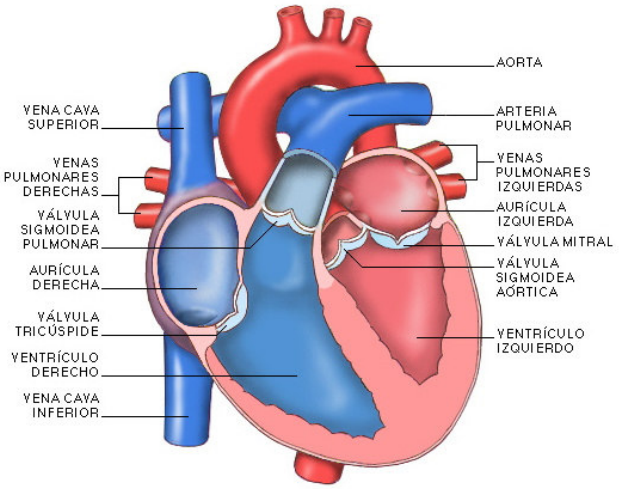


Figura 1: Diagrama del corazón

1) **a) Modele estas células como una esfera sólida conductora y realice un dibujo en el cual se observe la distribución de iones.**

   b) Calcule el valor medio del campo eléctrico en el interior de una célula.

Las contracciones del corazón permiten el bombeo de la sangre y son el resultado de cierta actividad eléctrica que comienza en las células de conducción ubicadas en un área muy pequeña (del orden de $1mm^2$) cerca de la aurícula derecha. Estas células cambian su potencial de $-80mV$ a $+20mV$. Cuando alcanzan los $+20mV$ las células vecinas comienzan a cambiar su potencial propio y el proceso se propaga de arriba hacia abajo hasta alcanzar las células de los ventrículos. El proceso responde a un comportamiento ondulatorio y se conoce a esta onda con el nombre de "onda de despolarización". El proceso inverso en el que las células recuperan el potencial relativo de $-80mV$ se denomina repolarización y comienza en los ventrículos después de que todas las células se encuentran despolarizadas.

El proceso de despolarización y repolarización celular determina que nuestro miocardio se comporte a cada instante como un dipolo eléctrico. Esto da lugar al diagnostico mediante electrocardiogramas (ECG). Para llevar a cabo un ECG se colocan, por lo general, 12 electrodos repartidos por todo el cuerpo a fin de sensar potenciales y compararlos con los valores típicos esperados para cada punto.

2) **Modele el corazón como un cilindro recto y realice un diagrama de líneas de campo eléctrico indicando el sentido del flujo cuando se propaga una onda de repolarización.**

Existen diversas enfermedades que atacan al corazón y diversas técnicas para tratarlas. En un caso extremo y fatal, un corazón puede dejar de funcionar. Esto se debe a que la actividad eléctrica del miocardio cesa. Las células detienen el proceso de despolarización-repolarización y entonces el músculo cardíaco ya no realiza las contracciones necesarias para el bombeo de la sangre. En esta

situación, es necesario poner el sistema en marcha nuevamente. Para ello, los médicos un aparato llamado desfibrilador que consiste básicamente en un generador de impulsos que entrega a la salida una tensión cuyo valor pico se puede ajustar hasta un máximo aproximado de $5kV$.

En la figura 2 se observa el esquema eléctrico básico de un desfibrilador. El capacitor C se carga cuando el interruptor S se encuentra en la posición 1. Una vez cargado se colocan los contactos del desfibrilador en el pecho del paciente y se pulsa una llave que coloca al interruptor S en la posición 2. Entonces el capacitor se descarga a través de un circuito del cual el paciente forma parte mediante la resistencia R_T que se llama resistencia transtorácica y es propia del paciente. Su valor promedio es de 100Ω .

En el circuito T_1 es un autotransformador variable de $0-220V$, T_2 es un transformador con núcleo toroidal y relación de transformación 0,044. El primario de este transformador consta de 125 espiras distribuidas uniformemente alrededor del núcleo.

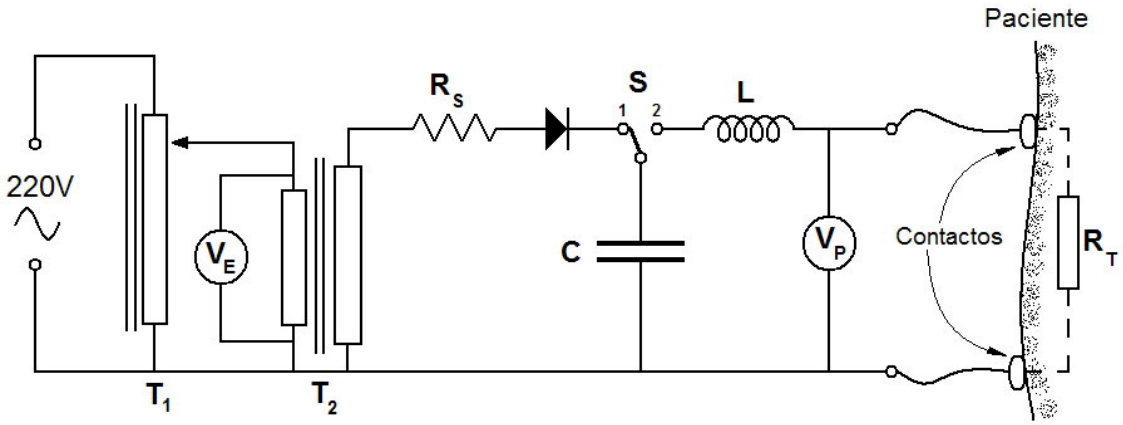


Figura 2: Esquema de un desfibrilador.

Considere un paciente que requiere el uso de desfibrilador. Se fija el autotransformador de modo que su salida sea de $190V$.

3) Determine la lectura V_E del voltímetro

4) Hallar el número de espiras del secundario de T_2

5) Determine la tensión en bornes del secundario de T_2

El capacitor debe tener una capacidad $C = 30\mu F$ para un desfibrilador de $5kV$ de tensión máxima. Suponga que se trata de un capacitor de placas paralelas de área efectiva $S = 2500cm^2$. Se puede elegir entre dos posibles dieléctricos para rellenar el espacio entre las placas:

Opción 1: aceite de constante dieléctrica $k_d = 5$ y rigidez dieléctrica $80kV/mm$

Opción 2: cerámico de constante dieléctrica $k_d = 800$ y rigidez dieléctrica $900kV/cm$.

6) Determine el dieléctrico más apropiado. Justifique.

El circuito de descarga del capacitor es un circuito RLC. Esta configuración determina que a medida que el capacitor se descarga, se tiene a través del circuito una corriente variable en el tiempo de la forma:

$$i_{(t)} = e^{-\alpha t}\left(A_1 e^{\beta t} + A_2 e^{-\beta t}\right)$$

Donde $\alpha = \frac{R}{2L} = \left[s^{-1}\right]; \beta = \sqrt{\alpha^2 - \omega_0^2} = \left[s^{-1}\right]$; y $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \left[s^{-2}\right]$

Al mismo tiempo, la tensión en función del tiempo para este circuito es:

$$v_{(t)} = \frac{1}{C}\left[A_1 \frac{e^{(\beta-\alpha)t}}{(\beta-\alpha)} - A_2 \frac{e^{-(\alpha+\beta)t}}{(\alpha+\beta)}\right]$$

El inductor del desfibrilador tiene una autoinductancia $L = 0{,}1H$ y como ya se mencionó un capacitor $C = 30\mu F$. Suponga que se utiliza el desfibrilador luego de haber cargado el capacitor con $360J$, en un paciente cuya resistencia transtorácica tiene un valor constante $R_T = 150\Omega$.

7) Obtenga el valor de las constantes A_1 y A_2.

INSTANCIAS LOCALES

PROBLEMAS EXPERIMENTALES

PE1. Río Segundo, Córdoba. Azul.

La conexión del puente

Objetivo: Calcular la longitud mínima de las juntas de expansión del Golden Gate.

Equipo/materiales necesarios:

Gafas de seguridad

Barra de acero hueca

Aparato medidor de expansión térmica (de aguja de eje rodante)

Micrómetro

Generador de vapor

Mechero de Bunsen

Manguera de caucho

Comentario

Dos volúmenes iguales de gas a la misma presión se expanden en igual medida cuando se calientan, y se contraen de igual forma cuando se enfrían, sin importar de qué tipos de moléculas estén constituidos. Esto se debe a que las moléculas de un gas están tan alejadas entre sí que su tamaño y naturaleza prácticamente no afectan la magnitud de la expansión o contracción. En cambio, los diferentes líquidos y sólidos son "individualistas". En el estado sólido, las moléculas y los átomos se pueden acomodar en diversas estructuras cristalinas definidas. Los diferentes líquidos y sólidos se expanden o se contraen con diferente rapidez al cambiar su temperatura.

La expansión y contracción de los metales pueden ser factores críticos en la construcción de puentes y edificios. En el puente Golden Gate de San Francisco las temperaturas pueden variar de -5ºC en invierno a 40ºC en verano. En ese puente tan largo, el cambio la longitud de invierno a verano puede ser ¡de casi 2 metros! Por supuesto, los ingenieros deben tener presente la expansión térmica al diseñar puentes y otras construcciones grandes.

Supongamos que eras dueño de una empresa de ingeniería *antes* de la construcción del puente Golden Gate, y te pidieron asesoría acerca de la longitud mínima que deberían tener las juntas de expansión para dicho puente.

Considera dos juntas de expansión para unir el puente a tierra en cada extremo. El acero de esas juntas sería igual al de la barra de acero que usarás en este experimento. Vas a medir en que proporción se expande el acero por metro y por cada grado que se eleva la temperatura. Esta relación se llama *coeficiente de expansión lineal*.

Calcula después la distancia que se expandirá la estructura de 2740 m al aumentar la temperatura. Al final podrás decir cuál es el tamaño mínimo necesario de las juntas de expansión, para asegurar el éxito del puente.

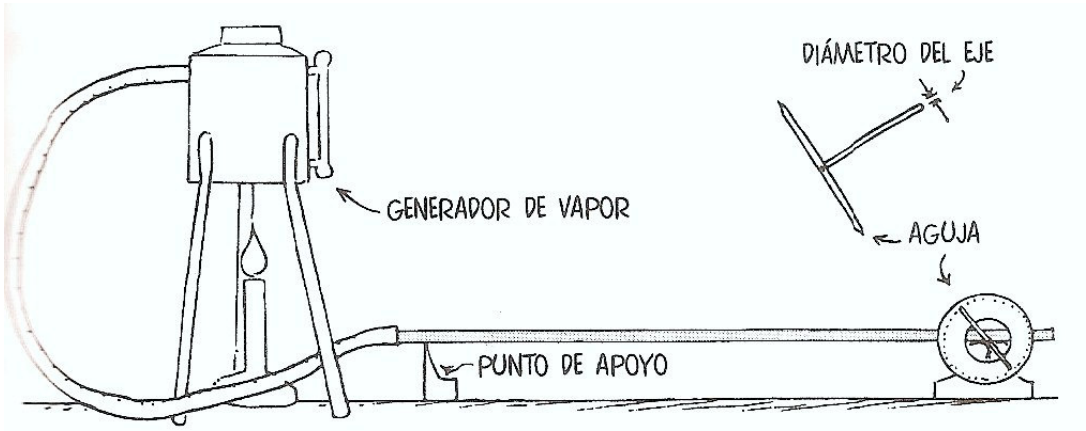
Determinarás el coeficiente de expansión lineal del acero midiendo la expansión de una barra de ese material que se calienta con vapor a 100ºC. La magnitud de la expansión ΔL depende de la longitud original L, del cambio de la temperatura ΔT, y del coeficiente de expansión lineal α (característico de cada material).

$$\Delta L = \alpha \, . \, L \, . \Delta T$$

El cambio de temperatura ΔT es sencillamente 100ºC menos la temperatura ambiente. Una vez que hayas medido L (la longitud original de la barra antes de calentarla) y ΔL (el cambio de longitud después del calentamiento), podrás calcular α, es decir, el coeficiente de expansión lineal, acomodando la ecuación.

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L \, . \Delta T}$$

Es difícil medir cuánto se expande la barra pues la expansión es muy pequeña. Una forma de medirla se ilustra en la siguiente figura:



El extremo de la barra de acero se coloca perpendicularmente al eje de la aguja indicadora. Cuando la barra de acero que descansa sobre el eje se expande, hace girar el eje y la aguja se desvía cierto ángulo.

La aguja indicadora gira $360°$ (una vuelta completa) cuando el eje gira una distancia igual a su propia circunferencia. La circunferencia C del eje es igual a su propio diámetro d multiplicado por el número π.

$$C = \pi . d$$

Si la expansión hace girar el eje $180°$ (media vuelta), entonces el incremento ΔL en la longitud de la barra es igual a la mitad de la circunferencia del eje. Mediante razones y proporciones podrás calcular ΔL para otras expansiones. El cociente de la distancia real ΔL del giro entre la distancia $\pi . d$ recorrida en una rotación completa es igual al cociente del ángulo θ que gira la aguja entre $360°$.

$$\frac{\Delta L}{\pi \cdot d} = \frac{\theta}{360°}$$

Con esta ecuación y las anteriores calcula el valor de α y determina así la longitud mínima del puente según la diferencia de temperatura estimada entre el verano y el invierno.

Procedimiento

Paso 1: usa un micrómetro para medir el diámetro del eje de la aguja indicadora.

$$d = _____ mm$$

Paso 2: monta el aparato como lo muestra la figura, con el generador de vapor listo para funcionar. Asegurarse de colocar un recipiente donde gotee el vapor consensado que salga de la barra hueca. Mide la distancia en milímetros entre el punto de apoyo de la barra de acero y el eje de la aguja (recuerda que estamos midiendo la expansión entre esos dos puntos). No midas la longitud de toda la barra.

$$L = _____ mm$$

Paso 3: conecta el generador de vapor y observa el cambio de longitud de la barra. ¿El aumento es repentino o gradual? Anota el cambio de temperatura de la barra, suponiendo que inicialmente estaba a la temperatura ambiente.

$$\Delta T = _____ C°$$

Anota el ángulo θ que la aguja se desvió a causa de la expansión de la barra.

$$\theta = _____ °$$

Paso 4: calcula el incremento ΔL de la longitud de la barra sustituyendo los valores medidos para θ y d en la siguiente ecuación:

$$\Delta L = \frac{\pi \cdot d \cdot \theta}{360°}$$

Paso 5: calcula el coeficiente de expansión lineal usando tus valores medidos para $L, \Delta T,$ y ΔL.

Paso 6: expresa el coeficiente de expansión lineal en notación científica:

$$\alpha = _____$$

Paso 7: calcula la longitud mínima de la(s) junta(s) de expansión. Escribe tus operaciones.

$$\Delta L = _____ mm$$

Análisis

1. ¿Por qué mediste el diámetro del eje de la aguja en el **Paso 1**, en lugar del diámetro de la barra de acero?
2. ¿Por qué mides la distancia L entre el punto de apoyo de la barra de acero y el punto de contacto con el eje en lugar de la longitud total de la barra?
3. Supón que colocas el dispositivo indicador a la mitad de la barra. ¿El coeficiente de expansión lineal obtenido para la barra de acero sería mayor, menor o igual? ¿Por qué?
4. ¿En qué unidades se expresa α?
5. ¿Cuáles son las fuentes de error en tu experimento? Enuméralas estimando la aportación porcentual de cada una.
6. Supón que determinaste experimentalmente que las juntas de expansión debían tener una longitud mínima de 2m. ¿Qué longitud recomendarías para que fueran seguras, tomando en cuenta tu margen de error?
7. ¿Cuál crees que sería un buen diseño para una junta de expansión?

PE2. Tinogasta, Catamarca. Azul y Verde.

Introducción:

Realizando mediciones con un dinamómetro y utilizando el Principio de Arquímedes es posible determinar el volumen de un cuerpo de forma irregular, y por consiguiente, obtener el valor de su densidad.

El principio de Arquímedes puede ser enunciado como:

Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical, y dirigido hacia arriba, igual al peso del fluido desalojado.

Objetivos:

- Calcular el empuje que recibe un cuerpo sumergido
- Determinar el volumen de un cuerpo sólido a partir del principio de Arquímedes.

Lista de materiales:

- 1 cuerpo sólido.
- 1 vaso precipitado graduado.
- Agua de la canilla
- Dinamómetro.
- jeringa
- Soporte
- Nueces

Procedimiento:

1- Utilizando el dinamómetro determine el peso del cuerpo en el aire, P_a.

2- Calcule la masa del cuerpo.

3- Determine el peso del cuerpo completamente sumergido en el vaso de precipitado y suspendido del dinamómetro, cuide que el cuerpo no toque el fondo ni roce con las paredes, P_s.
4- Calcule el valor del empuje ascendente que recibe el cuerpo, utilice los datos obtenidos en los ítems 1) y 3)
5- Con la ayuda de la jeringa determine el volumen de líquido desplazado.
6- Calcule el volumen del cuerpo, recuerde la definición del Principio de Arquímedes.
7- Calcule la densidad del cuerpo.

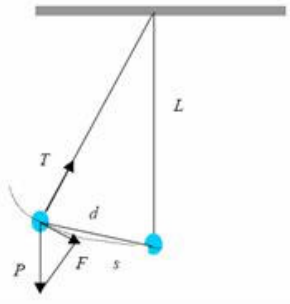
Requerimientos:

- Sólo podrá utilizar los útiles de escritura y calculadora no programable, además de los materiales de la prueba.
- Al finalizar la experiencia deberá entregar un informe escrito con letra clara, que conste de :
  - Planteo del problema
  - Valores obtenidos en las mediciones, tablas, gráficos.
  - Fuentes de error
  - Resultado experimental de lo solicitado.
  - Conclusiones
  - Comentarios que desee realizar referidos dificultades relacionadas a la realización de la experiencia.

PE3. Tinogasta, Catamarca. Azul y Verde.

Introducción

En un péndulo simple, la composición de las fuerzas que actúan da como resultante una fuerza *F* tangente a la trayectoria, que tiende a restituirlo a su posición de equilibrio y que es proporcional al desplazamiento con signo negativo; por lo tanto el movimiento del péndulo se asemeja al movimiento armónico simple (ver figura).



Para pequeñas amplitudes la longitud del arco *s* sobre la trayectoria del péndulo se asemeja a la distancia d y el período se puede calcular a partir de la expresión:

$$T = 2\pi.\sqrt{\frac{l}{g}}$$

que relaciona al período *T* con la longitud *L* del péndulo. Para estudiar esta dependencia construimos un péndulo con un cuerpo y un hilo, y medimos el período para distintas longitudes.

Objetivos:

- Estudiar el movimiento de un péndulo y analizar la relación entre el período y la longitud.

Lista de materiales:

- Soporte
- Esfera de madera o metal
- Cronómetro
- Cinta métrica
- Transportador

Procedimiento:

1- Arme el dispositivo convenientemente

2- Mida con el cronómetro el período de oscilación del péndulo. (Para reducir error tome el tiempo que el péndulo realiza 10 oscilaciones y divida el resultado en 10)

3- Cambie la longitud y realice 3 mediciones para cada longitud

4- Complete la siguiente tabla:

L(cm)	Nº de oscilaciones	t(s)	T(s)	T^2 (s)

5- Represente en un gráfico $T^2 = f(l)$.

6- ¿Qué tipo de función resulta?¿Cuál es la relación matemática respectiva?

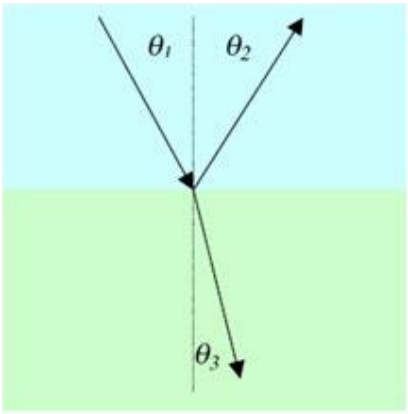
Requerimientos:

- Sólo podrá utilizar los útiles de escritura y calculadora no programable, además de los materiales de la prueba.
- Al finalizar la experiencia deberá entregar un informe escrito con letra clara, que conste de :
    - Planteo del problema
    - Valores obtenidos en las mediciones, tablas, gráficos.
    - Fuentes de error
    - Resultado experimental de lo solicitado.
    - Conclusiones
    - Comentarios que desee realizar referidos dificultades relacionadas a la realización de la experiencia.

PE4. Tinogasta, Catamarca. Azul y Verde.

Introducción

Cuando un haz de luz incide sobre la superficie que separa dos medios, en los cuales la velocidad de la luz es diferente, parte de la misma se transmite y parte se refleja, como se indica esquemáticamente en la Figura.



Donde θ_1, θ_2 , θ_3 son respectivamente los ángulos de incidencia, reflexión y refracción, que se relacionan por la Ley de Snell:

$$\mathbf{n_1 \operatorname{sen} \theta_1 = n_2 \operatorname{sen} \theta_3}$$

y n_1 y n_2 son los índices de refracción de los medios incidentes y de refracción respectivamente.

Objetivos:

- Estudiar la Ley de la refracción de la luz
- Determinar el índice de refracción de una sustancia

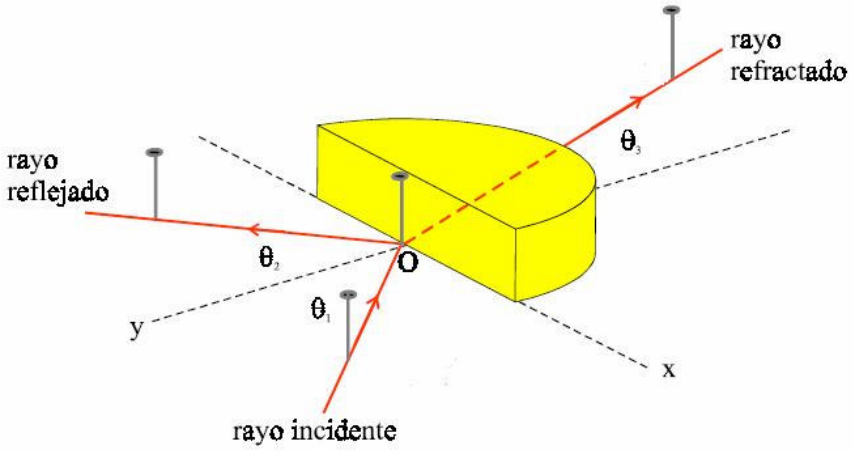
Lista de materiales:

- Láser
- Lente plano-convexa

- Disco graduado
- Alfileres

Procedimiento:

1- Disponga los materiales, encima del disco graduado de acuerdo a la siguiente figura:



2- Mida los ángulos de incidencia y de refracción, para ello utilice los alfileres a fin de guiarse mejor en la medición..

3- Repita el procedimiento para cinco valores de ángulo de incidencia.

4- Complete la siguiente tabla:

Angulo incidencia θ_1 (º)	Angulo refracción θ_3 (º)	sen θ_1	sen θ_3	n de la lente

5-Calcule el índice de refracción promedio.

Precauciones:

- **Evite hacer incidir la luz láser directamente sobre sus ojos, siempre realice la observación desde arriba, nunca frente al láser.**
- **Cuando no utilice el láser apague el mismo.**

Requerimientos:

- Sólo podrá utilizar los útiles de escritura y calculadora no programable, además de los materiales de la prueba.
- Al finalizar la experiencia deberá entregar un informe escrito con letra clara, que conste de:

- Planteo del problema
- Valores obtenidos en las mediciones, tablas, gráficos.
- Fuentes de error
- Resultado experimental de lo solicitado.
- Conclusiones
- Comentarios que desee realizar referidos dificultades relacionadas a la realización de la experiencia.

PE5. Bryn Gwyn, Chubut. Verde.

a. Coloca en un recipiente 50 g. de agua y en otro 50 g. de aceite.
b. Mide la temperatura de ambos líquidos a temperatura ambiente.
c. Enciende el mechero y luego de uno o dos minutos de encendido (necesarios para que la tela metálica se caliente) coloca el recipiente con agua durante tres minutos exactamente.
d. Justo al término de los tres minutos mide nuevamente la temperatura del agua. Con las temperaturas inicial y final calcula la variación de la misma.
e. Repite los ítems c y d para el recipiente con aceite.
f. Realiza cuatro mediciones para cada sustancia siguiendo los pasos antes mencionados, y estima un valor de temperatura promedio para cada una no olvidando estimar el margen de incerteza.

	Agua		Aceite	
	tºc inicial	tºc final	tºc inicial	tºc final
1º medición				
2º medición				
3º medición				
4º medición				
valor promedio				
incerteza				

Análisis de resultados:

- ¿Consideran que la energía térmica entregada a cada sustancia es la misma o no? ¿Por qué?
- ¿Cuál de las dos sustancias experimentó una variación mayor de la temperatura?
- Dado que la cantidad de sustancia es la misma para el agua y el aceite ¿A qué se debe la diferencia de variación de temperatura?
- Calcule la cantidad de energía térmica entregada al agua.
- Con los datos obtenidos calcule el calor específico del aceite.

- ¿Qué significado o interpretación se le puede dar al término calor específico en base a los resultados obtenidos anteriormente?
- Compare los valores obtenidos con la tabla de los calores específicos ¿A qué pueden deberse éstas variaciones?

Tabla de calores específicos

Calores específicos de sólidos (en cal/g°C)		Calores específicos de líquidos (en cal/g°C)		Calores específicos de gases a presión constante (en cal/g°C)	
Acero	0,114	*Aceite de girasol*	*~ 0,6*	Aire	0,237
Aluminio	0,226	Acetona	0,520	Amoníaco	0,520
Cobre	0,093	*Agua*	*1,000*	Dióxido de carbono	0,184
Estaño	0,054	Agua salada	0,950	Cloro	0,127
Hielo	0,110	Alcohol etílico	0,600	Hidrógeno	3,477
Hierro	0,110	Glicerina	0,580	Helio	1,250
Plata	0,055	Kerosene	0,510	Nitrógeno	0,244
Vidrio	0,150	Mercurio	0,033	Oxígeno	0,217

Cuestionario

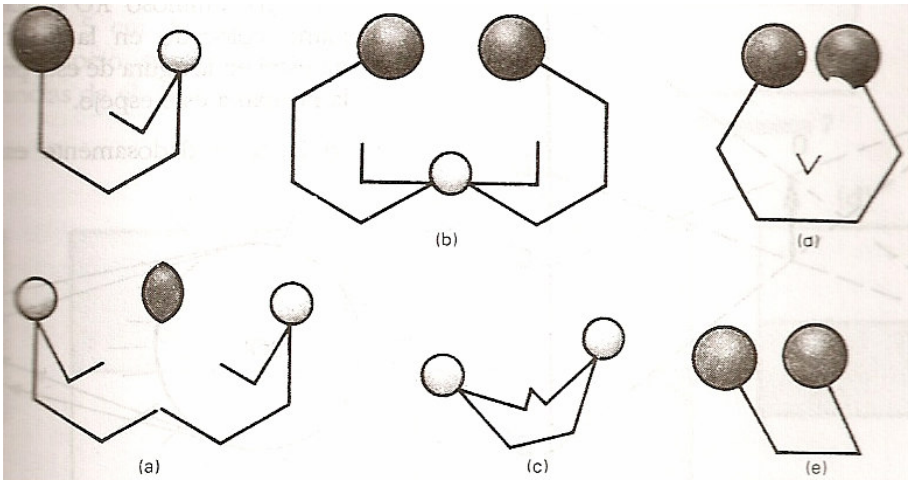
PE6. Bryn Gwyn, Chubut. Verde.

Observe la figura y analice el dibujo desde (a) hasta (e).

Tome un espejo plano y colóquelo sobre el dibujo A (perpendicular a la hoja de papel), trate de obtener configuraciones semejantes a cada uno de los dibujos presentados.

Hay un dibujo entre (a) y (e) que Ud. no puede obtener por más que lo intente.

Identifíquelo y explique por qué ocurre esto.



PE7. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

Determinar la viscosidad de un líquido y calcular el error cometido.

Elementos utilizados:

- Viscosímetro de Ostwald
- Agua destilada
- Líquido a medir: acetona
- Cronómetro

Introducción: Se define a la viscosidad η como la dificultad que tienen los fluidos para escurrir, es decir, la inversa de la fluidez. En el sistema CGS, la unidad de η es el poise.

El viscosímetro de Ostwald es un método capilar comparativo, y consiste en medir el tiempo "t" que tarda en escurrir entre dos enrases un volumen V de agua destilada, y repetir el procedimiento para el mismo volumen V del líquido.

Procedimiento:

Se llena a tope el bulbo de la rama más ancha con agua destilada, y con la ayuda de la perita de goma se hace ascender al agua por el capilar hasta superar el nivel del enrase más alto "e". Se deja escurrir y se mide el tiempo en descender desde el enrase "e" hasta el enrase "e' " ubicado más bajo. Se repite para el líquido a medir. La ecuación a aplicar es:

$$\eta_{Líq} = \frac{\delta_{Líquido} \cdot t_{Líq} \cdot \eta_{agua}}{\delta_{agua} \cdot t_{agua}}$$

Considerando que:

η_{agua} = 0,0100 poise ! 0,0001 poise

δ_{agua}= 1,00 g/cm^3 ! 0,01 g/cm^3

$\delta_{acetona}$ = 0,79 g/cm^3 ! 0,01 g/cm^3

a) Determinar, con su error, la viscosidad de la acetona.
b) Dentro del capilar se establece un regimen laminar, donde el fluído escurre con un movimiento ordenado en forma de delgadas láminas. En éste regimen es válida la ecuación de Poiseuille:

$$Vol = \frac{\pi \cdot r^4 \cdot \Delta_p \cdot t}{8 \cdot \eta \cdot l}$$

Siendo:

Vol: Volumen de fluído

r: radio del capilar

Δ_p = diferencia de presión en los extremos del conducto

t: tiempo

η: viscosidad

l: longitud del conducto

A partir de la ecuación de Poiseuille aplicada al agua y al líquido, deducir la ecuación empleada en el punto a) para determinar la viscosidad del líquido.

PE8. Ciudad de San Luis. Azul.

Objetivo: determinar si el periodo de un péndulo depende de su longitud y/o de su masa.

Introducción teórica:

Un péndulo simple es una masa de dimensiones pequeñas, suspendida de un hilo inextensible y sin peso. El péndulo cundo se desvía de su posición de equilibrio (punto A en la figura) y se abandona, la masa comienza a oscilar alrededor de esta posición de equilibrio con un movimiento que es periódico.

El **periodo** de un movimiento oscilatorio es el **tiempo** que demora en completar una oscilación completa, es decir desde B hasta C pasando por A y regresando a B.

Materiales:

- Soporte
- Hilo
- Cronómetro
- Regla
- Tijera
- Papel milimetrado
- Pesas varias
- Cinta adhesiva
- Papel

Procedimiento

- Armar el péndulo con los elementos entregados
- Realizar las mediciones que crea conveniente para lograr el objetivo planteado
- Redactar un informe escrito con letra clara que contenga:
  - Título
  - Introducción
  - Descripción del dispositivo experimental (texto y dibujo)
  - Detalles acerca de cómo se realizaron las mediciones
  - Mediciones / Tablas
  - Gráficos (en hoja milimetrada)
  - Análisis de errores
  - Resultados obtenidos
  - Conclusiones

PE9. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

<u>El índice de refracción.</u>

Objetivo:

Cuando un haz de luz incide en una interfase entre dos medios, este cambia de dirección. Este fenómeno se llama refracción de la luz.

El objetivo de este experimento es calcular el índice de refracción de un bloque de acrílico, para luego determinar el llamado ángulo límite de ese material.

Lista de materiales:

- Lámpara
- Pantalla opaca con ranura
- Bloque de acrílico
- Lámina semicircular de acrílco
- Escuadra y regla

Comentarios generales:

1) Antes de comenzar lea **todas** las instrucciones
2) Agregue en el informe los comentarios que aclaren el procedimiento exacto que utilizó en cada paso. En lo posible incluya también un dibujo aclaratorio.
3) Escriba en tablas los datos obtenidos en las mediciones junto con sus errores.
4) Aclare cualquier cambio o desvío respecto de las instrucciones, junto con una breve explicación de su motivo.
5) Trate de ser prolijo.

Introducción teórica:

La luz viaja a una cierta velocidad en el vacío que comunmente se llama *c*. Cuando la luz se encuentra con un medio, vemos que cambia su dirección. Este cambio de dirección se debe fundamentalmente al cambio de velocidad que sufre la luz en este nuevo medio. Se define el **índice de refracción n = c/v**, donde *c* y *v* son las velocidades de la luz en el vacío y en el material respectivamente. Vemos que $n_{vacío}$ =1 y se puede considerar también n_{aire} =1.

La incidencia se mide con el ángulo α que forma la luz con la normal a la superficie y la refracción se cuantifica a partir del ángulo β con que sale el haz, siempre con respecto a la normal, como muestra la Figura 1.

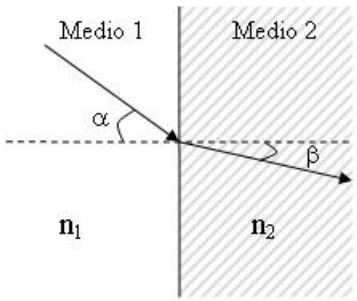


Figura 1 Haz de luz que incide desde el medio 1 con índice de refracción n_1, con ángulo α y sale en el medio 2 de índice de refracción n_2 con ángulo β.

Sabiendo que la luz es una onda, se pueden resolver las condiciones para un cambio de medio como el de la figura, y se puede deducir la famosa Ley de Snell que data del siglo XV:

$\mathbf{n_1\ sen(\alpha) = n_2\ sen(\beta)}$. A este mismo resultado se puede llegar a partir de las ecuaciones del electromagnetismo de Maxwelll de fines del siglo XIX, pues ahora se sabe que la luz es una onda electromagnética.

Un caso especial ocurre cuando $n_1 > n_2$, ya que existe un **ángulo límite** α_{lim} tal que si $\alpha > \alpha_{lim}$ la fórmula de Snell no tiene solución (recuerde que el seno no puede ser mayor que 1), y lo que ocurre es que el rayo de luz se ve totalmente reflejado en un fenómeno llamado **reflexión total interna**.

Parte 1: Procedimiento y mediciones

1) Prenda la lámpara y coloque la pantalla con ranura delante para que la luz salga en forma de haz.
2) Coloque el bloque de acrílico frente al haz. Experimentalmente verá que son fáciles de determinar los puntos de entrada y salida del bloque de acrílico por su luminosidad. Note que el haz de entrada y de salida son paralelos. ¿Por qué?
3) Mida los lados adecuados de los triángulos rectángulos que se ven en la figura 2 para determinar sen(α) y sen(β). Vea como el haz se ve difuso dentro del bloque y es muy difícil de localizar.
4) Realice un análisis de los errores que comete al hacer las mediciones de los senos del punto anterior. ¿Son mediciones directas o indirectas?
5) Repita las mediciones para al menos 10 ángulos distintos

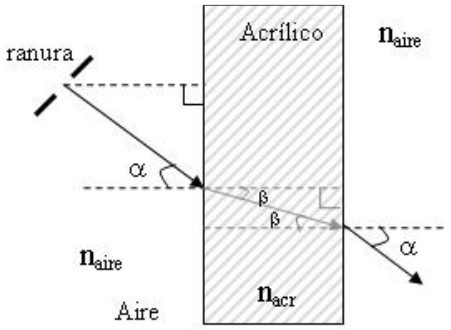


Figura 2 Haz de luz incidiendo en un bloque de acrílico y atravesándolo.

6) Grafique los resultados obtenidos como sen(α) vs. sen(β) y obtenga n_{acr}

Parte 2: Análisis y ángulo límite

Determine si puede a partir de la Ley de Snell el ángulo límite del acrílico. Para corroborar el resultado determínelo experimentalmente utilizando el semicírculo de acrílico. Varíe la posición de este para modificar el valor de **x** que se muestra en la figura 3 hasta que el haz no salga más del objeto. Para ese valor de **x** utilice el diámetro **D** para determinar α_{lim}. Note que la normal corta al semicírculo en el centro **C**.

¿Puede determinarlo experimentalmente también con el bloque? ¿Por qué?

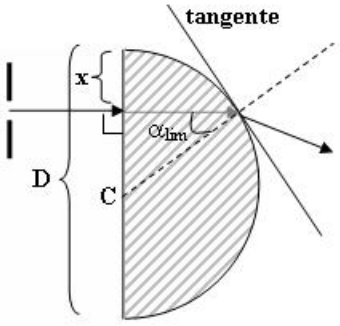


Figura 3 Haz de luz atravesándo un semicírculo de acrílico.

Parte 3: Confección de un informe (téngalo en cuenta al realizar la parte 1 y 2)

Escriba un informe de la experiencia realizada que posea la siguiente información:

- Título
- Introducción (breve)
- Hipótesis
- Descripción del dispositivo experimental (texto y dibujo)
- Detalles acerca de cómo se realizaron las mediciones (texto y dibujo)
- Mediciones / Tablas
- Gráficos (en hoja milimetrada)

- Cálculos
- Cálculos de errores
- Resultados obtenidos
- Comentarios finales
- Conclusiones

Y cualquier información que considere relevante

PE10. Ciudad de Santiago del Estero. Azul.

Tema: Refracción.

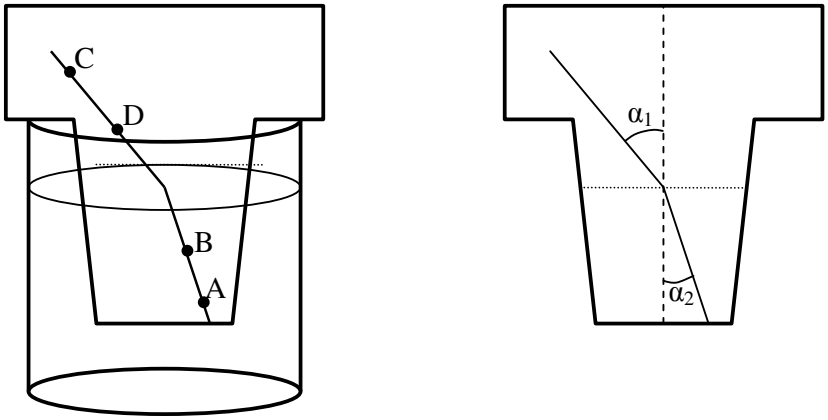
Objetivo: determinar el índice de refracción relativo del agua potable.

Introducción teórica.

Un medio transparente y homogéneo se caracteriza por su índice de refracción absoluto. Llámese absoluto cuando su medio de referencia es el vacío n= c/ v, siendo c la velocidad de la luz en el vacío, y v la velocidad de la luz en el medio transparente.

Indice relativo de refracción del medio (2) respecto del medio (1) se llama al cociente de la medida de la velocidad de propagación de la onda en el medio (1) sobre la del medio (2). Esto es : $n_{21} = v_1 / v_2$

Éste se obtiene de dividir los índices absolutos en el orden correspondiente



$n_2 = c/v_2$ y $n_1 = c/v_1$

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\frac{c}{v_2}}{\frac{c}{v_1}} = \frac{v_1}{v_2} = n_{21}$$

esto relacionado con la ley de Snell:

$$n_{21} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\text{sen}\alpha_1}{\text{sen}\alpha_2}$$

siendo α_1= ángulo de incidencia y α_2= ángulo de refracción

Montaje.

Se suministran los siguientes materiales:

- Lámina de plástico recortada y escuadrada
- Regla
- Transportador
- Vaso de plástico
- Alfileres
- Hoja milimetrada
- Vaso con agua

Procedimiento:

Clave dos alfileres A y B de manera que sean puntos de una recta

Introduzca la lámina con los alfileres dentro del agua, de tal manera que los topes laterales hagan contacto con el borde del vaso

Dirija la visual desde una posición que se vean los dos alfileres alineados

Coloque en la dirección exterior al agua otros dos alfileres C y D, alineados visualmente con los anteriores

Retire la lámina y dibuje las rectas que contienen los alfileres sumergidos (rayo refractado) y a los exteriores (rayo incidente)

Mida los ángulos de incidencia y de refracción

Repita el experimento con los alfileres en otra posición, de tal manera de ir variando la inclinación de la recta A y B, para obtener otros valores de ángulos de incidencia y refracción

Se pide:

a) confeccionar una tabla con los valores de los ángulos y sus respectivos senos
b) graficar en papel milimetrado sen a1 en función de sen a2 con los valores obtenidos
c) trace la mejor recta que se ajuste a sus valores y determinar la pendiente de la misma
d) interpretar que representa la pendiente de la recta
e) obtener el índice de refracción relativo, estimando su error y acotando la medición
f) calcular el ángulo crítico para éste caso.

PE11. Caleufú, La Pampa. Azul.

Objetivo:

Apreciar la influencia del razonamiento viscoso en el movimiento de un cuerpo.

Materiales:

Una manguera transparente de 1 m de largo, líquido viscoso (aceite) dos tapones de goma o plástico, para cerrar la manguera, dos bolitas de rulemán, una escala en cm., un cronómetro.

Procedimiento:

1) Tapen la manguera en un extremo sellándolo.

2) Llenen la manguera con aceite, introducir la bolita y cerrar el otro extremo, sellar y tratar de que no queden burbujas de aire en la manguera.
3) Fijar la manguera bien estirada acompañando la escala graduada.
4) Sostener el dispositivo verticalmente y dar vuelta de manera de poder estudiar el movimiento de la bolita, partiendo con velocidad nula en uno de los extremos.
5) Registrar los tiempos correspondientes a las posiciones que adopta la bolita, cada 10 cm y confeccionar una tabla con esos datos.
6) Graficar la posición de la tabla en función del tiempo.
7) Repetir la experiencia con la otra bolita.

Conclusiones:

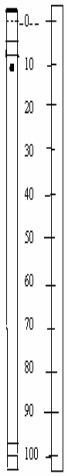
A) interpretar el movimiento representado en el gráfico.
¿Qué indica la pendiente de la recta en la gráfica?
¿Cuál es la aceleración en dicho tramo? ¿Cuál es la velocidad?

B) efectuar en diagrama de cuerpo libre de la bolita teniendo en cuenta tres fuerzas a que está sometida peso, empuje y fuerzas de rozamiento.

C) Escriban la segunda ley de Newton para la bolita.

D) según las mediciones experimentales, la velocidad llega rápidamente a un valor constante, la velocidad límite. ¿Por qué no crece más?

E) Completar el siguiente párrafo:



La fuerza de rozamiento viscoso es directamente proporcional a la velocidad y de sentido contrario (Fv=-KV). Al aumentar la velocidad, la fuerza de resistencia al avance …….
Es decir que en el transcurso de la caída, la fuerza da valores: desde……hasta……
En el momento en que se establece un estado de equilibrio entre las fuerzas, la bolita se mueve con velocidad……y tiene aceleración…….
Entonces la fuerza de rozamiento viscoso se puede expresar en relación al peso y al empuje como F roz. Visc. = ……..

C) Elaborar conclusiones a partir de la comparación de los resaltados obtenidos con bolitas de diferentes tamaños.

D) Indicar la opción correcta en las siguientes afirmaciones: la velocidad límite para cuerpos más pequeños pero de igual forma y material, resulta ser mayor, menor o igual.

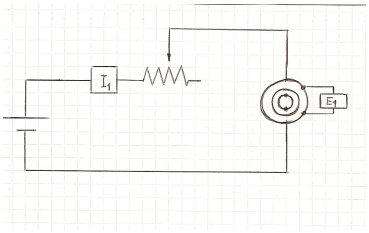
PE12. Comodoro Rivadavia, Chubut. Verde.

<u>Generador de corriente alterna. Uso de equipo lab-volt con interfase en computadora.</u>

Objetivo: Medir las características en vacío y con carga RLC de un generador.

1) Ensayo de vacío del generador.

a) Conecte el circuito de la figura:



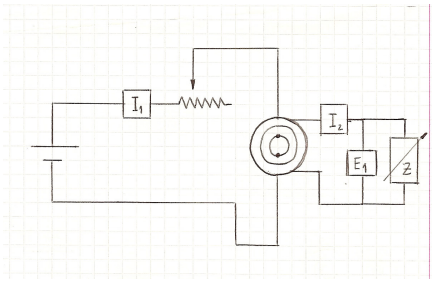
b) Complete la tabla de datos:

N (rpm)	F (Hz)	I_1 (mA)	E_1 (V)
		0	
		240	
		250	
		260	
		270	
		280	
		290	
		300	

c) Realice el grafico $E_1 = f(I_1)$

2) Ensayo de carga del generador:

a) Conecte el circuito de la figura:



b) Complete la tabla de datos:

Z	N	f	I_1	E_1	I_2

c) Construya el grafico de $E_1 = f (I_2)$

PE13. Mar del Plata, Buenos Aires. Azul.

Objetivo:

Determinar la distancia de separación de los surcos de un CD, por medio de la difracción de la luz.

Introducción:

Este experimento trata sobre las ondas, y por lo tanto lo primero que debemos saber es que es una onda?. Las ondulaciones sobre la superficie de una pileta cuando arrojamos una piedra o cuando el extremo de una cuerda se agita hacia arriba y abajo, ese abultamiento que se propaga se llama onda. La luz y el sonido que emitimos cuando hablamos también es una onda. Estos ejemplos son parte de un mismo fenómeno que llamamos ondulatorio y tiene en común ciertas características:

Velocidad de propagación (*v*): es la velocidad con que la perturbación se traslada en el espacio. Tiene unidades de metro sobre segundo (m/s)

Longitud de onda (λ): es la distancia entre dos puntos igualmente perturbados de la onda. En otras palabras es el tamaño que ocupa la perturbación en el espacio y se mide en unidades de metros (m).

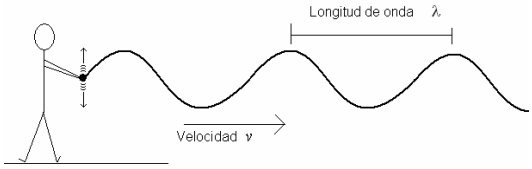


Figura 1

También tienen en común, que todas ellas se pueden representarse por medio de funciones sinusoidales, como se ve en la Figura 1, donde un niño produce una perturbación en forma continua sobre una cuerda. Esta esquematización de las ondas muchas veces no es la forma real que adquiere la onda frente a nuestros ojos, jamás vera directamente a la luz o al sonido adquirir esta forma en el espacio, sin embargo su perturbación sí se comporta según esta función matemática.

En este experimento observaremos las propiedades ondulatorias de la luz. La cual es una onda de longitud muy pequeña que oscilan entre valores 4 x 10^{-7} m a 7 x 10^{-7} m y viaja a una velocidad de 3 x 10^8 m. Los COLORES son diferentes variaciones en la longitud de onda de la luz. Dentro del rango de las longitudes de ondas mencionado anteriormente entran todos los colores conocidos que podemos ver en nuestro mundo.

	Longitud de onda x 10^{-7} m
VIOLETA	4,0 a 4,3
AZUL	4,3 a 4,8
VERDE	4,8 a 5,5
AMARILLO	5,5 a 6,3
ROJO	6,3 a 7,0

Tabla 1

En la Tabla 1, te mostramos los valores de longitud de onda de algunos de los colores más representativos. Un rango de valores de

longitud de onda se identifica con un color determinado, pero en realidad existe una variación continua de valores de longitud de onda.

Si este rango cubre todas las longitudes de onda visibles, fíjese que no aparece el blanco, ni el negro, ya que el primero es la suma de todos es el espectro visible y el segundo es la ausencia de la luz.

Hasta aquí una explicación de lo que es la luz, ahora veremos de qué forma puede ser utilizada para calcular la distancia que separa a dos surcos o líneas en un CD-ROM comercial de los que usamos para grabar información con nuestras computadoras. Estos discos tienen una cara espejada que a simple vista parece continua o lisa pero si realizamos una ampliación veremos que en realidad esta conformada por una serie de surcos de un tamaño muy pequeño del orden de 10^{-6} m.

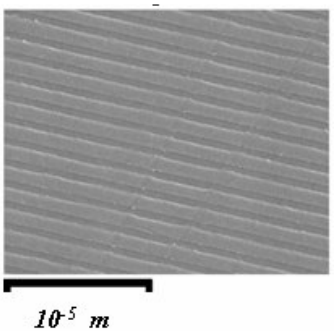


Figura 2

En la Figura 2 vemos una imagen ampliada de la superficie de un CD.

Un CD es lo que en física se llama una ***red de reflexión***, una superficie con una serie de ranuras cuya separación tiene un tamaño similar a la longitud de onda de la luz que se refleja en su superficie. Una red tiene muchas utilizaciones en el trabajo científica, en este caso la utilizaremos para descomponer la luz.

Para entender de que forma una red es capaz de descomponer la luz, primero imaginemos que colocamos nuestra red a 45º respecto de nuestro un haz incidente. Este haz solo contiene una longitud de onda definida, es lo que llamamos luz monocromática, luz de un solo color. Esta luz puede ser producida por un puntero láser. Al incidir sobre la red el haz sale en distintas direcciones, y esto es lo llamativo de la red, como se observa en la Figura 3

A cada dirección la llamaremos ***orden***, por ejemplo, esta el haz de orden cero (n=0) que ser refleja perpendicularmente, el haz de primer orden (n=1), y así sucesivamente hasta el orden infinito. Nosotros concentraremos nuestra atención en el haz de orden cero y primero. Lo interesante es que existe una relación matemática sencilla que relaciona el número de orden (**n**), la longitud de orden (**λ**), el ángulo que se forma (α_n) y la separación entre ranuras que tenga la red (**d**)

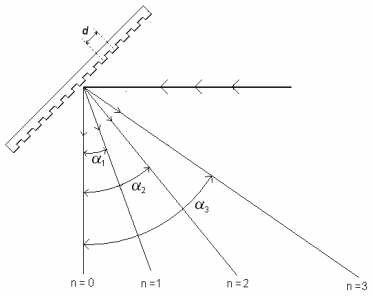


Figura 3

$$\mathbf{d} \cdot \mathbf{sen}\,(\alpha_n) = \mathbf{n} \cdot \lambda$$

Observe que el haz de primer orden se desvía según la longitud que tenga la onda, sin embargo el haz de orden cero tiene siempre la misma desviación $\alpha=0º$ independientemente de la longitud de onda.

Esto nos lleva a concluir que si en ves de un haz monocromático, hacemos incidir un haz de luz blanca. Ocurrirán dos cosas:

- En el ángulo α=0 encontraremos todos los haces sumados sin importar su longitud de onda, por lo tanto el haz de orden cero es luz blanca.
- En un rango de ángulos definidos encontraremos todas las longitudes de ondas separadas. A cada longitud de onda le corresponde solo un ángulo como indica la relación.

Materiales

- Una mesa
- Fuente de luz (1)
- Una madera (3)
- Porción de CD
- Porta –Red (2)
- Visor de cartón (4)
- Una cinta métrica
- Una escuadra
- Cinta adhesiva
- Tijera

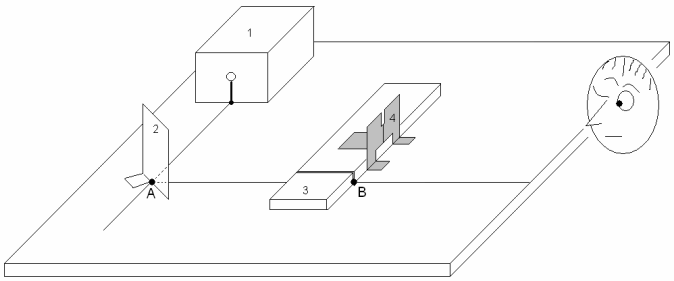


Figura 4

Método experimental

1- Ubicar la fuente en algún punto medio de la de la recta azul de la mesa. A la intersección de las recta azul y roja llamaremos punto **A**

2- Medir la distancia entre los puntos **A-B**.

3- Introducir el medio CD en el interior del porta-red. Ubicar el **porta-red** con su eje coincidiendo con el punto **A,** orientar la red con un ángulo de 45º respecto de los ejes.

4- Colocar el **visor** de cartón sobre la madera y probar que este se deslice libremente sobre la madera como muestre la Figura 4

5- Encender la **fuente** y ubicar el **visor** con su eje (línea negra) en el punto **B.** Cerrando un ojo, observar desde el borde de la mesa la porción de CD, que nos muestra el porta-red. Si todo esta bien alineado Ud debería ver un reflejo de luz blanca de la fuente. Este reflejo corresponde al haz de orden cero, es decir todas las frecuencias juntas formando la luz blanca. Si el reflejo no es visto ajuste la posición del porta-red hasta observar el reflejo de la fuente.

6- Deslice el visor sobre la madera, mientras continua observando, visor por medio, el reflejo proveniente del CD. Comenzará a visualizar los reflejos de color violeta, azul, verde, amarillo y rojo proveniente de los rayos de primer orden y si continua moviendo el visor, luego tiene que observar los reflejos de segundo orden. Una vez familiarizado con estas observaciones. Mida y tabule la distancia que hay entre el punto B y el eje del visor para cada reflejo de segundo orden: Violeta, azul, verde, amarillo y rojo.

Procedimiento

1- Construir una tabla donde aparezca la distancia al punto B obtenida cada color del segundo orden y el ángulo α_2 correspondiente. (3,0 puntos)

2- Procesar los datos para obtener una tabla de seno del ángulo α_2 , del haz de segundo orden, y la longitud de onda. (3,0 puntos)

3- Realizar una grafica de longitud de onda en función de sen α_2 (3,0 puntos)

4- Trazar sobre los puntos graficados en el punto 3 una recta de mejor ajuste y calcular su pendiente. (4,0 puntos)

5- Dar la separación entre surcos del CD con su error (4,0 puntos)

6- Analizar las fuentes de error del experimento (3,0 puntos)

PE14. Aguilares, Tucumán. Azul y Verde.

Se desea determinar la ***coeficiente de viscosidad*** *"a la temperatura ambiente"* de un liquido.

Para ello se le proveen los siguientes elementos:

- Una probeta graduada.
- Un frasco con líquido viscoso.
- Cronómetro.
- Regla.
- Balanza.
- Calibre.
- Papel milimetrado.

Marco Teórico

La viscosidad es una propiedad de los fluidos. En los líquidos se debe a las fuerzas de cohesión intermoleculares y en los gases a las colisiones entre las moléculas de un gas.

La viscosidad de un fluido se expresa cuantitativamente mediante el **coeficiente de viscosidad η**, que es propio de cada fluido. Este coeficiente varía con el aumento de la temperatura, disminuyendo en los líquidos y aumentando en los gases.

La *ley de Stokes*, establece que durante la caída de una esfera dentro de un fluido, esta interactúa con el campo gravitatorio terrestre, con las capas del fluido, de manera que las fuerzas que se ejercen sobre ella son el peso **P**, el empuje **E** y la fuerza viscosa **F** *(véase figura)*. Este movimiento es inicialmente acelerado, hasta que las tres fuerzas se equilibran y la esfera continua cayendo con velocidad constante, llamada ***velocidad limite o de régimen***. Cuando la esfera alcanza esta velocidad (si consideramos los módulos) se verifica:

$$\mathbf{P = F + E} \quad (1)$$

y la intensidad de la fuerza viscosa en el movimiento de una esfera dentro de un fluido viscoso, mientras no hay turbulencias, se puede calcular mediante la Ley de Stokes, cuya expresión es:

$$\mathbf{F = 6\ \pi\ \eta\ r\ v} \quad (2)$$

Donde η es el coeficiente de viscosidad, **r** es el radio de la esfera y **v** el valor de la velocidad de régimen.

Recuerda que:

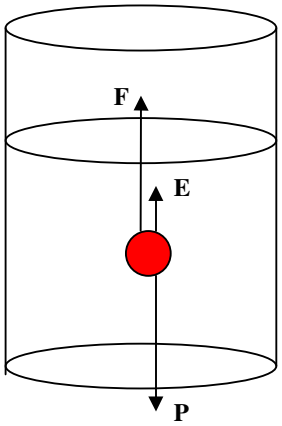
- EMPUJE: según el principio de Arquímedes es igual al "peso del líquido desalojado". Para calcularlo debes considerar el peso específico del fluido y el volumen del cuerpo sumergido, siendo

  $E = \rho \cdot V$; donde ρ es peso especifico

- DENSIDAD: Cociente entre la masa y el volumen.
- PESO ESPECIFICO: es cociente entre peso y volumen, su relación con la densidad δes: $\rho = \delta \cdot g$

  y **g** es la aceleración de la gravedad.
- ACELERACION DE LA GRAVEDAD en Aguilares g = (9,79 $\pm$ 0,01) m/s^2.
- VOLUMEN DE UNA ESFERA: $V = 4/3\ \pi\ r^3$

Método sugerido



En la figura la esfera se encuentra en *velocidad de régimen* dentro del líquido.

De la expresión (1) resulta F = P – E

De la expresión (2) resulta $\eta = \dfrac{F}{6\ \pi\ r\ v}$

- Para determinar la fuerza viscosa F, se le sugiere determinar:
  a) el peso del cuerpo, para ello dispone de la balanza donde puede obtener la masa de la esfera y luego calcular el peso con la conocida **P = m . g.**
  b) El empuje: Para ello necesitas calcular el volumen, previamente mides el diámetro con el calibre. También necesitas la densidad del liquido; en este punto se sugiere colocar en la probeta (cuya masa mide previamente) un volumen **V** del liquido viscoso y determinar la masa. El marco teórico le dice el resto.
- Para determinar la velocidad de régimen: se sugiere: colocar una gran cantidad de líquido en la probeta (por encima de la marca de graduación superior de la probeta), luego dejar caer la esfera dentro del líquido y cuando haya desplazado entre uno o dos centímetros (o lo que estime necesario) ya estaría en velocidad de régimen. A partir de ese instante medir distintos espacios recorridos con sus respectivos tiempos para poder determinar la velocidad. Estos espacios pueden ser la misma graduación de la probeta, que luego puedes relacionar con una escala métrica con la regla.

- A continuación graficar *espacio en función del tiempo* y obtener la mejor recta; sabiendo que su pendiente es la velocidad de régimen.

Ahora sólo resta determinar **el valor del coeficiente de viscosidad** solicitado; consignando el resultado en unidades del sistema MKS.

PE15. San Miguel de Tucumán. Azul.

Objetivo: "Determinar la aceleración con la que cae un bloque de madera sobre un plano inclinado"

Materiales:

- madera de 2m de largo
- bloque de madera
-Cronómetro
- cinta métrica
-Papel milimetrado

Procedimiento:

1) Determinar el ángulo de inclinación con el cual se va a realizar las mediciones. Explique.

2) Marcar los tramos donde se tomarán las mediciones y calcular los tiempos. Tomar 30 mediciones.

3) Construir una tabla de valores.

4) Calcular la aceleración con la que cae el cuerpo con su error correspondiente.

5) Elaborar un informe donde incluya los pasos seguidos, los gráficos, los cálculos, los posibles errores cometidos y las conclusiones.

PE16. San Miguel de Tucumán. Azul.

OBJETIVO:

1) "Determinar la aceleración de la gravedad en la tierra"

2) "Determinar la masa de la tierra"

MATERIALES:

- madera de 2m de largo
- bloque de madera
-Cronómetro
- cinta métrica
-Papel milimetrado

PROCEDIMIENTO:

1) Plantear la ecuación que permita calcular la aceleración de la gravedad
2) Diseñar un plano inclinado con la madera donde se medirá el desplazamiento y el tiempo que tarda en desplazarse. Calcular la aceleración con el que el bloque cae. Explique
3) Determine el ángulo de inclinación del plano.

4) Calcule la aceleración de la gravedad con su error correspondiente.
5) Encuentre la expresión que permita calcular la masa de la tierra.
6) Calcular la masa de la tierra, con su error.
7) Elaborar un informe donde incluya los pasos seguidos, los gráficos, los cálculos, los posibles errores cometidos y las conclusiones.

Datos:

Radio terrestre = $(6{,}37 * 10^6 + 1*10^6)$ m

Coeficiente de rozamiento dinámico de la madera = (0,375 + 0,001)

PE17. Yerba Buena, Tucumán. Azul.

Objetivo:

1) "Determinar el coeficiente de rozamiento estático entre el bloque y el plano de madera"
2) "Determinar la aceleración de la gravedad en la tierra"

Materiales:

- madera de 2m de largo
- bloque de madera
- Cronómetro
- cinta métrica
-Papel milimetrado

Procedimiento:

1) Plantear la ecuación que permita calcular el coeficiente de rozamiento estático máximo entre el bloque y el plano.
2) Encontrar dicho coeficiente con su error correspondiente.
1) Plantear la ecuación que permita calcular la aceleración de la gravedad
2) Diseñar un plano inclinado con la madera donde se medirá el desplazamiento y el tiempo que tarda en desplazarse Calcular la aceleración con el que el bloque cae. Explique
3) Determine el ángulo de inclinación del plano.
4) Calcule la aceleración de la gravedad con su error correspondiente.
5) Elaborar un informe donde incluya los pasos seguidos, los gráficos, los cálculos, los posibles errores cometidos y las conclusiones.

Datos:

Coeficiente de rozamiento dinámico de la madera = (0,375 + 0,001)

PE18. Santa Rosa, La Pampa. Azul.

Actividades

a) Determina en forma experimental el calor específico de la *leche de campo*. ¿Qué significa este valor?

b) Determina en forma experimental el calor específico de la leche descremada. ¿Qué significa este valor?

c) Compara estos valores y expresa alguna conclusión.

Elementos con que cuenta

Balanza de platillos-pesas-termómetro de escala Celsius-vasos graduados-mecheros- agua-leche de campo- leche descremada.

Nota: Haz una descripción detallada de los pasos que sigues en tus experiencias y que conceptos pones en juego.

PE19. Ciudad de Santa Fe. Verde.

Objetivo:

- √ Determinar Experimentalmente el coeficiente cinético de rozamiento entre un bloque de madera, en contacto con una superficie de otra clase de madera.
- √ Determinar el ángulo límite para que el bloque comience a moverse.
- √ Determinar el módulo de la velocidad que adquiere al final del recorrido en la madera.

Materiales:

- Bloque de madera.
- Prisma de madera.
- Regla milimetrada.
- Cronómetro

Consignas:

1. Desarrolle una técnica operatoria que sea la mas apropiada para encontrar el coeficiente cinético de rozamiento entre las dos superficies de madera.
2. Explique dicha técnica operatoria, enumerando los pasos que ha seguido.
3. Realice todos los cálculos matemáticos en la hoja de trabajo (inclusive los que usted considera como auxiliares).
4. Enuncie el o los principios Físicos que ha utilizado en la experiencia para cumplimentar los objetivos de la misma.

PE20. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Objetivos:

Analizaremos cómo se propaga el calor en un metal (aluminio) en dos configuraciones diferentes (planchuela y varilla) en un medio altamente disipativo mediante un método simple. Asimismo analizaremos qué variaciones se producen al modificar el ancho de la planchuela.

Materiales:

- Planchuelas de distintos anchos perforadas (3).

- Varilla.
- Fuente de calor (vela).
- Encendedor o fósforos.
- Tachuelas.
- Papel.
- Cinta métrica.
- Cronómetro.
- Pie Universal y morsas.

Introducción Teórica:

El aluminio es un metal que posee una combinación de propiedades que lo hacen muy útil en ingeniería mecánica, tales como su baja densidad (2.700 kg/m3) y su alta resistencia a la corrosión. Mediante aleaciones adecuadas se puede aumentar sensiblemente su resistencia mecánica (hasta los 690 MPa). Es buen conductor de la electricidad, del calor, se mecaniza con facilidad y es relativamente barato.

Ahora bien, en cuanto a la transferencia de calor se puede decir que siempre ocurre desde un cuerpo más caliente a uno más frío, como resultado de la ley cero de la termodinámica. Por el tipo de enlaces que presentan, los metales son los mejores conductores de este tipo de energía. Los electrones rodean a los núcleos pero se encuentran distribuidos a su alrededor formando una estructura cristalina por la que pueden moverse libremente.

El planteo numérico puede hacerse pensando en lo que le sucede a una pequeña porción de material (tomada como uniforme, ver Fig.1) en comparación con las porciones adyacentes. De ese modo se tiene la variación debida a la propagación de calor y además deben incluirse procesos de disipación (por ej.: todo cuerpo a una temperatura mayor que el cero absoluto, irradia). Debe notarse que se está tratando de encontrar una función que depende del espacio y del tiempo (T(x,y,z,t)). La expresión de la ecuación planteada (que resulta ser una ecuación de segundo grado en derivadas parciales) bajo las aproximaciones mencionadas sería:

$$\alpha \cdot (\partial^2 T/\partial x^2 + \partial^2 T/\partial y^2 + \partial^2 T/\partial z^2) - \beta \cdot \partial T/\partial t + \gamma \cdot T^4 = 0 \qquad \text{con } \alpha, \beta \text{ y } \gamma \text{ ctes} \qquad (1)$$

Aparentemente, esta ecuación resulta ser muy compleja, pero podemos deshacernos de al menos una de las dimensiones debido a que se trabajará con planchuelas delgadas. Con respecto a las dos dimensiones restantes, considerando un ancho máximo de 5cm, puede decirse que las mediciones realizadas previamente con el dispositivo experimental, permiten asumir que pequeños desplazamientos en el sentido transversal presentan el mismo perfil de la “onda de calor” que se transmite. De esta forma, se puede pensar al problema como unidimensional.

Entonces para efectuar un análisis, que no requiera de sistemas complejos de medición y adquisición de datos, es posible trabajar sobre un gráfico de posición en función del tiempo en el que se evaluará el avance de la onda. Se espera que el mismo evidencie un comportamiento exponencial decreciente. De modo que los parámetros a los que se tratará de asignarle significado serán:

$$x(t) = x_0 + A_1 . \exp(t / \tau_1) \qquad (2)$$

donde si bien no se está trabajando con la función temperatura es posible establecer una relación con aquella a partir del dato de que el punto de fusión de la cera es: (54 ± 8)°C.

Procedimiento:

Disponga de los materiales de forma tal que las tachuelas queden adheridas, mediante la cera, a las planchuelas y la varilla (emplee para disponerlas los orificios que poseen los trozos de aluminio). Procure, en todos los casos, emplear la menor cantidad de cera posible para disminuir la presencia de elementos ajenos al metal en estudio. Use los soportes para que el trozo de aluminio quede paralelo a la superficie de la mesa (¿Por qué?) sujeto de un extremo y de modo tal que en el otro extremo pueda ubicar la fuente de calor. Durante toda la experiencia procure mantener el orden y limpieza del lugar de trabajo. Además, como va a emplear una fuente de calor, manipúlela con cuidado, evitando quemaduras.

Parte 1: Velocidad de propagación de la onda de calor

1) Registre el tiempo que demora en caer cada una de las tachuelas en función de la posición en la que se encuentran.
2) Confeccione un gráfico de posición en función del tiempo (tenga en cuenta al medir las posiciones, la ubicación efectiva de la fuente de calor).
3) Reflexione acerca de la posición para tiempo cero. Observe el gráfico comparándolo con la ecuación propuesta en la introducción para describirlo. Obtenga alguna conclusión a cerca de la relación existente entre x_0 y A_1.

Como se ha mencionado en la introducción, la cera se derrite cerca de los 55°C. Esto implica que, cuando cae la tachuela, la temperatura del metal en ese punto es cercana a este valor. De esta forma, la Ec. 2 describe el gráfico de posición en función del tiempo para esta dada temperatura (ver en el Apéndice que existe un rango de linealidad para el aumento de T en un dado punto que incluye los valores cercanos a 55°C).

4) Observe los gráficos para las distintas configuraciones de aluminio dadas. Ahora analice en particular lo que sucede durante el primer minuto y medio. ¿Qué puede decir acerca de la velocidad de propagación de la "onda de calor" en este intervalo de tiempo? Obtenga esta magnitud para cada configuración.
5) Compare los resultados obtenidos en el inciso anterior. Analícelos y obtenga conclusiones.

Parte 2: Evolución de los sistemas para tiempos mayores

A partir de las mediciones ya efectuadas le pedimos ahora que realice un análisis mas exhaustivo de la dependencia mencionada en la introducción entre la posición y el tiempo.

1) Observe qué sucede con el gráfico y con la ecuación para tiempos grandes (tenga en cuenta que en algún momento dejan de caerse las tachuelas). A partir de este análisis y de la Ec. 2 obtenga el valor de x_0 para cada una de las 4 configuraciones propuestas. Obtenga los respectivos valores de A_1 a partir de lo mencionado en el ítem 3) de la Parte 1.
2) Según la Ec. 2. ¿Se le ocurre alguna manera de relacionar las variables y constantes a partir del cual pueda obtener el valor de τ_1? Estime dicha constante característica para cada configuración. (numéricamente, no es necesario confeccionar el gráfico).
3) Compare la evolución de las planchuelas entre sí y con la varilla.
4) Analice y plantee alguna hipótesis sobre cuáles podrían ser las causas del comportamiento observado.
5) Obtenga conclusiones.

ATENCIÓN: SIEMPRE TRABAJAR CON INCERTEZAS.

Informe:

El informe debe contener:

- Una **breve y resumida** introducción mencionando los conceptos teóricos involucrados y las expresiones matemáticas particulares que aplican en el informe, comentando mínimamente los objetivos planteados.
- La descripción y esquema de los métodos de medición utilizados.
- Todos los valores experimentales obtenidos en las mediciones directas, con sus respectivos errores.
- El tratamiento de las magnitudes calculadas (procesamiento), **el cálculo de errores** y gráficos utilizados.
- Los resultados finales obtenidos con sus respectivos errores.
- Expresión cualitativa de los resultados obtenidos a modo de conclusión.
- No se pueden hacer preguntas a cerca de la disposición de los materiales. Las estrategias que se emplean para llevar a cabo los objetivos, son parte de la evaluación.

Apéndice: Algunas consideraciones acerca del comportamiento de la "onda de calor"

Paralelo al estudio que se propone, se realizó previamente un experimento para caracterizar la variación de la temperatura en un punto del aluminio. Se colocó un sensor de temperatura sobre la planchuela a unos 10cm de la fuente de calor. Se obtuvo el gráfico de la Fig. 1.

Esto evidencia que la "onda de calor" se propaga de modo tal que se puede considerar que el aumento de la temperatura en función del tiempo para un dado punto del espacio, guarda una relación de tipo lineal (al menos en el período transitorio que se esta analizando).

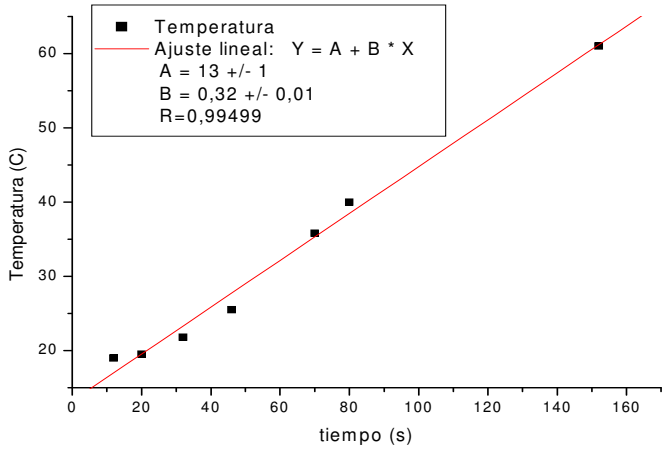


Fig.1: Medición indirecta de temperatura en función del tiempo efectuada con un sensor de temperatura ubicado a 10cm de la fuente de calor.

PE21. Ciudad de Córdoba. Azul.

Tome un prisma y las ecuaciones del prisma:

$\text{sen } \theta_1 = n_1 \text{ sen } i/n_2$ $\quad \text{sen } \theta_2 = n_1 \text{ sen } e/n_2$ $\quad \delta = i + e - \omega$ $\quad \theta_1 + \theta_2 = \omega$

i = ángulo de incidencia $\quad \theta_1$ = refracción en la 1º cara $\quad \omega$ = ángulo del prisma

e = ángulo de emergencia $\quad \theta_2$ = refracción en la 2º cara $\quad \delta$ = desviación

Mide y completa

i	sen i	e	sen e	sen θ_1	θ_1	sen θ_2	θ_2	δ	$\theta_1 + \theta_2 = \omega$

a) El valor δ se llama **desviación del prisma** y depende de **i**. Observe el menor de estos valores en la tabla, y comparando los ángulos **i** y **e** infiera la relación de sus valores cuando δ tiene el valor mínimo.

b) Estime el δ mínimo; se suele aplicar para calcular en índice de refracción del material del prisma. Encuentre una relación aproximada para su cálculo.

c) **Realice un gráfico con los rayos y elementos principales del prisma.**

d) El índice de refracción del medio depende del color de la luz con la que se ilumina. Si $n_2 = 1.52$ para luz roja, $n_2 = 1.56$ para luz violeta, calcule y compare δ en cada caso. A esta desviación debida al color de la luz se la llama **dispersión cromática**.

PE22. San Miguel de Tucumán. Azul.

Objetivo: Determinación de la constante electroquímica del Cu

MATERIAL: Fuente Electrodos

Placas de cobre –

Solución $CuSO_4$ Balanza

electrónica Tester

Determinar: con el menor error posible la constante electroquímica del Cu para una solución acuosa de $CuSO_4$.

1 - Proponga un método experimental que le permita medir con el menor error posible la constante electroquímica del Cu para una solución acuosa de CuSÍXj. Describa claramente los pasos a seguir y los instrumentos a utilizar. Justifique cuantitativamente,

2 - Con los elementos que se le provee, seleccione el método y los instrumentos más adecuaooá.

Justifique cuantitativamente,

3 - Dé el valor acotado de la constante electro química.

4 - Realice un análisis de los errores sistemáticos de su sistema experimental.

5 - Busque los valores de literatura, ¿Qué puede concluir?

PE23. Ciudad de Formosa. Azul.

Leyes de la refracción

Objetivo: arribar experimentalmente al índice de refracción

Materiales:

Banco óptico, diafragma con una ranura, diafragma con tres ranuras, disco de Hartl, foco luminoso, lente f' = +50 mm, 40 mm de diámetro, sección lente semicircular R = +25 mm, soporte para diagragma, soporte para foco y disco, transformador 12 v, 20 W.

Procedimiento y conclusiones: completar

Esquema: completar

PE24. Ciudad de Formosa. Azul.

Principio de Arquímedes

Objetivo: medir la perdida de peso aparente de peso que sufre un cuerpo al sumergirlo en un líquido.

Materiales: balanza, cilindro de aluminio de 50 gr, cilindro hueco, cuentagotas, pesitas, probeta de 100 cm^3, vaso de precipitado de 250 cm^3

Procedimiento, resultados y conclusiones: completar

Esquema: completar

PE25. Ciudad de Formosa. Azul.

Densidad de un cuerpo sólido

Objetivo: aplicar el principio de Arquímedes para calcular la densidad de un sólido

Materiales: agua, base soporte bola de latón con tornillo, cuerpo sólido, dinamómetro de 1 N, hilo de seda, nuez doble, probeta graduada de 100 cm^3, varilla soporte, varilla soporte de 250 mm

Procedimiento, resultados y conclusiones: completar

Esquema: completar

PE26. Ciudad de Formosa. Azul.

Calor específico

Objetivo: determinar el calor específico de cuerpos sólidos y comprobar que depende de la naturaleza de éstos.

Materiales: agitador de 16 mm diam., agitador de 28 mm de diam., aro soporte, balanza, base soporte, calorímetro, cilindro de Fe de 50 g, mechero, nuez doble, pinzas de bureta, probeta graduada de 100 cm3, rejilla con amianto, termómetro de Hg, varilla soporte roscada, vaso de precipitado de 250 cm3, agua destilada, cuerda.

Procedimiento, resultados y conclusiones: completar

Repetir varias veces el experimento, calcular un valor medio y comparar con la tabla de valores, y estipular las causas de errores.

Esquema: completar

PE27. Ciudad de Formosa. Azul.

Campo magnético creado por una bobina plana circular

Objetivo: comprobar que el campo magnético creado por una bobina plana circular, es directamente proporcional a la intensidad de la corriente.

Materiales: aguja, magnética con limbo graduado, apoyo, base aislada, borne aislado, bobina (ley de Laplace), cable de conexión de 0,5 m, cable de conexión de 1 m, fuente de alimentación, polímetro.

Procedimiento, resultados y conclusiones: completar

Teoria: el campo magnético creado por una espira en su centro es : $B = \frac{\mu_0 n I}{2R}$

μ_0 = permeabilidad magnética del medio = $4 \Pi 10^{-7}$

I = intensidad de la corriente

R = radio de la espira /diámetro = 13 cm

n = número de espiras = 8

a)Teniendo en cuenta que este campo magnético de la espira es perpendicular al plano de la misma, cómo podría arribar a la proporcionalidad por comparación con el campo magnético terrestre?

b) calcular el campo magnético creado en el centro de la bobina cuando la intensidad es de 1 A.

Esquema: completar

PE28. San Salvador de Jujuy. Azul.

Objetivo: Determinar la aceleración de la gravedad en Jujuy

Recordemos que: El período del péndulo para pequeñas oscilaciones se calcula con la siguiente expresión $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ utilizando la misma realice las mediciones que sean necesarias para lograr el objetivo de lo solicitado.

Elementos a utilizar:

- Soporte metálico.
- Hilo
- Regla o Cinta Métrica (de 1m de longitud aproximadamente)
- Esfera pequeña metálica
- Reloj o cronómetro

Requerimientos:

Presente los resultados en un informe que contenga:

1- La descripción del procedimiento efectuado.

2- Los valores experimentales obtenidos por mediciones directas realizadas por Ud.

3- El resultado de la aceleración de la gravedad obtenido.

4- La determinación de los errores experimentales para cada una de las mediciones y para el resultado de lo solicitado.

PE29. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

En este experimento se determinará la densidad del agua sumergiendo una masa suspendida de un resorte en un vaso de precipitados.

a. i. Arme el dispositivo experimental de la Figura 1.1. Los punteros **A** y **B** deben estar fijos a cada uno de los extremos del resorte. El puntero **A** debe estar fijo al resorte por medio de un clip y el **B** al dispositivo que sostiene las masas. La masa total del dispositivo más las masas es de 300 g.

ii. Registre la lectura del puntero **B**: [0.5]

iii. Agregue una masa 100 g al dispositivo que sostiene las masas y registre la nueva lectura del puntero **B**: [0.5]

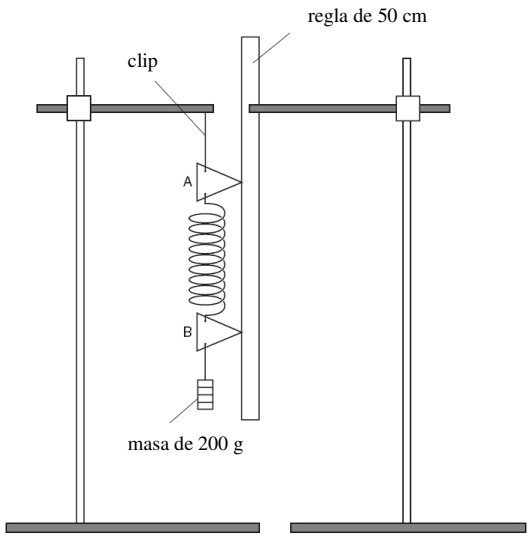


Figura 1.1.

iv. Determine la extension del resorte cuando fue agregada la masa de 100 g.

Extensión = [0.5]

b. Considerando que el resorte obedece la Ley de Hooke, utilice los resultados obtenidos en el punto **a.** para calcular la constante elástica del mismo. [1.5]

c. i. Mida el diámetro de una de las masas utilizando un calibre.

Diámetro = [1.0]

ii. Determine el porcentaje de incerteza en la medición del diámetro de la masa. [1.0]

iii. Calcule el área de corte *A*, en m^2, de la masa despreciando el corte de la misma. [1.0]

d. i. Coloque todas las masas en el dispositivo que las sostiene de manera tal que el resorte soporte una masa total de 300 g. Esta masa debe permanecer constante por el resto del experimento. Registre las lecturas de los punteros **A** y **B** y calcule la longitud *l* entre los punteros.

Registro del puntero **A** =

Registro del puntero **B** =

l = [1.0]

ii. Coloque un vaso de precipitados con agua debajo de las masas como muestra la Figura 1.2. Ajuste la posición de la agarradera de manera tal que la masa sumergida en agua quede como muestra la Figura 1.2.

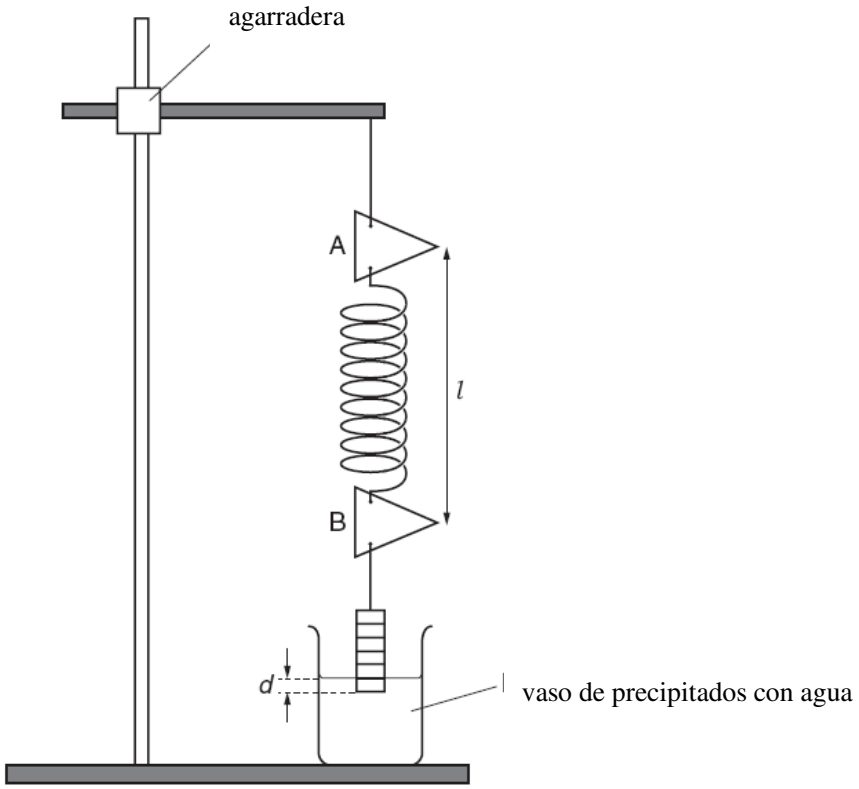


Figura 1.2.

iii. Realice y registre mediciones para determinar la profundidad *d* de la parte sumergida de la masa y la longitud *l* entre los punteros.

d = [1.0]

l =

iv. Ajuste la posición de la agarradera y repita **iii.** hasta tener seis series de mediciones para d y l. Presente todas las mediciones en una tabla. [2.0]

e. i. Grafique l vs. d. [2.0]

ii. Indique la línea que mejor ajusta a todos los puntos. [1.0]

iii. Determine el gradiente de esta línea. [2.0]

f. La teoría sugiere que l y d están relacionados por la ecuación

$$l = \frac{-\rho_w A g d}{k} + c,$$

donde ρ_w es la densidad del agua, g es la aceleración de la gravedad (g = 9.8m/s^2) y c es una constante. Use los resultados de los puntos anteriores para obtener la densidad del agua ρ_w. [5.0]

PE30. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Freno Magnético y Velocidad Límite

I. Objetivo

El objetivo de la experiencia es estudiar la dinámica del frenado magnético. Al agregar imanes en el interior de un móvil de madera se genera, cuando el mismo adquiere movimiento, una corriente inducida en la pista. Como resultado se produce una fuerza, en sentido opuesto y de magnitud proporcional al movimiento del móvil, que se comporta como viscosa y provoca que el móvil adquiera velocidad terminal.

II. Introducción

Al colocar un móvil de masa m sobre un plano inclinado con ángulo α, la fuerza normal deja de contrarrestar al peso provocando que adquiera una aceleración. Mediante la 2da Ley de Newton obtenemos que la aceleración es igual a $g \cdot sen\alpha$. Si consideramos que la superficie de contacto presenta rozamiento con el móvil, ahora la aceleración es igual a $g \cdot (sen\alpha - \mu \cdot cos\alpha)$ que es claramente menor al caso anterior.

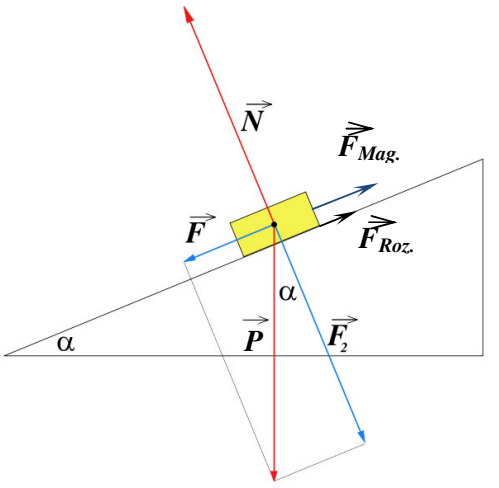


Figura 1: *Diagrama de cuerpo libre*

Además, si el plano inclinado es paramagnético e introducimos imanes dentro del móvil se produce una fuerza magnética, generada por la corriente inducida en el plano inclinado, opuesta al movimiento y de magnitud proporcional a la velocidad del móvil. El diagrama de cuerpo libre que incluye todas las fuerzas aplicadas sobre el móvil se muestra en la ***figura 1***.

Si se define la fuerza magnética como

$$F_{Mag.} = b \cdot v \quad siendo \quad \begin{cases} b = cte\ de\ la\ configuración\ móvil/imanes \\ v = velocidad\ del\ móvil \end{cases} \qquad (1)$$

obtenemos que la aceleración es igual a

$$a = \frac{dv}{dt} = g \cdot (sen\alpha - \mu \cdot \cos\alpha) - b \cdot v/m \qquad (2)$$

La velocidad límite, o velocidad terminal, es la velocidad máxima que alcanza un cuerpo que se mueve bajo la acción de una fuerza constante. Por lo tanto, en nuestro caso responde a la siguiente ecuación:

$$v_{Lim} = \frac{g}{k} \cdot (sen\alpha - \mu \cdot \cos\alpha) \quad con \quad k = \frac{b}{m} \qquad (3)$$

III. Lista de Materiales

- Cronómetro.
- Imanes de Neodimio.
- Pie Universal.
- Pinza sujetadora para pie universal.
- Móvil de madera con conductos para imanes.
- Cinta Métrica.
- Rampa de aluminio.
- Hojas en blanco y hojas milimetradas.

IV. Procedimiento Experimental

Parte A: Caracterización de la constante de rozamiento del móvil

3) Para reducir el rozamiento estático del dispositivo experimental se deberá:
   - Limpiar muy bien la rampa de aluminio y la superficie deslizante del móvil, tomando la precaución que se encuentren bien secos antes de comenzar la experiencia.
   - Nivelar el riel en ambas direcciones.
4) Arme el siguiente dispositivo experimental para obtener la constante de rozamiento dinámico del móvil con la rampa para tres ángulos diferentes.

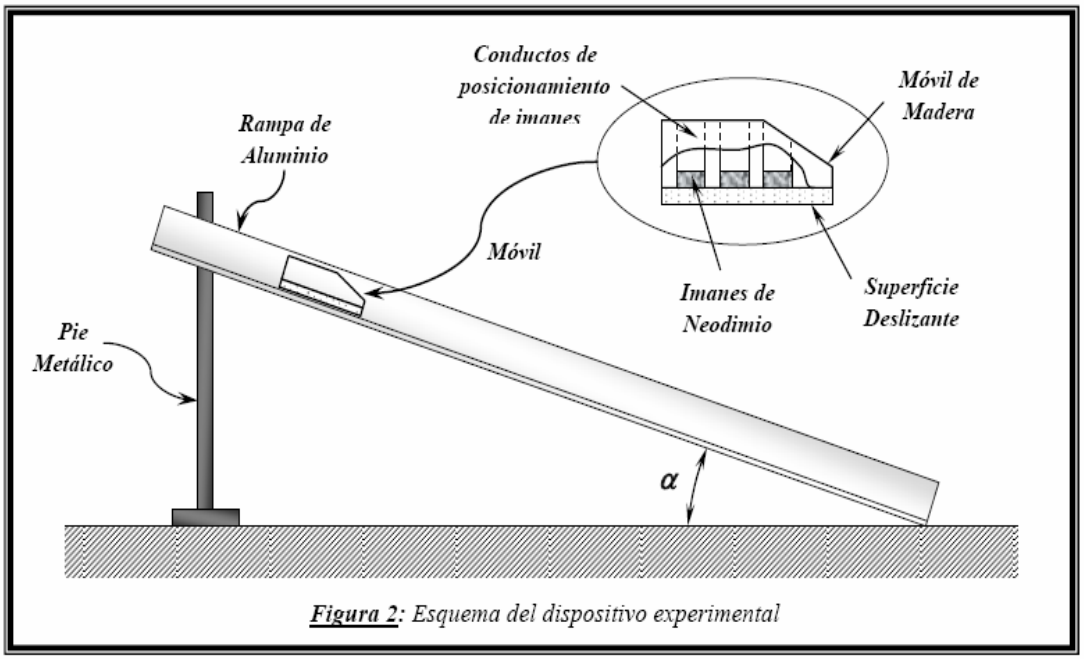


***Figura 2**: Esquema del dispositivo experimental*

5) Utilice el cronómetro para determinar el tiempo de caída por el plano inclinado, dada una distancia fija, en función del ángulo que forma el plano inclinado con la mesa.
6) Determine la constante μ de rozamiento dinámico.

Parte B: Caracterización de la constante de fuerza magnética

Utilizando el dispositivo experimental anterior, mediremos la constante ***b*** de la fuerza magnética.

7) Inserte los imanes en el móvil usando los orificios preparados en el mismo.
8) Determine la velocidad límite del móvil en función del ángulo.
9) Determine la constante ***b*** de la fuerza magnética.

***Aclaración**:* Cuantifique en todos los casos las incertezas en las mediciones.

PE31. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

Objetivo: Determinar la densidad del tetracloruro de carbono.

Elementos:

- Resorte con su soporte.
- Cuerpo metálico.
- Regla.
- Vaso de precipitado.
- Agua.
- Tetracloruro de carbono.

Procedimiento:

Utilizando los elementos entregados, diseñar una experiencia para calcular el valor de la densidad del liquido desconocido sabiendo que la densidad del agua es 1 g/cm^3.

Presentar un informe que contenga:

- La relación que permita vincular la densidad del líquido desconocido con los datos obtenidos a partir de la experiencia diseñada.
- Las mediciones efectuadas.
- El valor de la densidad del líquido con su correspondiente error experimental.

PE32. Olivos, Buenos Aires. Azul.

Materiales

En este trabajo práctico se utilizará una balanza de platillos, una pelota de tenis, una regla de metro con divisiones milimétricas, diversas pesas de 200 de gramos y bandas elásticas para sujetas las pesas al platillo de la derecha.

Como puede observar, el platillo de la izquierda ha sido modificado para que una pelota de tenis, soltada sobre él, en la medida de lo posible quede adherida tillo luego de ser arrojada desde una altura *h*.

Objetivo

El presente trabajo apunta a investigar la variación de la fuerza requerida para detener completamente una pelota en función de la altura desde la cual es lanzada.

Para esto, el objetivo es soltar la pelota de tenis desde diferentes alturas, utilizando la balanza de platillos para determinar la fuerza necesaria.

Como la utilización de balanzas digitales para esta medición trae algunos problemas conectados con su funcionamiento, utilizaremos la balanza de platillos de la siguiente forma:

a) Verifique el comienzo del experimento con la aguja marcando un equilibrio entre ambos platillos. Gradúe con la perilla si es necesario.
b) Coloque sobre el platillo de la derecha uno o más de las pesas disponibles, ajústelas al platillo con las bandas elásticas y arroje la pelota de tenis desde alturas variables hasta controlar que la distancia utilizada produzca el equilibrio deseado en la aguja utilizada para leer dicho equilibrio.
c) Repita el procedimiento tantas veces como le parezca necesario para determinar la altura utilizada y el peso utilizado, y en tantos rangos de pesas como le parezca necesario para establecer una relación a través de un gráfico, con las incertezas correspondientes.

Informe final

Redacte un informe incluyendo:

Todos los datos recogidos en una tabla apropiada con las incertezas correspondientes

El/los gráficos necesarios para establecer la relación empírica encontrada

Desarrolle la teoría básica que rige el fenómeno, estableciendo por lo tanto la relación teórica esperada entre la altura y la fuerza requerida para detener la pelota.

Compare, evalúe y concluya.

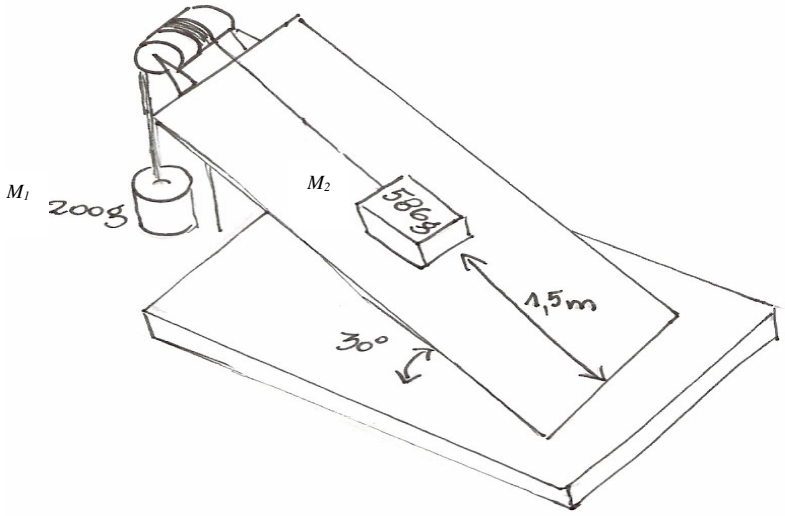
PE33. General Alvear, Mendoza. Azul.

Materiales

Rampa de fórmica de ángulo regulable con polea, transportador, cuerpo de 200 g, cuerpo de base plana de 586 g, cuerda, cronómetro, cinta métrica.

Procedimiento

Armar el dispositivo que se muestra en la figura



a) ¿Cuál es el valor de la componente del peso del cuerpo m_2 en la dirección perpendicular al plano?
b) ¿Cuál es el valor de la reacción normal del plano sobre el bloque?
c) ¿Cuál es el valor de la componente del peso del cuerpo m_2 en la dirección paralela al plano?
d) ¿Cuál es el valor de la fuerza resultante del sistema?
e) ¿Qué aceleración adquieren los cuerpos si no existe rozamiento entre las superficies?
f) ¿Cuánto tiempo tarda en llegar a la base del plano m_2 si se lo deja caer desde 1,50 m?
g) ¿Qué aceleración experimentan las masas cuando existe rozamiento?
h) ¿Cuál es el valor de la fuerza de rozamiento entre las superficies del plano y m_2, suponiendo que la polea esta libre de rozamiento?
i) ¿Cuál es el valor de el coeficiente de rozamiento dinámico μ_d?
j) ¿Cuál debería ser el valor mínimo del coeficiente de rozamiento estático μ_e para que el sistema esté en equilibrio?
k) ¿Qué masa debería poseer m_2 para que el sistema esté en equilibrio?

PE34. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Objetivo: Determinar experimentalmente la densidad de un material desconocido.

Materiales:

- 10 cuerpos irregulares del mismo material

- Hilo de nylon
- 1 balanza de 200,0 g ± 0,1 g
- 1 probeta de 250 ml ± 2 ml

Para lograr el objetivo deben seguir la siguiente secuencia:

1. Plantea una hipótesis
2. Mide la masa y el volumen de cada cuerpo con sus respectivas incertezas.
3. Redacta el informe correspondiente
4. Contesta las siguientes preguntas
   a) ¿Cuáles pueden haber sido las causas de las incertezas presentes en el trabajo que realizaste?
   b) ¿Puedes decir de que material están hechos los cuerpos que utilizaste? Justifica tu respuesta.

PE35. San Miguel de Tucumán. Verde.

Reloj de agua.

Se tiene un recipiente cilíndrico que contiene líquido (agua o alguno de poca viscosidad) en su interior, al cual se le practica un orificio en su pared. Entonces el líquido comienza a fugar por el orificio, a causa de la diferencia de presiones entre la salida y un nivel dado por encima del orificio. Se sabe por la experiencia que el nivel inicial del líquido disminuirá hasta alcanzar el nivel de la salida, en un cierto intervalo de tiempo T llamado tiempo de vaciado. Es posible hallar una relación entre el tiempo de vaciado T y la posición de la columna liquida H, de forma que nos permita establecer una correspondencia entre los diferentes intervalos del tiempo y sus correspondientes variaciones de nivel en la columna liquida. La esencia del reloj de agua, consiste en ello, determinar la relación anterior, para así poder medir tiempos a través del movimiento de la columna liquida al desagotarse por un orificio.

Materiales

Se dispone de:

- Una botella de sección uniforme y transparente
- Papel milimetrado
- Cinta adhesiva
- Un cronómetro
- Un clavo pequeño
- Agua

Procedimiento

Tomar la botella y practicarle un orificio en la pared no mayor de 3mm de diámetro. Tapar con cinta adhesiva dicho orificio. Luego colocando una tira de papel milimetrado sobre la botella establezca una escala del nivel líquido a fin de medir la variación del mismo. A continuación cargue con agua la

botella hasta donde crea conveniente. Por último destape el orificio en un lugar prudente, tome valores de tiempo y nivel liquido. Repita el mismo procedimiento varias veces.

Cuestionario

- Encuentre la relación entre el tiempo de vaciado y el nivel del líquido. Haga las consideraciones necesarias para la experiencia.
- Enumere dichas consideraciones.
- Graficar H= f(T). Linealice.
- Propagar error.
- Analice el método propuesto: ventajas y desventajas. Proponga una solución alternativa.

PE36. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Objetivo: Determinación de la banda de energía prohibida en un semiconductor.

Una peculiaridad de los materiales conocidos como semiconductores es que la resistividad disminuye con la temperatura, a diferencia de los metales, en los cuales la situación es la inversa. A fines de explicar este fenómeno se desarrolló la teoría de bandas. De acuerdo a esta teoría, los electrones se distribuyen en bandas de energía bien diferenciadas, y la distancia entre ellas se denomina brecha (o "gap"). Los electrones, entonces, pueden acomodarse en dos bandas: en una de ellas (banda de valencia) se encuentran los que participan de las uniones atómicas, y en la otra (banda de conducción) se encuentran los que participan en las corrientes eléctricas presentes en el material.

En un semiconductor las bandas de valencia y conducción se encuentran separadas por una brecha de energía.

Nos dispondremos a determinar la banda de energía prohibida de un semiconductor. En este caso un diodo de silicio.

En un diodo, el comportamiento ideal de la curva característica (corriente en función de la tensión sobre el diodo), puede describirse como

$$I = I_0[e^{\frac{e.V}{kT}} - 1] \quad (1)$$

donde I es la corriente, I_0 la corriente de saturación inversa, e la carga del electrón, V la tensión aplicada sobre la juntura, k la constante de Boltzmann y T la temperatura absoluta.

Realizando algunas aproximaciones y suponiendo que la corriente sobre el diodo es constante, se obtiene la relación lineal entre temperatura y tensión dada por

$$T = \frac{eV}{kC} - \frac{E_g}{kC} \quad (2)$$

donde la relación lineal entre temperatura y voltaje sobre el diodo está determinada por la pendiente (m) y la ordenada al origen (b). De estos parámetros puede despejarse el valor de la banda prohibida (E_g)

$$m = \frac{e}{kC} \qquad b = -\frac{E_g}{kC} \qquad E_g = -\left(\frac{b}{m}\right)e \qquad (3)$$

$e=1.602*10^{-19}$ C

Para poder calcular E_g es necesario medir la tensión sobre el Dido para distintas temperaturas.

Para esto se monta un dispositivo como el que muestra la figura 1 que se sumergirá en un termo con nitrógeno liquido

Figura1

La resistencia de platino (RTD) es un componente que varia su resistencia con la temperatura de forma lineal y que deber ser calibrado utilizando una muestra de agua-hielo (0ºC) y la temperatura de ebullición del nitrógeno liquido (-195,8ºC)

La barra de cobre sirve para darle inercia térmica al dispositivo.

A medida que se aleja el dispositivo del nitrógeno liquido la temperatura va en aumento.

El diodo es parte de un circuito como el que ilustra de la figura 2 que funcionara como una aproximación a una fuente de corriente

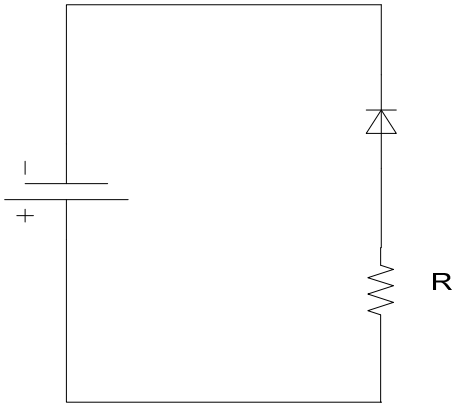


figura 2

Para esto se deberá colocar la fuente de tensión en 23V y colocar la resistencia de 10kΩ

Lista de materiales

- Termo
- 2 Multímetros
- Dispositivo de medición (barra de cobre con el diodo y la resistencia de platino)
- Fuente de tensión
- 1 Resistencia de 10KΩ
- Cables banana-banana
- Cables cocodrilo-cocodrilo

- Recipiente con agua-hielo
- Gafas de seguridad para el nitrógeno liquido

Instrucciones

Comentarios Generales:

1) Antes de comenzar lea todas la instrucciones.

2) Agregue en el informe los comentarios que aclaren el procedimiento exacto que utilizó en cada paso. En lo posible incluya también un esquema aclaratorio.

3) Escriba en tablas los datos obtenidos en las mediciones.

4) Aclare cualquier cambio o desvío respecto de las instrucciones, junto con una breve explicación de su motivo.

5) Trate de ser prolijo.

6) **IMPORTANTE: no olvide utilizar las gafas de seguridad para trabajar con el nitrógeno liquido.**

Parte 1: Calibración de la resistencia de platino (RTD).

Teniendo en cuanta que el comportamiento de la resistencia de platino es lineal entre -200°C y 600°C utilice la muestra de agua-hielo y la temperatura de ebullición del nitrógeno liquido para obtener la recta de calibración de la resistencia de platino.

Tenga en cuanta que la resistencia de platino es de 100Ω

a) Utilice el multímetro para medir la resistencia del RTD para la muestra de agua-hielo
b) Utilice el multímetro para medir la resistencia del RTD para el nitrógeno liquido
c) Grafique Resistencia en función de la temperatura y calcule la ecuación de la recta.

Parte 2: Medición de la tensión sobre el diodo para distintas temperaturas.

Construya el circuito de la figura 2. Conecte en paralelo con el diodo un multímetro para medir la tensión sobre el mismo y conecte el otro multímetro de modo de medir la resistencia sobre el RTD.

a) Sumerja el dispositivo dentro del nitrógeno liquido que se encuentra dentro del termo. Y mida la tensión sobre el diodo y la resistencia sobre el RTD.
b) Desplace el dispositivo de manera que no quede sumergido en el nitrógeno liquido pero continúe dentro del termo para evitar que la temperatura cambie muy rápidamente. Y Mida la tensión sobre el diodo y la resistencia sobre el RTD a medida que aleja el dispositivo del nitrógeno liquido
c) Realice mediciones hasta que el dispositivo alcance la temperatura ambiente
d) Construya un grafico de temperatura en función de la tensión sobre el diodo. Y trace la las rectas máxima, minima y media
e) Del ultimo grafico obtenga un valor para la banda de energía prohibida y estime su error.

Parte 3: Realización de un informe.

Escriba un informe de la experiencia realizada que posea la siguiente información:

- Título

- Introducción (breve)
- Descripción del dispositivo experimental (texto y dibujo)
- Detalles acerca de cómo se realizaron las mediciones (texto y dibujo)
- Mediciones / Tablas
- Gráficos (En hoja milimetrada)
- Cálculos
- Cálculos de errores
- Resultados obtenidos
- Comentarios finales
- Conclusiones

Y cualquier otra información que considere relevante.

PE37. Ciudad de Santiago del Estero. Azul.

Objetivo: Diferenciar calor y temperatura.

La temperatura nos resulta familiar a todos como la medida del grado de calor o frío de los cuerpos; mientras que el calor es la energía que se transfiere de un objeto a otro debido a una diferencia de temperaturas.

$$Q = m\, c\, \Delta T$$

Material necesario

- Vaso de precipitación
- Calentador eléctrico
- Termómetro
- Soporte

Experiencia

1.- Coloque 100 o 200 cm^3 de agua en un vaso de precipitación

2.- Determine la temperatura inicial T_0 a tiempo inicial $t_0 = 0$

3.- Caliente el vaso de precipitación

4.- Registre los incrementos de temperaturas a intervalos de tiempos iguales (aproximadamente 1 minuto) hasta alcanzar el punto de ebullición

5.- Determine la temperatura del punto de ebullición T_{eb} a $t = t_{final}$

6.- Continúe registrando la temperatura para tres intervalos más de tiempo

7.- Elabore una tabla donde registre para dicha masa de agua, la temperatura y el tiempo.

8.- Grafique $T = f(t)$

9.- Sabiendo que la potencia suministrada por el calentador es igual a $P = Q/\Delta t$, ¿como relacionaría $T = f(t)$ con $T = f(Q)$

10.- En todo lo realizado, ¿cómo asegura que el calor suministrado por unidad de tiempo es el mismo?

11.- Teniendo en cuenta los incisos 9 y 10 y sabiendo que:

$Q_1 = m\ c\ \Delta T$ y $Q_2 = m_{ev}\ L_v$

Calcule la masa evaporada m_{ev}

12.- Elabore un informe donde registre todos los valores obtenidos indicando las posibles fuentes de error y las características de los instrumentos utilizados

PE38. Monteros, Tucumán. Azul.

Dos pelotitas de goma, "saltarinas", de diferente masa, penden de sendos hilos delgados de modo tal que se hallan a la misma altura y están en contacto.

Las longitudes de los hilos son distintas.

Las masas de las bolitas son: m1= (8,0 $\pm$ 0,2)g y m2 = (20 $\pm$ 0,2)g.

La bolita de masa m_1 es desviada en un ángulo de 60 grados y después se suelta.

Determine el ángulo máximo de las bolitas después de la colisión. Suponga que el choque es perfectamente elástico.

Redacte un informe del trabajo realizado, donde se consigne:

a) Objetivos – Planteo analítico
b) Experiencia realizada – Método experimental utilizado
c) Valores, tablas y/o gráficas obtenidas.
d) Fuentes de errores y análisis de cómo influyen en los resultados finales acotados.
e) Consideraciones y supuestos que considere relevantes para el informe.
f) Todo aquello que considere relevante para su informe.

Se dispone de : regla milimetrada – metro – papel milimetrado – cronómetro

PE39. Ciudad de Salta. Azul y Verde.

<u>Medición del coeficiente de restitución</u>.

Objetivo

El coeficiente de restitución representado por la letra "e" es una medida de cuan elástica es una colisión. Un valor de e=1 representa una colisión perfectamente elástica y e= 0 una colisión completamente inelastica. Existen diversos métodos para determinarlo, esta actividad está planteada para que Ud. encuentre el coeficiente de restitución asociado a la interacción de una pelota de goma y una superficie horizontal (piso de mosaicos).

Actividades:

Se analiza la caída de una pelota de goma a partir del reposo desde una altura h_0 y se mide el tiempo total (t_{total}) que la misma estuvo rebotando hasta que se detuvo.

Tomando un modelo en que despreciamos la resistencia del aire, suponiendo un coeficiente de restitución constante y asumiendo además un movimiento vertical de la pelota, podemos usar el principio de conservación de la energía para este modelo:

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh$$

Siendo m la masa de la pelota, v la velocidad con que llega al suelo y h la altura desde donde se la dejó caer. Y teniendo en cuenta la definición de coeficiente de restitución en términos de la razón de la velocidad final después de la colisión (v_f) y antes de la colisión (v_i); esto se reduce a la raíz cuadrada de la razón de las alturas relevantes en nuestro caso:

$$e = \frac{v_f}{v_i} = \left(\frac{h_f}{h_0}\right)^{1/2}$$

Siendo h_f la altura final al que llega la pelota después de la colisión y h_o la altura inicial de la pelota.

El tiempo total desde que se deja en libertad a la pelota hasta que esta deja de rebotar es el tiempo de caída desde h_o mas los tiempos de rebote y caída nuevamente, a partir de las distintas alturas h_1,h_2,h_3 ...etc que alcanzó después de rebotar en el suelo.

$$t_{total} = t_0 + t_1 + t_2 + t_3 + \cdots$$

El tiempo que tarda en caer:

$$t_0 = \left(\frac{2h_0}{g}\right)^{1/2}$$

Siendo el tiempo que tarda en subir y caer nuevamente después que rebotó:

$$t_1 = 2\left(\frac{2h_1}{g}\right)^{1/2}$$

Poniendo esto en términos de la altura inicial tenemos:

$$t_1 = 2\left(\frac{h_1}{h_0}\right)^{1/2}\left(\frac{2h_0}{g}\right)^{1/2}$$

$$t_1 = 2e\left(\frac{2h_0}{g}\right)^{1/2}$$

Para t_2 se procede de la misma forma:

$$t_2 = 2\left(\frac{2h_2}{g}\right)^{1/2}$$

$$t_2 = 2\left(\frac{h_2}{h_1}\right)^{1/2}\left(\frac{h_1}{h_0}\right)^{1/2}\left(\frac{2h_0}{g}\right)^{1/2}$$

$$t_2 = 2e^2\left(\frac{2h_0}{g}\right)^{1/2}$$

Obteniendo el tiempo total

$$t_{total} = \left(\frac{2h_0}{g}\right)^{1/2}[1 + 2e + 2e^2 + 2e^3 + \cdots]$$

Si dentro de los corchetes sumamos y restamos 1 esto nos queda:

$$t_{total} = \left(\frac{2h_0}{g}\right)^{1/2}[2 + 2e + 2e^2 + 2e^3 + \cdots - 1]$$

$$t_{total} = \left(\frac{2h_0}{g}\right)^{1/2} [2\{1 + e + e^2 + e^3 + \cdots\} - 1]$$

La expresión dentro de las llaves es una serie geométrica, reemplazando esto por el valor a que converge, obtenemos:

$$t_{total} = \left(\frac{2h_0}{g}\right)^{1/2} \left[2\left\{1/(1-e)\right\} - 1\right]$$

Si llamamos:

$$S = \left(\frac{2}{g}\right)^{1/2} \frac{1+e}{1-e}$$

La expresión anterior nos queda:

$$t_{total} = S\sqrt{.h_0}$$

Nuestro modelo nos llevo a encontrar una relación entre el tiempo total y la raíz cuadrada de la altura inicial desde donde se deje caer la pelota.

A partir del resultado de este modelo y con los materiales provistos, diseñar una experiencia indicando la metodología utilizada que permita medir el coeficiente de restitución con su correspondiente error. Realice además un análisis de las incertezas involucradas, analice el error de su medida indicando la posibilidad o no de reducirlo con los materiales utilizados u otra metodología de medición.

Material disponible

-Pelota maciza de goma de 1,5 cm de diámetro

-Cinta métrica

-Cronómetro

-Papel milimetrado

PE40. Ciudad de Salta. Azul y Verde.

Un autito con propulsión a "trampa de rata" es, como su nombre lo indica, un vehículo cuya única fuente de energía es una trampa para ratas. Por desgracia no son muy conocidos en la Argentina. Son bastante populares en Norteamérica, llegando a realizarse competencias entre escuelas donde se premia al que construya el autito que llegue más lejos, o el que viaje más rápido en los primeros cinco metros. Estos autitos pueden estar construidos de diversos materiales, el principio invariante es que la única energía disponible está almacenada en el resorte helicoidal de la trampa de ratas y se usa algún tipo de dispositivo para que ésta energía se transmita a las ruedas y permita al autito moverse. Este dispositivo suele ser un brazo rígido unido a la parte móvil de la trampa de ratas y un hilo que se ata al brazo y tiene el otro extremo enrollado en el eje de las ruedas (ver Ilustración 1 y 2)

Un grupo de científicos salteños se enteran de este invento y deciden ver que pueden aprender de él. Una vez armado el dispositivo los científicos intentan encontrar un modelo que permita predecir la distancia que recorrerá el carrito a partir de la posición de donde se ubique el hilo en la varilla (ver ilustración 3).

Uno de ellos considera que se debería analizar las variables significativas del movimiento y junto a las leyes de Newton encontrar las leyes del movimiento para lograr su cometido.

Es así que los mismos se abocan a la tarea, pero no pudieron llegar, luego de varios intentos, a un modelo convincente que logre el cometido, por la cantidad de variables que aparecen y la imposibilidad de controlarlas a todas en la faz experimental.

Uno de ellos, irrumpe en el laboratorio indicando que habiendo realizado mediciones de la posición de donde ubica la varilla(x) y la distancia recorrida (d)por el carrito, postula una relación entre ellas de la forma

$$d = C.X^n$$

Indicando que *C* es una constante que depende de la masa y la interacción con el suelo

Y *n* es un número que indicará el tipo de relación funcional entres las variables involucradas.

Este científico entiende que encontrar está relación funcional podrá ser de interés para volver nuevamente a la actividad de modelaje con una imagen más completa de la situación bajo estudio.

Objetivo

Se trata de determinar *n* y *c* con su correspondiente error. Y analizar el resultado obtenido a partir de método utilizado indicando todas las posibles fuentes de error.

Material disponible

Carrito propulsado por una trampa de ratones*

Cinta Métrica

Papel log log

* Los autitos con los que se va a trabajar son de diseño básico. Tienen como agregado que es posible variar la posición donde el hilo se sujeta al brazo móvil, deslizando el lazo y precinto. Esta posición es la variable controlada en el experimento, se mide desde el eje donde pivota el brazo hasta el lugar donde el hilo está enlazado alrededor de él. Por una cuestión práctica, la rueda delantera se puede ajustar manualmente para corregir la dirección en la que viaja el autito.

Apéndice de imágenes

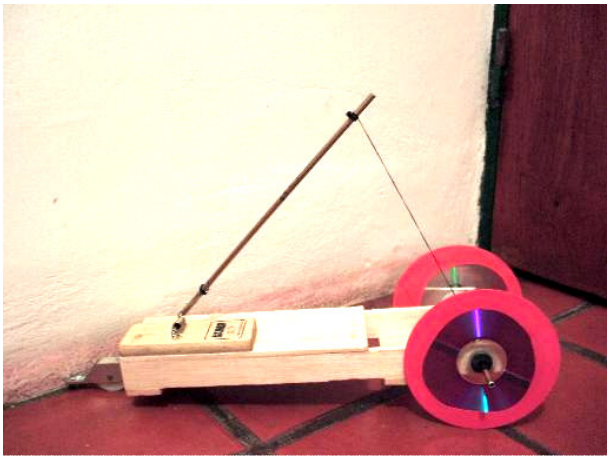


Ilustración 1-Autito con propulsión a trampa para ratas.

Ilustración 2- detalle posterior, eje de las ruedas.

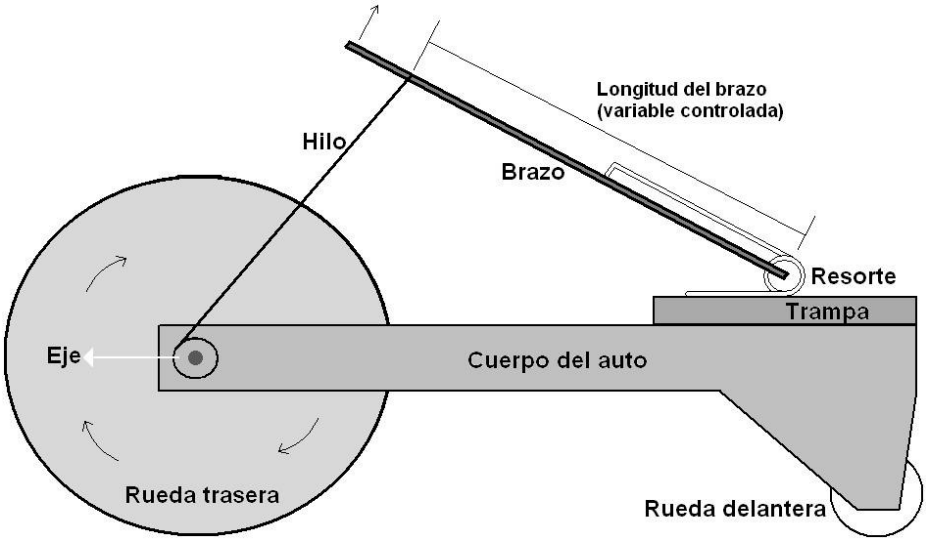


Ilustración 3- esquema ilustrativo del funcionamiento del autito

PE41. Ciudad de Mendoza. Azul.

Elementos

Se lista seguidamente los materiales y aparatos experimentales disponibles para la realización del experimento.

1. Fuente de luz (láser).
2. Pequeña pieza de acrílico transparente.
3. Papel blanco.
4. Transportador
5. Escuadra.
6. Calculadora científica.

Determinación del índice de refracción de una pieza óptica.

Consideraciones teóricas

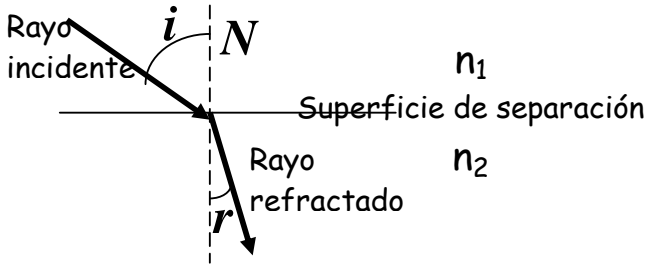
Ley de Snell

Esta importante ley, llamada así en honor del matemático holandés Willebrord van Roijen Snell, afirma que:

El producto del índice de refracción del primer medio y el seno del ángulo de incidencia de un rayo es igual al producto del índice de refracción del segundo medio y el seno del ángulo de refracción.

El rayo incidente, el rayo refractado y la normal a la superficie de separación de los medios en el punto de incidencia están en un mismo plano.

$$\frac{sen.\hat{i}}{sen.\hat{r}} = \frac{n_2}{n_1}$$



En general, el índice de refracción de una sustancia transparente más densa es mayor que el de un material menos denso, es decir, la velocidad de la luz es menor en la sustancia de mayor densidad. Por tanto, si un rayo incide de forma oblicua sobre un medio con un índice de refracción mayor, se desviará hacia la normal, mientras que si incide sobre un medio con un índice de refracción menor, se desviará alejándose de ella. Los rayos que inciden en la dirección de la normal son reflejados y refractados en esa misma dirección.

Trabajo Experimental

Se propone determinar el índice de refracción de la pieza de acrílico entregada, debiéndose incluir en el informe los siguientes ítems:

1. Una descripción del procedimiento experimental.
2. Tabla de los valores de las magnitudes medidas
3. Valor obtenido del índice.
4. Errores y sus causas.

PE42. Rosario, Santa Fe. Verde.

<u>Introduccion teorica</u>

Interferencia de ondas luminosas

Dos ondas pueden sumarse constructiva o destructivamente. En la interferencia constructiva, la amplitud de la onda resultante es mayor que la de cualquiera de las ondas individuales. Las ondas luminosas también interfieren entre sí. Fundamentalmente toda interferencia asociada a ondas luminosas surge cuando se combinan los campos electromagnéticos que constituyen las ondas individuales.

Para observar interferencia sostenida en ondas luminosas, deben cumplirse las siguientes condiciones:

- Las fuentes deben ser **coherentes**, es decir, deben mantener una fase constante entre sí.
- Las fuentes deben ser **monocromáticas,** es decir, de una sola longitud de onda.

- Debe aplicarse el principio de superposición.

Describiremos ahora las características de las fuentes coherentes. Al igual que sucede con las con las ondas mecánicas, se necesitan al menos dos fuentes (que producen dos ondas viajeras) para crear interferencia. Con el fin de producir un patrón de interferencia estable, las ondas individuales deben mantener una relación de fase constante entre sí. Cuando este es el caso, se dice que las fuentes son coherentes.

Si dos fuentes luminosas se colocan una al lado de la otra, no se observan efectos de interferencia debido a que las ondas luminosas de una fuente se emiten independientemente de la otra; por lo tanto, las emisiones de las dos fuentes no mantienen una relación de fase constante entre sí durante el tiempo de observación. La luz de una fuente de luz ordinaria experimenta cambios aleatorios por lo menos una vez cada 10^{-8} s. En consecuencia, las condiciones para interferencia constructiva, destructiva o algún estado intermedio dura tiempos del orden de 10^{-8} s. El resultado es que no se observan efectos de interferencia debido a que el ojo no puede seguir estos cambios de corto tiempo. Se dice que dichas fuentes luminosas son incoherentes.

Un método común para producir fuentes de luz coherentes es emplear una fuente monocromática para iluminar una pantalla que contiene dos pequeñas aberturas (usualmente en forma de rendijas). La luz que emerge de una de las dos rendijas es coherente debido a que una sola fuente produce el haz luminoso original y las dos rendijas sirven solo para separar el haz original en dos partes (lo cual, después de todo, fue lo que se hizo con la señal sonora de los altavoces de lado a lado). Todo cambio aleatorio en la luz emitida por la fuente ocurrirá en ambos haces al mismo tiempo, y como resultado es posible observar efectos de interferencia.

Experimento de la doble rendija de Young

La interferencia en ondas luminosas de dos fuentes fue demostrada por primera vez por Thomas Young en 1801. Un diagrama esquemático del aparato que utilizó en este experimento se muestra en la figura (1). Incide luz sobre una pantalla, en la cual hay una estrecha rendija S_0. Las ondas que emergen de esta rendija llegan a una segunda pantalla, que contiene dos rendijas estrechas y paralelas, S_1 y S_2. Estas dos rendijas sirven como un par de fuentes de luz coherente debido a que las ondas que emergen de ellas se originan del mismo frente de onda y, en consecuencia, mantienen una relación de fase constante.

La luz de las dos rendijas produce sobre la pantalla C un patrón visible de bandas paralelas brillantes y oscuras denominadas **franjas**. Cuando la luz de S_1 y la de S_2 llegan a un punto sobre la pantalla C en forma tal que ocurra interferencia constructiva en ese punto, aparece una línea brillante. Cuando la luz de las dos rendijas se combina destructivamente en cualquier punto sobre la pantalla, se produce una línea oscura (Figura 2).

La figura (3) es un diagrama esquemático de algunas de las maneras en que dos ondas pueden combinarse en la pantalla. En la figura (3-a), las dos ondas, que salen en fase de las dos rendijas incide sobre la pantalla en el punto central P. Puesto que estas ondas viajan igual distancia, llegan a P en fase,

y como resultado, hay interferencia constructiva en ese punto y se observa un área brillante. En la figura (3-b), las dos ondas luminosas también empiezan en fase, pero ahora la onda superior tiene que recorrer una longitud de onda más que la onda inferior para alcanzar el punto Q sobre la pantalla. Puesto que la onda superior cae detrás de la inferior exactamente una longitud de onda, las dos llegan en fase a Q y por ello aparece una segunda luz brillante en este punto.

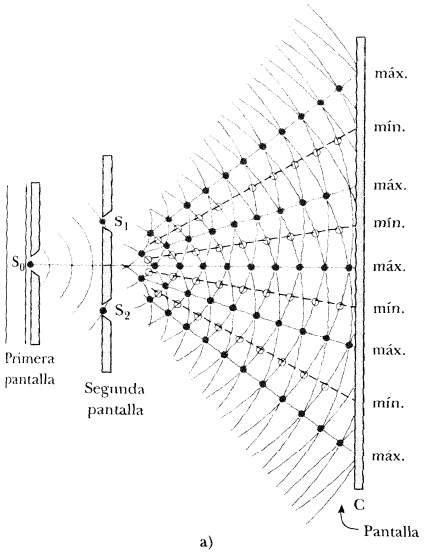


Fig. (1)

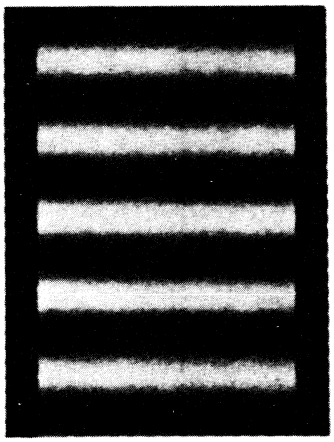


Fig. (2)

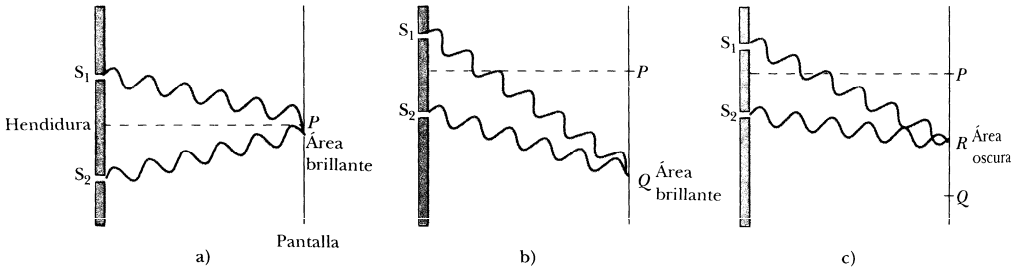


Fig. (3)

Considere ahora el punto R, a la mitad entre P y Q en la figura (3-c). En esta posición, la onda superior, ha caído la mitad de una longitud de onda detrás de la onda inferior. Esto significa que el valle de la onda inferior se superpone con la cresta de la onda superior, y da origen a interferencia destructiva en R. Por esta razón se observa una región oscura en ese punto.

Podemos describir el experimento de Young cuantitativamente con la ayuda de la figura (4). La pantalla se localiza a una distancia perpendicular L de la pantalla que contiene las rendijas S_1 y S_2, las cuales se encuentran separadas por una distancia d y la fuente es monocromática. En estas condiciones, las ondas que emergen de S_1 y S_2 tienen la misma frecuencia y amplitud y están en fase. La intensidad luminosa sobre la pantalla en cualquier punto arbitrario P es la resultante de la luz que proviene de ambas rendijas.

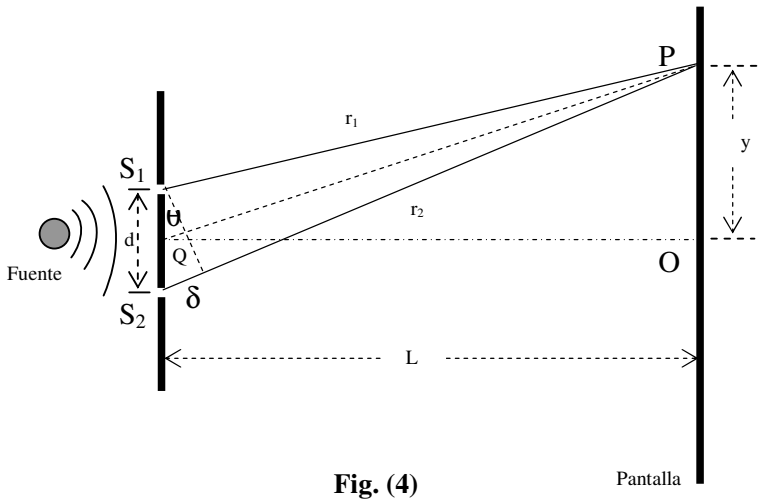


Fig. (4)

Observe que con el fin de llegar a P, una onda de la rendija inferior viaja más lejos que una onda de la rendija superior una distancia igual a $d \operatorname{sen}\theta$. Esta distancia se denomina **diferencia de trayectoria**, donde:

$$\delta = r_2 - r_1 = d \operatorname{sen}\theta$$

Esta ecuación supone que r_1 y r_2 son paralelas, lo que es aproximadamente cierto puesto que L es mucho más grande que d. El valor de esta diferencia de trayectoria determina si las dos ondas están en fase cuando llegan a P o no. Si la diferencia de trayectorias es cero o algún múltiplo entero de la longitud de onda, las dos ondas están en fase en P y se produce interferencia constructiva. Por lo tanto la condición para franjas brillantes, o **interferencia constructiva**, en P es:

$$\delta = d \operatorname{sen}\theta = m\lambda \qquad m = (0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, ...). \qquad (1)$$

El número m recibe el nombre de número de orden. De esta forma resulta:

La banda brillante central en $\theta = 0 \quad (m = 0)$, recibe el nombre de **máximo de orden cero.**

El primer máximo a un lado u otro, cuando $m = \pm 1$, se denomina **máximo de primer orden,** y así sucesivamente.

Cuando la diferencia de trayectorias es un múltiplo impar de $\frac{\lambda}{2}$, las dos ondas que llegan a P están a 180º fuera de fase y dan origen a interferencia destructiva. Por lo tanto, la condición para franjas oscuras o **interferencia destructiva** es:

$$\delta = d \operatorname{sen}\theta = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda \qquad (m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, ...) \qquad (2)$$

Es útil obtener expresiones para las posiciones de franjas brillantes y oscuras medidas verticalmente de O a P, para esto se puede utilizar el hecho de que si θ es pequeño (menor a 10º), podemos emplear la aproximación $\operatorname{sen}\theta \approx tang\,\theta$. En la figura (4), del triángulo OPQ vemos que:

$$\operatorname{sen}\theta \approx tan\,\theta = \frac{y}{L} \qquad (3)$$

Con este resultado más la ecuación (1), vemos que las posiciones de las franjas brillantes medidas desde O están dadas por:

$$y_{brillantes} = \frac{\lambda L}{d} m \qquad (4)$$

De manera similar, con las ecuaciones (2) y (3) encontramos que las franjas oscuras se localizan en:

$$y_{oscuras} = \frac{\lambda L}{d}\left(m + \frac{1}{2}\right) \qquad (5)$$

El experimento de la doble rendija de Young brinda un método para medir la longitud de onda de la luz. De hecho, Young utilizó esta técnica para hacer exactamente eso. Además, el experimento dio una gran credibilidad al modelo ondulatorio de la luz.

Difracción

La difracción es un fenómeno característico del movimiento ondulatorio que se presenta cuando una onda es distorsionada por un obstáculo. Este puede ser una pantalla con una pequeña abertura, una ranura que solo permite el paso de una pequeña fracción de la onda incidente o un objeto pequeño, como un cable o un disco, que bloquea el paso de una pequeña parte del frente de onda.

Consideraremos sólo la difracción que se presenta cuando las ondas incidentes son planas, de manera que los rayos son paralelos, y observaremos el patrón a una distancia lo bastante grande para que solo se reciban los rayos difractados paralelamente. Este fenómeno se conoce con el nombre de **difracción de Fraunhofer** (Joseph von Fraunhofer: 1787-1826), quien fue uno de los primeros en estudiar el fenómeno.

Difracción de Fraunhofer producida por una ranura rectangular

En esta sección discutiremos el diagrama de difracción debido a la luz que pasa a través de una rendija

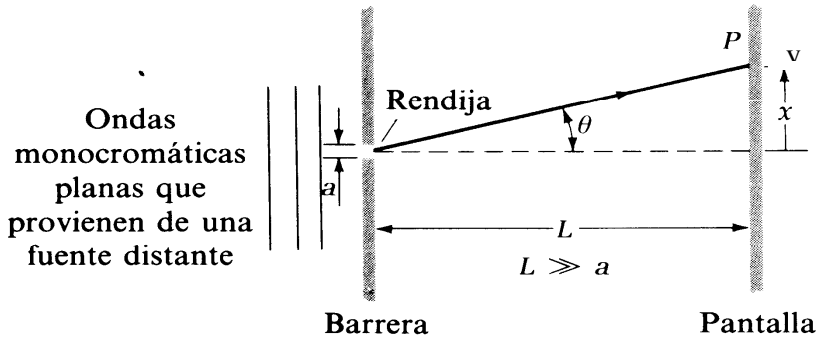


Fig.(5)

estrecha; considerando que la fuente y la pantalla van a estar alejadas de la rendija en comparación con la anchura de esta.

La figura (5) muestra un haz de luz monocromática de longitud de onda λ que incide sobre una rendija de anchura a, de forma que la luz que pasa a través de la rendija coincide luego sobre la pantalla y produce el diagrama de difracción mostrado en la figura (6-a).

La figura (6-b) muestra la distribución de intensidad en función del $\operatorname{sen}\theta$, siendo θ el ángulo que determina el punto en la pantalla. El diagrama de difracción consiste en un máximo brillante central flanqueado por varios máximos secundarios, de forma que la intensidad de estos máximos secundarios disminuye con la distancia al centro del diagrama.

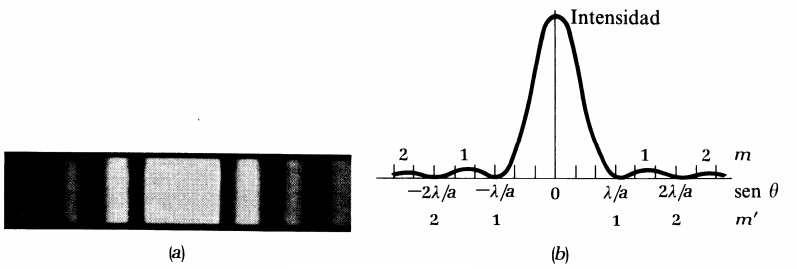


Fig. (6)

Se puede deducir que los mínimos de intensidad, aparecen en los ángulos θ dados por:

$$\boxed{a\,\operatorname{sen}\theta = \pm n\lambda} \qquad (n = 1; 2; 3; 4; .....) \qquad (6)$$

$(\pm)$: indica los sucesivos mínimos a un lado y otro del máximo central

Nótese que n = 0 no está incluido, ya que este valor de n corresponde al centro del diagrama, o posición media del máximo central.

Los máximos secundarios mostrados en la figura 6 están situados aproximadamente en el punto medio entre dos mínimos adyacentes. Así pues, los ángulos θ que localizan los máximos secundarios vienen dados por:

$$\boxed{a\,\operatorname{sen}\theta = \pm\left(n + \frac{1}{2}\right)\lambda} \qquad (n \approx 1; 2; 3; 4; .....) \qquad (7)$$

Para caracterizar el ancho del diagrama de difracción por una rendija, tomamos la distancia entre los dos mínimos con n = 1 (**ancho del máximo central**).

Redes de interferencia

La rejilla o red de interferencia, es un útil dispositivo para analizar fuentes luminosas, se compone de un gran número de rendijas paralelas del mismo ancho '*a*' igualmente espaciadas por una distancia '*d*'.

Las redes con muchas líneas muy cercanas entre si pueden tener espaciamientos de rendijas muy pequeños.

Por ejemplo, una red rayada con 5000 líneas/cm tiene un espaciamiento de rendija

$$d = \frac{1}{5000}\,cm = 2\times10^{-4}\,cm\,.$$

Consideremos una red de difracción en la cual N sea el número de ranuras y supongamos que sobre ella inciden perpendicularmente ondas planas (Figura 7).

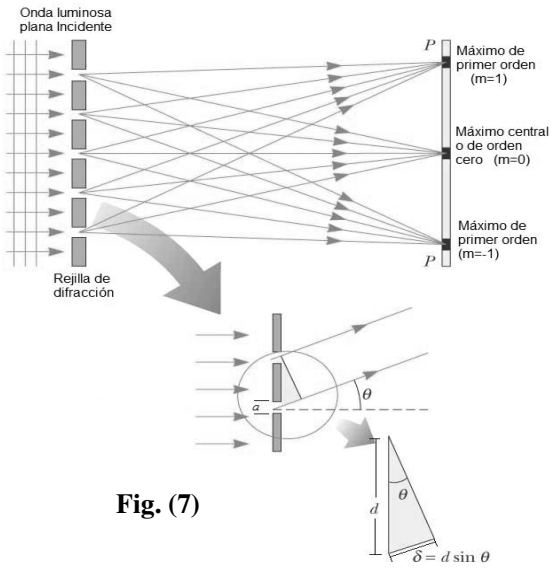


Fig. (7)

Si el número de ranuras es grande, el patrón estará formado por una serie de franjas brillantes correspondientes a los máximos del patrón de interferencia, que para incidencia normal, según la ecuación (1) están dados por:

$$\text{sen}\,\theta = \frac{m\lambda}{d} \qquad (m = 0\,;\pm 1\,;\pm 2\,;\pm 3;.....) \qquad \textit{Máximos de Interferencia} \quad (8)$$

Pero sus intensidades están moduladas por el patrón de difracción, cuyos ceros, según la ecuación (6) están dados por:

$$\text{sen}\,\theta = \frac{n\lambda}{a} \qquad (n = \pm 1\,;\pm 2\,;\pm 3\,;.....) \qquad \textit{Ceros de Difraccion} \qquad (9)$$

La expresión (8) puede emplearse para calcular el espaciamiento de las rendijas a partir del conocimiento de la longitud de onda y el ángulo de desviación.

La figura (8) muestra la distribución de intensidades producida por una rejilla o red de difracción de 8 ranuras (N=8).

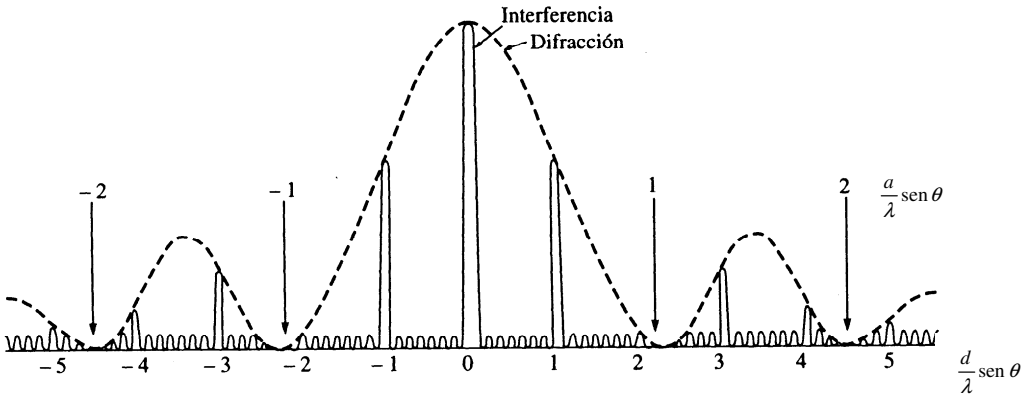


Fig. (8)

De acuerdo con el valor de n, los máximos principales se clasifican como primer orden de difracción, segundo orden, tercer orden, etc.

Una rejilla de difracción puede ser también por reflexión, para lo cual se graban una serie de líneas paralelas sobre una superficie metálica (o en un CD). Los espacios entre las líneas reflejan la luz, produciendo un patrón de **interferencia - difracción**.

Las rejillas de difracción se pueden utilizar para el análisis de varias regiones del espectro electromagnético y poseen ventajas notables sobre los prismas. Una de ellas es que las rejillas no dependen de las propiedades de dispersión del material, sino solo de su forma geométrica.

Desarrollo práctico.

a. Materiales

- Un CD al cual se le ha extraído media lámina superior
- Laser He-Ne ((633 ±1)nm)
- Soportes

- Cinta métrica
- Semicirculo

b. Objetivos

- Proponer un método para la medición de la separación entre las rendijas (d) de un CD justificando la elección.
- Medir dicha separación.
- Proponer un método para el cálculo de la incerteza de la función seno.
- Expresar todos los valores medidos con sus incerteza y calcular la incerteza total (Δd).

c. Consideraciones

- Tener extremo cuidado con la manipulación del CD, **NO** tocar las pistas con las manos ni limpiarlas en mitad transparente ya que se deteriora la película que contiene las rendijas.
- Utilizar el láser con extrema precaución ya que puede dañar severamente la visión, y extremo cuidado ya que usted puede dañarlo.

Conclusión.

Elaborar una memoria sobre el desarrollo del trabajo practico identificando las mayores fuentes de error y como podría mejorarse; e indicar las hipótesis usadas.

PE43. Eduardo Castex, La Pampa. Azul.

Tema: Ley de Ohms

Objetivos: a) Determinar el valor de una resistencia desconocida mediante calculo y medición con instrumentación

b) Realizar el grafico voltaje vs. Intensidad de corriente.

Materiales disponibles a utilizar:

a) Resistencia de valor desconocido

b) Cables de conexión para armar el circuito.

c) Fuente variable de energía

d) Tester de medición de corriente y voltajes

e) Papel milimetrado reglas y calculadora

1).Explique el procedimiento a desarrollar para hallar los objetivos y las leyes físicas que utiliza.

2).Determine para cada caso los errores o in certezas con que esta trabajando.

3).Realice un informe sobre las conclusiones generales, analizando los resultados gráficos y sus errores

PE44. Rawson, Chubut. Azul.

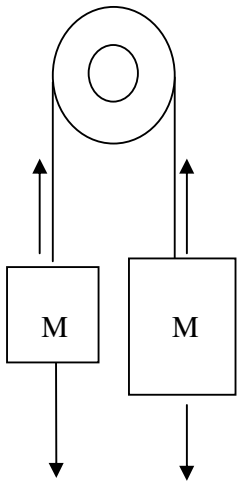
Verificar la conservación de la energía para un sistema de dos cuerpos.

Materiales:

- Polea con soporte
- Hilo fino
- Pesas de masas distintas pero no muy diferentes
- Una regla
- Un cronometro

Desarrollo

- Elijan dos pesas y colóquenlas en la disposición que indica la figura
- Coloquen la pesa de mayor masa a una altura "h" sobre la mesa. Midan esta altura con la regla.
- Suelten la pesa y determinen con el cronometro el tiempo de caída
- Calcular la aceleración de caída de la pesa .
- Calculen la velocidad con la que la pesa llega al suelo
- Repetir la experiencia con otras parejas de pesas y registrar en cada caso altura y velocidad
- Calculen, para cada caso, la energía gravitatoria de la pesa antes de caer y la energía cinética al llegar al piso .
- Analizar los resultados
- ¿Se ha obtenido el mismo valor para ambas energías en cada caso?



- ¿Para que duplas de pesas los resultados han diferido más; para la de mayor o menor masa? Explique este fenómeno.

¿Cuáles han sido las mayores fuentes de error en las mediciones

PE45. Comodoro Rivadavia, Chubut. Azul.

Objetivos:

- Obtener el equivalente en agua de un calorímetro.
- Medir el calor específico de un material.

Materiales:

- Un recipiente de telgopor para helado de ¼ kg.
- Un trozo de alambre grueso para construir un agitador.
- Un termómetro de laboratorio.
- Un vaso e precipitados de 500 cm3.
- Un mechero con trípode y amianto.
- Una balanza.
- Un cuerpo para ser evaluado su calor específico.

- Agua c.s.p.

Experiencias

A- Determinación del equivalente de agua del calorímetro:

a- Utilizando los elementos proporcionados calcule (TT) el equivalente en agua del calorímetro. Realice una tabla con los valores de las mediciones realizadas. Determine analíticamente TT.

b- Con este valor obtenga el calor específico del elemento proporcionado para tal fin. Realice una tabla con las mediciones y determine el valor Cem analíticamente.

PE46. Navarro, Buenos Aires. Azul y Verde.

Se pide verificar el PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES, utilizando los siguientes materiales: pie soporte, dinamómetro, probeta graduada, agua coloreada y cuerpo para sumergir.

Se sugiere presentar los pasos realizados, la ilustración de la experiencia y completar un cuadro como el que figura a continuación, con cinco ensayos de distintos volúmenes de probeta, para obtener un valor más probable del EMPUJE.

Peso del cuerpo en el aire (N)	Peso del cuerpo en el líquido (N)	Volumen del líquido desalojado (cm^3)	Peso del líquido desalojado (N)	Empuje sobre el cuerpo (N)	Valor más probable del Empuje
P_1	**P_2**	**V**	**$P_{(Ld)}$**	**$E=P_{(Ld)}$**	**E (resultante)**

Nombra factores que estuvieron presentes en la experiencia y por los cuales se cometieron errores lógicos.

Te recordamos el enunciado del Principio de Arquímedes: **"Todo cuerpo sumergido en un fluido recibe un empuje de abajo hacia arriba, cuyo valor es igual al peso del fluido desalojado por el cuerpo"**

PE47. General Acha, La Pampa. Verde.

Se les provera distintos materiales con los cuales tendran que determinar la fuerza de rozamiento en las medidas deberán aplicar teoría de errores

Materiales

- Plano inclinado
- Bolilla de acero
- Planchuela de hierro
- Un rodante plástico
- Cronómetro
- Transportador

- Cinta métrica
- Dinamometro

PE48. Caleta Olivia, Santa Cruz. Verde.

Resolver la siguiente situación experimental, utilizando el soporte teórico correspondiente

1) Elementos Necesarios:

Refractómetro:

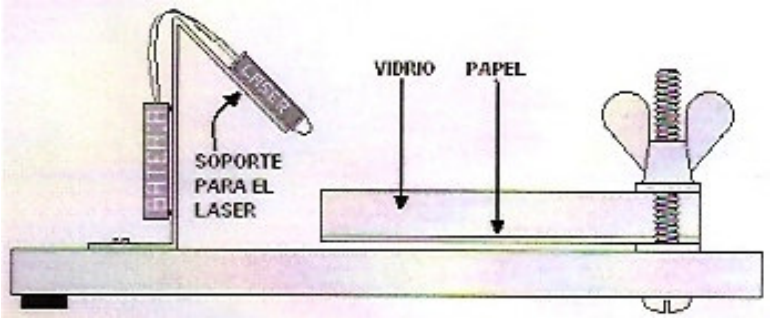
- 1 Puntero Láser
- 1 Trozo de vidrio grueso
- 1 Batería
- Soporte para el láser y para el vidrio
- 1 Base de madera o cartón

Mediciones y Cálculos:

- 1 Regla o cinta métrica
- 1 Transportador
- 1 Calculadora científica
- Papel
- Cinta adhesiva

2) Técnica:

Ensamblar el aparato como se ve en la figura siguiente:



La experiencia consiste en utilizar el dispositivo para medir la desviación del láser al pasar del aire al vidrio y luego determinar el índice de refracción del vidrio.

El papel se coloca debajo del vidrio como pantalla para visualizar mejor el efecto.

3) Procedimiento:

- Antes de colocar el vidrio, mide su espesor.
- Coloca el papel en una de las caras del vidrio. Puedes sujetarlo con cinta adhesiva.
- Coloca el vidrio en el refractómetro con el papel hacia abajo y ajusta las mariposas.
- Enciende el láser, observa cuidadosamente su desviación e intenta medirla

4) Cuestionario:

a) ¿Qué ley aplicarás para calcular el índice de refracción del vidrio?

b) Con lo hallado en el inciso (a) intenta calcular la velocidad del láser en el vidrio.

c) Halla la velocidad del láser en el aire.

d) Busca en la etiqueta del láser la longitud de onda mínima y máxima. Calcula la frecuencia promedio del láser en el vacío, en el aire y en el vidrio.

e) Vuelca todos tus resultados en la siguiente tabla:

	λMAX	λMIN	$\bar{f}$	v_{LASER}	N
VACIO				$299792458\,\frac{m}{s}$	1
AIRE					1,00029
VIDRIO					

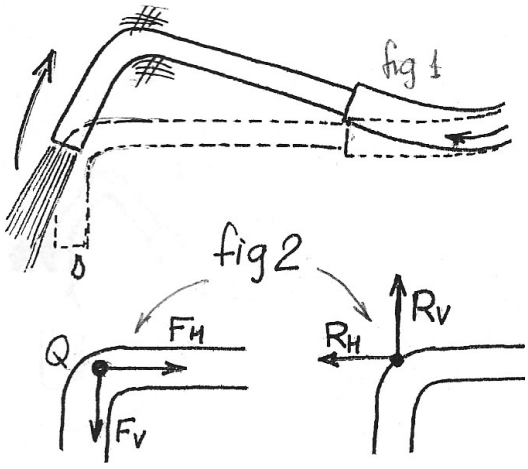
f) ¿Qué ocurre con la frecuencia y la velocidad en distintos medios?

g) ¿Qué podrías hacer para obtener una mejor medida del índice?

PE49. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

<u>Leyes de la dinámica (2ª y 3ª) – Comprobación experimental</u>.

1. Introducción teórica y objeto de la experiencia.



Es una experiencia conocida que al salir agua por una manguera como la de la fig 1 se produce una fuerza "de reacción" hacia arriba. Ésto puede explicarse así (fig 2): cada molécula de agua que llega al codo (punto Q), recibe una fuerza horizontal F_H que la detiene y otra vertical F_V que la acelera hacia abajo. Por el ppio. de Acción y Reacción, la molécula de agua devuelve sobre el tubo acodado sendas reacciones R_H (horizontal) y R_V (vertical). Esta última R_V es la que levanta el tubo.

El objeto de la práctica será medir R_V mediante un dinamómetro, calcular F_V en forma analítica y de ser iguales, ello constituirá una verificación de la 2º Ley de Newton (F=m.a) y de la 3ª Ley de Newton (ppcio de Acción y Reacción)

2. Cálculo de la Acción y Medición de la Reacción.

En verdad deberíamos llamar "par de interacción" a las dos fuerzas que describimos en el parágrafo *1. Introducción teórica…*, pero por claridad, mantengamos el nombre de "acción" para F_V y "reacción" para R_V (fig 2)

2.1 Cálculo de la Acción (F_V en la fig 2)

Consideremos una masa "m" de agua que hace el recorrido AQB (fig 3) con velocidad "V" y llena el recipiente "R".

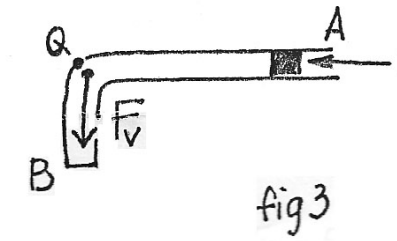


fig 3

El agua que entra por A con velocidad v, hasta que llega al punto Q del codo, tiene como ya vimos, velocidad vertical igual á 0. Un tiempo t después (el tiempo de llenado del recipiente R), toda la masa m de agua que llenó el recipiente R adquirió la velocidad V vertical (a los efectos de éste cálculo ¡no importa que después la perdió al llegar al recipiente R!). Repitamos que ésto se debió a la fuerza F_V vertical que el codo aplica a cada partícula de agua que llega a Q (es como una pelota que viniendo de a Q desde A, rebotara en Q_1 saliendo por B.)

Esta fuerza vale F=m.a (1)

y como es constante la aceleración a lo largo de todo el tiempo de llenado, podemos calcular así:

$$F = F_{vetical} = ma_{vertical} = m\frac{v-0}{t_{llenado}} = \frac{VOL.\delta.V}{t_{llenado}} \qquad (2) \qquad (\delta\text{=densidad del agua})$$

y aplicando la Ecuación de Continuidad (ver deducción más abajo)

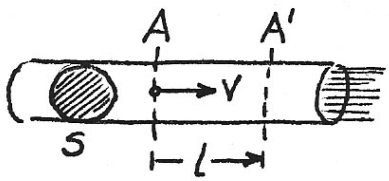
$Q = V \cdot S$ (3) (Q = caudal = $\frac{VOL}{t}$, s = sección del tubo)

Reemplazando (3) en (2), da:

$$F_V = \frac{\delta VOL^2}{st^2} \qquad (4)$$

Nota: la sección "s" está escrita en el tubo "T"

Deducción de la "Ecuación de Continuidad" Q= S . V

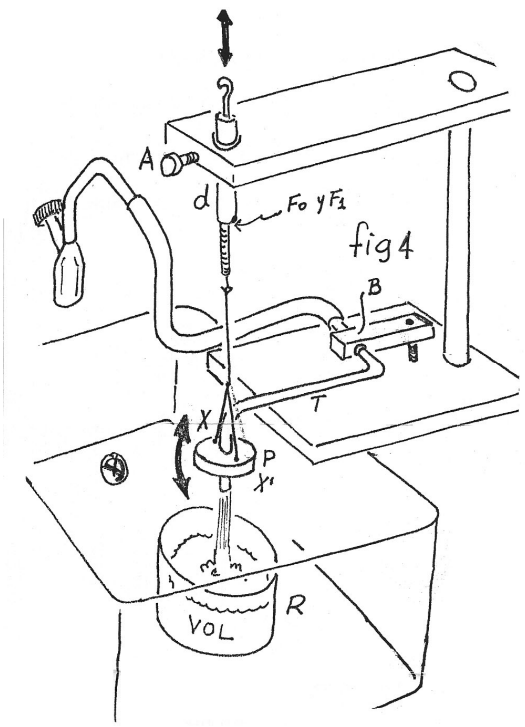


Sea un tubo de sección S por el que circula un fluido no compresible -p.ej.agua- con velocidad v. Una partícula de fluido que recorre AA' en un tiempo t tiene una velocidad $V = \frac{AA'}{t}$. Si multiplicamos M.A.M. por S, tenemos

$V.S = \frac{AA'.S}{t} = \frac{VOL}{t}$, es decir V . S = Q (5)

2.2. Medición de la Reacción.

El agua proveniente de la canilla sale a través del tubo de aluminio "T" que pasando libremente el buje "B", puede girar, subiendo o bajando como muestra la figura 4. El dinamómetro "d" puede fijarse por medio del tornillo de ajuste "A", luego de subirse y bajarse hasta conseguir que sostenga en posición exactamente horizontal al brazo "T". La pesa "P" tiene por única función evitar que al salir el agua por el tubo "T", éste quede permanentemente levantado debido a la fuerza de reacción, impidiendo medir.



Se hacen dos mediciones de "Peso" del tubo:

1. Medición Estática (F_0). Con el tubo "T" completamente lleno de agua, pero sin circular (canilla cerrada), medimos su "peso", F_1.

2. Medición Dinámica (F_1). Con el agua saliendo por el tubo "T" a máximo caudal, hacia el recipiente "R": el tubo tiende a subir debido a la fuerza de Reacción, como se explicó en *1. Introducción teórica…* Medimos el "peso" F_1 "alivianado" por la reacción.

Medir también el volumen de agua en "R" y el tiempo de llenado "T" para luego calcular el caudal "Q" del agua.

La diferencia $F_0 - F_1$ nos da el valor de la fuerza de Reacción

$$R_V = F_0 - F_1 \qquad (6)$$

En rigor de verdad, "F_0" no es el peso del tubo "T" con agua, por eso dice "peso" -entre comillas " "-, ya que el tubo "T" forma una palanca con punto de apoyo en el buje "B". Pero lo que importa es que, como el hilo del dinamómetro está tomado justo en xx', en la boca de salida del tubo, la diferencia de la fórmula (6) da, efectivamente, la reacción.

3. Conclusión.

Si la fuerza F_V (acción), calculada en base a la fórmula $F_V = \frac{\delta VOL^2}{st^2}$ (4), que provino de F=m.a (2ª ley de Newton), es igual a la reacción $R_V = F_0 - F_1$ (6), medida mediante el dinamómetro, estaremos frente a una verificación de las leyes 2ª y 3ª de Newton, que era el objetivo de la experiencia.

PE50. Ciudad de Córdoba. Azul.

Objetivo:

- Determinar la densidad de un cuerpo sólido, mediante dos procedimientos distintos.

Materiales:

- 1 soporte universal con una nuez con agarradera metálica
- 1 regla milimetrada
- hilo
- vaso graduado
- cuerpo metálico

- agua
- dinamómetro

Requerimientos:

Sólo podrá utilizar los elementos provistos, papel, lapicera y calculadora no programable.

Al finalizar el trabajo deberá presentar un informe que incluya los siguientes puntos:

- Esquema de los dispositivos experimentales utilizados
- Descripción y fundamentación de cada diseño utilizado
- Cuadro de valores de las mediciones realizadas, con el mayor número de mediciones posibles.
- Resultados obtenidos con sus correspondientes errores.
- De todas las mediciones directas realizadas, ¿cuál es el factor que, de hacer esta experiencia nuevamente, ud. se preocuparía de medir con menor error la próxima vez? Justifique.
- Comentarios

PE51. Ciudad de La Rioja. Azul.

Tema: Ley de Hooke

Objetivos:

- Verificar experimentalmente la relación entre los alargamientos de un resorte y las fuerzas aplicadas.
- Registrar los datos obtenidos.
- Escribir conclusiones.

Materiales:

- Resorte
- Regla
- Tuercas

Procedimiento:

- Colocar la regla en forma vertical.
- Colocar el extremos del resorte, sin ningún peso, donde la regla indica 0.
- Colgar del resorte una tuerca y registrar el alargamiento del resorte en milímetros.
- Duplicar el peso y registrar nuevamente el alargamiento obtenido.
- Cuadruplicar el peso y registrar nuevamente el alargamiento.
- Quintuplicar el peso y registrar los datos obtenidos.
- Volcar los datos obtenidos en una tabla y en un par de ejes cartesianos.
- ¿Qué tipo de gráfica se obtuvo?
- ¿Cuál es la ordenada al origen?
- ¿Se trata de una proporción directa o indirectamente proporcional?

- Obtener una fórmula matemática que represente la situación planteada.

PE52. Apóstoles, Misiones. Azul.

<u>Reflexión de la luz</u>.

Objetivo: establecer las leyes de la reflexión de la luz.

Materiales: espejo plano, alfileres, regla, escuadra, transportador, trozo de madera que permite sostener el espejo perpendicular a la mesa.

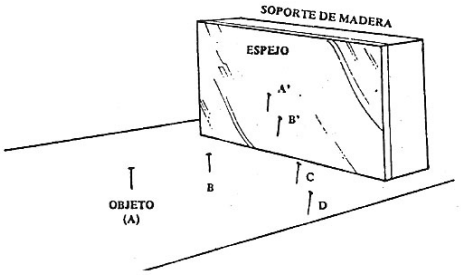
Procedimiento:

1. Coloque el espejo sobre la línea indicada en la hoja de informes (se indica determinación Nº 1) en forma tal que quede perpendicular a la misma (Fig. 1) .

2. Frente al espejo coloque un alfiler (A) en posición vertical. Dicho alfiler es el objeto cuya imagen se desea establecer.

3. De los infinitos rayos luminosos que pasan por (A) y llegan al espejo, se materializa uno de ellos. Para esto, ubique entre (A) y el espejo un segundo alfiler (B).

4. Para trazar el rayo reflejado correspondiente al rayo incidente (rayo que pasa por los puntos A y B) coloque su vista al nivel de la hoja. Mire el espejo. Podrá observar las imágenes de los alfileres (A) y (B). Clave en la hoja un tercer alfiler (C) en forma tal que quede alineado con las imágenes A' y B' (Fig. 1).

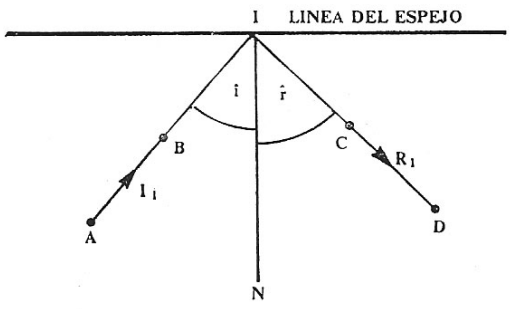


Dispositivo empleado en el Trabajo Práctico.

Fig. 1

5. Desde la misma posición anterior, clave otro alfiler (D) sobre la misma línea del alfiler (C) y las imágenes A', B'. De esta manera se materializa el rayo reflejado.

6. Retire el espejo. Trace la línea que une los alfileres A y B, hasta cortar la línea donde estaba el espejo. Ese es el rayo incidente. (Fig. 2).



Repita la operación con los puntos C y D (esta línea debe pasar por I), construirá así el rayo reflejado. Retire los alfileres.

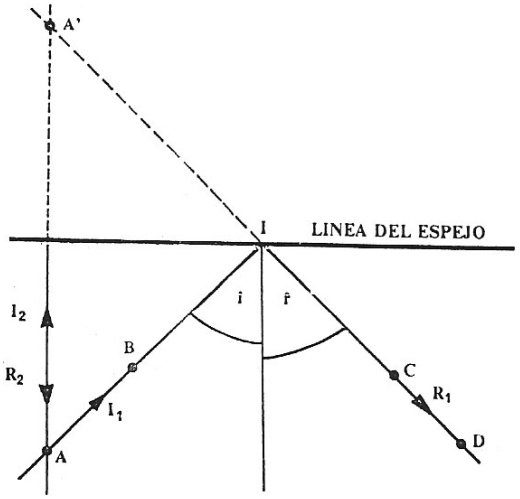
7. En el punto de incidencia, trace la perpendicular al espejo (normal).

8. Mida los ángulos de incidencia y reflexión. Registre los datos en la figura y en la tabla.

9. Trace una perpendicular al espejo por el objeto (punto A).

10. Con líneas de puntos continúe la perpendicular anterior detrás de la línea del espejo. Haga lo mismo con el rayo reflejado. Donde se cortan las prolongaciones de los rayos reflejados marque el punto A'.

Este punto es la imagen del objeto A.



Trazado de la imagen.

Fig. 3

11. Mida la distancia del objeto al espejo y la distancia de la imagen al espejo. Registre los valores en la tabla.

PE53. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

Objetivo

- Determinar la presión atmosférica.

Introducción Teórica

Consideremos un recipiente cerrado que contiene agua y aire a presión atmosférica, al cual se le realiza una pequeña perforación sobre una de las caras laterales. La columna de agua sobre la salida generará una diferencia de presión que impulsará al líquido a fluir através de la abertura hacia afuera. Luego, el aire contenido se expanderá a medida que el agua es desplazada, por lo que la presión en el interior disminuirá. Cuando ésta haya alcanzado un punto tal que las presiones se equilibren, el sistema quedará en reposo.

En la figura 1 se muestra un esquema del modelo descripto. Llamamos V_0 al volumen de aire inicial contenido en el recipiente, V_f al volumen ocupado por el aire tras alcanzar el equilibrio, V_p al

volumen de agua expulsado, p_0 a la presión atmosférica, p_f a la presión del aire en el interior tras alcanzar el equilibrio, y h al nivel de agua, medido desde la abertura, tras alcanzar el equilibrio.

A continuación nos basaremos en las siguientes hipótesis:

1. Las paredes laterales del recipiente son rígidas
2. La tapa del recipiente se deforma elásticamente
3. El proceso es suficientemente lento como para considerar que la temperatura permanece constante.

Por la tercera hipótesis, se deduce que el proceso responderá a la igualdad

$$p_0 V_0 = p_f V_f \,. \qquad (1)$$

Introduciendo las variaciones del volumen, $\Delta V = V_f - V_0$, y de presión, $\Delta p = p_0 - p_f$, reemplazando y despejando en (1), se tiene

$$\frac{V_0}{V_0 + \Delta V} = 1 - \frac{\Delta p}{p_0} \qquad (2)$$

Para $\Delta V << V_0$, la expresión anterior se reduce a

$$\frac{\Delta V}{V_0} = \frac{\Delta p}{p_0} \qquad (3)$$

Por las hipótesis 1 y 2, la variación del volumen debe contemplar la deformación de la tapa, que será proporcional a la diferencia entre las presiones interior y exterior. Teniendo en cuenta además que el agua es prácticamente incompresible, se obtiene

$$\Delta V = V_p - \kappa \Delta p \,, \qquad (4)$$

donde κ es una constante desconocida que depende del material y la geometría de la tapa.

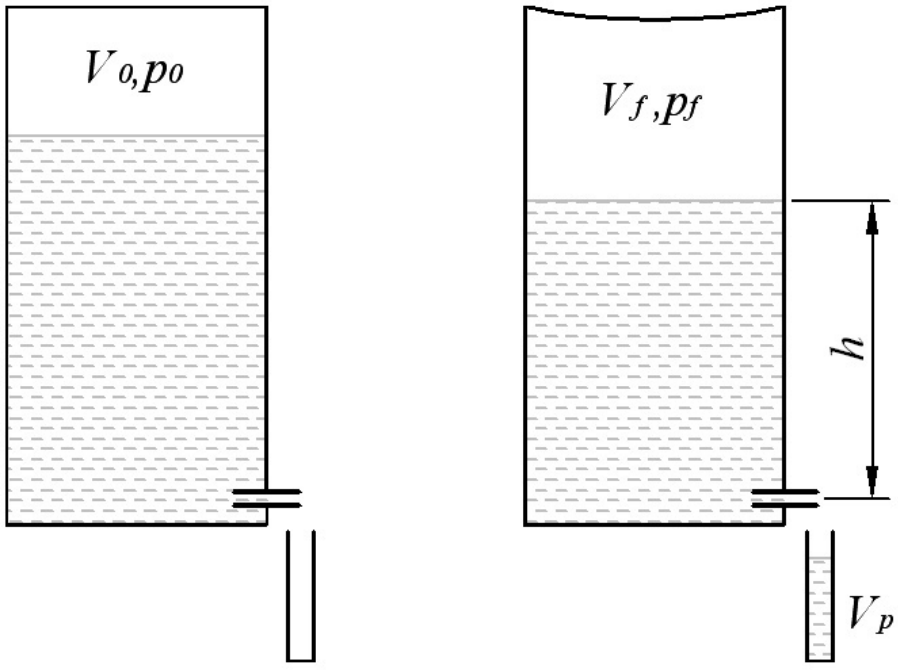


Figura 1: Esquema del modelo teórico

Equipo Experimental

Dispone de los siguientes elementos:

- Recipiente perforado de 1,6 litros de capacidad (aproximada), con tara de volumen.
- Probeta graduada
- Triple decímetro
- Agua

En la figura 2 se muestra el dispositivo a emplear. El mismo se fabricó a partir de una juguera hermética, tarada en volumen de fábrica. Se perforó a la altura de la primera marca y se colocó, a modo de pico, un trozo de la cubierta de PVC de un cable de 0,75mm^2 de sección. Luego se selló con pegamento para evitar filtraciones.

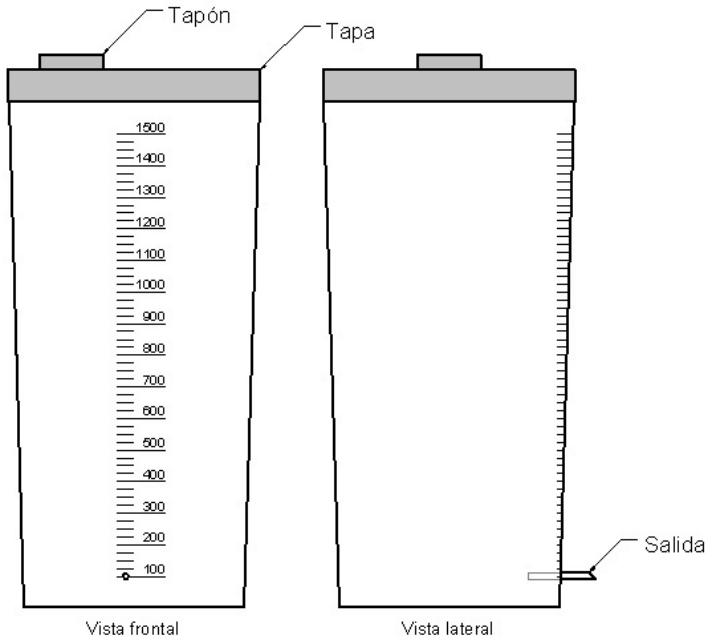


Figura 2: Esquema del recipiente perforado.

Procedimiento

Se recomienda seguir los siguientes pasos:

a) Llene el recipiente con agua, dejando al menos 150cm³ de aire, y tápelo.

b) Observe qué ocurre si invierte el recipiente y luego lo vuelve a enderezar. ¿Se le ocurre cómo determinar V_0 ? ¿Qué presión hay dentro del recipiente apenas lo endereza?

c) Mida para distintas cantidades de agua los volúmenes V_0 y V_p , y la altura h . Se aconseja que el volumen de aire no exceda la mitad de la capacidad.

d) Escriba Δp en términos de h y de los datos suministrados.

e) Encuentre una expresión para $\frac{V_p}{h}$ en términos de V_0 y constantes. Verifique que se llega a una relación lineal cuya pendiente no depende de κ .

f) Grafique la expresión que halló y, a partir de la pendiente, calcule p_0 con su error.

Sugerencias

- Utilice el tapón cuando tenga que agregar o quitar agua y deje la tapa siempre puesta.
- Utilice el balde y el trapo de pisos provistos para controlar los derrames de agua.

Datos

- Densidad del agua: $\rho = (998 \pm 2) kgm^{-3}$
- Aceleración de la gravedad: $g = (9{,}81 \pm 0{,}02) ms^{-2}$

Justifique todos sus argumentos, incluyendo razonamientos, hipótesis y conclusiones en las hojas a entregar.