30 AÑOS
OLIMPIADA ARGENTINA DE FÍSICA

30° Olimpíada Argentina de Física
Cuadernillo de Pruebas 2020

UNC Universidad Nacional de Córdoba
FAMAF Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación
Ministerio de Educación Argentina

El presente cuadernillo contiene todos los problemas que fueron presentados a los participantes de la **Olimpíada Argentina de Física 2020… sin lugar a dudas: una olimpíada diferente.**

Esta trigésima edición se llevó a cabo en un contexto de aislamiento y distanciamiento producto de la pandemia por COVID-19; por dicha razón, fue imposible realizar las actividades en forma presencial. Las instancias preparatorias y locales sólo pudieron llevarse a cabo gracias al esfuerzo y compromiso de escuelas, docentes y estudiantes, que idearon y concretaron diferentes formas para continuar las actividades. Para la Instancia Nacional, el Comité Organizador de OAF propuso una modalidad a distancia: a todos los estudiantes participantes se les enviaron por correo postal los enunciados de las pruebas impresos junto a un kit de materiales de laboratorio para realizar la prueba experimental.

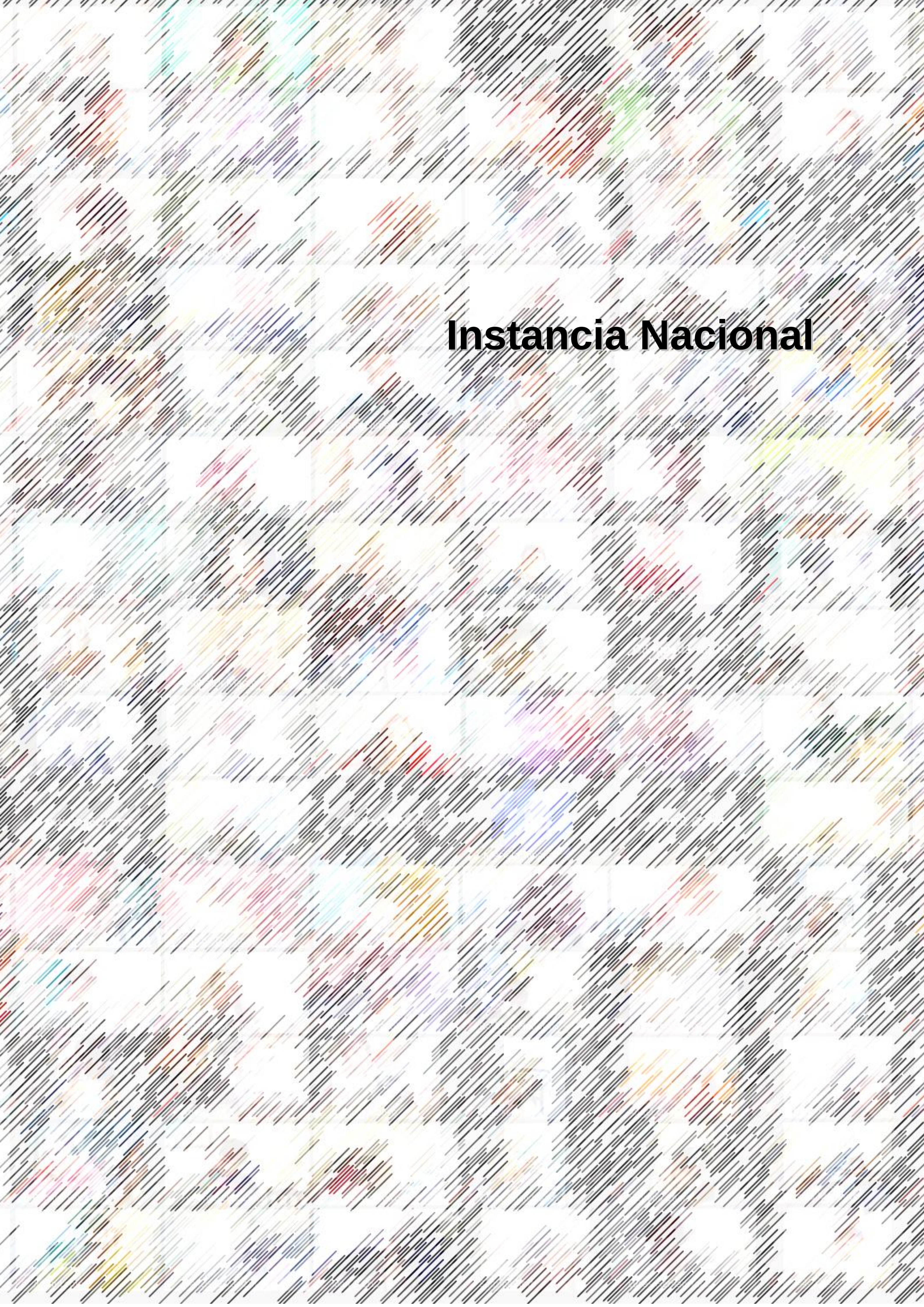
En el presente cuadernillo, en primer lugar, figuran los enunciados de la **prueba** (teórica y experimental) correspondiente a la **Instancia Nacional**. Luego las dos **Pruebas Preparatorias** que fueron enviadas a los colegios como parte de preparación y entrenamiento de los alumnos. A continuación,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

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

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

A todos aquellos que colaboraron en la realización de la **30ª Olimpíada Argentina de Física,** nuestro más sincero agradecimiento.

Comité Organizador Ejecutivo



Instancia Nacional

Problema 1: ¡¡¡Una Aventura Espacial en el Renacimiento!!!

Una de las ***potencias mundiales*** de comienzos del siglo XVII contrató a un científico de la época para que realice los cálculos necesarios para poner un objeto en órbita alrededor de la Tierra. El conocimiento de la época se limitaba a las ***Leyes de Kepler*** y a algunas cuestiones de ***cinemática*** y muy poco de dinámica. Se disponía también de datos sobre ***los parámetros de la órbita lunar*** y estaba en ciernes el uso del telescopio recientemente desarrollado por Galileo.

Las ***Leyes de Kepler***, enunciadas para el movimiento planetario, son:

1) Los planetas se mueven sobre elipses con el Sol en uno de sus focos.

2) El radio vector que describe el movimiento del planeta, barre áreas iguales en tiempos iguales.

3) Si T_1, T_2, a_1 y a_2 representan los periodos y los semiejes mayores de las órbitas de dos planetas, 1 y 2, se cumple la siguiente relación:

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{a_1}{a_2}\right)^3$$

Puede resultar extraño pensar en este tipo de planteos, pero se conoce que fue el propio Kepler quien, en una novela llamada Somnium, especuló sobre la posibilidad de poner humanos en viaje hacia la Luna.

La tarea del científico contratado era determinar las características de la órbita que el objeto seguiría, como así también pensar el modo en que ese objeto podía ponerse en órbita.

Considerando los datos con los que contaba el científico:

Tabla1: Datos con los que contaba el científico

Radio medio de la órbita lunar	384000 km
Período de la órbita lunar	27,32 días
Radio promedio de la Tierra	6371 km

Sabiendo que entre las condiciones que el ***cuerpo*** puesto en órbita debía cumplir, estaba el hecho que *debía permanecer quieto sobre el cielo de la potencia que había contratado al científico*; ***en la terminología moderna se diría que era un objeto geo sincrónico.***

a) Calcule el semieje mayor de la elipse sobre la que se mueve el cuerpo.

Otro requerimiento que se le solicitó al científico renacentista para el diseño de la órbita, era que la excentricidad de la misma fuese $e = 0{,}30$. Recordar que ***la excentricidad de una elipse está definida por***:

$$e = \sqrt{1 - \left(\frac{a}{b}\right)^2}$$

donde a es el semieje mayor y b el semieje menor de la elipse.

b) Calcule el semieje menor de la elipse sobre la que se mueve el cuerpo.

Teniendo en cuenta que ***la ecuación para una elipse,*** en coordenadas polares, está dada por:

$$r(\theta) = \frac{a(1 - e^2)}{1 + e\cos(\theta)}$$

donde θ es el ángulo que se mide desde el perigeo, en el sentido antihorario y tal que el origen de *r* está en el foco de la elipse (ver Figura 1). Y que ***el área A de la misma está dada por***: $A = \pi\, a\, b$.

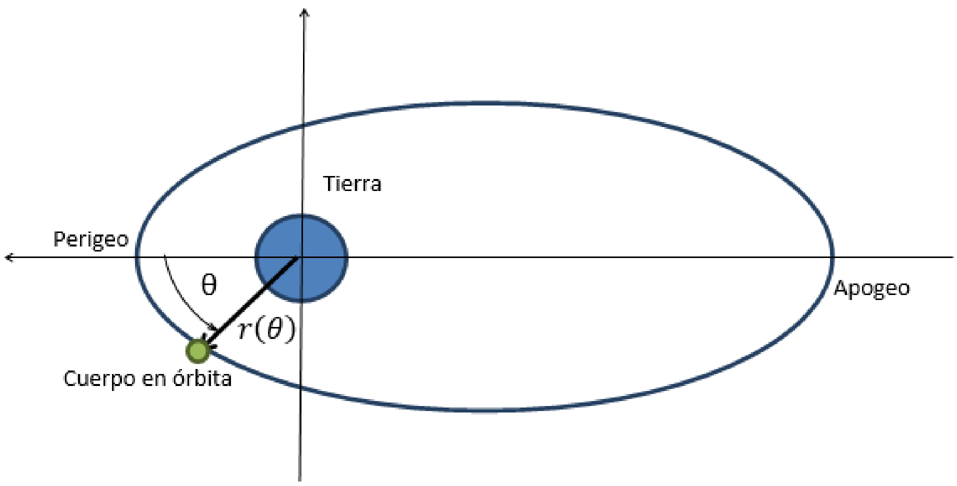


Figura 1: Elipse que representa la trayectoria del cuerpo puesto en órbita alrededor de la Tierra (dibujo no a escala)

c) Calcule la velocidad areolar media del cuerpo al recorrer su órbita.

d) Calcule la velocidad media del cuerpo en las cercanías del perigeo de la órbita.

e) Calcule la velocidad media del cuerpo en el punto más lejano (apogeo) de su trayectoria.

Fin Prueba Nivel 1

Continúa Prueba para Nivel 2

Algunos preparativos más…

Entre las tareas del científico renacentista estaba determinar la posición del cuerpo en su órbita en función del tiempo. Para conseguirlo calculó el área de los sectores delimitados por la posición del radio vector *r* en el perihelio, r_p, y el radio vector $r(\theta_j)$, donde

$$\theta_j = \frac{2\pi j}{10}, \quad j = 0, .., 10$$

y corresponden a haber dividido el intervalo $[0,2\pi]$ en 10 partes iguales (ver Figura 2).

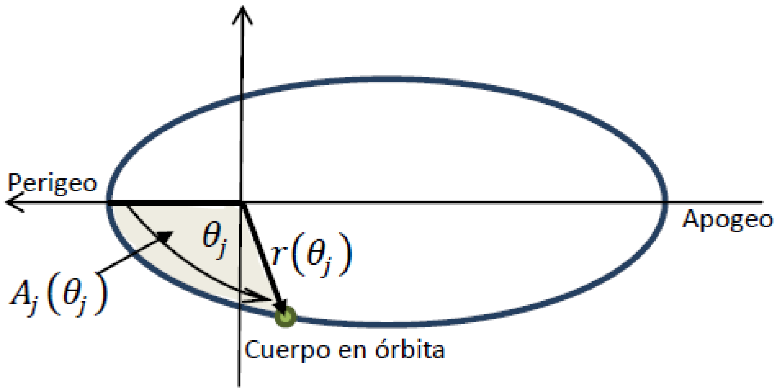


Figura 2: Sector de área barrido por el vector posición

El área A_j correspondiente al sector con ángulo θ_j, está dada por la expresión:

$$A_j(a, e, \theta_j) = \frac{a^2(1-e^2)^2}{2} I(e, \theta_j)$$

donde a es el semieje mayor de la elipse, e su excentricidad. Las cantidades $I(e, \theta_j)$ están dadas en la Tabla 2, para la excentricidad $e = 0,3$.

Tabla 2: Valores de las cantidades *I(e,θj)* para *e=0.3*	
$I(0.3,\theta_j)$	θ_j
0.00	0.00
0.383	0.63
0.842	1.26
1.475	1.88
2.403	2.51
3.619	3.14
4.835	3.77
5.763	4.40
6.396	5.03
6.855	5.65
7.238	6.28

f) A partir de los datos de la Tabla 1, y usando las leyes de Kepler, confeccione una tabla para el módulo del vector posición del cuerpo puesto en órbita como función del tiempo. Con los datos provistos podrá evaluar el vector posición en 11 tiempos diferentes.

¡¡¡Al infinito y más allá!!!

Isaac Newton discutió el uso de un cañón para colocar un objeto en órbita. Newton hizo el siguiente razonamiento **(en sus propias palabras):** *imaginemos una montaña muy alta que su pico esté por encima de la atmósfera de la Tierra; sobre la cima de esa montaña hay un cañón que dispara horizontalmente. A medida que cada disparo se hace con una mayor carga explosiva, la bala de cañón tendrá una mayor velocidad, y el proyectil caerá cada vez más lejos. Finalmente, a cierta velocidad el proyectil no tocará la tierra y quedará orbitando por siempre alrededor de la Tierra.*

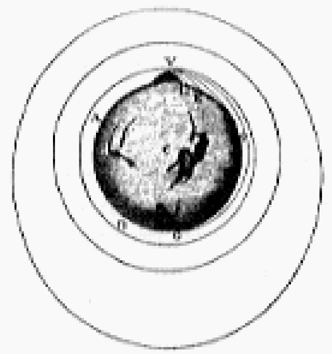


Illustration from Isaac Newton, *Principia, VII, Book III, p551.*

Por prueba y error y procediendo de acuerdo a lo sugerido por Newton, el científico renacentista se dispone a lanzar el proyectil, en dirección horizontal, a distintas velocidades. El objeto que deseaba poner en órbita tenía una masa de 200 kg y la masa del cañón del que disponía era de 2000 kg.

g) Diseñe un método para medir la velocidad de salida del proyectil utilizando mediciones de la velocidad de “retroceso” de cañón.

Problema 2: ¡¡¡Acelerando a fondo con un LINAC!!!

Un ***acelerador lineal*** por radio frecuencia, denominado usualmente **LINAC**, es un dispositivo para acelerar partículas cargadas eléctricamente. En este tipo de ***aceleradores*** la partícula se desplaza en una trayectoria rectilínea, a lo largo de la cual es acelerada a intervalos por medio de un campo eléctrico de alta frecuencia.

En un modelo simplificado podemos considerar que un **LINAC** para acelerar iones está compuesto por una sucesión de tubos de desplazamiento metálicos separados por aberturas de aceleración, como se muestra esquemáticamente en la figura 1. Todo el sistema se encuentra dentro de una cámara evacuada a un alto nivel de vacío.

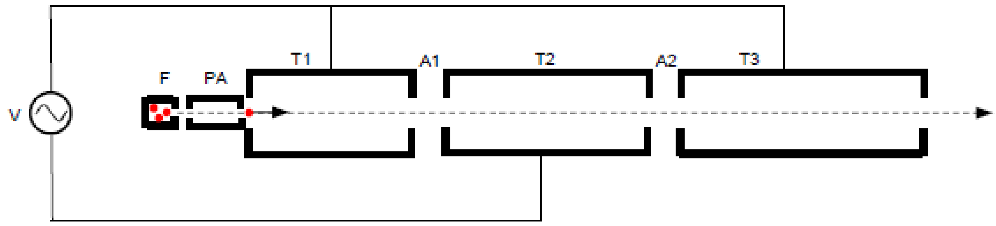


Figura 1: Esquema de un acelerador lineal de partículas (**LINAC**) con dos etapas de aceleración.

Con **F** se denomina la fuente de partículas y **PA** representa un pre-acelerador que inyecta partículas a una energía determinada en el **LINAC**. Con **T1, T2** y **T3** se indican los tubos de desplazamiento y con **A1 y A2** las aberturas de aceleración. **V** es una fuente de tensión alterna de alta frecuencia que alimenta al **LINAC**. La línea a trazos indica la trayectoria de las partículas aceleradas. Los tubos funcionan como electrodos y están conectados a una fuente de tensión de alta frecuencia. El potencial eléctrico $\boldsymbol{V}(t)$, que origina el campo eléctrico acelerador a lo largo del eje ***dentro de las aberturas de aceleración***, varía sinusoidalmente con el tiempo como se muestra en la Figura 2.

El *acelerador* está diseñado de tal modo que, al atravesar una abertura, el ión es acelerado por la diferencia de potencial eléctrico que se establece entre los dos tubos adyacentes. El paso del ión por una abertura de aceleración está sincronizado con el máximo valor que puede alcanzar el potencial acelerador. Luego de acelerado, el ión ingresa a un tubo de desplazamiento, dentro del cual no experimenta la acción de ningún campo eléctrico. La distancia entre los centros de dos aberturas de aceleración consecutivas, está diseñada de modo que el ión arribe a la próxima abertura de aceleración en sincronismo con el máximo potencial acelerador. De esta manera, la partícula va ganando energía poco a poco a medida que atraviesa el acelerador.

Deseamos construir un **LINAC** para acelerar partículas *alfa*. Para ello disponemos de una fuente de alimentación **V,** de $20MHz$ de frecuencia y una tensión máxima de $V_0 = 12{,}5\,kV$. Las partículas *alfa* son núcleos de ${}^4_2He$ (helio-4), es decir, están compuestas por dos protones y dos neutrones. En una etapa de pre-aceleración se eleva la energía cinética de las partículas *alfa* a $4{,}806\,10^{-14}\,J$. A esta energía son inyectadas en el primer tubo de desplazamiento del **LINAC** en el instante de tiempo t = 0 (ver Figura 2).

Considere que la longitud de las aberturas de aceleración es chica, de modo que el tiempo de permanencia de la partícula en ellas es muy pequeño. De esta manera, el potencial eléctrico, y por lo tanto el campo eléctrico acelerador, puede aproximarse por un valor constante mientras la partícula se encuentra dentro de una abertura de aceleración.

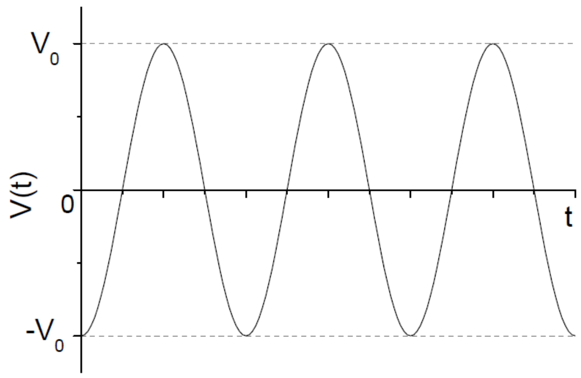


Figura 2: Potencial eléctrico aplicado a los tubos de desplazamiento en función del tiempo.

Tabla1: Valores de cantidades físicas de interés para el problema

Carga elemental	1,602176 634 10^{-19} C
Velocidad de la luz	299792458 m/s
Masa de la partícula *alfa*	4,001506179127 u
Nota: La unidad de masa atómica (u) está definida como la doceava parte de la masa atómica del ${}^{12}_{6}C$, es decir $1u = M({}^{12}_{6}C)/12$.	

Tabla2: Valores de masas atómicas

${}^{1}_{1}H$	1,007825 u
${}^{4}_{2}He$	4,002602 u
${}^{14}_{7}N$	14,003074 u
${}^{17}_{8}O$	16,999132 u
${}^{12}_{6}C$	19,926 4687992 10^{-27} kg
Nota: La unidad de masa atómica (u) está definida como la doceava parte de la masa atómica del ${}^{12}_{6}C$, es decir $1u = M({}^{12}_{6}C)/12$.	

a) ¿Cuál es la masa de la partícula *alfa* en kg? ¿Cuál es la carga eléctrica de la partícula *alfa*?

b) ¿Cuál es la velocidad de las partículas *alfa* cuando son inyectadas en el **LINAC**?

c) ¿Cuál debe ser la longitud del primer tubo de desplazamiento del **LINAC** (**T1** en la Figura 1)?

d) ¿Cuánta energía cinética gana la partícula *alfa* en la primera abertura de aceleración?

e) ¿Cuál debe ser la longitud del segundo tubo de desplazamiento del **LINAC** (**T2** en la Figura 1)?

f) ¿Cuánta energía cinética gana la partícula *alfa* en la segunda abertura de aceleración?

Fin Prueba Nivel 1

Continúa Prueba para Nivel 2

Utilizando el LINAC

Un proceso de interacción entre una partícula y un núcleo atómico puede dar lugar a una reacción nuclear. En estas reacciones, un núcleo, denominado núcleo blanco o núcleo padre y que designaremos genéricamente por X, es bombardeado por un proyectil, la partícula a, dando como resultado un núcleo residual o núcleo hijo, al que denominaremos Y, y a una partícula emitida b. La reacción nuclear se puede escribir simbólicamente de la siguiente manera:

$$a + X \rightarrow Y + b$$

En algunas reacciones nucleares la estructura del núcleo residual puede ser diferente a la del núcleo blanco, en este caso la reacción da lugar a una transmutación nuclear.

Una cantidad importante en este tipo de procesos es la energía de reacción Q. Esta energía se puede calcular a partir de la diferencia de las energías en reposo antes y después de la reacción. Si la partícula proyectil y la partícula emitida corresponden a núcleos atómicos, la energía de reacción se puede evaluar conociendo las masas atómicas correspondientes (M), es decir, mediante la siguiente expresión:

$$Q = (M_a + M_X - M_Y - M_b)\, c^2 \qquad (1)$$

siendo c la velocidad de la luz. Es importante notar que las masas involucradas en la ecuación (1) se refieren a masas atómicas. Por lo tanto, M_a y M_b se refieren a las masas de los átomos cuyos núcleos son las partículas a y b.
Si el valor de Q es positivo, la reacción se denomina ***exotérmica***. En esta situación, Q es la energía total liberada en la reacción que se convierte en energía cinética de los productos finales de la reacción (núcleo residual Y y partícula emitida b).
En el caso en que Q resulte negativo, la reacción se denomina ***endotérmica***. Este tipo de reacción no puede ocurrir, a menos que la partícula incidente a tenga suficiente energía cinética. La energía cinética mínima que el proyectil a debe tener para que esta reacción pueda tener lugar se denomina energía umbral. A partir de principios de conservación se puede derivar la siguiente expresión para evaluar, de manera aproximada, la energía umbral E_u para una reacción endotérmica:

$$E_u = -Q\left(1 + \frac{M_a}{M_X}\right)$$

Consideremos ahora que deseamos estudiar la siguiente reacción nuclear:

$$\alpha + {}^{14}_{7}N \rightarrow p + {}^{17}_{8}O \qquad (2)$$

en la que un núcleo de nitrógeno-14 (${}^{14}_{7}N$) es bombardeado con partículas *alfa* (α) dando lugar a la producción de núcleos de oxígeno-17 (${}^{17}_{8}O$) y protones (p). Teniendo en cuenta el balance de electrones, a fin de evaluar correctamente la energía de reacción a partir de las masas atómicas correspondientes, esta reacción puede escribirse de la siguiente manera:

$${}^{4}_{2}He + {}^{14}_{7}N \rightarrow {}^{1}_{1}H + {}^{17}_{8}O$$

en donde hemos reemplazado en la expresión (2) a la partícula α por ${}^{4}_{2}He$ y al protón p (núcleo del átomo de hidrógeno) por ${}^{1}_{1}H$. Cabe mencionar que esta reacción particular tiene interés histórico debido a que fue la reacción estudiada por Ernest Rutherford en 1919, dando lugar a la primera transmutación nuclear inducida en un laboratorio. En aquella oportunidad Rutherford utilizó partículas *alfa* emitidas por una fuente radiactiva debido a que aún no se habían desarrollado los aceleradores de partículas.

g) ¿La reacción expresada en (2) es exotérmica o endotérmica?

h) ¿Cuál es la energía umbral E_u para que ocurra esta reacción?

i) ¿Cuántas etapas de aceleración deben construirse en el **LINAC** anterior para poder estudiar esta reacción?

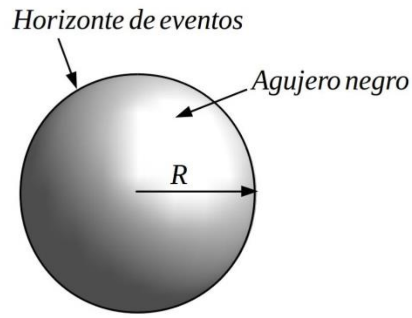
Problema Teórico 3 - NIVEL 1

Problema 3: Agujeros Negros y la curvatura del Espacio-tiempo

Constantes Físicas

- Masa solar M_{sol} = 2 10^{30} kg.
- Constante de la gravitación de Newton G = 6,67 10^{-11} N m^2 kg^{-2}
- Constante de Planck h = 6,6 10^{-34} J s
- Velocidad de la luz c = 3 10^8 m s^{-1}
- Constante de Faraday F = 96 10^3 C mol^{-1}
- Permeabilidad magnética del vacío μ_0 = 1,26 10^{-6} N A^{-2}

Los Agujeros Negros son una de las predicciones más fascinantes de la teoría de la Relatividad General de Einstein. Diminutos, enormes, supermasivos, poco masivos, rotantes, estáticos, solitarios o acompañados. Todos diferentes, pero todos raros y un poco locos. Y con una cosa en común: deforman el espacio-tiempo de tal manera que, si algo atraviesa su horizonte de eventos, entonces ya no puede salir.



En muchas situaciones, el campo gravitatorio de un agujero negro se puede describir usando la ley de gravitación de Newton. Sin embargo, hay fenómenos que no se pueden explicar "a lo Newton" y necesitan toda la maquinaria de la teoría de la Relatividad.

En este problema estudiaremos cómo "ver" un agujero negro y cómo medir algunos de sus parámetros básicos. También analizaremos qué nos pasaría si atravesáramos el horizonte de eventos de un agujero negro. Finalmente estudiaremos cómo el agujero negro curva el espacio-tiempo y cómo esto afecta nuestras ideas de tiempo.

PARTE 1. ***Sagitario A* en el centro de la Vía Láctea***

Los agujeros negros son... negros. Sí. No se pueden ver directamente, si los "iluminamos" con una linterna, la luz no se refleja en el horizonte de eventos. Entra y ya no sale.
Hace varios años se detectó, en el centro de nuestra Vía Láctea, un objeto muy masivo y compacto llamado Sagitario A*. Este objeto no se pudo describir con los modelos estándar, por lo que se pensó que era un agujero negro (actualmente se cree que puede haber más de un agujero negro en la región central de nuestra galaxia).

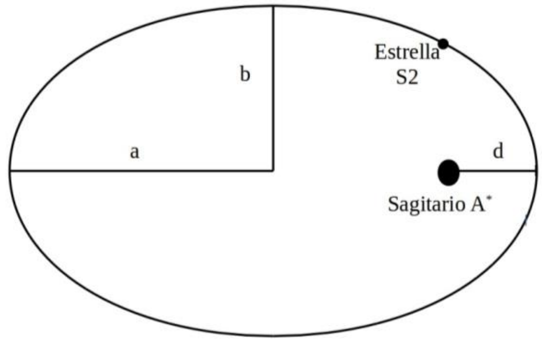
Una manera de estimar la masa y el tamaño de Sagitario A* es a través del estudio de las órbitas elípticas de las estrellas a su alrededor. Consideraremos que estas órbitas se describen con las Leyes de Kepler.

En particular, aproximaremos la tercera ley de Kepler en la forma

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\,\pi^2}{G\,M} \qquad (1)$$

donde T es el período orbital, a es la longitud del semieje mayor de la órbita elíptica, M es la masa del cuerpo alrededor del cual la estrella orbita (en este caso, Sagitario A*) y G la constante de gravitación universal de Newton.

Problema Teórico 3 - NIVEL 1



Una de las estrellas más próximas a Sagitario A* es la estrella S2, cuyo movimiento orbital tiene las siguientes características

- $a = 840\,\mathrm{UA} = 1{,}3\ 10^{14}\mathrm{m}$, **Longitud del semieje mayor**
- $T = 15\ \text{años}$, **Período orbital**
- $e = 0{,}989$, **Excentricidad**

donde UA (unidad astronómica) es $1\mathrm{UA} = 150\ 10^9\ \mathrm{m}$ y e es la excentricidad de la órbita elíptica

$$e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}} \tag{2}$$

con b la longitud del semieje menor. Otro parámetro importante de la órbita es la distancia d al perihelio, el punto más próximo de la órbita al foco donde se encuentra el cuerpo masivo,

$$d = a(1 - e) \tag{3}$$

1a. A partir de los datos de la órbita de S2 estime la masa M de Sagitario A*.

1b. Indique cuánto mide el semieje menor b y la distancia al perihelio d en la órbita de S2.

1c. Teniendo en cuenta que S2 puede pensarse como un punto cuando se mueve en su órbita, y que no choca con Sagitario A*, dé una cota superior para el radio de Sagitario A*. Es decir, ¿qué valor no puede superar el radio de Sagitario A*? *Nota: Una cota superior para una cantidad f es un valor que es mayor que f.*

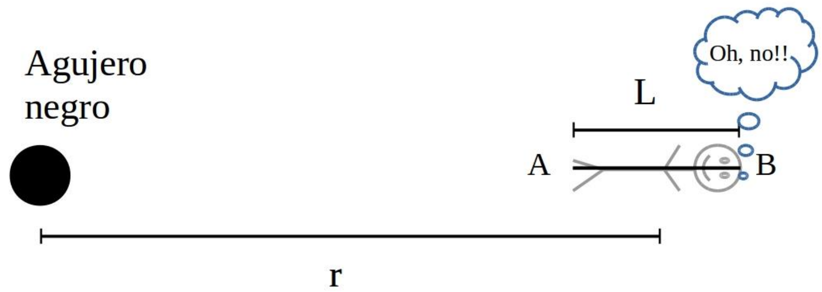
1d. Usando la estimación anterior calcule la densidad que le correspondería a Sagitario A*.

PARTE 2. ¿¿O será demasiado tarde??

Nos decidimos a hacer un viaje espacial. Sabemos que hay un agujero negro cerca, pero no sabemos cuán cerca. De pronto sentimos cosas raras en el cuerpo... ¿Habremos atravesado el horizonte de eventos? ¿Podremos escapar? ¿Será demasiado tarde?

Problema Teórico 3 - NIVEL 1

Consideremos una persona en el campo gravitatorio de un agujero negro con los pies apuntando al centro del agujero negro, como se ve en la figura siguiente.



Suponiendo que el campo gravitatorio del agujero negro se puede describir por la ley de gravitación de Newton, encontramos que diferentes puntos del cuerpo sienten diferentes fuerzas, ya que se encuentran a diferentes distancias del agujero negro. A pesar de que todos los puntos del cuerpo son acelerados hacia el agujero negro, los pies son atraídos con más fuerza que la cabeza. Por lo tanto, la persona siente que la cabeza y los pies son tironeados en sentidos opuestos, y el cuerpo tiende a estirarse. Este fenómeno se conoce como "espaguetización" porque el cuerpo se estira y afina como un espagueti.
Para simplificar el análisis, modelamos el cuerpo humano por un segmento de longitud L que se ubica a lo largo de una línea que pasa por el centro del agujero negro. Suponemos que el centro del cuerpo está a una distancia r del centro del agujero negro. Ver Figura.

2a. Dé una expresión para la aceleración gravitatoria a que siente el punto central del cuerpo y para la aceleración gravitatoria a_A que siente el punto extremo del cuerpo más próximo al agujero negro indicado en la figura como A. Escríbalas en términos de la constante de gravitación universal de Newton G, la masa del agujero negro M , r y L.

2b. Dé una expresión para la aceleración que siente el punto A con respecto a la que siente el punto medio del mismo. Es decir, escriba

$$a_{0A} = a_A - a \tag{4}$$

en términos de G, M, r y L. Esta aceleración relativa se llaman **aceleración de marea.**

2c. Tome el límite en que la longitud del cuerpo es mucho menor que la distancia al centro del agujero negro, $L << r$ para determinar claramente el signo de la aceleración de marea. Indique su sentido.
Puede ser útil la expresión

$$\frac{1}{(1 \pm x)^2} \approx 1 \mp 2x \tag{5}$$

válida cuando $x << 1$.

Para entender el efecto de marea que producen los agujeros negros sobre el cuerpo, vamos a considerar dos agujeros negros bien distintos:

Problema Teórico 3 - NIVEL 1

- AN1: Agujero negro supermasivo
  - masa: $M_1 = 2\ \ 10^{\,39}\,\mathrm{kg}$ (mil millones de masas solares).
  - radio del horizonte de eventos $R_1 = 3\ \ 10^{\,12}\,\mathrm{m}$ (30 mil millones de kilómetros).

- AN2: Agujero negro estelar
  - masa: $M_2 = 2\ \ 10^{\,31}\,\mathrm{kg}$ (10 masas solares).
  - radio del horizonte de eventos $R_2 = 3\ \ 10^{\,4}\,\mathrm{m}$ (30 kilómetros).

2d. Suponiendo que cuando la aceleración de marea es igual a $10\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{kg}}$, una persona siente incomodidad, calcule a qué distancia del centro de AN1 y de AN2 ocurre esto. Suponga que la longitud de la persona es $L = 2\,\mathrm{m}$.

PARTE 3. Dilatación gravitacional del tiempo

En la teoría de la Relatividad General, la gravedad se manifiesta a través de la curvatura del espacio y el tiempo. Esto hace, en particular, que el tiempo corra de diferente forma en regiones con campos gravitatorios de distinta intensidad, por ejemplo cerca de un agujero negro o lejos de él. Cuanto más cerca uno está de un objeto muy masivo, más lento corre el tiempo. Este efecto resulta de la constancia de la velocidad de la luz y se usa a diario, por ejemplo en el Sistema de Posicionamiento Global (GPS).
Pensemos que a una distancia r del centro un agujero negro, está Schrödinger con un gato (vivo y afuera de la caja). El gato tiene pulgas. El gato se rasca dos veces. A una distancia muy muy grande de ellos y del agujero negro está Einstein. Einstein está tan lejos del agujero negro que prácticamente no siente su campo gravitatorio. Tanto Schrödinger como Einstein miden el tiempo que pasa entre las dos veces que el gato se rasca. El tiempo que encuentra Schrödinger es T_S y el tiempo que encuentra Einstein es T_E. Cuando comparan las dos mediciones encuentran

$$T_E = \frac{1}{\sqrt{1-\alpha\frac{2\,M}{r}}}\,T_S \tag{6}$$

donde M es la masa del agujero negro, r es la distancia a la que se encuentra Schrödinger del centro un agujero negro y α es una constante positiva dimensional. Esta fórmula se conoce como Dilatación gravitacional del tiempo y funciona para agujeros negros no rotantes, llamados agujeros negros de **Schwarzschild**.

3a. ¿Quién mide un tiempo más largo? ¿Schrödinger o Einstein?

3b. ¿Qué unidades tiene la constante α que aparece en la fórmula de la dilatación del tiempo (6)?

3c. Suponiendo que la constante α depende sólo de dos de las constantes físicas presentadas al comienzo del problema sin constantes numéricas adicionales encuentre α explícitamente en términos de estas constantes.

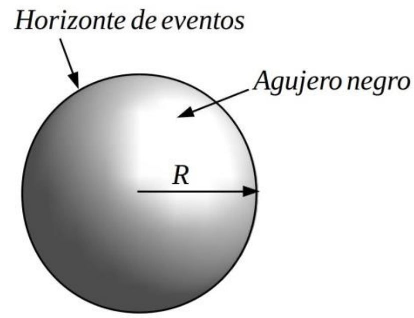
Problema Teórico 3 - NIVEL 2

Problema 3: Agujeros Negros y la curvatura del Espacio-tiempo

Constantes Físicas

- Masa solar $M_{sol} = 2\ 10^{30}$ kg.
- Constante de la gravitación de Newton $G = 6{,}67\ 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}
- Constante de Planck $h = 6{,}6\ 10^{-34}$ J s
- Velocidad de la luz $c = 3\ 10^{8}$ m s^{-1}
- Constante de Faraday $F = 96\ 10^{3}$ C mol^{-1}
- Permeabilidad magnética del vacío $\mu_0 = 1{,}26\ 10^{-6}$ N A^{-2}

Los Agujeros Negros son una de las predicciones más fascinantes de la teoría de la Relatividad General de Einstein. Diminutos, enormes, supermasivos, poco masivos, rotantes, estáticos, solitarios o acompañados. Todos diferentes, pero todos raros y un poco locos. Y con una cosa en común: deforman el espacio-tiempo de tal manera que, si algo atraviesa su horizonte de eventos, entonces ya no puede salir.



En muchas situaciones, el campo gravitatorio de un agujero negro se puede describir usando la ley de gravitación de Newton. Sin embargo, hay fenómenos que no se pueden explicar "a lo Newton" y necesitan toda la maquinaria de la teoría de la Relatividad.

En este problema estudiaremos cómo "ver" un agujero negro y cómo medir algunos de sus parámetros básicos. También analizaremos qué nos pasaría si atravesáramos el horizonte de eventos de un agujero negro. Finalmente estudiaremos cómo el agujero negro curva el espacio-tiempo y cómo esto afecta nuestras ideas de tiempo.

PARTE 1. Sagitario A* en el centro de la Vía Láctea

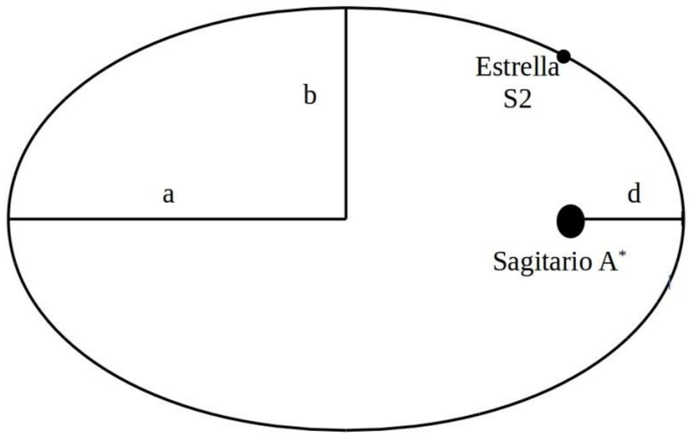
Los agujeros negros son... negros. Sí. No se pueden ver directamente, si los "iluminamos" con una linterna, la luz no se refleja en el horizonte de eventos. Entra y ya no sale.
Hace varios años se detectó, en el centro de nuestra Vía Láctea, un objeto muy masivo y compacto llamado Sagitario A*. Este objeto no se pudo describir con los modelos estándar, por lo que se pensó que era un agujero negro (actualmente se cree que puede haber más de un agujero negro en la región central de nuestra galaxia).
Una manera de estimar la masa y el tamaño de Sagitario A* es a través del estudio de las órbitas elípticas de las estrellas a su alrededor. Consideraremos que estas órbitas se describen con las Leyes de Kepler.

En particular, aproximaremos la tercera ley de Kepler en la forma

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\,\pi^2}{G\,M} \tag{1}$$

donde T es el período orbital, a es la longitud del semieje mayor de la órbita elíptica, M es la masa del cuerpo alrededor del cual la estrella orbita (en este caso, Sagitario A*) y G la constante de gravitación universal de Newton.

Problema Teórico 3 - NIVEL 2



Una de las estrellas más próximas a Sagitario A* es la estrella S2, cuyo movimiento orbital tiene las siguientes características

- $a = 840\ \mathrm{UA} = 1{,}3\ 10^{14}\mathrm{m}$, **Longitud del semieje mayor**
- $T = 15\ \text{años}$, **Período orbital**
- $e = 0{,}989$, **Excentricidad**

donde UA (unidad astronómica) es $1\mathrm{UA} = 150\ 10^{9}\ \mathrm{m}$ y e es la excentricidad de la órbita elíptica

$$e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}} \tag{2}$$

con b la longitud del semieje menor. Otro parámetro importante de la órbita es la distancia d al perihelio, el punto más próximo de la órbita al foco donde se encuentra el cuerpo masivo,

$$d = a(1 - e) \tag{3}$$

1a. A partir de los datos de la órbita de S2 estime la masa M de Sagitario A*.

1b. Indique cuánto mide el semieje menor b y la distancia al perihelio d en la órbita de S2.

1c. Teniendo en cuenta que S2 puede pensarse como un punto cuando se mueve en su órbita, y que no choca con Sagitario A*, dé una cota superior para el radio de Sagitario A*. Es decir, ¿qué valor no puede superar el radio de Sagitario A*? *Nota: Una cota superior para una cantidad f es un valor que es mayor que f.*

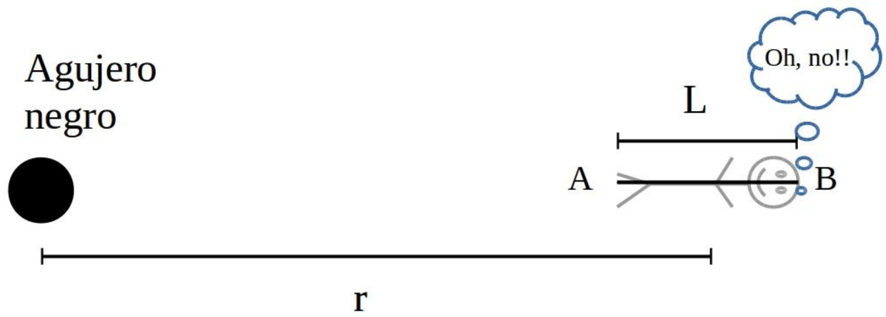
1d. Usando la estimación anterior calcule la densidad que le correspondería a Sagitario A*.

PARTE 2. ¿¿O será demasiado tarde??

Nos decidimos a hacer un viaje espacial. Sabemos que hay un agujero negro cerca, pero no sabemos cuán cerca. De pronto sentimos cosas raras en el cuerpo... ¿Habremos atravesado el horizonte de eventos? ¿Podremos escapar? ¿Será demasiado tarde?

Problema Teórico 3 - NIVEL 2

Consideremos una persona en el campo gravitatorio de un agujero negro con los pies apuntando al centro del agujero negro, como se ve en la figura.



Suponiendo que el campo gravitatorio del agujero negro se puede describir por la ley de gravitación de Newton, encontramos que diferentes puntos del cuerpo sienten diferentes fuerzas, ya que se encuentran a diferentes distancias del agujero negro. A pesar de que todos los puntos del cuerpo son acelerados hacia el agujero negro, los pies son atraídos con más fuerza que la cabeza. Por lo tanto, la persona siente que la cabeza y los pies son tironeados en sentidos opuestos, y el cuerpo tiende a estirarse. Este fenómeno se conoce como "espaguetización" porque el cuerpo se estira y afina como un espagueti.
Para simplificar el análisis, modelamos el cuerpo humano por un segmento de longitud L que se ubica a lo largo de una línea que pasa por el centro del agujero negro. Suponemos que el centro del cuerpo está a una distancia r del centro del agujero negro. Ver Figura.

2a. Dé una expresión para la aceleración gravitatoria a que siente el punto central del cuerpo y para la aceleración gravitatoria a_A que siente el punto extremo del cuerpo más próximo al agujero negro indicado en la figura como A. Escríbalas en términos de la constante de gravitación universal de Newton G, la masa del agujero negro M , r y L.

2b. Dé una expresión para la aceleración que siente el punto A con respecto a la que siente el punto medio del mismo. Es decir, escriba

$$a_{0A} = a_A - a \tag{4}$$

en términos de G, M, r y L. Esta aceleración relativa se llama **aceleración de marea.**

2c. Tome el límite en que la longitud del cuerpo es mucho menor que la distancia al centro del agujero negro, $L << r$ para determinar claramente el signo de la aceleración de marea. Indique su sentido.
Puede ser útil la expresión

$$\frac{1}{(1 \pm x)^2} \approx 1 \mp 2x \tag{5}$$

válida cuando $x << 1$.

Para entender el efecto de marea que producen los agujeros negros sobre el cuerpo, vamos a considerar dos agujeros negros bien distintos:

Problema Teórico 3 - NIVEL 2

- AN1: Agujero negro supermasivo
  - masa: $M_1 = 2\ 10^{39}\ \mathrm{kg}$ (mil millones de masas solares).
  - radio del horizonte de eventos $R_1 = 3\ 10^{12}\ \mathrm{m}$ (30 mil millones de kilómetros).

- AN2: Agujero negro estelar
  - masa: $M_2 = 2\ 10^{31}\ \mathrm{kg}$ (10 masas solares).
  - radio del horizonte de eventos $R_2 = 3\ 10^{4}\ \mathrm{m}$ (30 kilómetros).

2d. Suponiendo que cuando la aceleración de marea es igual a $10\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{kg}}$, una persona siente incomodidad calcule a qué distancia del centro de AN1 y de AN2 ocurre esto. Suponga que la longitud de la persona es $L = 2\ \mathrm{m}$.

2e. Cuando la persona siente incomodidad ¿podrá alejarse del agujero negro o es demasiado tarde para escapar? Responda esto para los agujeros negros AN1 y AN2.

PARTE 3. Dilatación gravitacional del tiempo

En la teoría de la Relatividad General, la gravedad se manifiesta a través de la curvatura del espacio y el tiempo. Esto hace, en particular, que el tiempo corra de diferente forma en regiones con campos gravitatorios de distinta intensidad, por ejemplo cerca de un agujero negro o lejos de él. Cuanto más cerca uno está de un objeto muy masivo, más lento corre el tiempo. Este efecto resulta de la constancia de la velocidad de la luz y se usa a diario, por ejemplo en el Sistema de Posicionamiento Global (GPS).
Pensemos que a una distancia r del centro un agujero negro, está Schrödinger con un gato (vivo y afuera de la caja). El gato tiene pulgas. El gato se rasca dos veces. A una distancia muy muy grande de ellos y del agujero negro está Einstein. Einstein está tan lejos del agujero negro que prácticamente no siente su campo gravitatorio. Tanto Schrödinger como Einstein miden el tiempo que pasa entre las dos veces que el gato se rasca. El tiempo que encuentra Schrödinger es T_S y el tiempo que encuentra Einstein es T_E. Cuando comparan las dos mediciones encuentran

$$T_E = \frac{1}{\sqrt{1 - \alpha \frac{2M}{r}}}\, T_S \tag{6}$$

donde M es la masa del agujero negro, r es la distancia a la que se encuentra Schrödinger del centro un agujero negro y α es una constante positiva dimensional. Esta fórmula se conoce como Dilatación gravitacional del tiempo y funciona para agujeros negros no rotantes, llamados agujeros negros de **Schwarzschild**.

3a. ¿Quién mide un tiempo más largo? ¿Schrödinger o Einstein?

3b. ¿Qué unidades tiene la constante α que aparece en la fórmula de la dilatación del tiempo (6)?

Problema Teórico 3 - NIVEL 2

3c. Suponiendo que la constante α depende sólo de dos de las constantes físicas presentadas al comienzo del problema, sin constantes numéricas adicionales, encuentre α explícitamente en términos de estas constantes.
Si no la puede encontrar suponga que su valor numérico es 1 en los ítems que siguen.

Una fuente de rayos X que emite radiación de 6 keV (o 9,6 10^{-16}J) de energía está ubicada a 20 km del centro de un agujero negro de Schwarzschild de 3,3 masas solares.

3d. Calcule la frecuencia de los rayos X emitidos

3e. Indique la frecuencia de los rayos X recibidos por un observador muy distante de la fuente y del agujero negro. ¿Hubo un corrimiento al rojo o al azul?

Determinación del índice de refracción de un material

Introducción

Se denomina índice de refracción de un medio (n) al cociente entre la velocidad de la luz en el vacío (c) y la velocidad de la luz en dicho medio (v)

$$n = \frac{c}{v} \tag{1}$$

Es decir, el índice de refracción de un medio es un coeficiente que indica cuánto se reduce la velocidad de la luz dentro del mismo.

Si la luz incide de manera oblicua a la superficie que separa dos medios, con índices de refracción distintos, experimenta un cambio en la dirección de propagación (refracción), tal como se esquematiza en la figura 1. Este cambio en la dirección se debe al cambio de velocidad de propagación de la onda, cuando pasa de un medio a otro. La relación entre el cambio de dirección (ángulo) y los índices de refracción de los medios se denomina Ley de Snell. Esta ley estipula que:

$$n_1 \operatorname{seno} \theta_1 = n_2 \operatorname{seno} \theta_2 \tag{2}$$

Donde los ángulos θ_1 y θ_2 se miden respecto a la normal de la superficie como se muestra en la figura 1.

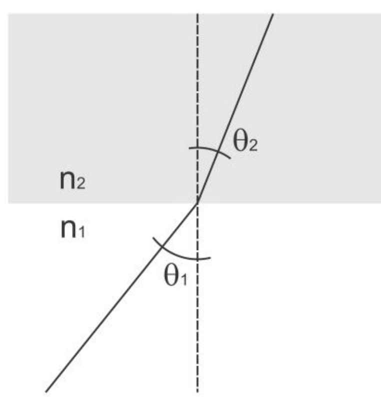


Figura 1. Cambio de dirección de un haz de luz cuando atraviesa una superficie plana que separa dos medios con índices de refracción n_1 y $n_2 > n_1$.

Objetivo: Determinar el índice de refracción del acrílico.

Materiales provistos:

- Prisma recto de sección rectangular de acrílico transparente y con dos caras paralelas pulidas con dimensiones $30{,}0\ mm\ x\ 30{,}0\ mm\ x\ 40{,}0\ mm$. La incertidumbre en las dimensiones es de $0{,}1\ mm$.
- 20 Alfileres.
- Plancha de Telgopor de aproximadamente $15\ mm\ x\ 190\ mm\ x\ 290\ mm$
- Hojas milimetradas o cuadriculadas
- Hojas A4 blancas
- Transportador

Materiales que Usted debe proveer

- Regla milimetrada

Armado del dispositivo y procedimiento experimental

1. Sobre la plancha de Telgopor, coloque una hoja blanca y sujétela al Telgopor por medio de alfileres. En el centro de la hoja, ubique el prisma de acrílico sobre una de sus caras de $30\ mm\ x\ 40\ mm$. Para las mediciones con un ángulo de incidencia $\theta_i \leq 45$ coloque el prisma de manera que su dimensión mayor esté paralela a la dimensión menor de la hoja como se muestra en la figura 2 (izquierda). Para ángulos de incidencia mayores ($\theta_i > 45°$) coloque el prisma de manera que su dimensión mayor esté paralela a la dimensión mayor de la hoja como se muestra en la figura 2 (derecha). Marque con una lapicera el contorno del prisma teniendo cuidado de no moverlo y no romper la hoja.

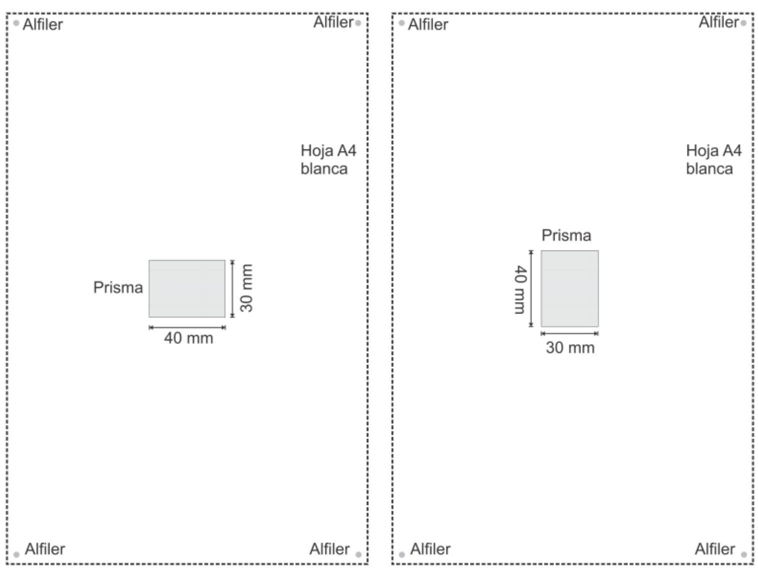


Figura 2. Disposición del prisma sobre la hoja A4 blanca para un ángulo de incidencia $\theta_i \leq 45°$ (izquierda) y para $\theta_i > 45°$ (derecha).

2. Coloque al menos tres alfileres en línea de manera tal que la recta que forma la unión imaginaria de éstos forme un ángulo $\theta_i > 0$ con la dirección normal a la cara del prisma, como se muestra en la figura 3. Procure que la separación de los alfileres más alejados sea de al menos $10\ cm$ y que los mismos estén verticales. **Esta línea imaginaria actuará como haz de luz incidente para observar la refracción**.

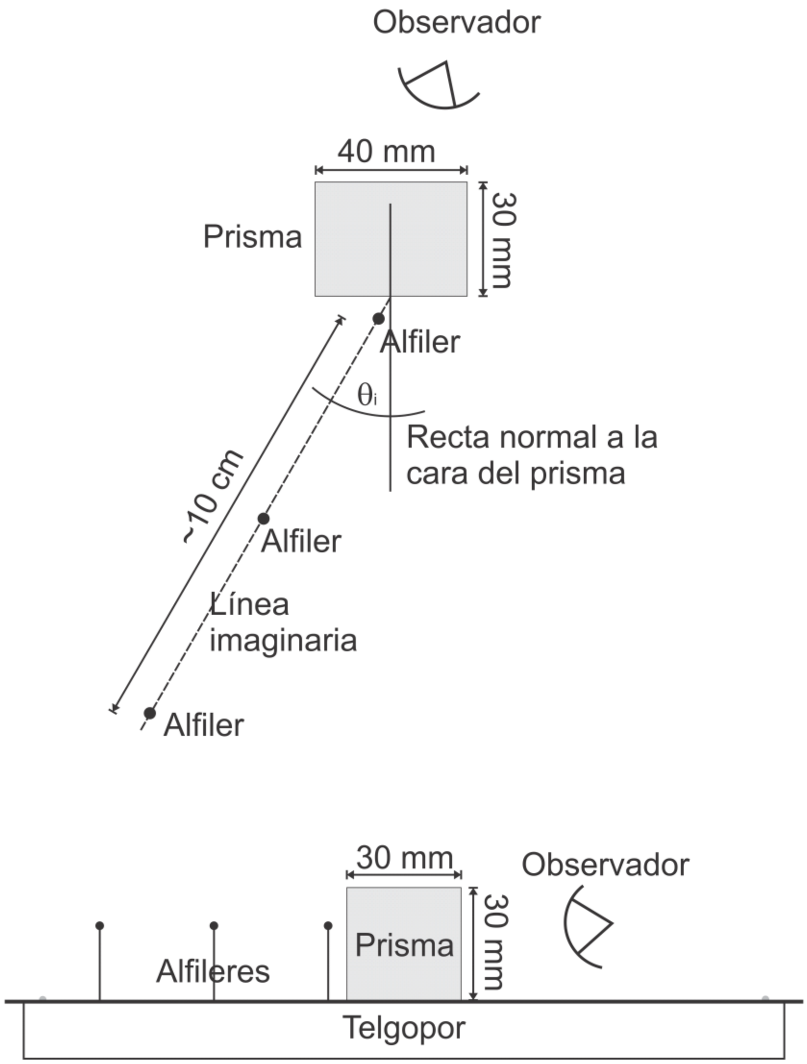


Figura 3. Vista superior y lateral de la ubicación de los alfileres que forman el haz de luz incidente.

3. Observe por la cara opuesta del prisma (y a través del mismo) como se muestra en la figura 3 (preste atención a la forma en que deben colocarse para la observación). Coloque al menos otros tres alfileres de manera que estén en línea con los alfileres colocados en el paso anterior cuando se los mira a través del prisma, como se muestra en la figura 4. Procure que la separación de los alfileres de los extremos sea de al menos $10\ cm$ y que los mismos estén verticales. **Esta línea imaginaria actuará como haz de luz refractado luego de atravesar el prisma**.

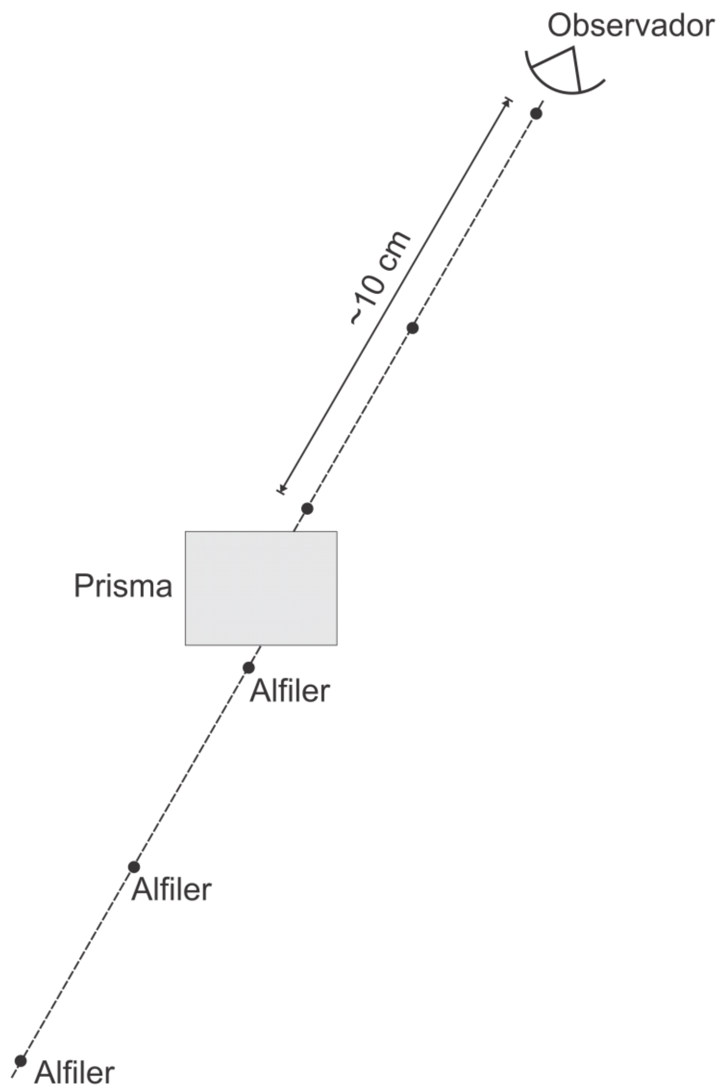


Figura 4. Ubicación de los alfileres que forma el haz de luz incidente y refractado luego de atravesar el prisma.

4. Retire el prisma y trace las líneas de los haces de luz incidente y refractado determinados con los alfileres y el haz de luz dentro del prisma como se muestra en la Figura 5.

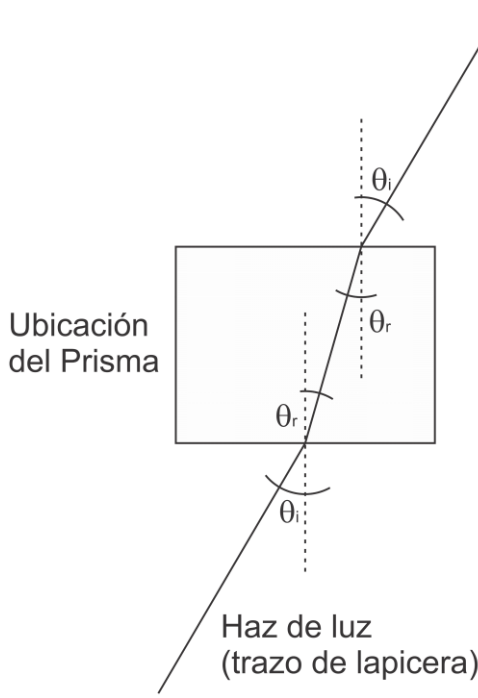


Figura 5. Haces de luz incidente, refractado y dentro del prisma.

5. Determine el ángulo de incidencia θ_i y el ángulo refractado θ_r con sus respectivas incertidumbres y repórtelo en una tabla (Tabla I).

6. Repita el procedimiento para distintos ángulos de incidencias.

Nota: Para una mayor claridad, cambie la hoja A4 blanca luego de dos mediciones.

Análisis de datos

a. Reporte los ángulos de incidencia θ_i y refractados θ_r medidos en la Tabla I.

b. Determine $y = \sin \theta_i$ y $x = \sin \theta_r$ con sus respectivas incertidumbres y repórtelo en la Tabla I.

c. Grafique los valores de x e y calculados y realice un ajuste lineal de los mismos. Reporte el valor de la pendiente (m) de la recta ajustada.

d. A partir del ajuste, determine el índice de refracción del acrílico n_{ac} sabiendo que el índice de refracción del aire es $n_a = (1{,}0003 \pm 0{,}0001)$. Reporte el valor obtenido.

Nota: La incertidumbre Δf de $f(t) = \operatorname{sen} t$ para $t_0 = (\overline{t_0} \pm \Delta t_0)$ se puede determinar como

$$\Delta f = \cos(\overline{t_0})\, \Delta t_0$$

Pruebas Preparatorias

Primer Prueba Preparatoria: Mecánica

Problema 1

Se dispara un proyectil con un cañón hacia la muralla de una ciudad que está ubicada a 5 km de donde está emplazado el cañón. Los proyectiles salen de la boca del cañón con una velocidad de 200 m/s y formando un ángulo de 30° con la horizontal. Suponiendo que el módulo de la aceleración de la gravedad es igual a 10 m/s^2 y despreciando la altura de la boca del cañón:

a) Determine las componentes verticales y horizontales de la aceleración, velocidad y posición del proyectil desde que es disparado hasta que impacte.
b) Realice todos los cálculos necesarios para demostrar que los proyectiles no llegan a impactar en la muralla.

Para lograr el objetivo de derribar la muralla se coloca al cañón sobre un vehículo que se desplaza en la dirección horizontal con una velocidad v_x. Se dispara el cañón exactamente cuando su separación de la muralla es de 5 km.

c) Determine ahora cuáles son las componentes verticales y horizontales de la aceleración, velocidad y posición para el proyectil.
d) Calcule cuál debe ser la velocidad v_x del vehículo para que los proyectiles impacten en la muralla.

Problema 2

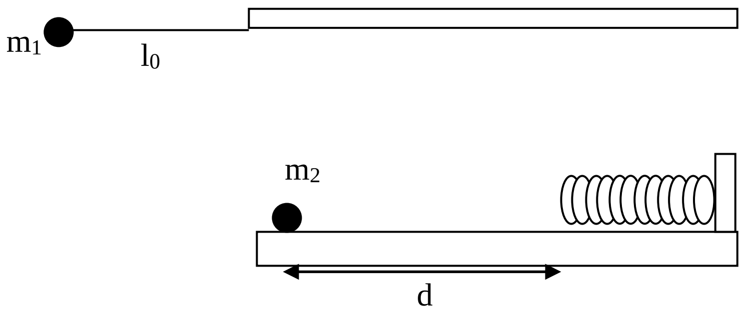
Una persona, de 1,80 m de altura y 100 kg de masa, se deja caer al cauce de un río desde una plataforma ubicada a 50 m de altura. Sus pies están unidos al extremo de un resorte de 35 m de longitud natural y constante elástica k = 500 N/m. El otro extremo del resorte está firmemente atado a la plataforma. Despreciando el rozamiento con el aire y suponiendo g = 10 m/s^2.

a) Calcule a qué distancia de plataforma está la posición de equilibrio estático del hombre.
b) Determine la máxima velocidad que alcanza el hombre en la caída.
c) Calcule el máximo estiramiento del resorte.
d) Determine si el hombre se moja haciendo todos los cálculos que sean necesarios.

Problema 3

Una niña arma el dispositivo que se muestra en la figura. Este está compuesto por un péndulo formado por una masa puntual m_1 la cual está suspendida de un hilo de masa despreciable y longitud l_0. El péndulo se libera con el hilo en posición horizontal y cuando la masa llega a la parte inferior de su trayectoria choca elásticamente con otro cuerpo m_2. El cuerpo m_2 desliza una distancia d sobre la superficie horizontal sin rozamiento hasta impactar con un resorte de constante elástica k al cual comprime hasta detenerse. Luego el resorte se expande haciendo que el cuerpo regrese hacia donde está el péndulo.

a) Describa cualitativamente cuál será el movimiento de los cuerpos que componen el sistema.
b) Determine la velocidad de los cuerpos luego del choque.
c) Calcule cuál será la máxima compresión del resorte cuando m_2 choque con él.
d) Determine el tiempo que demorará m_2 volver nuevamente a la posición inicial.
e) Diga si el movimiento de este sistema será periódico y en caso afirmativo analice si se puede determinar el periodo de este movimiento y cuál sería su valor.



Datos: $m_1 = m_2 = 5$ kg; $l_0 = 5$ m; $d = 50$ m; $k = 125$ N/m y $g = 10$ m/s^2.

Problema Experimental
Caída libre y rebotes

Primera Parte
Introducción

Cuando una pelota rebota sobre una superficie rígida, la componente de la velocidad perpendicular a la superficie invierte su sentido y disminuye su valor, mientras que la componente paralela se mantiene constante. Es decir, si la velocidad de la pelota antes del choque es $\vec{v}$ y luego del choque es $\vec{u}$,

$$u_x = v_x \qquad (1)$$

$$u_y = -e\, v_y \qquad (2)$$

Donde e es el coeficiente de restitución con $0 < e < 1$.

Si una pelota se deja caer desde una altura h_0, en los sucesivos rebotes pierde energía y alcanza alturas cada vez menores hasta que eventualmente se detiene como se observa en la figura 1.

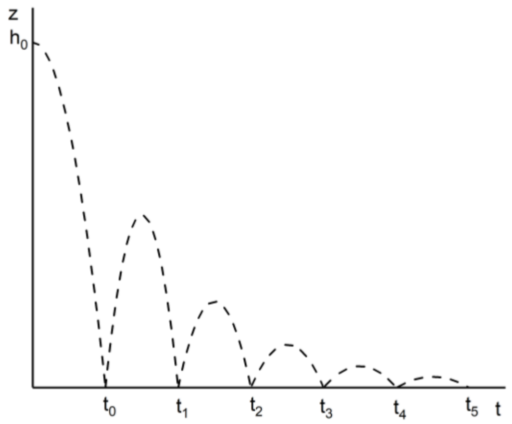


Figura 1: Rebotes sucesivos de una pelota que cae desde una altura h_0.

Escribiendo la ecuación de movimiento para la pelota se puede encontrar que

$$t_0 = \sqrt{\frac{2h_0}{g}} \qquad (3)$$

$$t_1 = (1 + 2e)\sqrt{\frac{2h_0}{g}} \qquad (4)$$

Donde g es la aceleración de la gravedad.

Objetivo

- Determinar el coeficiente de restitución e de una pelota.

Materiales

- Pelota
- Cronómetro
- Cinta métrica

Procedimiento

a) Mida el tiempo t_0 y t_1 cuando la pelota se deja caer desde una altura h_0. Repita las mediciones 10 veces para 5 alturas h_0 distintas. Determine el valor de h_0 utilizados en las mediciones.
b) Grafique t_0^2 en función de h_0 y realice un ajuste lineal de los puntos.
c) Grafique t_1^2 en función de h_0 y realice un ajuste lineal de los puntos.
d) A partir de la ecuación (3) y (4) y de los ajustes realizados, determine el valor de e.

Segunda Parte: Uso de un cronómetro acústico (Aplicación gratuita *phyphox* para teléfonos celulares).

Introducción

Se puede demostrar que el tiempo $\Delta t_n = t_n - t_{n-1}$ que la pelota pasa en el aire entre dos rebotes sucesivos es

$$\Delta t_n = 2t_0 e^n \qquad (5)$$

Donde t_0 está dado por la ecuación (3) y n es el número de rebotes.

Tomando logaritmo natural en ambos miembros de la ecuación (5) se obtiene que

$$\ln(\Delta t_n) = n\, ln(e) + ln(2t_0) \qquad (6)$$

Entonces eligiendo como variables a $y = \ln(\Delta t_n)$ y a $x = n$ se obtiene una relación lineal entre estas variables.

Objetivo

- Determinar el coeficiente de restitución e de una pelota y la aceleración de la gravedad

Materiales

- Pelota
- Cronómetro acústico (Aplicación *phyphox*)
- Cinta métrica

Procedimiento

e) Deje caer una pelota desde una altura h_0 y mida el tiempo entre rebotes sucesivos. Para ello utilice la opción *Temporizadores* > *Cronómetro acústico* > *Secuencia* de la aplicación *phyphox*.
f) Determine la altura h_0 utilizada en la medición.

g) Realice un gráfico de la variable y en función de la variable x propuesta. Realice un ajuste lineal.

h) A partir de la pendiente y de la ordenada al origen obtenidas del ajuste, determine el valor de g y de e.

Nota

El error de $\mathrm{y} = \ln(\Delta t_n)$ puede determinarse como $\sigma_y = \frac{\sigma_{\Delta t_n}}{\Delta t_n}$ donde $\sigma_{\Delta t_n}$ es el error de Δt_n.

Segunda Prueba Preparatoria: Electricidad y Magnetismo

Problema 1

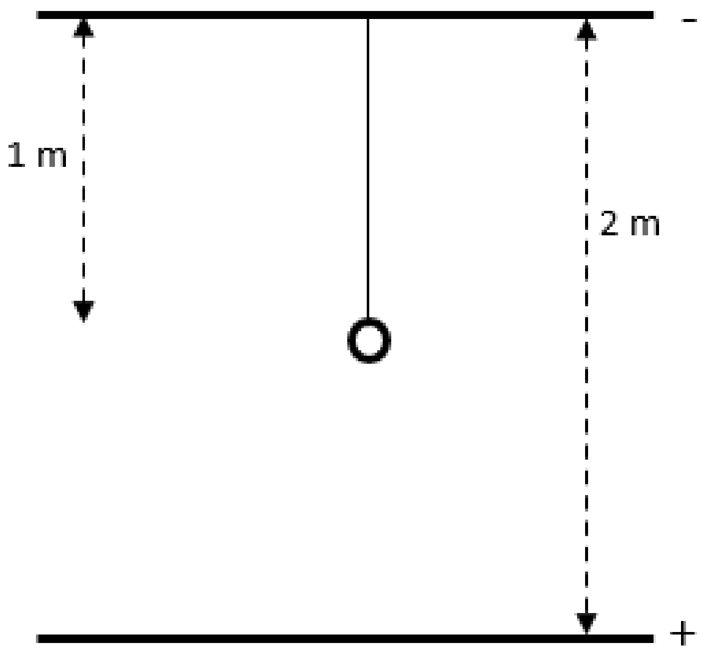
Del techo de una habitación de 2 m de altura se ata un hilo de 1 m de longitud. Del otro extremo del hilo se suspende una pelotita de ping-pong, tal como se muestra en la figura. Dentro de la habitación hay un campo eléctrico de 3000 V/m generado por dos placas cargadas, estando la placa positiva adherida al piso y la negativa al techo.

En un determinado instante de tiempo, se corta el hilo y la pelotita cae. Sabiendo que inicialmente la pelotita estaba descargada, su masa es de 2,8 g, su radio es de 2 cm y que si se la deja caer desde una altura de 30 cm rebota hasta una altura de 23 cm, calcule:

a) La aceleración, velocidad y posición en función del tiempo de la pelotita mientras cae.
b) El trabajo que hace el campo eléctrico durante la caída.

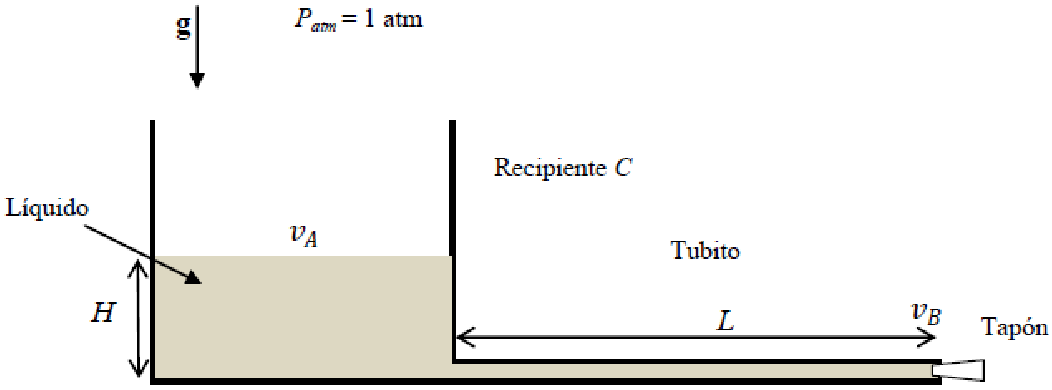
Cuando la pelotita toca la placa inferior (positiva) adquiere una carga de $5\ 10^{-6}$ C.

c) La aceleración, velocidad y posición de la pelotita luego que rebota en el piso.
d) La máxima altura que alcanza y el tiempo que demora en alcanzarla.
e) El trabajo total realizado por el campo eléctrico sobre la pelotita.
f) El trabajo total realizado por la fuerza peso sobre la pelotita.



Nota: suponga que la aceleración de la gravedad es igual a 10 m/s^2

Problema 2



Considere el dispositivo de la figura. El mismo consiste de un recipiente *C* que tiene una sección transversal *A*. En su parte superior está abierto y en la parte inferior de su pared lateral tiene instalado un tubito circular delgado de sección transversal *a* y longitud *L* con un tapón en un extremo.
Suponga que en el recipiente hay un fluido ideal de densidad $\rho = 1$ $g\ cm^{-3}$. Todo el sistema está a 1atm y a una temperatura ambiente T_0.

Suponga que en t=0, con el nivel de líquido H_0=10 cm y en reposo $v_A(0) = 0$, se saca el tapón y el líquido comienza a salir por el tubo. Se sabe que la sección es $A=20\ cm^2$ y que la sección del tubito es $a= 0.08\ cm^2$, por lo que el líquido en el tanque se mueve **"suavemente"**.

a) Considerando la ecuación de Bernoulli, plantee una relación entre la velocidad a la que sale el fluido por el tubito $v_B(t)$, el nivel de líquido en el recipiente H(t) y la velocidad con la que baja el nivel de líquido en el recipiente $v_A(t)$.

b) Considerando la conservación de la masa y los caudales, escriba una relación entre la velocidad de salida del líquido por el tubito $v_B(t)$ y la velocidad a la que desciende el nivel $v_A(t)$ en el recipiente.

c) Encuentre una relación entre el nivel H(t) de líquido al tiempo t y la velocidad con la que está descendiendo $v_A(t)$ al mismo tiempo t.

d) Escriba una expresión para el cambio de nivel ($\Delta H_A(t)$) que se produce en un intervalo de tiempo Δt usando $v_A(t)$.

e) Con las expresiones del ítem c) y del ítem d) escriba una expresión para $\Delta H_A(t_1)$ en términos de $H_A(t_0)$ y de $\Delta t = t_1 - t_0 = 1$s (recuerde que el nivel disminuye).

f) Usando el resultado del ítem anterior y haciendo un esquema iterativo determine el H(t) para los diez primeros segundos. Escriba los resultados de t y H(t) en una tabla.

Problema 3
Un calorímetro adiabático tiene en su interior una resistencia $R = 5\ \Omega$ conectada a una fuente de corriente continua como se muestra en la figura 1. El calorímetro posee además un termómetro y un agitador.

a) Con la fuente apagada, se coloca en el calorímetro una masa de agua $m_1 = 500\ g$ a temperatura ambiente $T_{amb} = 20°C$. Luego se agrega una masa de agua $m_2 = 500\ g$ a $T_2 = 45°C$. Luego de un tiempo, se observa que el sistema alcanza una temperatura de equilibrio $T_e = 31{,}9°C$. Determine el equivalente en agua del calorímetro (π).

b1) Con la fuente apagada y el calorímetro a temperatura ambiente $T_{amb} = 20°C$, se coloca en él una masa de agua $m_a = 500\,g$ a $T_a = 40°C$. Determine la temperatura del sistema cuando este alcanza el equilibrio.

b2) Al sistema anterior se le agrega una masa de hielo $m_h = 300\,g$ a una temperatura $T_h = -20°C$. Determine el estado final del sistema.

b3) Se enciende la fuente con un voltaje de $10V$ por 25 minutos. Determine el nuevo estado final del sistema.

b4) Sabiendo que la potencia máxima que es capaz de entregar la fuente es de 60W, determine el tiempo mínimo necesario para que el sistema alcance una temperatura de $80°C$.

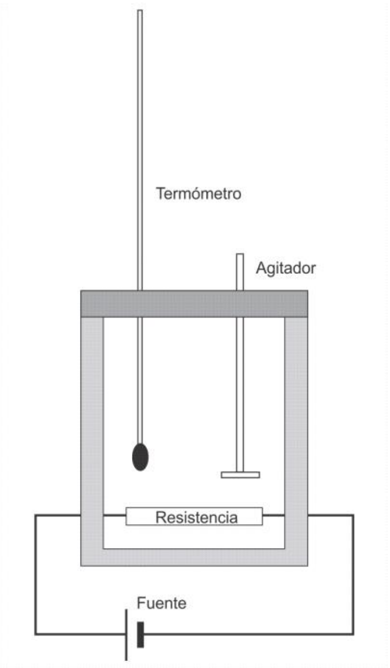


Figura 1: Calorímetro.

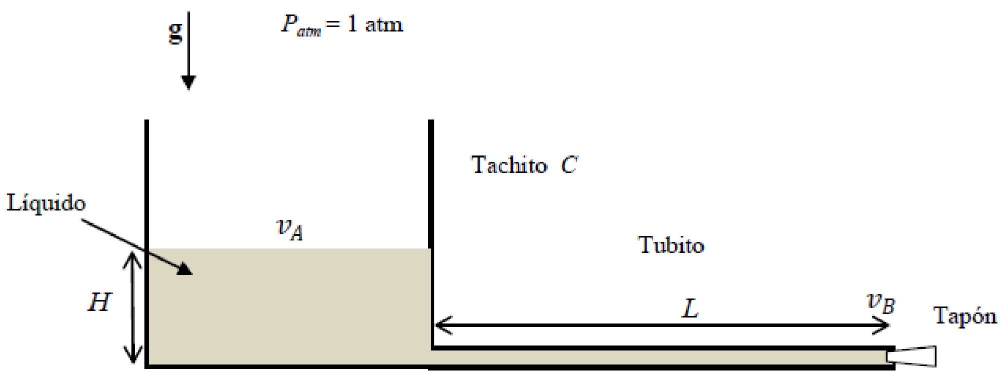
Constantes

Calor específico del agua $c_a = 1\,cal\,g^{-1}\,°C^{-1}$
Calor específico del hielo $c_h = 0{,}5\,cal\,g^{-1}\,°C^{-1}$
Calor latente de fusión $\lambda_l = 80\,cal\,g^{-1}$
Equivalencia Joule-Calorías $1\,cal = 4.184\,J$

Problema Experimental
Líquidos y tachitos

<u>Primer desafío</u>
Objetivo
Aplicar el principio de Torricelli (fluido ideal) para describir la descarga de un recipiente.

El principio de Torricelli establece que en un sistema como el de la figura, la velocidad con la que sale un fluido ideal (sin viscosidad) por el tubito está dada por: $v_B = \sqrt{2\,g\,H}$



Considerando la relación entre la sección del tachito y la del tubito, el nivel de líquido en el recipiente descenderá (cuando se saque el tapón) a medida que pase el tiempo, de la forma:

$$\sqrt{H(t)} = \sqrt{H_0} - \alpha\,t \qquad (1)$$

Con $\alpha = \sqrt{\frac{g}{2\left(\frac{A}{a}-1\right)}}$

Donde A es la sección transversal del tachito y a la sección transversal del tubito, g es la aceleración de la gravedad (9.79 m s^{-2}), H_0 el nivel de líquido inicial (en $t_0 = 0$) y t el tiempo transcurrido.

Dispositivo

Construya un dispositivo similar al de la figura y utilícelo para verificar el comportamiento dado en la ecuación (1). Se sugiere usar:

- tubito de lapicera tipo bic. **Mida su longitud L. Mida su diámetro interno y calcule a**
- tachito de yogurt, botellita de gaseosa, o algún otro recipiente de tamaño similar y sección aproximadamente uniforme. **Mida su diámetro interno y calcule A**
- recipiente en donde caiga el líquido que sale del tubito.
- plastilina o cera de vela (derretida) para sellar la unión tubito – tachito.
- regla pequeña o palito graduado.
- cronómetro.
- agua

Mediciones

- Cargue el tachito con agua.
- Permita que salga agua por el tubito.
- Mida el nivel de agua en el tachito en función del tiempo, al menos para 8 valores de tiempo. Se sugiere hacer las mediciones cada vez que el nivel en el tachito haya variado en 5mm.
- Confeccione una tabla con los resultados en la que esté incluida una columna correspondiente a $\sqrt{H}$.
- Grafique los resultados y ajuste una recta considerando a $\sqrt{H}$ como ordenada y a t como abscisa. Escriba la ecuación de la recta.
- Asociando la recta del ajuste con la ecuación (1), compare el valor de la pendiente experimental con el valor teórico.
- En todo el desarrollo del procedimiento aclare los criterios que utilizó en el tratamiento de las incertezas.

<u>Segundo desafío</u>

La ley de Poiseuille se utiliza para describir flujos en los cuales la viscosidad del fluido es relevante. Si se considera un sistema como el de la Figura, un fluido viscoso saldrá del tachito a través del tubito siguiendo la siguiente ley:

$$H = H_0 \; e^{-\beta t} \qquad (2)$$

$$ln\left(\frac{H}{H_0}\right) = -\beta t \qquad (3)$$

Con $\beta = \frac{a}{A} \; \frac{r^2}{8\,L} \; \frac{g}{\nu}$

Donde A es la sección del tachito y a la sección del tubito, r es el radio interno del tubito, g es la aceleración de la gravedad, L es el largo del tubito, ν es la viscosidad cinemática del fluido, H_0 el nivel de líquido inicial (en $t_0 = 0$) y t el tiempo transcurrido.

Nota: en la ecuación (2) se ha escrito la función exponencial, e es la base de los logaritmos naturales $ln(x)$.

Objetivo

Usando el dispositivo construido antes, pero con aceite comestible: verificar la ecuación (3) y determinar la viscosidad cinemática ν del aceite empleado.

Mediciones

- Cargue el tachito con aceite.

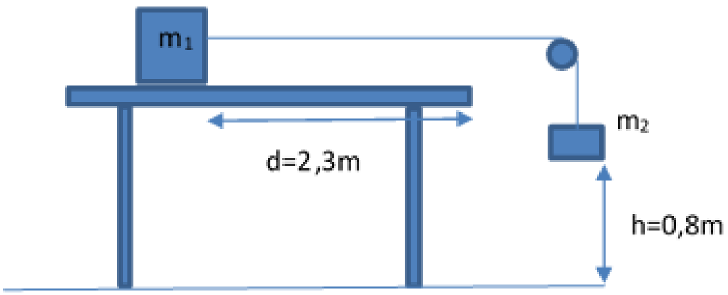
- Permita que salga aceite por el tubito.
- Mida el nivel de aceite en el tachito en función del tiempo, obtenga al menos 4 pares de valores.
- Confeccione una tabla con los resultados en la que esté incluida una columna correspondiente a $ln\left(\frac{H}{H_0}\right)$.
- Grafique los resultados y ajuste una recta considerando a $ln\left(\frac{H}{H_0}\right)$ como ordenada y a t como abscisa. Escriba la ecuación de la recta.
- Asociando la recta del ajuste con la ecuación (3), determine la viscosidad cinemática ν del aceite empleado.
- En todo el desarrollo del procedimiento aclare los criterios que utilizó en el tratamiento de las incertezas.

Instancia Locales
Problemas Teóricos

PT1. Colegio Emaús - EET N° 4 I Brigada Aérea de El Palomar
El Palomar, Buenos Aires.

El sistema formado por los cuerpos m_1=0,36kg, m_2=0.16kg, una polea ideal, y unidos por una cuerda inextensible y de masa despreciable se encuentra inicialmente en reposo. En la superficie de contacto del cuerpo m_1 y la mesa los coeficientes de rozamiento estático y coeficiente de roce dinámico son μ_e=0,3 y μ_k=0,2 respectivamente.

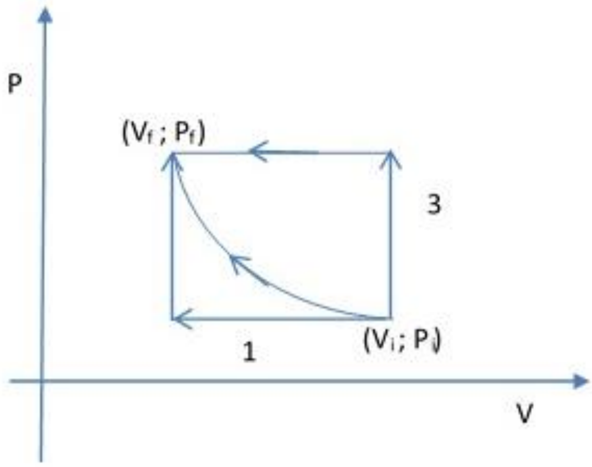
a) Determine si el sistema permanece en equilibrio. Justifique.
b) Si se desplaza el bloque m_1 ¿queda sobre la mesa o se cae? Justifique.
c) Describa el movimiento que realiza el bloque m_1. Grafique x(t) y v(t) de dicho bloque.
d) ¿Cuánto de valer μ_k para que el bloque quede justo en el borde de la mesa?



PT2. Colegio Emaús - EET N° 4 I Brigada Aérea de El Palomar
El Palomar, Buenos Aires.

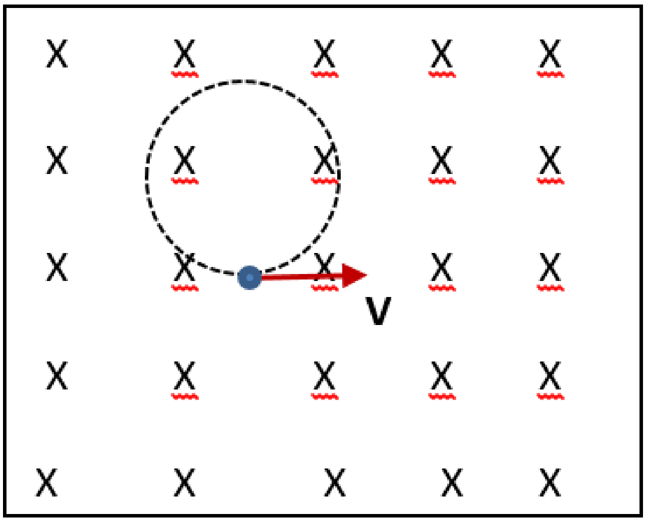
Una muestra de gas que consta de 0,11mol se comprime de un volumen de 4m^3 a 1m^3 mientras su presión aumenta de 10Pa a 40Pa.

a) Calcula el trabajo realizado en cada una de las tres trayectorias según el gráfico.
b) Compare los valores hallados y relacione con el área bajo la curva de cada trayectoria en cada caso.
c) Ahora suponiendo que el gas sea helio (monoatómico con γ=1,66) y partiendo del punto (Vi; pi) es comprimido adiabáticamente hasta que su volumen final sea 1m^3. Halla el cambio de energía interna del gas.

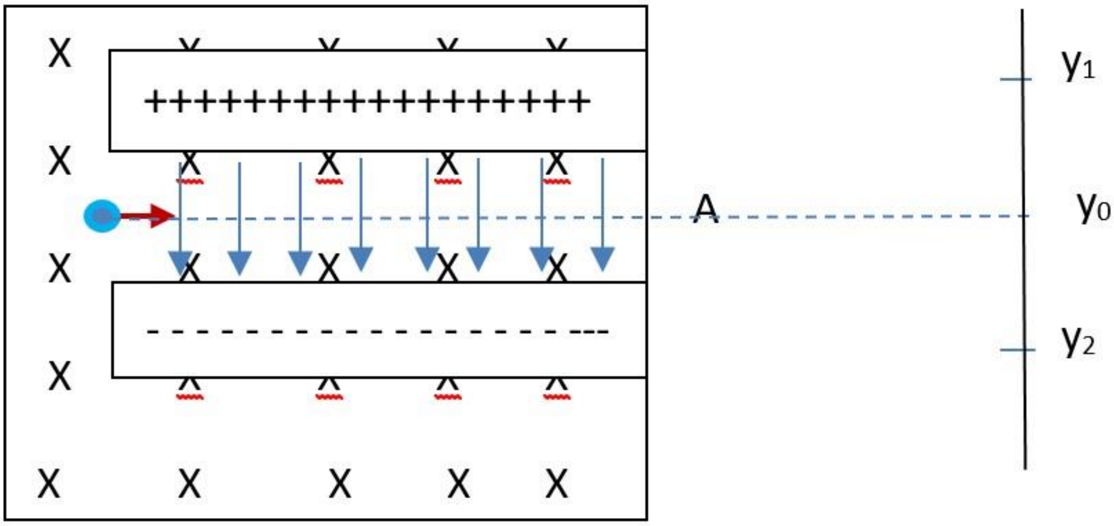


PT3. Colegio Emaús - EET N° 4 I Brigada Aérea de El Palomar
El Palomar, Buenos Aires.

Una partícula cargada (protón) se mueve con velocidad **v** dentro de una habitación, en un plano perpendicular a un campo magnético **B** uniforme de 4.10^{-1} T realizando la trayectoria como muestra la figura 3 (vista desde el techo de la habitación, las cruces indican el sentido del campo magnético).



a) Indica gráficamente la fuerza **F** que actúa sobre el protón debida al campo **B**. Justifica.
b) ¿Qué trabajo mecánico realiza **F**? Justifica.
c) Si el radio r de la trayectoria circular es 21cm, hallar el valor de la velocidad de la partícula.
d) Ahora la partícula es interceptada por un campo **E** (placas cargadas), y continúa presente el mismo campo **B** (los campos cruzados están perpendiculares entre sí, como muestra la figura 4)**.** Representa las fuerzas que actúan sobre la partícula en movimiento debido a la presencia de los campos **B** y **E** respectivamente.



e) Representa cuáles podrían ser las trayectorias dentro del campo cruzado al salir por el lado derecho (ventana A) donde no hay campos.
f) Si la partícula sale por el lado derecho de las placas indique qué condiciones deben darse para que llegue a la posición y_1; y_2 e y_0. Justifique.

(Nota: masa del protón 1,67.10^{-27}kg; carga del protón = 1,6.10^{-19} C).

PT4. IPET N° 266 Gral. Savio
Río Tercero, Córdoba.

En un sistema que responde a un ciclo cerrado de una máquina térmica se cumple que dos moles de un gas ideal diatómico, realiza el siguiente ciclo reversible:

1. Expansión isotérmica desde T_1= 22 °C, P_1= 1 atm hasta un volumen V_2= 5/2 V_1.
2. Enfriamiento adiabático desde V_2 hasta un volumen V_3= 9/2 V_1.
3. Compresión isotérmica hasta un volumen V_4= 5/3 V_1.
4. Compresión adiabática hasta las condiciones iniciales

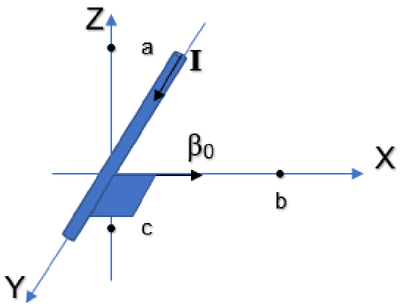
   a) Dibuje el ciclo descripto en la consigna.
   b) Para cada una de las etapas del ciclo, indique cuáles de las magnitudes (calor, trabajo y variación de la energía interna) pueden deducirse y cuáles deben ser calculados necesariamente.
   c) Determinar los valores del trabajo y el calor en cada etapa del ciclo.
   d) Determinar los valores del trabajo y el calor para el ciclo completo.

Datos

γ = 1,4
R= 8,31 J/mol K

PT5. IPET N° 266 Gral. Savio
Río Tercero, Córdoba.

En un sistema tridimensional sobre el eje Y se encuentra un hilo rectilíneo que transporta una corriente de 20 A como se muestra en la figura. Un campo magnético uniforme β_0= 2 x10^{-6} T, está dirigido paralelamente al eje x.



Determinar el campo magnético resultante en los siguientes puntos:

a) X= 0 , Z= 2m
b) X= 2m , Z= 0
c) X= 0 , Z= - 0,5m
d) Representar esquemáticamente las líneas de campo en cada caso.

Dato

μ_0= 4π.10^{-7} $\frac{Tm}{A}$

PT6. IPET N° 266 Gral. Savio
Río Tercero, Córdoba.

Un satélite de comunicaciones de 300 kg de masa, se coloca en una órbita geoestacionaria a una altura de 35800 km sobre una estación retransmisora localizada en Kenia.

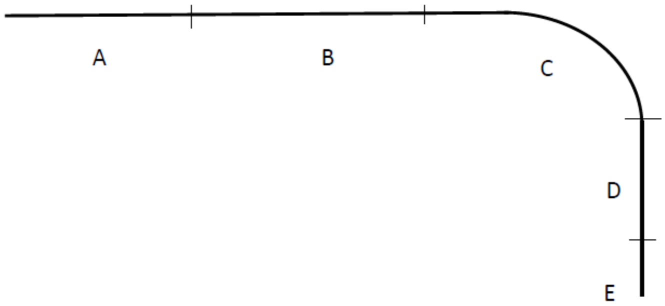
a) Construir el diagrama de cuerpo libre para esta situación.

b) Calcular el radio orbital.
c) Determinar la rapidez del satélite en su órbita.

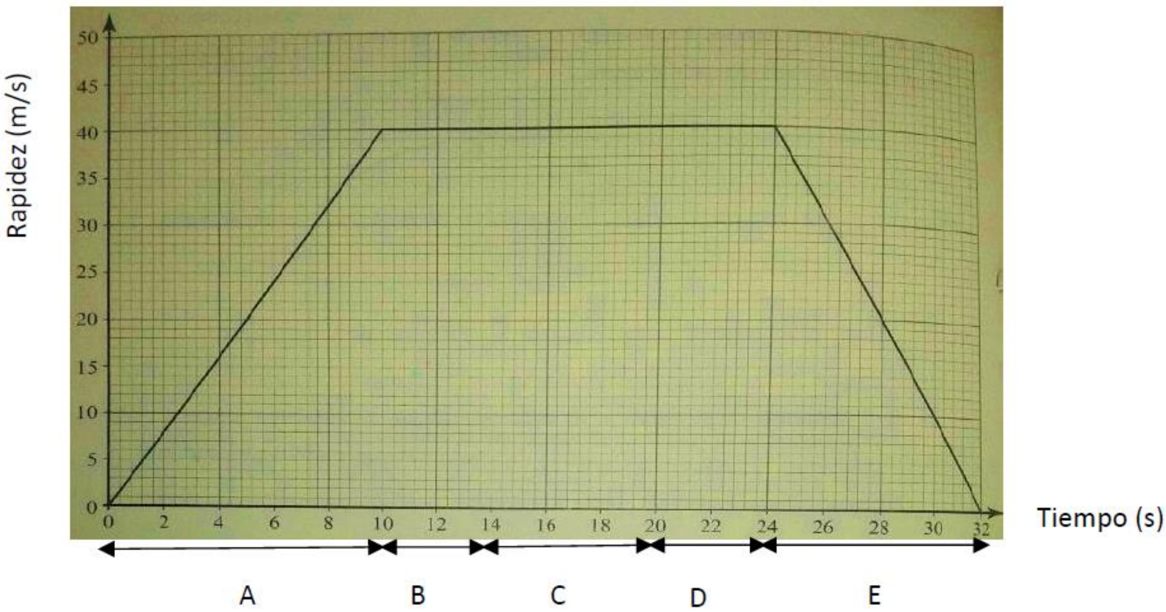
Masa de la Tierra 5,97 x 10^{24} kg
Radio de la tierra 6,37 x 10^{6} m
G = 6,67 x 10^{-11} Nm^2/kg^2

PT7. Colegio Universitario Central Ciudad de Mendoza.

Un coche de carreras sigue una trayectoria horizontal como se indica abajo, que consta de cinco secciones: A, B, C, D y E.
A, B, D y E son lineales y C es un arco de circunferencia. El diagrama no está dibujado a escala, es sólo representativo.

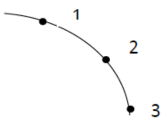


El gráfico inferior muestra cómo varía con el tiempo las indicaciones del velocímetro para cada sección.



a) Utiliza el gráfico para determinar
   1. La aceleración del coche en la sección E
   2. La distancia recorrida de los 0s a los 32s.
b) ¿Está el coche acelerando en la sección C de la trayectoria? Fundamenta
c) Si el vehículo tiene una masa de 1400kg, calcula la fuerza neta que actúa sobre el mismo:
   1. En la sección A
   2. En la sección B
   3. En la sección C si el radio de la trayectoria es de 10m

d) El diagrama de abajo muestra la sección C del trayecto. Añadiendo vectores al mismo, indica la dirección y sentido de la fuerza resultante que actúa sobre el coche en las posiciones 1, 2 y 3.



e) El coche está equipado con cuatro frenos de disco de magnesio, uno en cada rueda. La masa de cada disco es de 4,3kg. Si el calor específico del magnesio es de 1025J/kg°C, y suponiendo nulo el intercambio de calor con el medio externo, determina el ascenso de temperatura de los frenos de disco inmediatamente después de que el coche se ha parado

PT8. Colegio Universitario Central Ciudad de Mendoza.

Se diseña y construye un aspersor casero con una botella plástica, a la que se practican 16 orificios (8 de cada lado) de 1,0mm de diámetro, todos sobre una misma línea perpendicular a la base. La botella se ubica en posición horizontal tal que todos los orificios estén a 5cm del piso (como se ve en la figura).
Previo a conectar la manguera al grifo, se determina el caudal máximo que puede suministrar el sistema descripto en la figura (tanque-bomba). Para ello se utiliza un balde de 5l y un cronómetro.

Considerar
- Al flujo de agua como estacionario y laminar
- Nulas las pérdidas de energía por fricción
- $\delta_{agua} = 1000$ kg/m^3
- g = 10 m/s^2

a) ¿Cuál es el valor del caudal máximo determinado si el balde tarda 40 s en llenarse totalmente?
b) Determina la presión hidrostática a la altura del punto A mientras la bomba no está funcionando (o sea, mientras la canilla permanece cerrada)
c) Una vez abierta la canilla al máximo y accionada la bomba:
   1. ¿Cuál es el valor de velocidad de salida en cada orificio?
   2. ¿Qué alcance tendrán los chorros si salen bajo un ángulo de 35° respecto del piso?
   3. Calcula el valor de la presión manométrica en B si el diámetro de la tubería que pasa por ese punto es de 4cm

PT9. Colegio Universitario Central Ciudad de Mendoza.

Para preparar un vehículo de 1500kg se mide la presión manométrica de cada neumático en 170KPa. La temperatura del aire que se introduce es de 20°C.

Considerar
- $g = 10\ m/s^2$
- $R = 8{,}31 J/mol°K$
- calor específico del aire a volumen constante: $c_{eV\ aire} = 721\ J/kg\ °K$
- masa molar del aire = 28,96 g/mol

a) Si la presión atmosférica en ese momento es de 100KPa, ¿cuál será la presión absoluta del aire contenido dentro de los neumáticos?
b) Determina la presión media que ejerce el vehículo sobre el asfalto si la superficie de apoyo aproximada de cada rueda es de $270cm^2$
c) Calcula el número de moles y la masa de aire en cada neumático si contiene 10 litros de gas a la presión y temperatura registrada.
d) Después de que el coche ha viajado a alta velocidad durante cierto tiempo, los neumáticos están más calientes y el manómetro indica entonces 197KPa.
   1. Explica por qué se calientan los neumáticos.
   2. Explica por qué aumenta la presión del aire dentro del neumático.
   3. Calcula la temperatura que alcanza el aire del neumático, suponiendo que no ha variado su volumen.
   4. Indica si el valor del trabajo efectuado por el aire durante la variación de temperatura y presión que experimentó: es positivo, negativo o nulo. Esquematiza la transformación en un diagrama P-V

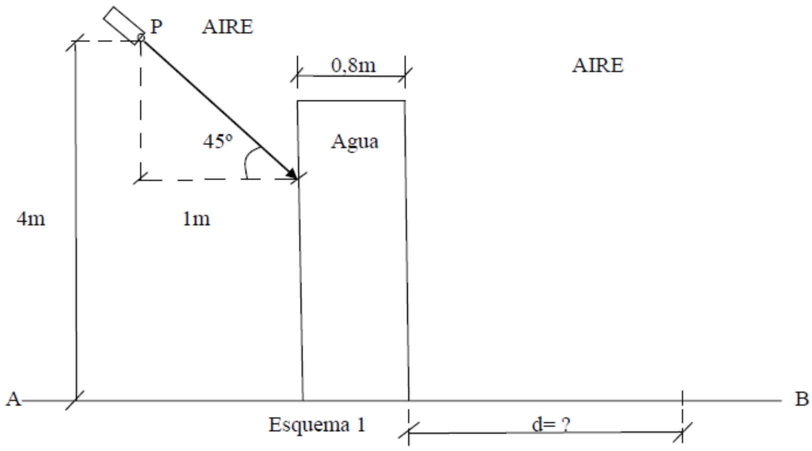
Determina la variación de energía interna que experimenta el aire de cada rueda.

PT10. ET N° 27 Hipólito Yrigoyen
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

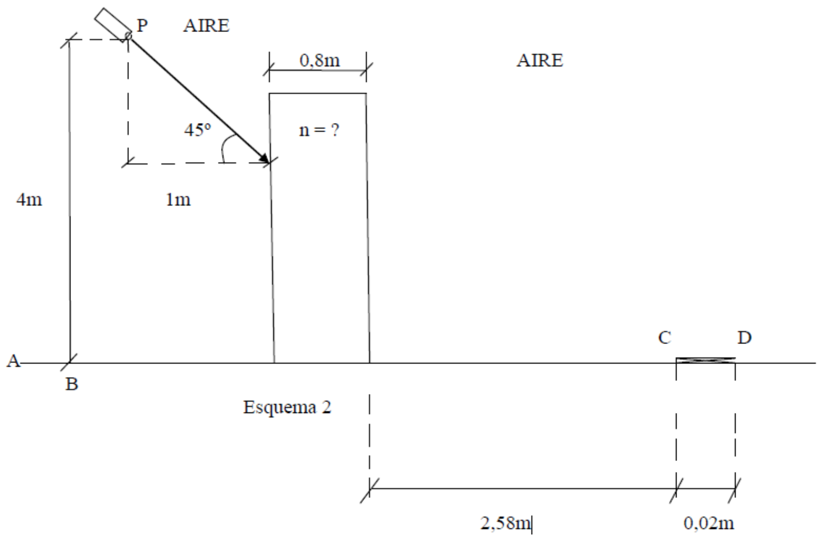
Para calibrar un haz de rayos x

Un haz de rayos x debe llegar hasta una superficie horizontal AB. El haz, como muestra el esquema, parte desde un punto P, atravesando una placa de agua, cuyo índice de refracción es n= 1,33, para luego incidir sobre la superficie. Dato: $n_{aire} = 1$

a) Calcular el ángulo de refracción al ingresar en la placa
b) A qué distancia "d" de la placa incide sobre la superficie?
c) Calcular la distancia total recorrida por el haz, desde que sale desde el punto P hasta que incide en la superficie horizontal
d) En otra situación, (esquema 2) el haz debe llegar hasta un conjunto de sensores ubicados en la superficie CD, de longitud 0,02m, y que se encuentra a 2,58m de la placa. Calcular los valores máximo y mínimo que podrá tener el índice de refracción de la placa para que el haz pueda incidir sobre el conjunto de sensores.



Esquema 1



PT11. ET N° 27 Hipólito Yrigoyen
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Sobre intercambio de cantidad de calor

Un recipiente adiabático contiene 1 kg de hielo a -5°C. Se le introduce un calentador eléctrico, que funciona a 220 V, con una resistencia eléctrica de 204 Ω. Suponiendo que el calentador y los demás elementos del recipiente no absorben calor, calcular:

a) ¿En cuánto tiempo se logra fundir la mitad del hielo?
b) Si se lo conecta durante 20 minutos, ¿cuál es la composición del sistema?
c) Si se lo conecta durante 1/2 hora, ¿qué temperatura final se alcanza?
d) Calcular la carga que circuló en 1/2 hora
e) Otro recipiente igual al anterior, contiene también 1kg de hielo a -5°C, y se le arroja 1 kg de agua a 50°C. ¿Cuál es la composición final del sistema?

Datos que pueden ser útiles

Calores específicos: c_{hielo} = 0,5 cal/g°C
c_{agua} = 1 cal/g°C
c_{vapor} = 0,5 cal/gºC

Calores latentes: $l_{fusión}$ = 80 cal/g
$l_{solidificación}$= -80 cal/g
$l_{vaporización}$ = 540 cal/g
$l_{condensación}$ = -540 cal/g

Equivalente mecánico del calor = 0,24 cal/joule

PT12. ET N° 27 Hipólito Yrigoyen
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Globo meteorológico

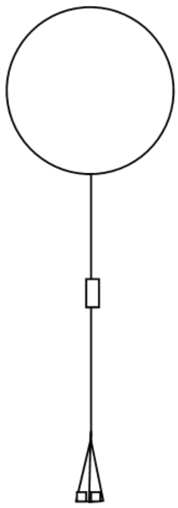
Un globo meteorológico se utiliza para medir las condiciones de la atmósfera, como presión, temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento en diferentes altitudes. Tienen forma esférica y están construidos en látex. Son inflados con hidrógeno (H_2) y llevan instrumental para realizar las mediciones.

El globo de este problema tiene un radio interno cuando está desinflado r_0= 10cm y el espesor del látex es de 0,15cm. La masa del instrumental es de 250g

Se infla el globo con H_2 hasta que su diámetro interno es de 0,9m. La masa de H_2 dentro del globo es de 36g, (dato que surge conociendo la presión de inflado, que depende del radio)

Datos

$\delta_{látex}$ = 0,96 g/cm^3
δ_{aire}= 1,29 kg/m^3
g= 9,8 m/s^2
Vol $_{esf}$ = $\frac{4}{3}\pi r^3$



Determinar

a) Cuál es el peso del látex
b) Cuál es el peso del globo inflado
c) Calcular el empuje en el momento de liberarlo
d) Determinar la fuerza neta que actúa sobre el globo, incluyendo el instrumental, en el momento de lanzarlo
e) Determinar la aceleración en el momento del despegue

PT13. Colegio San Patricio - Instituto Primo Capraro San Carlos de Bariloche, Río Negro.

Los juegos de la Feria

Mateo va a una Feria de fin de semana donde hay juegos para ganar premios. El primer juego del que participa se llama: "*¡Cortando la cuerda, pero ojo!*". El mismo se muestra en la Figura 1.

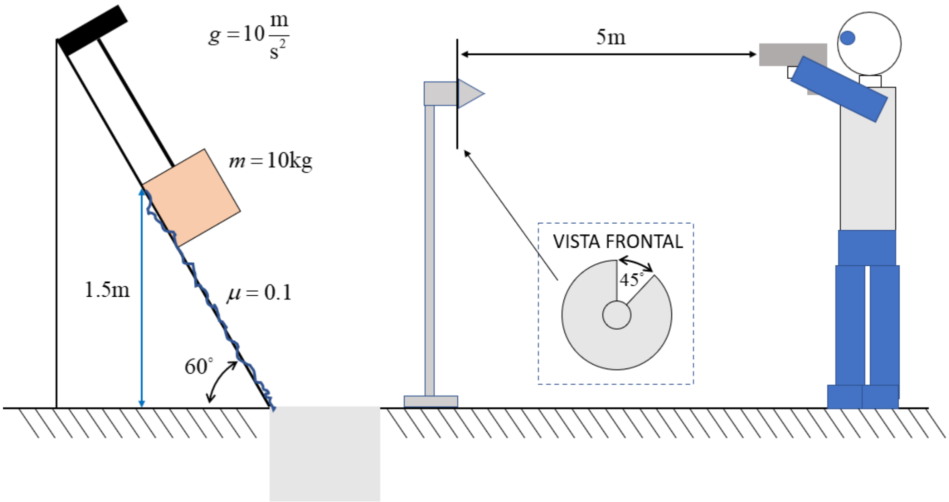


Figura 1: Cortando la cuerda, pero OJO.

El juego consiste en disparar dardos filosos para cortar la cuerda que impide al bloque deslizar. Si el bloque cae en el hueco, Mateo gana. La dificultad es que hay que disparar a través de una ranura de 45° en una pantalla circular que gira a 7.5 rpm.

a) Exprese la velocidad angular de la pantalla circular en *rad/s*.
b) ¿Cuál es la velocidad mínima con la que deben salir disparados los dardos para cruzar la pantalla, suponiedo que la reacción de Mateo cuando aparece la ranura es inmediata?

Mateo tiene buena puntería y logra cortar la cuerda

c) ¿Cuál es la tensión que soportaba la cuerda antes de cortarse? Notar que el bloque tiene rozamiento con el plano inclinado μ =0.1.
d) ¿Cuál es la aceleración cuando se corta la cuerda?.
e) ¿Cuánto tiempo tarda el bloque en llegar (completamente) al hueco?

El segundo juego del que participa Mateo se llama "Bolita pegajosa" y se muestra en la Fig. 2. Mateo debe disparar bolitas (M=20kg) con con cañón a resorte. Las bolitas salen con un ángulo de 45° y una velocidad inicial v_0. Las mismas deben pasar por encima de una pared de 2m de altura para luego caer y rodar hasta chocar y quedar pegadas con el bloque (m = 10kg) para empujarlo al pozo de la victoria.

f) Realizar el diagrama de cuerpo libre de la bolita apenas sale disparada y cuando se encuentra a máxima altura.

g) ¿Cuáles son las velocidades mínima y máxima con las que se puede disparar para que la bolita caiga entre el bloque y la pared?

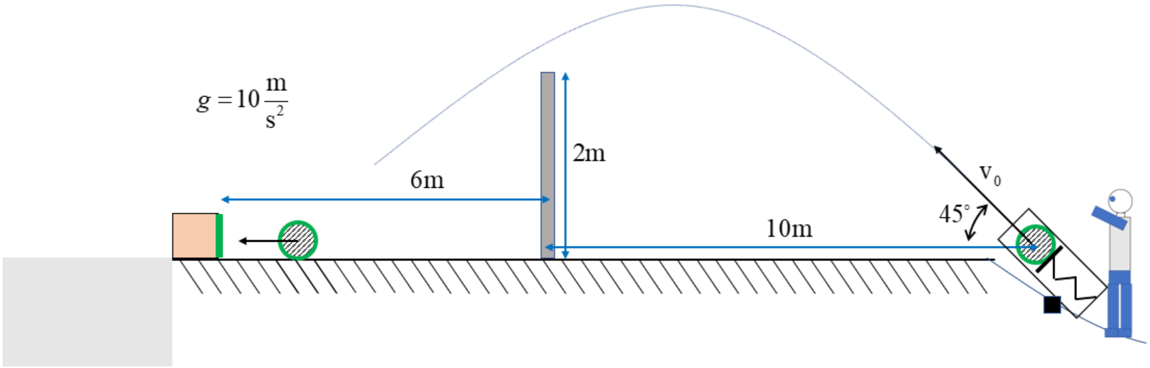


Figura 2: Bolita pegajosa.

Mateo dispara con v_0 = 12m/s.

h) Cuando el proyectil toca el suelo solo se conserva su velocidad horizontal. ¿Qué sucede con la cantidad de movimiento y con la energía?

i) La bolita avanza hacia el bloque y al chocar queda pegada. ¿Cuál es la velocidad que tienen bolita+bloque luego de quedar pegados?

j) Si el resorte del cañón tiene una constante elástica K = 5000N/m, ¿cuánto estaba comprimido para salir con esa velocidad inicial?

PT14. Colegio San Patricio - Instituto Primo Capraro
San Carlos de Bariloche, Río Negro.

<u>Sigue la Feria</u>

Mateo sigue paseando por la Feria y encuentra un juego muy ingenioso que llama su atención. El mismo se muestra en la Figura 3.

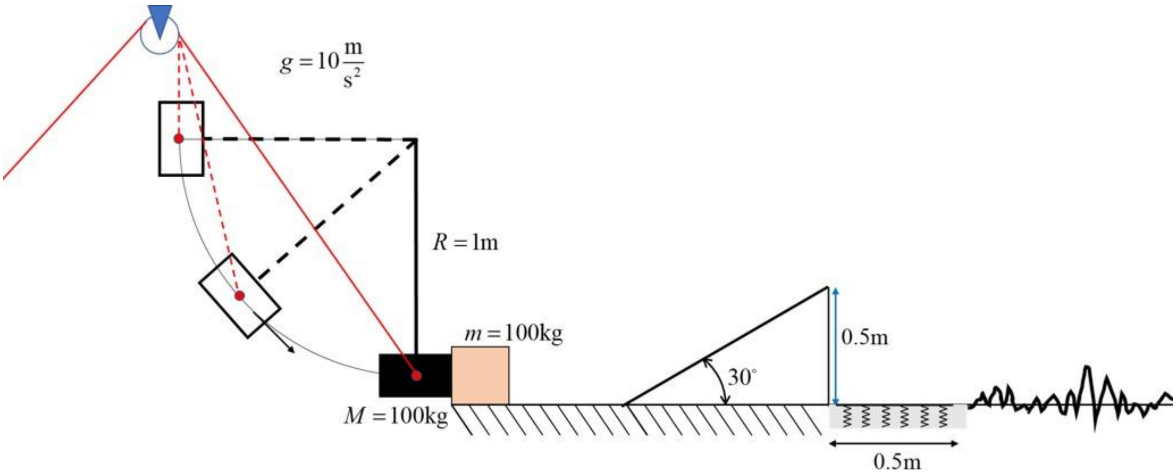


Figura 3: Martillo.

La idea es levantar un martillo (M = 100kg) con la ayuda de una cuerda y una polea, para dejarlo caer desde una altura h. Al caer, choca elásticamente con un bloque de la misma masa (m = 100kg) de modo que la energía y la cantidad de movimiento se conservan. El bloque debe subir por un plano inclinado de 30° sin rozamiento y caer en una cama de resortes que absorbe toda su energía.

a) Si Mateo sube el martillo desde la posición de equilibrio hasta una altura $h = R = 1$m (igual al radio), ¿Cuál es el trabajo realizado?
b) Luego de la colisión elástica con el bloque, el martillo se detiene completamente. ¿Desde qué altura hay que soltar el martillo para que llegue a la cima del plano inclinado?
c) ¿Cuál es la altura máxima a la que se puede subir el martillo para evitar que el bloque pase de largo la cama de resortes?
d) Mateo sube el martillo hasta h =0.6m. ¿Cuánto se comprimen los resortes si la constante elástica efectiva es K = 10000N/m.
e) Si se sabe que una masa m solidaria a un resorte oscila con un periodo

$$T = 2\,\pi - \frac{m}{K'} \qquad (2.1)$$

¿cuál es periodo en este caso?

PT15. Colegio San Patricio - Instituto Primo Capraro
San Carlos de Bariloche, Río Negro.

Espectrómetro de masas

Un problema muy importante es determinar los distintos elementos presentes en un gas. Por ejemplo, en el aire que respiramos hay esencialmente oxígeno (21 %), nitrógeno (78 %) y argón (0.93 %), pero también un poco de dióxido de carbono, helio, hidrógeno, xenón, neón y kryptón, aunque en un porcentaje muy muy inferior. ¿Cómo determinar qué especies atómicas están presentes? Para hacer esto se usa un espectrómetro de masas que permite determinar las concentraciones de distintos átomos separándolos por su masa. Una forma de fabricar uno de estos espectrómetros se muestra en la Figura 4. Como la acción de la gravedad es muy muy pequeña vamos a despreciarla y trabajar **sin gravedad**.

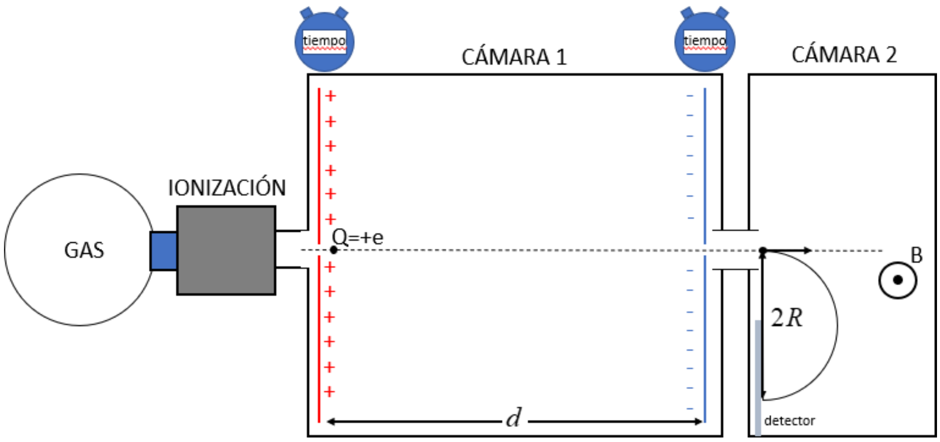


Figura 4: Espectrómetro de masas.

El gas entra a una cámara donde los átomos son ionizados (pierden electrones) de manera que la carga eléctrica de cada átomo es $Q = +e$, donde $e = 1{,}6\ 10^{-19}$ Coulomb es la carga de un electrón (en módulo). Los átomos ionizados entran en una primera cámara donde hay dos placas conductoras con una diferencia de potencial ΔV = 10kVolt que ejercen una fuerza eléctrica constante sobre la carga. Esta fuerza es

$$Fe = Q\,\frac{\Delta V}{d} \qquad (3.1)$$

donde *d* es la distancia entre las placas. Nótese que las unidades son tal que Coulomb por Volt sobre metro es Netwon. Para determinar la masa, se mide el "tiempo de vuelo" que es el tiempo que tarda la carga en ir de una placa a la otra (*d* = 5m).

a) Muestre que el tiempo de vuelo depende de la masa *m*.
b) Si *m* = 3 ua (unidades atómicas, 1 ua=1.66 10^{-27}kg), ¿cuánto vale el tiempo de vuelo?
c) Si *m* = 3 ua, ¿cuánto vale la velocidad al entrar en la cámara 2?

En la cámara 2 se usa otra técnica para separar las masas. Se aplica un campo magnético *B* que hace que las cargas describan una trayectoria circular. La fuerza magnética depende de la velocidad *v* y juega el papel de fuerza centrípeta,

$$Fm = Q\ v\ B \qquad (3.2)$$

donde *B* se mide en Tesla y $1\ Tesla = 1\ \frac{N\ s}{Coulomb\ m}$.

d) Muestre que el radio de la órbita depende de la masa.
e) Si el campo magnético aplicado es *B* =0.5 Tesla y *m* = 3 ua, ¿cuál es el radio de la órbita? (recuerde usar la velocidad calculada antes)

PT16. Instituto Jesús María Ciudad de Córdoba.

Un cuerpo A cargado con 5 microC repele a otro B cargado con 3 microC en el vacío.

a) Calcule la Fuerza Eléctrica sobre la segunda carga cuando se ubica a los 5 cm, 10 cm, 15 cm y 20 cm. Confeccione una tabla de resultados.
b) Grafique Fuerza (f) distancia. Analice la gráfica.

Si la masa de la segunda carga fuera de 1 g, y despreciando Fuerzas gravitatorias:

c) Calcule la aceleración en las 4 posiciones.
d) Grafique aceleración (f) distancia^2. Analice la gráfica.
e) Trace y Analice la trayectoria del cuerpo B si se tuviera en cuenta la gravedad.

Datos útiles

Ko = 9 x 10^9 N.m^2.C^{-2}
G = 9,79 m. s^{-2}

PT17. Instituto Jesús María Ciudad de Córdoba.

Un globo esférico flexible de 40 cm de radio se encuentra lleno de aire a 1 atm a la temperatura ambiente, que es de 30°C. Su masa vacío es de 10 g.

a) Determine la masa del aire contenido en su interior.
b) Determine el peso del conjunto.
c) Calcule el número de moles.

Súbitamente se produce un brusco descenso de temperatura del aire interior a 0°C, sin modificarse la temperatura exterior. En esta condición:

d) Determine la cantidad de calor que debió quitarse al aire interior.
e) Calcule el nuevo volumen del globo lleno de aire.
f) Confeccione la gráfica Presión (f) volumen de esta transformación.
g) Calcule el peso del conjunto.
h) Determine el empuje del aire sobre la esfera.

Si la esfera se soltara en la condición última a 1m del suelo:

i) Calcule la aceleración que sufre el globo e indique su sentido.

Si se quisiera que la esfera quede en suspensión:

j) ¿Es posible cambiando sólo la temperatura interior? Si es así, ¿a cuánto?

Datos útiles

$9 = 9{,}79\ m.s^{-2}$
Densidad del aire a 30°C = $1{,}1644\ kg.m^{-3}$
Densidad del aire a 0°C = $1{,}2922\ kg.m^{-3}$
R = 8,31 Joule. $mol^{-1}.K^{-1}$
R = 0,082 atm.litro.$mol^{-1}.K^{-1}$
Calor específico del aire = 0,24 cal.$g^{-1}.K^{-1}$

PT18. Instituto Jesús María Ciudad de Córdoba.

Un cuerpo cuya masa es de 5 kg es arrastrada desde el reposo, sobre un plano inclinado sin rozamiento de 2 m de altura y 10 m de largo, en un tiempo de 5 segundos, por medio de una fuerza paralela al plano.

a) Realice el diagrama de cuerpo libre.
b) Calcule la aceleración.
c) Calcule la fuerza necesaria que se debe aplicar.
d) Determine la energía Cinética al llegar al punto más alto.

Suponga que ahora existe rozamiento, y su coeficiente es 0,20.

e) Calcule la Fuerza necesaria.
f) Calcule el Trabajo de la fuerza de fricción.
g) Encuentre una expresión de la aceleración en función de masa, aceleración de la gravedad, ángulo del plano inclinado, coeficiente de rozamiento y Fuerza aplicada.

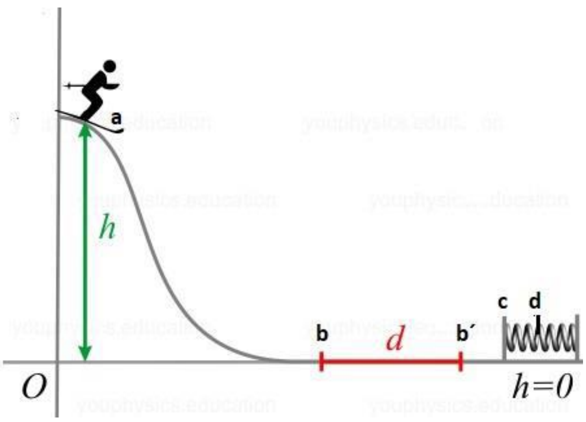
Dato

$g = 9{,}79\ m.s^{-2}$

PT19. Escuela Industrial Superior Ciudad de Santa Fe.

Un esquiador inicialmente en reposo se deja caer por la pista de patinaje. En la base hay una porción de la pista con rozamiento durante todo el tramo d luego impacta y comprime el resorte (considerado ideal) y es expulsado nuevamente hacia la pista, éste movimiento se repite hasta que el esquiador se detiene.

a) Determinar la expresión para la velocidad en b en función de h.
b) Determinar la expresión para la velocidad en b´ en función de h, μ y d. Siendo μ el coeficiente de rozamiento entre los esquíes y la pista en el tramo d.
c) Determinar una expresión para cuantificar que distancia x se comprime el resorte la primera vez que el esquiador impacta sobre éste.
d) Encontrar la expresión que permita

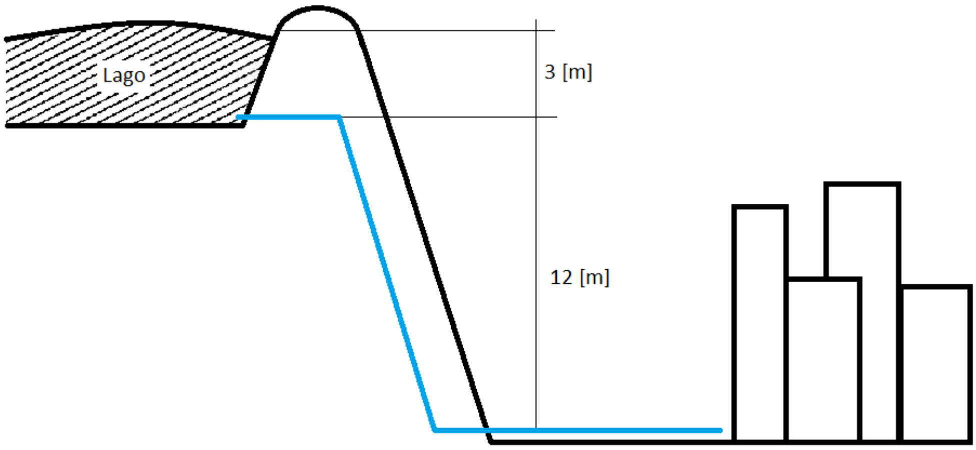


calcular cuántas veces ingresa el esquiador a la zona de rozamiento desde el momento en que se deja caer hasta que se detiene.

e) En función de la respuesta del ítem d, para un valor de μ = 0,5 calcular la relación entre h y d para que el esquiador se detenga en b´ luego de dejarse caer.

PT20. Escuela Industrial Superior Ciudad de Santa Fe.

Existe un pequeño poblado en una zona montañosa que está evaluando rediseñar su red de suministro de agua potable principal. Para ello utilizará un lago ubicado en un valle más alto que la cota del pueblo. La idea de utilizar dicho lago es para ahorrar en equipo de bombeo.



Las tuberías se planean instalar en el fondo del lago. Siendo las mismas de un diámetro interno de 0,1 [m] y el caudal que se prevé que sea posible de obtener es de 35 [m^3/h] constante.

Si consideramos que el nivel de agua se mantiene constante porque es alimentado por una vertiente de agua capaz igualar el caudal de consumo y que las pérdidas asociadas a las cañerías pueden expresarse mediante

$$Ev = v^3 * 1036,2 \left[\frac{kg}{m}\right]$$

Donde: Ev es la potencia disipada en las cañerías por rozamiento.
v es la velocidad del agua en las cañerías en [m/s].

a) ¿Es posible que, con el sistema planteado, se obtenga el caudal requerido solamente aprovechando la caída de agua por gravedad? Justifique
b) En caso que no se pueda abastecer el caudal requerido, ¿qué potencia de bombeo debería instalarse?
c) ¿Qué otra solución propondría para evitar el bombeo?

Si comparamos el sistema nuevo con el anterior, que consistía en bombear agua desde una napa ubicada 25 [m] por debajo el mismo caudal. La instalación cuenta con cañerías de 0,25 [m] de diámetro, el pozo se encuentra a una presión de 0,5 [atm] por encima de la presión atmosférica y la instalación completa puede asociar las pérdidas mediante la siguiente ecuación:

$$Ev' = v^3 * 3239,8 \left[\frac{kg}{m}\right]$$

Donde: Ev es la potencia disipada en las cañerías por rozamiento.
v es la velocidad del agua en las cañerías en [m/s].

d) ¿Con qué modelo de distribución se consume menos potencia? ¿De cuánto es este ahorro?

Relaciones útiles:
1[atm]=101300[Pa]
Densidad del agua: 1000[kg/m^3]

**PT21. Escuela Industrial Superior
Ciudad de Santa Fe.**

En una situación de incendio en un lugar cerrado, para poder preservar la vida de una persona se recomienda que, hasta ser rescatados, el movimiento se realice de manera “cuerpo tierra”. La razón de esto recae en que los gases como el monóxido de carbono ($CO_{(g)}$) tienden a ser sustancias mas densas que el propio aire (enriquecido en oxígeno gaseoso y nitrógeno).

a) Si la masa molecular de $CO_{(g)}$ es igual a $28\left[\frac{g\ CO}{mol\ CO}\right]$ y la del aire tiene un peso molecular ponderado (¡es una mezcla de gases!) de $29\left[\frac{g\ aire}{mol\ aire}\right]$ aproximadamente, demostrar utilizando la ecuación de los gases ideales que en un ambiente con volumen (V) y a la misma presión atmosférica (P), y suponiendo una misma temperatura uniforme y constante (T) en todo el volumen, el monóxido de carbono es menos denso que el aire. En otras palabras, arribar a la expresión:

$$\frac{\rho CO}{\rho aire} < 1$$

Relaciones útiles: $n_{sustancia} = \frac{m_{sustancia}}{PM_{sustancia}}$; $R = 0.082 \left[\frac{L\ atm}{K\ mol}\right]$.

b) Se tiene un tanque de 10 $[L]$ de capacidad a temperatura ambiente (25 $[°C]$) con una presión interior de oxígeno gaseoso igual a 1550 $[mmHg]$. Si las condiciones ambientales no cambian, pero se sustrae una cierta cantidad de masa de oxígeno, la presión dentro del tanque cae a 1000 $[mmHg]$. Calcular la cantidad de masa de oxígeno que se ha removido del sistema.
Datos útiles: $R = 0.082 \left[\frac{L\ atm}{K\ mol}\right]$, $PM_{oxígeno} = 32 \left[\frac{g\ O_2}{mol\ O_2}\right]$.

c) A la masa restante del tanque anterior se la calienta a razón de $3\left[\frac{°C}{hora}\right]$ durante 5 horas, y se desea conocer la nueva presión interna en Pascales. Calcular el nuevo valor.

**PT22. EESOPI N° 8053 Santísimo Rosario
Rosario, Santa Fe.**

Una puerta de 4m de anchura y 2 m de altura pesa 500N, su centro de gravedad está en el centro, y tiene bisagras en A y B. Para aliviar la tensión en la bisagra superior, se instala el alambre CD. La tensión en CD se aumenta hasta que la fuerza horizontal en la bisagra A es cero.

a) Realiza el diagrama de cuerpo islado.
b) ¿Qué tensión hay en el alambre CD?
c) ¿Qué magnitud tiene la componente horizontal de la fuerza en la bisagra B?
d) ¿Qué fuerza vertical combinada ejercen las bisagras A y B?

PT23. EESOPI N° 8053 Santísimo Rosario
Rosario, Santa Fe.

Un anillo de cobre (con masa de 25 g, coeficiente de expansión lineal de 1.7 X 10^{-5} (°C)$^{-l}$, y calor específico de 9.24 X 10-2 cal/g ºC) tiene un diámetro de 5 cm a su temperatura de 15°C. Una capa de aluminio esférico (con masa de 10.9 gr. coeficiente de expansión lineal de 2.4 X 10^{-5} (°C)$^{-l}$. y calor específico de 0.215 cal/g ºC) tiene un diámetro de 5.01 cm a una temperatura mayor a 15°C.
La esfera se pone en la parte superior de un anillo horizontal, y se deja que los dos lleguen al equilibrio térmico sin ningún intercambio de energía con el entorno. Tan pronto como la esfera y el anillo alcanzan el equilibrio térmico, la esfera apenas pasa por el anillo.

a) Realice un diagrama de la situación
b) Encuentre
  I. la temperatura de equilibrio
  II. la temperatura inicial de la esfera.

PT24. EESOPI N° 8053 Santísimo Rosario
Rosario, Santa Fe.

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

a) Realice el diagrama de la situación
b) La velocidad que debe llevar el satélite para permanecer en la órbita deseada
c) La energía que ha habido que proporcionar al satélite para colocarlo en órbita
d) Tiempo que tarda el satélite para colocarlo en órbita
e) Si se quiere reposicionar el satélite en una órbita que sea 5 veces el radio de la Tierra ¿Qué energía suplementaria hay que suministrarle?

PT25. Colegio Nacional Dr. Arturo U. Illia
Mar del Plata, Buenos Aires.

<u>Un paseo por el circuito Mar y Sierras</u>.
La vuelta ciclista de Mar y Sierras tiene un recorrido de 604 kilómetros, divididos en seis capítulos (dos contrarrelojes), se desarrolla en el sudeste de la provincia de Buenos Aires.
Un ciclista recorre una de las etapas e ingresa a una curva de un cuarto de círculo, con un radio de curvatura de 400 m. La curva forma con la horizontal una pendiente de 5 %, posee un peralte de 15° y el coeficiente de roce entre el pavimento y las ruedas es de 0,75. La masa incluida su bicicleta, es igual a 70 kg. El ciclista recorre la curva con una velocidad constante saliendo de ella luego de 42 s.

La magnitud de la fuerza de resistencia del aire está dada por $\mathrm{Fres} = \mathrm{k.v^2}$, donde el valor de *k* = 0,3 si la unidad de la velocidad es m/s y la unidad de la fuerza de resistencia está expresada en N.

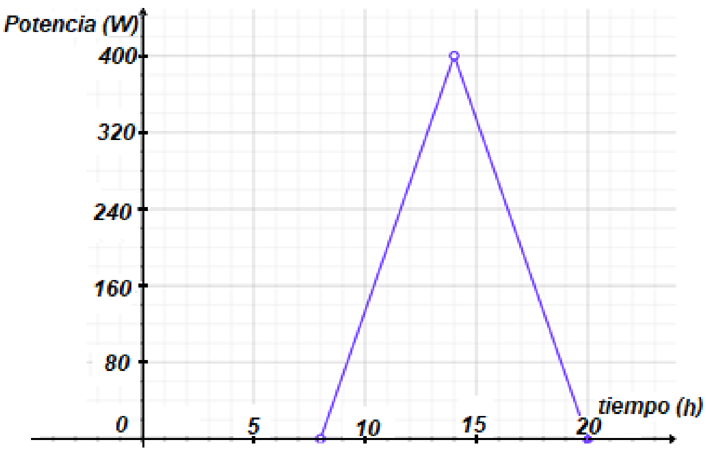
a) Calcule la velocidad del ciclista mientras desarrolla la curva.
b) ¿Qué fuerza de avance, ejercida sobre la bicicleta por la carretera, se necesita para que el ciclista se mueva ascendiendo la pendiente de la curva con rapidez constante?
c) Calcule la aceleración que actúa sobre la bicicleta.
d) ¿Podrá el ciclista mantenerse sin problemas mientras desarrolla la curva? Justifique su respuesta.
e) Calcule la máxima velocidad que puede desarrollar sin tener problemas para realizar la trayectoria indicada.

PT26. Colegio Nacional Dr. Arturo U. Illia
Mar del Plata, Buenos Aires.

Una casa ecológica.

En una casa de la puna jujeña, se utilizan paneles solares para transformar energía luminosa en energía eléctrica. La energía eléctrica producida se puede utilizar en algún artefacto eléctrico o se almacena en baterías de 12 V.

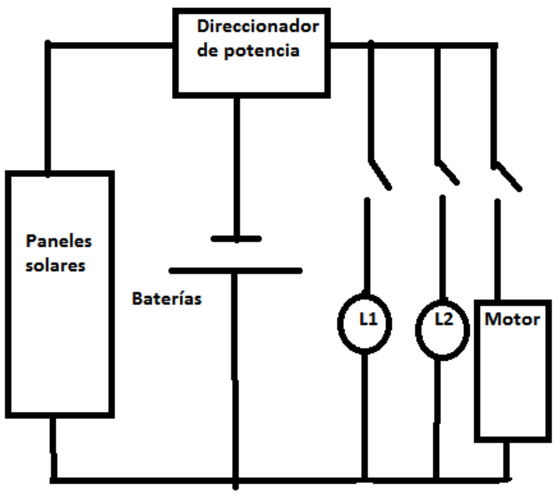
La potencia eléctrica producida depende de la insolación del día. El gráfico de la potencia que entregan los paneles solares de muestra en el gráfico de más abajo.



El área entre el gráfico y el eje de las abscisas en la energía producida por los paneles, durante las horas de sol.

Los paneles solares están conectados a un direccionador de potencia, que lleva la energía a las pilas o a la casa cuando se requiere.

En la casa hay dos lámparas, cada una de 8 W y un motor para bombear agua de 780 W. Las lámparas y el motor funcionan correctamente cuando están conectadas a 12 V.

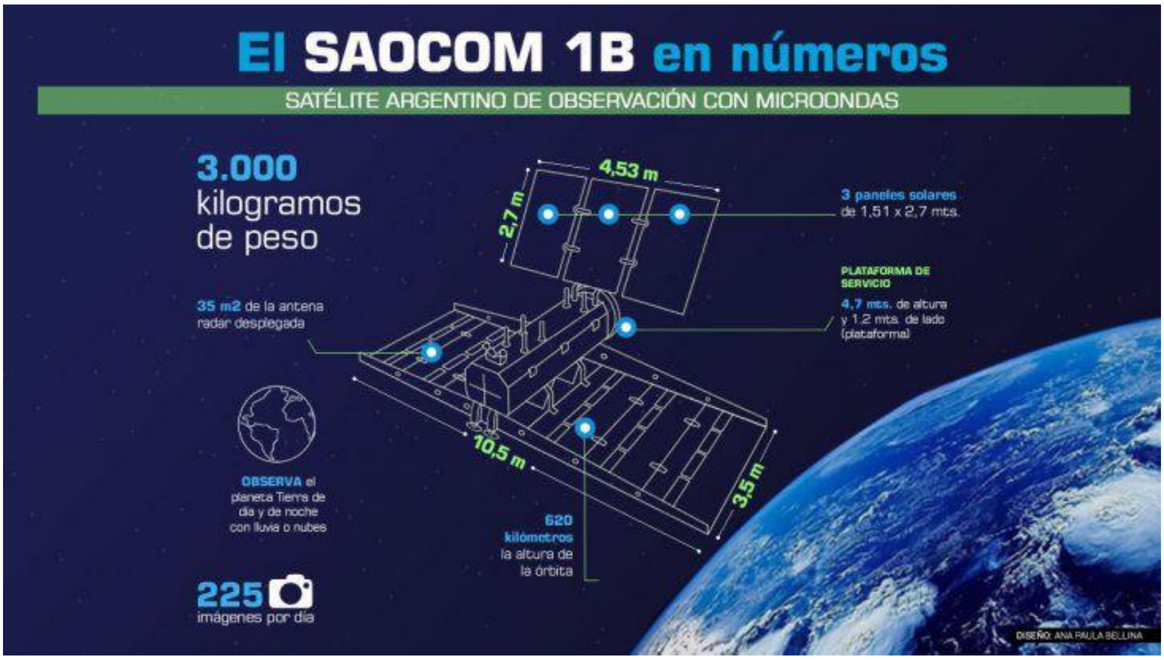


a) Calcule el consumo de energía de mantener las lámparas prendidas toda la noche.
b) Calcule en el caso del inciso a), la corriente que circula en cada lámpara.

c) La eficiencia de la bomba es del 80%, calcule cuanto se tarda en llenar un tanque de 200 l de agua. Considere que la napa desde la que se obtiene el agua se encuentra a 25 m de profundidad, con respecto al tanque de almacenamiento.
d) Calcule la energía que entrega el sol en un día sin nubes. Si se consume a lo largo del día, la energía para llenar el tanque de agua, determine cuanta energía queda almacenada en las baterías a las 20 hs.
e) ¿Alcanzará para mantener la casa con una de las lámparas encendida toda la noche? Justifique.
f) Después de varios días nublados, las baterías están agotadas. El motor solo puede funcionar si se le suministra toda la potencia que requiere. ¿Cuál es la hora más temprana a la que se podrá conectar el motor y que funcione correctamente?
g) ¿Hasta qué hora funcionará para llenar el tanque?

PT27. Colegio Nacional Dr. Arturo U. Illia
Mar del Plata, Buenos Aires.

Satélite Argentino de observación con microondas.



La misión SAOCOM consiste en la puesta en órbita de dos satélites SSAOCOM 1A y 1B, idénticos que permiten obtener la revisita adecuada de la superficie terrestre monitoreada, la misión es prevenir, monitorear, mitigar y evaluar catástrofes naturales o antrópicas para aplicaciones en agricultura como humedad de suelo, índices de vegetación y control de plagas, aplicaciones hidrológicas costeras y oceánicas.
Cada uno de los satélites tiene una masa de 3000 kg. Sus dimensiones son 4,7 m de alto x 1,2 m de diámetro. La antena desplegada tiene una superficie de 35 m^2. Su vida útil será de 5,5 años. Tiene una órbita heliosincrónica, que es geocéntrica y pasa por una dada latitud terrestre a un mismo tiempo solar local. Orbita a 620 km de la superficie de la Tierra. El ancho del barrido es de 20 a 350 km, y la resolución espacial de 10 a 100 m. Vuelve a pasar por el mismo sitio cada 16 días cada satélite.

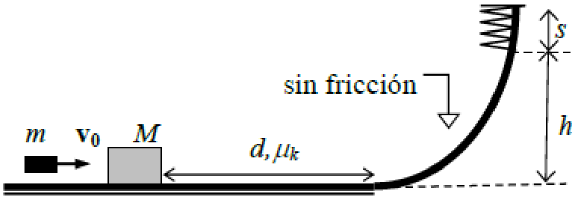
a) Calcule la velocidad del satélite para que permanezca en órbita.
b) Calcule el tiempo que tarda el satélite en dar una vuelta.
c) Si se tiene en cuenta que el ancho de barrido es de 350 km, calcule el ángulo que forma la porción de la tierra observada con el satélite.

d) Para este caso, si la resolución es de 100 m, y la misma está asociada al tamaño del pixel registrado calcule la cantidad de pixeles por línea, suponga que las imágenes obtenidas son cuadradas.
e) El satélite emite y recibe en la banda L que opera a 1,275 GHz, con tecnología radar, calcule el tiempo que tarda un pulso en salir del satélite y volver al mismo.
f) Los paneles solares se ubican de forma que queden perpendiculares a la radiación proveniente del sol que es de 1350 W/ m^2, calcule la energía recibida por los paneles en un minuto.
g) Si los paneles tienen una emisividad de 0,21 y una eficiencia del 20%, calcule la temperatura a la que se encuentran.

$\sigma = 5{,}67.10^{-8}\, W/m^2.K^4$:

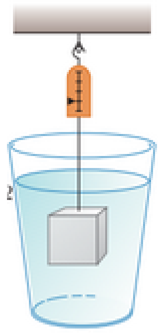
**PT28. Colegio Confluencia
Ciudad de Neuquén.**

Para el sistema dado, expresar analíticamente en función de los datos:
a) La altura a la cual se debe fijar el resorte de constante *k* para que el bloque (con la bala incrustada) lo toque sin comprimirlo.
b) Considerando fija la altura calculada, ¿cuál debe ser el valor de $\boldsymbol{v_0}$ necesario para que el resorte se comprima una distancia *s* (vertical)?



**PT29. Colegio Confluencia
Ciudad de Neuquén.**

Un bloque metálico de 10.0 kg que mide $12.0\,cm \times 10.0\,cm \times 10.0\,cm$, está suspendido de una balanza y sumergido en agua, como se muestra en la figura. La dimensión de 12.0 cm es vertical y la parte superior del bloque está 5.00 cm abajo de la superficie del agua.

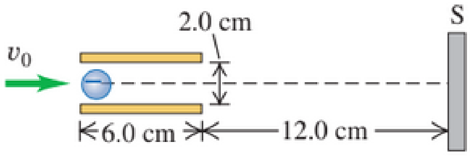


a) ¿Cuáles son las fuerzas que actúan sobre las partes superior e inferior del bloque? (Considere $P_0 = 101{,}30\,kPa$.)
b) ¿Cuál es la lectura de la balanza de resorte?
c) Demuestre que la fuerza de flotación es igual a la diferencia entre las fuerzas sobre las partes superior e inferior del bloque.

**PT30. Colegio Confluencia
Ciudad de Neuquén.**

Desviación en un TRC. Es frecuente que en los osciloscopios y monitores de computadora haya tubos de rayos catódicos (TRC).
En la figura se proyecta un electrón con rapidez inicial de $6{,}50 \times 10^6\,m/s$ a lo largo del eje en el punto medio entre las placas de desviación de un tubo de rayos catódicos. El campo eléctrico uniforme entre las placas tiene una magnitud de $1{,}10 \times 10^3\,V/m$ y va hacia arriba.

a) ¿Cuál es la fuerza (magnitud y dirección) sobre el electrón cuando está entre las placas?
b) ¿Cuál es la aceleración del electrón (magnitud y dirección) cuando actúa sobre él la fuerza del inciso a)?
c) ¿Qué tan lejos por debajo del eje se ha movido el electrón cuando alcanza el final de las placas?
d) ¿Con qué ángulo con respecto al eje se mueve cuando abandona las placas? e) ¿A qué distancia por debajo del eje golpeará la pantalla fluorescente S?



Datos: $m_e = 9{,}109 \times 10^{-31}\ kg\ ;\quad q_e = 1{,}602 \times 10^{-19}\ C$

PT31. Instituto de Enseñanza San Jorge - Big Ben School
Ciudad de Santiago del Estero.

Ale sale a trotar como todas las mañanas cumpliendo con todas las medidas de seguridad por la pandemia que afecta al mundo. Cuando comienza a trotar lo hace recorriendo 8 metros cada 16 segundos, manteniendo esa velocidad durante 12 minutos.
En un momento se detiene porque siente la necesidad de estornudar. Mientras intentaba quitárselo su barbijo cayó al suelo desde una altura de 1,5 metros. Si la masa del barbijo es de 30 gramos,
RESPONDE:

a) Realiza un dibujo esquemático de la situación
b) ¿Cuál es la velocidad a la que trota?
c) ¿Qué distancia recorrió durante el trote?
d) ¿Cuál es el peso del barbijo?
e) ¿Cuánto tarda el barbijo en llegar al suelo?
f) ¿Cuál es la velocidad del barbijo al tocar el suelo? (Desprecie la resistencia del aire)
g) ¿Cuál es la energía potencial del barbijo en el instante antes de comenzar a caer?
h) ¿Cuál es la energía cinética del barbijo en el instante que toca el suelo?
i) ¿Cuál es la energía mecánica del barbijo antes de comenzar a caer? ¿Y cuál cuando toca el suelo?
j) ¿A qué distancia de Ale caería una gota producida por su estornudo si sale despedida hacia adelante en dirección horizontal con una velocidad 3,45 m/s?

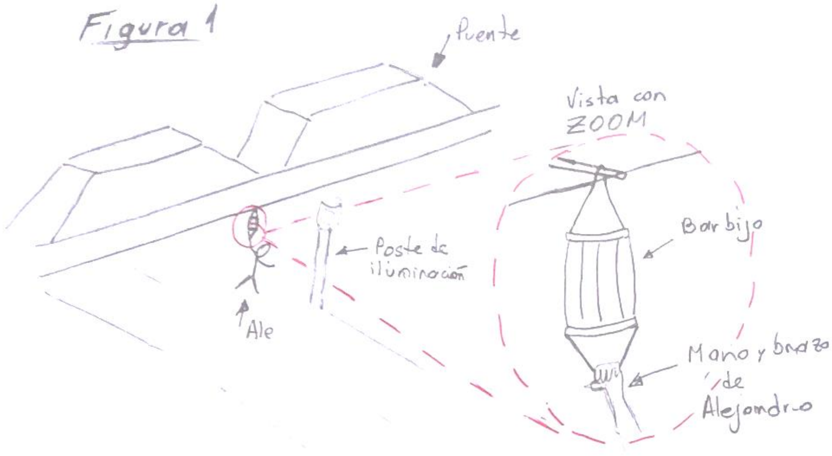
Considera
g= 10 m/s^2
Masa del barbijo m_b = 30 g

PT32. Instituto de Enseñanza San Jorge - Big Ben School
Ciudad de Santiago del Estero.

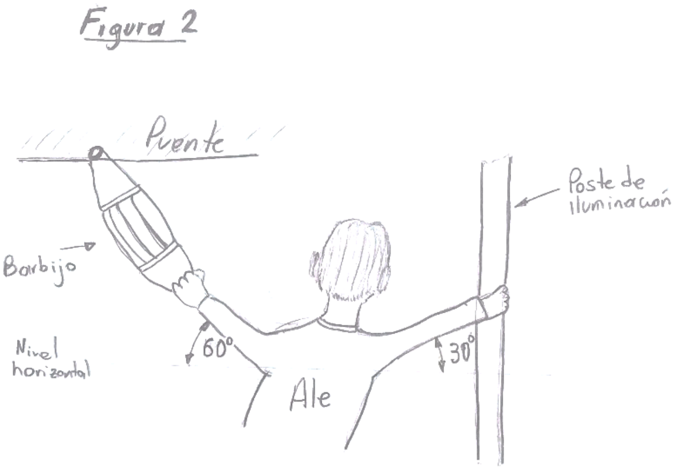
Ante esa situación, Ale se preocupa y decide regresar corriendo a su casa para tomarse la temperatura. En el camino, mientras cruzaba por un puente, tropezó y cayó de tal manera que su barbijo quedó enganchado en una parte de la estructura. Ale alcanzó a tomar una de las tiras del barbijo quedando colgado de él. (Ver figura 1)

En estas circunstancias, responde:

a) Realiza un diagrama de cuerpo libre (diagrama de fuerzas) para el barbijo y para Ale.
b) ¿Qué peso está soportando el barbijo?
c) ¿Cuál es la tensión que soporta cada tira del barbijo? (Considerarlas como si cada una fuera una sola cuerda rígida)



Luego de estar unos segundos colgado, se balanceó y logró tomar con su mano derecha un poste vertical. (Ver figura 2)



d) Con esta última acción, ¿Logro disminuir el peso soportado por el barbijo? ¿En qué cantidad?

Cuando logró aferrarse con ambos brazos al poste, se deslizó hasta el suelo, se sentó y más calmado pensó: “usar el barbijo me salvó la vida”.

Considera

$g = 10\ m/s^2$ - Masa de Alejandro $m_A = 60$ kg - Masa del barbijo $m_b = 30$ g

PT33. Instituto de Enseñanza San Jorge - Big Ben School
Ciudad de Santiago del Estero.

Pero su preocupación por el estornudo no había desaparecido así que retomó su camino a casa. Llegó raudamente a la puerta del edificio donde vive y se planteó un último desafío físico. Puso el cronómetro en cero y subió las escaleras hasta el sexto piso en un minuto.

Al llegar a su departamento a 10m de altura de la calle, Ale tomó un termómetro de mercurio (del tipo medicinal), lo sacudió para bajar la marca de la escala hasta 35ºC y se lo colocó en la axila para medir su temperatura corporal. Luego de un par de minutos observó el termómetro y tomó la lectura: "37ºC" y con un rápido cálculo mental pensó: "el termómetro solo absorbió de mi cuerpo 0,066 calorias"
Esto le generó la suficiente tranquilidad como para ducharse y sentarse cómodamente a ver la 3ra temporada de DARK.

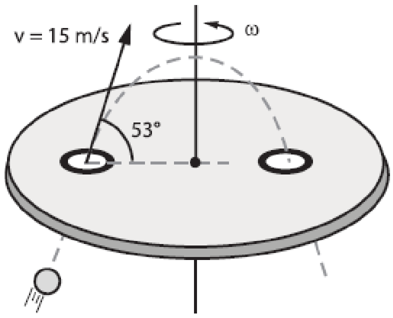
Según esta situación responde:

a) Realiza un dibujo esquemático de la situación
b) ¿Cuál es la potencia entregada por Ale para subir a su departamento?
c) ¿Que masa de Mercurio contiene el termómetro? (considerando despreciable la masa del vidrio del termómetro)
d) ¿Cuál era la temperatura del cuerpo de Ale antes de colocarse el termómetro?
e) ¿Por qué se tranquilizó Ale?

Calor especifico del Cuerpo Humano: Ce_{CH} = 0,80 cal/g K
Calor especifico del Mercurio: Ce_{Hg} = 0,033 cal/g°C
Calor latente de vaporización del Agua: $L_{V\text{-}H2O}$ = 540 cal/g
Densidad del Agua: 1 g/cm^3
1 cal = 4,18 J
g= 10 m/s^2
Considerar que tanto Ale como el mercurio de termómetro solo intercambian calor entre ellos y no con el resto de las masas con las que están en contacto.

PT34. EET N° 1 Coronel Manuel Álvarez Prado
San Pedro, Jujuy.

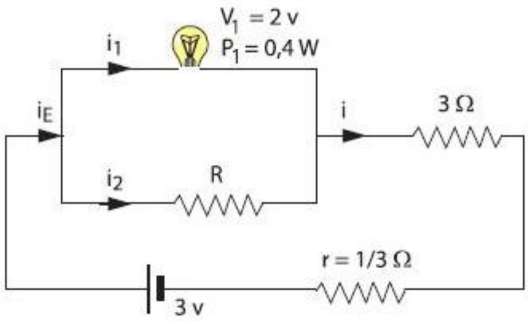
Rodrigo, mientras estudia el movimiento giratorio, observa, cómo en un plano horizontal, un disco gira a una cierta velocidad, pero, particularmente, este disco tiene un orificio que se encuentra a una cierta distancia del centro. Mientras continua realizando pruebas con el simulador, decide que un móvil, pase desde arriba hacia abajo por el orificio, de tal manera que, cuando descienda, vuelva a caer en el mismo orificio. Rodrigo, tenía clases en forma virtual, pero antes de eso, les dejó la captura que realizó en el simulador y también las siguientes cuestiones:



a) ¿Qué valor tendrá la velocidad del móvil con respecto al eje vertical y al eje horizontal?
b) ¿Cuál será el tiempo que tarda el móvil desde que ingresa por el orificio hasta que vuelve a caer en el mismo orificio?
c) ¿Cuál será el valor de la velocidad del disco?

PT35. EET N° 1 Coronel Manuel Álvarez Prado
San Pedro, Jujuy.

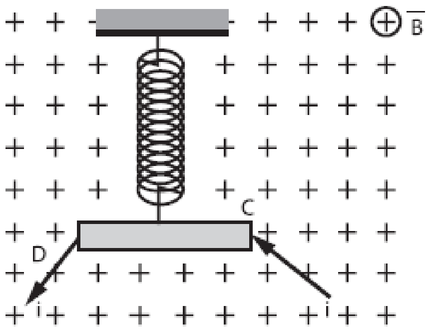
En una ocasión, precisamente el año pasado, acompañé mi papá a la ferretería del barrio, quedé asombrada por los tipos de lámparas que había en un mostrador, y también, porque la dueña parecía tener mucho conocimiento sobre electricidad. Recuerdo que nos mostraron una lámpara de 0,4 Watts, según la dueña, esta lámpara fue diseñada para que funcione con una tensión de 2 voltios entre sus terminales. luego mi papá dijo, necesito colocar una resistencia R en paralelo con la lámpara, y a su vez, esta combinación, se debe conectar en serie con una resistencia de 3 Ω, casi al instante, la dueña le respondió, si puede funcionar, pruebe con esta batería de 3 voltios, que tiene una resistencia interna de 1/3 Ω. Finalmente, mi papá le dijo que envolviera todo y se acercó por la caja para que nos cobren, en ese momento, me alejé un poco para seguir mirando hasta que mi papá dijo, Eve, ya nos vamos. Camino a casa, lo note pensativo a mi papá, luego de unos pasos, me dio el paquete con elementos, sacó una libreta que tenía en el bolsillo y anotó lo siguiente:



a) Dibujar el circuito eléctrico propuesto por la vendedora (lo hizo mi papá)
b) ¿Qué valor tendrá R?
c) ¿Qué potencia se desarrollará en R?
d) ¿Qué corriente generará la fuente en este circuito?

PT36. EET N° 1 Coronel Manuel Álvarez Prado San Pedro, Jujuy.

Un conductor que tiene una masa de 0,02 kg, tal como se muestra en la figura, está identificado como CD, el mismo mide exactamente 30 cm de longitud y está suspendido horizontalmente de un resorte cuya constante es K = 20 N/m. Además, como puede observarse, el conductor está dentro de un campo magnético uniforme B = 0,10 Tesla. Si la corriente que pasa por el conductor es 10 A dirigida desde "C" hacia "D", se pide:



a) Realizar el diagrama de cuerpo libre
b) Encontrar el valor de la fuerza del campo magnético sobre el conductor
c) Calcular la deformación del resorte

PT37. EET Agodonera Flandria Jáuregui - Luján, Buenos Aires.

La carrera de los autos locos.

En la figura se muestra una pista de carreras que forma un lazo; el objetivo del juego es que los autos la recorran sin despegarse de ella. La pista circular tiene un radio de 0,5 m y una masa de 0,8 kg; la masa del auto es de 0,2 kg.

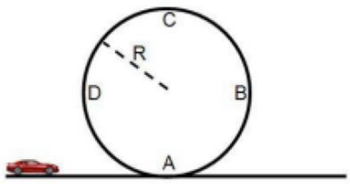
Suponiendo que la pista está fija al piso, que no existe rozamiento entre el auto y la pista y que el auto ingresa a la pista con cierta velocidad:

a) Grafique las fuerzas que actúan sobre el auto en los puntos A, B. C y D.
b) Determine la mínima velocidad con la que el auto debe ingresar al lazo (punto A) para poder recorrer toda la pista sin despegarse de ella.

Si el auto ingresa al lazo con una velocidad de 10 m/s:

c) Calcule la velocidad del auto en los puntos B. C y D.
d) Calcule el impulso que se le aplica al auto entre los puntos A y B.

NOTA: considere la aceleración de la gravedad: g 10 m/s2



PT38. EET Agodonera Flandria
Jáuregui - Luján, Buenos Aires.

Aprovechando el viento.

La energía eólica supone actualmente una fuente de energía renovable, competitiva con otras fuentes de energía renovables e incluso con las tradicionales no renovables. El aerogenerador transforma energía cinética del viento en energía mecánica (que se evidencia en el giro de las palas del generador) y luego esta energía mecánica se transforma en energía eléctrica. Es decir que tenemos una máquina, que opera en modo generador de energía eléctrica, gracias al giro del eje del rotor del aerogenerador, provocado por la acción del viento sobre las palas.

a) Si las aspas del generador tienen una longitud de 20m calcule cual es el área que barren cuando giran.
b) Suponiendo que la velocidad del viento es de 30km/h calcule cuál es el volumen de aire por unidad de tiempo que pasa a través del área circular calculada en la consigna a).
c) Sabiendo que la densidad del aire es de 1.2kg/m calcule la potencia del viento (energía por unidad de tiempo) que incide sobre el generador.
d) Si el generador tiene una eficiencia teórica del 48% para transformar energía cinética del viento en energía de rotación del generador, determine la energía por unidad de tiempo (potencia), que el generador absorbe de la energía eólica.
e) Calcule velocidad del viento en la parte posterior del generador.
f) Se denota con la letra griega i a un parámetro importante en los generadores. Su valor corresponde a la relación que existe entre la velocidad en los extremos de las palas y la velocidad del viento incidente. En generadores de tres palas la potencia optima (48%) se obtiene cuando 2. vale 7. Calcule la velocidad que tiene el extremo de las palas cuando se genera la potencia óptima.
g) Calcule la aceleración centrípeta de los extremos de las palas.
h) Calcule la velocidad angular del rotor.

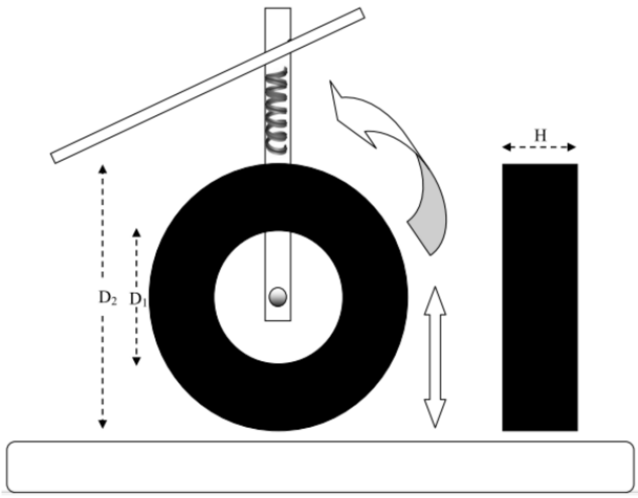
PT39. EET Agodonera Flandria
Jáuregui - Luján, Buenos Aires.

Probando Neumáticos.

Una rueda de automóvil es expuesta a una serie de experimentos, con el fin de estudiar sus propiedades dinámicas. Uno de estos experimentos está representado en la figura adjunta.

Mediante un sistema mecánico adecuado la rueda se hace girar desde el reposo hasta una velocidad angular final 2, en sentido anti-horario (vista de frente). Con un sistema de palancas se puede apoyar (y separar la rueda en movimiento sobre una superficie plana, la cual permanece siempre en reposo.

La máxima fuerza normal, N, que puede ejercer el neumático sobre la superficie es 2500 N. El coeficiente de rozamiento dinámico, coeficiente dinámico entre la rueda y la superficie puede variar en el rango 0,055 (simulando el caso en que la superficie plana es hielo) hasta 0,8 (para el caso en que la superficie plana simula pavimento seco). Por efecto del rozamiento entre la rueda y la superficie, aquella se detiene tras un tiempo At, después de apoyarse sobre la superficie.



Suponiendo que las dimensiones de la rueda son las detalladas en la Tabla 1, que la fuerza normal N es la máxima, que corresponde a una velocidad lineal de 120km/h y que él, coeficiente dinámico = 0,4.

Diámetro interno (D_1)	33,9 cm
Diámetro externo (D_2)	58,9 cm
Ancho (H)	18,5 cm
Espesor de la pared de caucho	2 cm
Momento de inercia total de la rueda	1,012 kg m^{-2}

Tabla 1

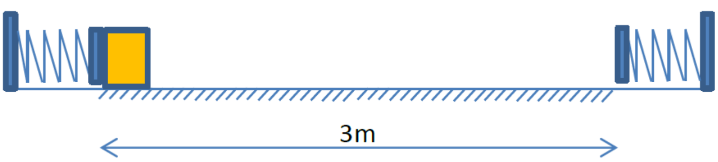
a) Indique dirección, sentido y módulo de la fuerza de rozamiento.
b) Calcule la energía total disipada por rozamiento, desde que la rueda se pone en contacto con la superficie plana, hasta que se detiene.
c) Calcule el tiempo que tarda en frenar la rueda.
d) Calcule el número de vueltas que da la rueda antes de detenerse y la distancia de frenado teniendo en cuenta solo el rozamiento entre el neumático y la superficie (es decir, sin la asistencia de un sistema de frenos).
e) Calcule el número de moles de aire contenidos dentro del neumático. Considere que el aire con el que se rellena el neumático se comporta como un gas ideal. Suponga que la rueda se infló hasta una presión de 245 kPa, a una temperatura ambiente igual a T=293 K. Las dimensiones de la llanta son las que se indican en la tabla 1. (constante de los gases R = 8.31 J/(mol K))
f) Suponiendo que toda la energía disipada por el rozamiento entre el neumático y la superficie plana, calculada en el punto c), genera el calentamiento de la rueda (neumático y llanta) y del aire que contiene, determine el cambio de temperatura del aire.

Considere que:
- el volumen del neumático se mantiene constante
- la rueda y el gas están siempre en equilibrio térmico
- el calor especifico del aire a volumen constante es C, = 717,7 JK kg
- la densidad media del aire es 1.19 Kg/m
- la masa de la rueda es M14,2 kg
- la capacidad calorífica especifica media de la rueda es C= 1000 J/K kg.

g) Calcule el incremento de presión del aire dentro del neumático d incremento de la temperatura calculada en el punto anterior.
h) Determine la máxima velocidad angular, con la que se puede r el ensayo a la rueda sin que explote, teniendo presente que la máxima presión que soporta el neumático es 392 kPa.

PT40. Instituto Técnico Renault Ciudad de Córdoba.

Se tienen dos resortes idénticos y un objeto de 150g, dispuestos como muestra la figura. Se comprime 4cm al resorte de la izquierda y se impulsa al objeto hacia el otro resorte. Entre ambos hay una superficie con rozamiento de 3m de longitud, donde el coeficiente de rozamiento entre el piso y el objeto es de 0.8.

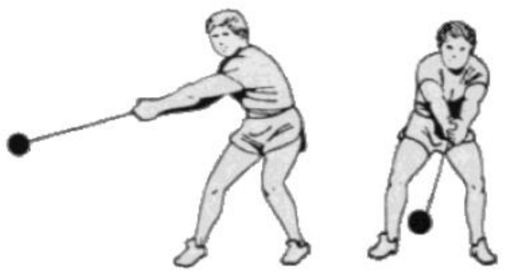


Se pide:

a) Encontrar el valor de la constante elástica de los resortes, sabiendo que el resorte de la derecha detiene al objeto y se comprime la mitad que el otro.
b) Suponiendo que el resorte de la derecha, el que detiene al cuerpo, luego lo impulsa y por efecto de la torsión de las espiras se disipa un 10% de la energía en el proceso de compresión y expansión. ¿llegará al otro resorte luego de la expansión? Justifique su respuesta.
c) En el caso de no llegar, ¿Dónde se detiene? (respecto al resorte de la izquierda)

PT41. Instituto Técnico Renault
Ciudad de Córdoba.

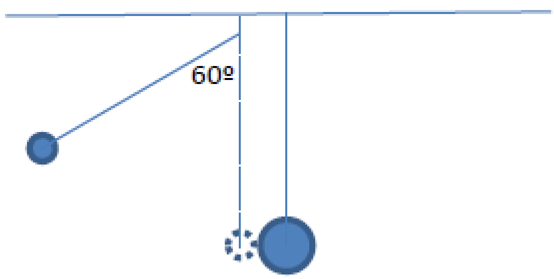
Un atleta olímpico se especializa en la disciplina del lanzamiento del martillo. Su record es de 80m. sabiendo que realiza un lanzamiento óptimo (con el ángulo necesario para lograr el máximo alcance) y realiza 5.25 vueltas, Determinar:



a) ¿Cuál es el ángulo de lanzamiento óptimo? (justifique su respuesta matemáticamente).
b) ¿Cuál es al valor de la velocidad inicial del martillo?, y ¿Cuál es el vector velocidad?
c) Suponiendo que el martillo rota con un movimiento circular con un radio de 1.1m, que el movimiento inicia del reposo y se desarrolla uniformemente, ¿Cuál será el valor de la aceleración angular?

PT42. Instituto Técnico Renault
Ciudad de Córdoba.

Una esfera de acero de 2.5 cm de diámetro pende de un hilo de 1m, e impacta a otra de 5cm de diámetro, como muestra la figura. Suponiendo que el impacto es perfectamente elástico, y que el ángulo Encontrar:



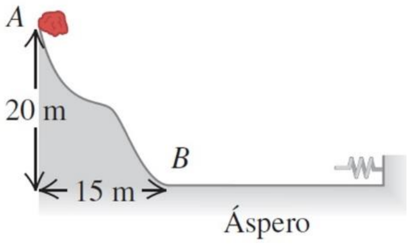
Nota: ρ_{acero}= 7850Kg/m^3

a) Vector velocidad de ambas esferas antes del impacto.
b) Vector velocidad de ambas esferas después del impacto.
c) Ángulo de elevación final de cada esfera.

PT43. Escuela Normal Superior N° 6
Aristóbulo del Valle, Misiones.

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

a) ¿Cuál es la energía mecánica de la piedra en el punto A, respecto a la base de la colina?
b) ¿Cuál es la energía potencial de la piedra en el punto A, respecto a la base de la colina?
c) ¿Qué rapidez tiene la piedra al llegar al punto B?
d) ¿Cuál es la energía mecánica después de los 100 m y justo antes de que el resorte se comprima?
e) ¿Qué distancia comprimirá la piedra al resorte?
f) ¿La piedra se moverá otra vez después de haber sido detenida por el resorte?



PT44. Escuela Normal Superior N° 6 Aristóbulo del Valle, Misiones.

Una bala de plomo de 0,030 kg golpea un plato de acero; ambos están inicialmente a 20°C. La bala se funde completamente.

a) ¿Cuánto calor se requiere para que la bala de plomo cambie su temperatura de 20 °C a su punto de fusión?
b) ¿Qué cantidad de calor se necesita en el cambio de fase de la bala?
c) ¿Cuál fue la cantidad de calor total que se requirió para la baja se funda completamente?
d) Suponiendo que el 80% de la energía cinética de la bala se convierte en calor para fundirla. ¿cuál será la rapidez mínima que debe llevar para fundirse en el impacto?

Punto de fusión del plomo: 328 °C

Calor latente del plomo: $0{,}25.10^5\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}}$

Calor específico del plomo: $130\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg.°C}}$

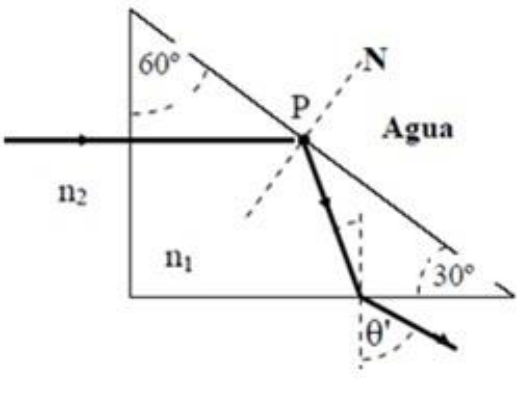
PT45. Escuela Normal Superior N° 6 Aristóbulo del Valle, Misiones.

Un rayo de luz incide de manera normal en una de las caras de un bloque de 30º-60º-90º de cristal de roca (n = 1,66) que está inmerso en agua como muestra la figura.

a) Determina el ángulo de salida θ'.
b) Se disuelve una sustancia en el agua para aumentar el índice de refracción. ¿En qué valor de n_2 deja de haber reflexión total interna en el punto P?

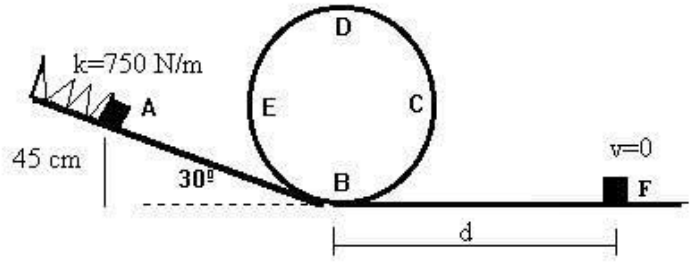
$n_{agua} = 1{,}33$

$n_{cristal\ de\ roca} = 1{,}66$



PT46. Instituto Privado Industrial Luis A. Huergo Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Se lanza una caja de 400 g que se encontraba en reposo sobre un plano inclinado 30º usando un resorte de constante k=750 N.m^{-1}. Se comprime el resorte 15 cm y se suelta la caja, que se encuentra a 45 cm de altura sobre el suelo cuando el resorte está comprimido tal como se muestra en la figura. La caja describe el bucle ABCDEF, como se ve en la Figura 1. El radio de la trayectoria circular BCDEB es de 50 cm y en esa trayectoria se desprecia el rozamiento. Sabiendo que el coeficiente de rozamiento en los planos horizontal BF e inclinado AB es 0.2,



a) Determinar la velocidad de la caja en las posiciones B (parte más baja de la trayectoria circular), y D (parte más alta de la trayectoria circular).
b) La máxima distancia *d* que recorre hasta que se para en F.
c) La fuerza normal en las posiciones A, B, D y F.

PT47. Instituto Privado Industrial Luis A. Huergo
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Leonardo vendió un anillo de 10 g que dijo contenía 9,5 g de oro y 0,5 g de cobre. Para comprobar su composición, usted piensa un experimento aplicando los conceptos de calorimetría. Primero piensa en calentar el anillo a 500 °C e introducirlo a un calorímetro adiabático con agua, cuya capacidad calorífica total es 100 cal / °C y cuya temperatura inicial es 20 °C.

a) Haga los cálculos para determinar la temperatura de equilibrio suponiendo que la composición que dijo Leonardo es correcta.

Finalmente hace el experimento y la temperatura de equilibrio resulta ser de 22°C.

b) ¿Leonardo decía la verdad? En caso contrario, determine la verdadera composición del anillo.

Aprovechando el experimento, decide jugar un rato con el calorímetro y el anillo.

c) Coloca un cubo de hielo de 15 gramos en el calorímetro con agua de modo que están en equilibrio. ¿Cuál es la temperatura mínima a la que debería colocar el anillo para que todo el hielo se derrita? ¿Es posible?

Y ahora complejiza el asunto. Coloca en el calorímetro una resistencia y la conecta a una fuente cuya potencia máxima es 80 W. Coloca 15 gramos de hielo a -17° (recién salido del freezer) en el calorímetro que ya contenía 250 ml de agua a 40°C.

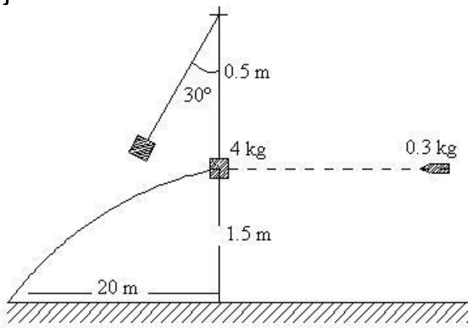
d) ¿Cuánto tiempo debe mantener la fuente encendida para que este sistema llegue a 85°C y así poder hacerse un té?

Datos

Calor específico del oro: 0,031 cal. g^{-1} .°C^{-1}
Calor específico del cobre: 0,093 cal. g^{-1} .°C^{-1}
Temperatura de fusión del cobre: 1085 °C
Temperatura de fusión del oro: 1,064°C
Calor específico del agua: 1 cal. g^{-1} .°C^{-1}
Calor específico del hielo: 0,5 cal. g^{-1} .°C^{-1}
Calor latente de fusión del hielo: 80 cal . g^{-1}
1 cal = 4,184 Joules

PT48. Instituto Privado Industrial Luis A. Huergo
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Un balín de masa 0,3 kg y velocidad desconocida choca contra un bloque de 4 kg suspendido de una cuerda de largo 0,5 m y en reposo (Figura 2). Después del choque el bloque se eleva hasta que la cuerda hace un ángulo de 30º con la vertical, mientras tanto el balín describe una parábola, estando el punto de impacto a 20 m de distancia horizontal y 1,5 m por debajo. Calcular:



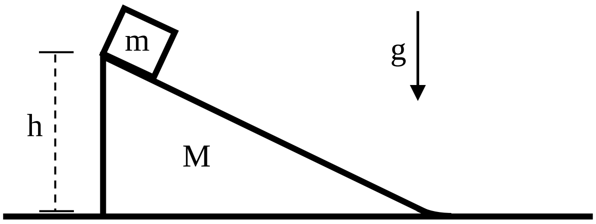
a) La velocidad del balín antes del choque
b) La velocidad del bloque y la del balín inmediatamente después del choque
c) La energía perdida del balín durante el choque
d) La tensión de la cuerda cuando esta hace 10º con la vertical

PT49. Instituto Lasalle
Florida, Buenos Aires.

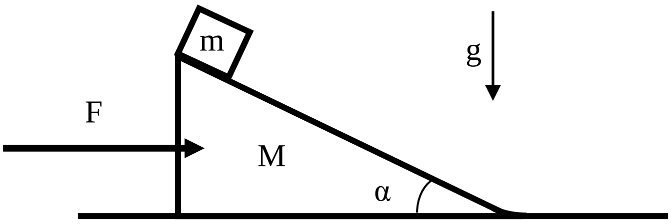
Cuña.
Una cuña de masa M descansa sobre una superficie horizontal que no ofrece rozamiento. Sobre la cuña se coloca un bloque de masa m cuya superficie tampoco ofrecerá rozamiento. El bloque desciende una altura h cuando desliza desde su posición original hasta que llega a la superficie horizontal.

a) Determine la velocidad del bloque y de la cuña cuando se separan.

b) Estudie el caso m << M para comparar el resultado obtenido en el item anterior con el correspondiente al experimento de un bloque que desliza sobre una cuña en reposo.



c) Suponga que usted aplica ahora una fuerza horizontal F sobre la cuña. Determine el valor que deberá tener dicha fuerza si desea que el bloque no deslice respecto de la cuña.

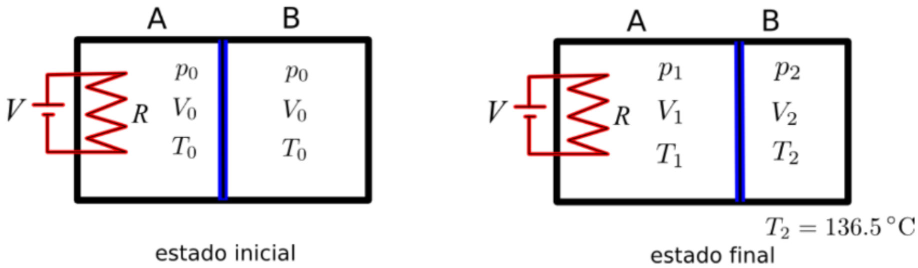


d) Finalmente, suponga que existe roce entre el bloque y la cuña, pero no entre la cuña y el plano horizontal. Determine en ese caso el valor máximo y el valor mínimo de la fuerza F si se desea que el bloque no deslice respecto de la cuña.

Exprese sus resultados en función de M, m, g, h, α y μ_e.

PT50. Instituto Lasalle
Florida, Buenos Aires.

Transferencia de Calor.



Un contenedor cilíndrico, fabricado de un material aislante al calor, y de volumen total V = 44,8 litros está dividido en dos compartimentos (A y B de la figura) por una pared también perfectamente aislante al calor. Cada compartimento tiene un mol de Helio en estado gaseoso. Inicialmente, los dos compartimentos tienen el mismo volumen V_0 (dividen a la mitad el contenedor cilíndrico) y están a la misma temperatura T0 = 0ºC. Con una resistencia eléctrica colocada en el compartimento A circula una corriente que genera calor lentamente por efecto Joule y cambia el estado termodinámico del sistema, es decir, el gas en los diferentes compartimientos cambia su presión, volumen y temperatura. En particular, se encuentra que después de un tiempo t el gas en el compartimiento B ha alcanzado una temperatura de T_2 = 136,5 ◦C.

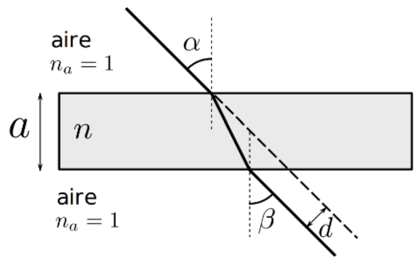
a) Determine la presión y el volumen final del compartimento B (p_2, V_2)
b) Determine la presión, volumen y temperatura finales del compartimento A (p_1, V_1, T_1)
c) Determine el cambio de energía interna en ambos compartimentos.
d) Considerando que la resistencia del compartimento A tiene el valor R = 242 Ω y que está conectada a una fuente de voltaje de 220 V, determine el tiempo t que le toma a la resistencia generar el calor necesario para realizar el proceso descripto. ¿Existe trabajo WA y WB entre los compartimientos, durante el proceso? Si existe ¿qué relación hay entre dichos trabajos?

Para resolver el problema considere la siguiente información: γ = cp/cv, donde cv y cp son la capacidad calorífica molar a volumen constante y presión constante respectivamente. Para el Helio en estado gaseoso: cv = 3/2 R y cp = 5/2 R. La constante universal de los gases ideales es: R = 8.31 J/mol K.

PT51. Instituto Lasalle
Florida, Buenos Aires.

Óptica Geométrica.

Un haz de luz que se propaga en el aire incide sobre la cara superior de una placa de grosor a y cuyo material tiene índice de refracción n. El haz incide con un ángulo α (ver figura) con respecto a la normal al vidrio. El haz de luz se refracta en la placa y emerge de nuevo al aire por debajo de la placa con un ángulo β respecto de la vertical.

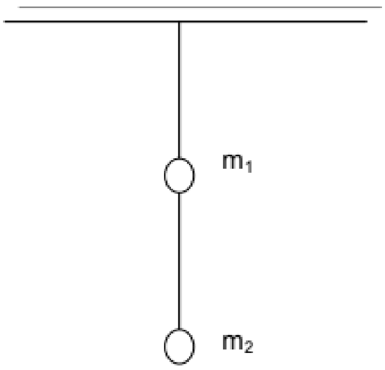


a) Demuestre que el haz que sale por debajo de la placa es paralelo al haz que incide por arriba de la placa, es decir muestra que: β = α.

b) Calcule la distancia d que separa los dos haces de luz, el de incidencia y el que sale por debajo de la placa en términos de solamente el ángulo de incidencia α, el índice de refracción n y el grosor de la placa a.
c) Si el ángulo de incidencia es $\alpha = 45^{\circ} = \pi/4$ radianes, calcule el valor del índice de refracción de la placa n para el cual la distancia de separación entre los haces es la misma que el grosor de la placa, es decir para a = d.

$\text{sen}(\alpha \pm \beta) = \text{sen}\,\alpha \cos\beta \pm \text{sen}\,\beta \cos\alpha$
$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos\alpha \cos\beta \mp \text{sen}\,\alpha\, \text{sen}\,\beta$

PT52. Colegio Emilio Civit
Maipú, Mendoza.

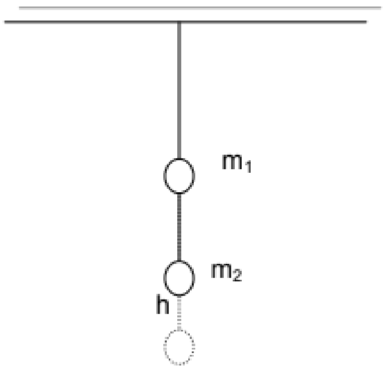


Suponga dos cuerpos de masas m_1 y m_2 colgados, mediante hilos inextensibles y de masa despreciable, como se muestra en la figura.

a) Determine la tensión que soporta cada uno de los hilos.

Considere la situación siguiente: la masa m_2 se eleva una altura h (verticalmente) a partir de la cual se la suelta. Suponiendo que los hilos soportan una tensión máxima T_c (antes de romperse) y que el proceso de rompimiento se produce en un tiempo t*:

b) Cuál de los hilos se romperá primero? Justifique
c) Cuál es la máxima altura que puede elevarse la masa m_2 antes de que se den las condiciones para el rompimiento del hilo?



Se reemplaza el hilo que une a m_1 con m_2 por un resorte de constante elástica k y longitud natural l_0.

d) Calcule el estiramiento del resorte que une ambas masas cuando el sistema está en equilibrio.

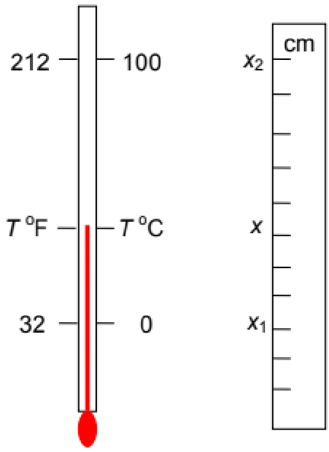
Suponga que se eleva la masa m_2 una altura h (en forma vertical).

e) Determine la tensión que soporta el hilo en términos del estiramiento del resorte que une ambas masas.

PT53. Colegio Emilio Civit
Maipú, Mendoza.

Históricamente se ha definido de manera empírica la temperatura *T* a partir de una magnitud termométrica *x* experimentalmente accesible. El caso mas conocido en la vida diaria, por ejemplo, es cuando *x* representa la altura de una columna de mercurio dentro de un capilar. Lo que conocemos como termómetro de mercurio. Una definición empírica (experimental) de la temperatura es:

i) Partimos de dos puntos fijos (x_1 , x_2), a los cuales se les asignan arbitrariamente determinados valores (T_1 , T_2) en la escala termométrica que se está definiendo. Luego, se establece "a priori" una relación lineal entre la magnitud termométrica medida y la temperatura ($T = A\,(x - x_1) + B$), utilizando los puntos (x_1 , T_1) y (x_2 , T_2). Para más claridad, hacemos en la figura 1 una representación gráfica para el caso de las escalas termométricas Celsius y Fahrenheit



a) Determinar los valores de las constantes A, B cuando la definición i) se aplica en la construcción de una escala termométrica cualquiera.

b) Utilizando la siguiente tabla, encontrar las expresiones que permitan convertir los grados Celsius a cada una de las otras escalas:

	°C	°F	°Ra	K
Temperatura de fusión del hielo	0	32	492	273
Temperatura de evaporación del agua	100	212	672	373

donde °C representa la escala de grados Celsius, °F la de grados Fahrenheit, °Ra la de grados Rankine, K la de grados Kelvin.

PT54. Colegio Emilio Civit
Maipú, Mendoza.

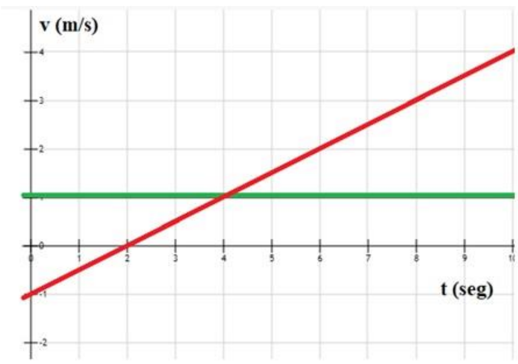
En el modelo atómico de Bohr del átomo de hidrógeno, el electrón gira alrededor del núcleo en una trayectoria circular de 5.29×10^{-11} m de radio y a una frecuencia ν de 6.63×10^{15} Hz (o revoluciones/segundo).

a) ¿Qué valor de campo magnético *B* se genera en el centro de la órbita?

b) ¿Cuál es el momento dipolar magnético equivalente?

PT55. Colegio San Juan El Precursor
San Isidro, Buenos Aires.

El gráfico representa la velocidad en función del tiempo para dos automóviles que se desplazan por una recta. Suponiendo que a t=0 ambos se hallan en x=0.



a) Escriba las ecuaciones que describan a lo largo de todo el movimiento a cada uno de los automóviles.
b) Diga si los móviles se encuentran. En caso negativo justifique correctamente su respuesta. En caso afirmativo calcule la

posición y el instante de encuentro.

c) Haga el gráfico de posición en función del tiempo para ambos móviles para 0seg ≤ t ≤ 10seg

PT56. Colegio San Juan El Precursor
San Isidro, Buenos Aires.

Una mañana, antes de ir a la escuela, Diego decide acompañar las tostadas de su desayuno con una infusión de té. Toma una de las tazas de aluminio de la alacena, de masa 70 g, que se encuentra a temperatura ambiente (20 °C). Vierte en ella 300 cm^3 de dicha infusión, alcanzando el sistema una temperatura de equilibrio de 77 °C.

a) Calcule la temperatura inicial de la infusión.

Como a Diego se le estaba haciendo tarde y tratando de que el té no esté tan caliente, le agrega 100g de leche que saca de la heladera a 4 °C, logrando que el sistema alcance una nueva temperatura de equilibrio de 60 °C.

b) Calcule el calor específico de la leche.

Como seguía estando el té con leche muy caliente y Diego no quería llegar tarde a la escuela porque tenía evaluación de física, decide agregarle un cubito de hielo a – 4 °C, que al fundirse totalmente haría que la temperatura de equilibrio sea de 45 °C.

c) Calcule la masa del cubito de hielo.

Datos

Calor específico del té = Calor específico del agua = 1 cal / g °C
Calor específico del hielo = 0,5 cal / g °C
Calor de fusión del hielo = 80 cal / g
Calor específico del aluminio = 0,22 cal / g °C
Nota: Considere que no hay intercambio de calor con el entorno

PT57. Colegio San Juan El Precursor
San Isidro, Buenos Aires.

El desempañador del vidrio trasero de cierto automóvil está formado por varias tiras de un material conductor que se calienta al paso de la corriente.
Suponiendo que hay 12 tiras conectadas en paralelo a la batería del auto (12 V) y que cada una tiene 1 m de largo, 0,05 mm^2 de sección y que la resistividad de cada tira (a la temperatura de trabajo) es de 4 Ω mm^2/m, determine:

a) La intensidad de corriente y el voltaje en cada tira.
b) La potencia eléctrica requerida por el desempañador.
c) ¿Cuál es la resistencia total de la retícula del desempañador?

PT58. Instituto Politécnico Superior - EETP N° 394 Dr. Francisco de Gurruchaga
Rosario, Santa Fe.

Una ley para discutir acaloradamente.
Juliana es una estudiante de Licenciatura en Física que está haciendo su trabajo final en un laboratorio de Física de Materiales del Instituto de Física de Rosario. Su interés está puesto en las propiedades térmicas de ciertos materiales en estado sólido. Para comenzar con su trabajo, ella decide medir el calor específico del cobre. Como desgraciadamente los calorímetros ideales no existen, utiliza un calorímetro de equivalente en agua igual a 20 g. Inicialmente el calorímetro contiene 50 g de hielo a 0 ºC, y ella introduce una pieza de cobre de 600 g a 100 ºC. Cierra, entonces, la tapa del

calorímetro y deja que su contenido evolucione hasta el equilibrio térmico, mientras va registrando la temperatura con un sensor bastante preciso. Finalmente anota en su cuaderno de laboratorio una temperatura de equilibrio de 12,14 ºC. Con estos datos, responde:

a) ¿Cuánto vale el calor específico del cobre en J/(kg·K)?

El calor específico de un sólido también se puede expresar de forma *molar*, el cual se define como $c_{molar} = \frac{Q}{n\,\Delta T}$, en donde Q es el calor intercambiado por la sustancia cuando su temperatura varía ΔT, y n es el número de moles de sustancia.

b) Sabiendo que la masa molar del cobre es de 63,546 g/mol, determina el calor específico molar del cobre.

Juliana recuerda de sus cursos que un tal Boltzmann demostró una ley empírica atribuída a Dulong y Petit sobre el calor específico de los sólidos. De acuerdo con el razonamiento de Boltzmann, los sólidos están formados por átomos que vibran independientemente unos de otros. Cada átomo entonces, tiene 3 grados de libertad en su energía cinética de traslación y 3 grados de libertad en la energía potencial que corresponde a la vibración. De acuerdo con el *Teorema de equipartició de la energía*, cada grado de libertad de los átomos suma un valor de $R/2$ en el calor específico molar, en donde R es la constante de los gases ideales. Así, el calor específico molar de los sólidos debería valer $3R$.

c) Calcula la discrepancia relativa porcentual entre el calor específico medido por Juliana y el que predice la Ley de Dulong y Petit demostrada por Boltzmann. De acuerdo con este resultado, ¿dirías que la ley es precisa?

Juliana recuerda también que en el primer curso de termodinámica le dijeron que, en realidad, el calor específico depende de la temperatura. Por ello, se dispone a medir el calor específico del cobre a temperaturas más altas. Para ello, introduce la muestra de cobre a 12,14 ºC en el centro de un horno de cerámica como el que se muestra a la izquierda, cuyo interior se mantiene a 800 ºC, gracias a unas resistencias que irradian 780 W, trabajando a baja potencia. Las 6 *caras* del horno se pueden modelizar como paredes de un espesor uniforme de 15 cm, de forma cuadrada, y de 50 cm de lado. El material de las paredes se puede considerar homogéneo, con una conductividad térmica de 1×10^{-3}W/(m·K), por lo que una pequeña cantidad de calor se pierde al exterior, que está a 20 ºC.

d) ¿Cuál es el flujo calorífico que se pierde a través de las paredes del horno?

Una vez que la muestra de cobre está dentro del horno, esta tarda 4 minutos en alcanzar la temperatura de 800 ºC. Suponiendo que el flujo calorífico neto (es decir el entregado por las resistencias menos el que se pierde a través de las paredes del horno) se usa todo para elevar la temperatura del cobre, responde:

e) ¿Cuál es el calor específico del cobre en este rango de temperaturas? ¿Dirías que sigue valiendo la ley de Dulong y Petit?

Algo curioso sucede con el diamante. Juliana lo sabe y decide probar con un trozo de diamante en bruto que posee el laboratorio. Es entonces que introduce esta piedra de 10 g en el horno, pero la saca a una temperatura de 90 ºC y, rápidamente, la introduce en el calorímetro del principio del problema. Esta vez el calorímetro contenía 20 g de agua, a 20 ºC, y la temperatura de equilibrio resultó ser de 21,19 ºC.

f) Recordando que el diamante está formado íntegramente por átomos de carbono, de masa molar 12 g/mol, ¿cuánto vale el calor específico molar del diamante? ¿Qué se puede decir de la ley de Dulong y Petit en este caso?

Datos

Constante de los gases: $R = 8{,}314$ J/(mol·K)
Calor específico del agua: 4186 J/(mol·K)
Calor latente de fusión del hielo: 334×10^3J/kg

Nota histórica (*leer solo después de resolver el problema*):
El problema del calor específico de los sólidos fue estudiado, entre otros, por Einstein, quien supuso que los osciladores de Boltzmann en realidad solo podían tomar valores de frecuencia discretos (o sea, cuantizados), esto le permitió demostrar que a muy bajas temperaturas el calor específico de los sólidos tiende a cero a medida que la temperatura tiende a cero. Sin embargo, la forma de la curva hallada por Einstein no permitía explicar lo que ocurre con el diamante. Posteriormente, Debye y otros mejoraron este modelo suponiendo que los átomos sí interactúan entre sí, y que las vibraciones de la red cristalina se comportan como ondas de ciertas longitudes de onda permitidas. El diamante es un caso particular de sólido, en el que estas interacciones entre átomos son muy intensas, y por eso los efectos cuánticos en el calor específico se pueden notar a temperatura ambiente.

PT59. Instituto Politécnico Superior - EETP N° 394 Dr. Francisco de Gurruchaga Rosario, Santa Fe.

SunPower: Potenciado por el Sol.
En Jujuy se encuentra el pueblo de Olaroz Chico, que es el primer pueblo de Argentina cuya electricidad es generada únicamente por energía solar. Dado que las celdas fotovoltaicas generan corriente continua se generó una discusión acerca de si vale la pena trasladar la corriente como alterna (al igual que en el resto del país), o si se podría usar directamente en continua y evitar las transformaciones (y sus consecuentes pérdidas de energía). Sin embargo, para evitar tener que adaptar todos los electrodomésticos, se decide finalmente usar corriente alterna.
Yacu, uno de los habitantes de dicho Olaroz Chico, se empecina en que la casa donde vive usará solo continua, conectada directamente a los paneles solares. Como tiene que acomodar toda la instalación eléctrica, se pone a trabajar y diagramar el circuito que su casa representa.
Sabe que va a obtener una diferencia de potencial de 48 V, por lo que se pone a planificar los dos ambientes que tiene. Decide comenzar por la habitación-living. Como hizo cursos de física, sabe que las lámparas las puede pensar como simples resistencias, así que empieza a montar el circuito y le queda así:

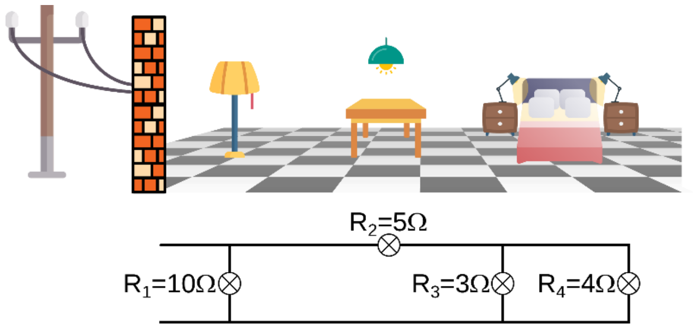


Figura: Lámparas en la habitación-living (arriba) y su esquema eléctrico sin representar los interruptores (abajo).

Para tener una mejor comprensión del circuito eléctrico decide medir las resistencias de todos los elementos tal como le enseñaron en física. Por eso toma su querido multímetro y mide que la lámpara en el comedor tiene una resistencia 10 Ω, la de habitación 5 Ω y las lámparas que se encuentran a cada lado de la cama, la de la izquierda de 3 Ω y la de la derecha 4 Ω.

a) Sabiendo todo esto, ¿cuál es la corriente que entra a este circuito?
b) Solo por curiosidad, también mide el voltaje y corriente la lámpara de la izquierda de la cama. ¿Qué resultados va a obtener?
c) Al poco tiempo de montar el circuito se le quema la lámpara de la derecha de la cama. Como no tiene otra igual, quiere poner una de forma tal que la potencia que cada una disipe sea la misma. ¿Qué resistencia tendrá que usar?

Orgulloso de su instalación, llama a su compañera de la escuela, Amancay. Mientras está mostrando todo lo que hizo, apaga la luz sobre la mesa y nota que surge un problema.

d) ¿Qué problema encuentra?

Amancay, que cursó física junto con Yacu, revisa el circuito y le da un correctivo (manteniendo distancia social para evitar el contacto en épocas de pandemia) por la macana que se había mandado. Ahí decide armar ella la conexión de la heladera, para evitar que provoque un incendio (o algo pior…). La heladera que tiene Yacu dice que consume una potencia de 150 W. Dado que eso es en corriente alterna, Amancay le dice a Yacu que arme un conversor de continua a alterna, que logra hacer la conversión con una pérdida de potencia de 5 %.

e) ¿Qué potencia debe ingresar al conversor cuando la heladera funciona a toda potencia?

La heladera es un elemento fundamental en la instalación eléctrica de una casa dado que representa el 30% del consumo eléctrico de hogar promedio. Por eso es recomendable buscar heladeras con gran eficiencia energética #AhorraEnergía #CuidemosElAmbiente. Por este motivo, Amancay decide instalar la heladera directamente al tendido que ingresa desde el poste eléctrico en la calle (en paralelo a la otra instalación).

f) ¿Qué corriente circulará por el conversor cuando la heladera funciona a toda potencia?
g) Entonces, ¿cuál es la corriente eléctrica que requiere la casa en total? Por facilidad, utilizar los cálculos previo al cambio de la bombilla de la mesita de luz.

Ahora que ya armaron la instalación eléctrica de ambos ambientes, Amancay sugiere verificar que cuando esté todo prendido el cable usado en el tendido hacia los paneles solares sea el adecuado. Como la cooperativa de electricidad no está muy contenta con la iniciativa de Yacu, le pide que él mismo se encargue de la conexión.

h) Sabiendo que los paneles se encuentran a 600 m de su casa, ¿qué resistencia tiene el cableado? Yacu decide usar un cable estándar de cobre y sección 4 mm^2.

Terminado el trabajo, Amancay hace una verificación de que todo esté funcionando como lo planearon, pero descubre que la diferencia de potencial que llega a la puerta de la casa no es 48 V, sino que 48 V es la diferencia de potencial que entregan los paneles solares a 600 m de la casa.

i) Para explicarle el error a Yacu, Amancay le pide que calcule, asumiendo que está circulando la corriente que habían planificado anteriormente, cuál es la caída de potencial en los cables. ¿Qué obtuvo? Brevemente, ¿qué implicancias tiene eso?

Dato

Resistividad del cobre ρ_{Cu}=1,71 x 10^{-8} Ω m

PT60. Instituto Politécnico Superior - EETP N° 394 Dr. Francisco de Gurruchaga Rosario, Santa Fe.

Al infinito...

Zumbido Añoluz es un astronauta de juguete que tiene una masa de 400 g. Zumbido está aburrido porque no encuentra a su amigo el alguacil Maderoso por lo que se pone a jugar con una pelota. Se para sobre la pelota de 10 cm de radio que flota en un recipiente con agua (δ_{agua}=1000 kg/m^3), logrando que se hunda 5 cm (Figura 1).
A continuación, engancha un resorte entre la base del recipiente y la parte inferior de la esfera (Figura 2) y comienza a verter agua en el interior del contenedor.

Nota: *cuando trabajamos con cuerpos sumergidos que tienen una sección constante (como un prisma o un cilindro) podemos calcular el volumen sumergido como A.h_{sum}; con una esfera eso no es posible. Para las preguntas que siguen te servirá conocer cuál es el volumen de una esfera como función del radio (Figura 3); esta relación se presenta en la gráfica de la Figura 4.*

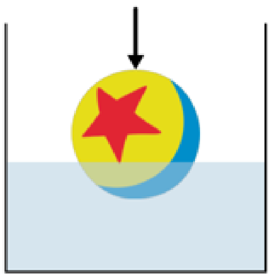


Figura 1

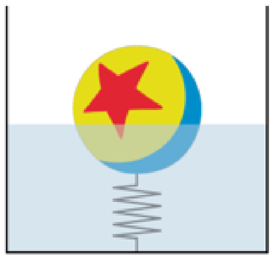


Figura 2

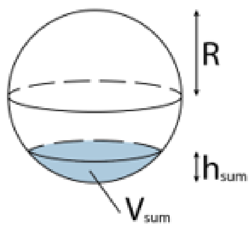


Figura 3

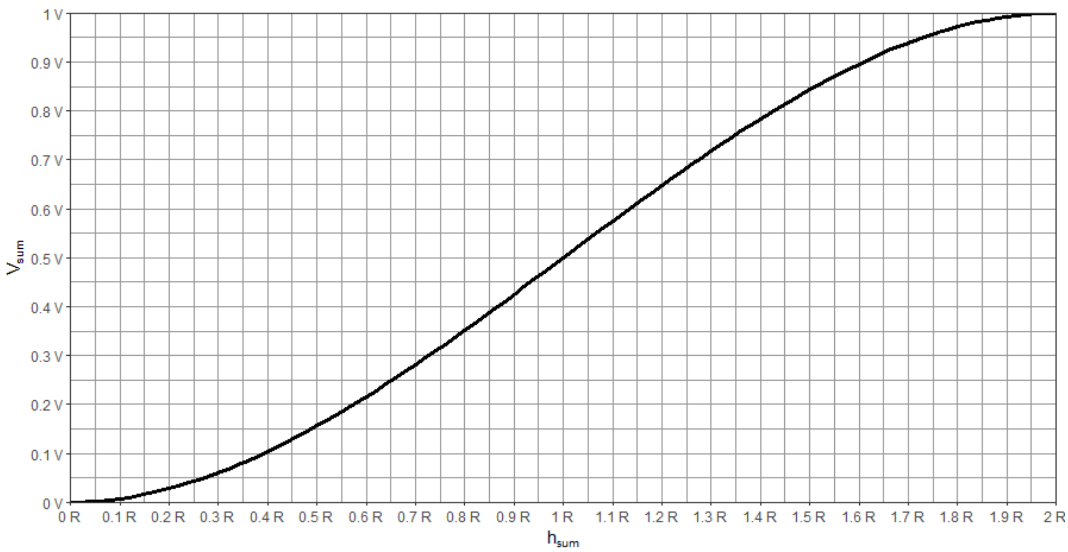


Figura 4. Fracción de volumen que se encuentra bajo el agua en función de la altura sumergida (la altura máxima es 2R)

Ayude a Zumbido a responder las siguientes cuestiones:

a) ¿Cuál es la masa de la pelota?
b) ¿Cuál debe ser la constante elástica del resorte de forma tal que se elongue 19 cm cuando la esfera se encuentra sumergida por la mitad?
c) ¿Cuál debe ser el mínimo valor de tensión que debe ser capaz de soportar el resorte sin romperse para permitir que la esfera quede completamente sumergida?
d) ¿Cuánto se elongará el resorte cuando la esfera está completamente sumergida?

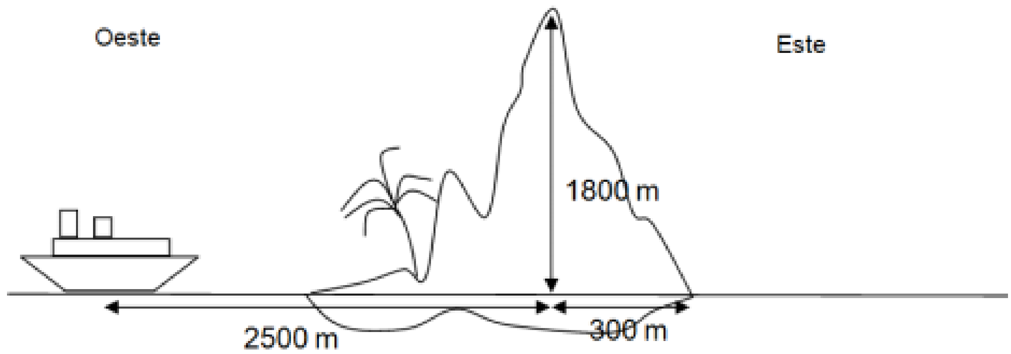
El astronauta quiere saber si podrá 'volar' parándose en la pelota ayudándose del movimiento de la pelota al emerger bruscamente del agua ~~(*spoiler alert*: no puede porque es un juguete).~~ Para ver si su idea es viable, realiza la siguiente experiencia: se sumerge en el agua y corta el resorte de forma tal que la pelota empieza a subir a causa de la fuerza que le ejerce el agua

Nota: *Para los siguientes puntos, pensá si podés, a partir de la gráfica dada, construir una gráfica de empuje en función de* h_{sum}.

e) ¿Cuál es el trabajo del empuje mientras la esfera pasa de tener 12 cm sumergidos a tener 8 cm sumergidos?
f) ¿Cuál será la aceleración instantánea del objeto cuando media esfera emergió del agua?
g) Despreciando el roce con el agua, hallá la velocidad con que la esfera sale del agua y la altura máxima que alcanza.

PT61. Colegio Tomás Godoy Cruz
Ciudad de Mendoza.

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



a) Elija un sistema de coordenadas e indíquelo claramente en el dibujo. En base al sistema elegido por Usted, escriba la aceleración, velocidad y posición de un proyectil en función del tiempo, si el mismo sale desde el barco enemigo con velocidad inicial v_0.

b) Determine la trayectoria (y(x)) del proyectil.

c) Si la velocidad del disparo (v_0) es igual 720 km/h, indique si el proyectil supera la cima de la montaña. En caso afirmativo, determine a qué distancia de la orilla *Este* el proyectil cae al agua. En caso negativo, determine la altura a la cual el proyectil impacta en la montaña.

d) Determine la velocidad inicial mínima del proyectil para que supere la cima de la montaña.

e) Indique cuál es el rango de distancias, medidas desde la orilla *Este*, para las cuáles un barco está fuera del alcance de los proyectiles disparados por la embarcación enemiga.

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

PT62. Colegio Tomás Godoy Cruz
Ciudad de Mendoza.

Una campana de buzo de forma cilíndrica, con una altura de 2,50 m y un diámetro de 1 m, está cerrada en la parte superior y abierta en la parte inferior.
La campana se baja desde la superficie del océano (donde el aire está a una presión de 1 atm y a una temperatura de 20°C) al agua de mar. La campana desciende hasta una profundidad, medida desde el fondo de la campana, de 82,3 m. A esa profundidad, la temperatura del agua es de 4°C y la campana está en *equilibrio térmico* con el agua. Suponga al aire como un gas ideal.

a) Determine el número de moles de aire dentro de la campana.

b) A la profundidad alcanzada: ¿cuánto subirá el nivel del agua dentro de la campana?

c) Calcule la presión mínima necesaria del aire, dentro de la campana, para sacar el agua que entró.

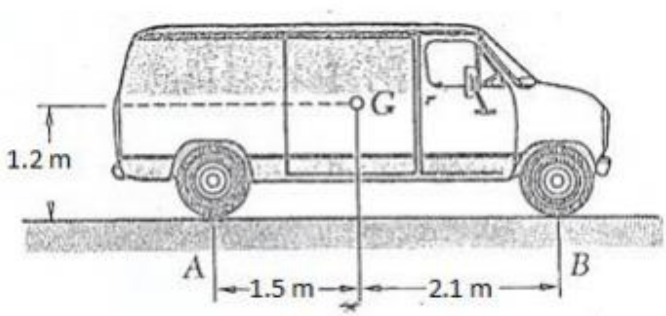
Datos:

Densidad del agua de mar $\rho = 1{,}025\ g\ cm^{-3}$

$$1\ atm = 1{,}01325 \times 10^5 Pa$$

PT63. Colegio Tomás Godoy Cruz
Ciudad de Mendoza.

Considere una camioneta de masa M = 2000 Kg con las características indicadas en la Figura, donde G indica el centro de masa de la camioneta. Cuando la velocidad del camión es de 30 m/s, se aplican súbitamente los frenos de manera que las ruedas dejan de rotar y el camión se detiene a los 60 m.



a) Calcule la aceleración de frenado del camión, suponiendo desaceleración constante.

b) Calcule el tiempo que tarda en frenar el camión.

c) Calcule el coeficiente de rozamiento.

d) Calcule la magnitud de la normal y de la fuerza de rozamiento en cada rueda delantera.

e) Calcule la magnitud de la normal y de la fuerza de rozamiento en cada rueda trasera.

PT64. Instituto Eduardo L. Holmberg
Quilmes, Buenos Aires.

El prestigioso Dr. Jaime se encontraba disfrutando de sus vacaciones laborales en el interior del país cuando lo sorprendió la noticia de la implementación del aislamiento

social preventivo y obligatorio. Fue entonces cuando decidió subirse al auto y retornar a su hogar para volver a ejercer su trabajo esencial en el hospital.
Cuando se encontraba a 110 km de llegar recordó que le había dado las llaves de la casa a su hermano para que cuidara de su gato. Es entonces cuando decide llamarlo y éste le dice que estaba haciendo compras en su comercio de proximidad ubicado a 490 metros (en dirección opuesta) de la casa de Jaime, pero que tenía por delante una fila larga y estima tardará 50 minutos en finalizar las compras.

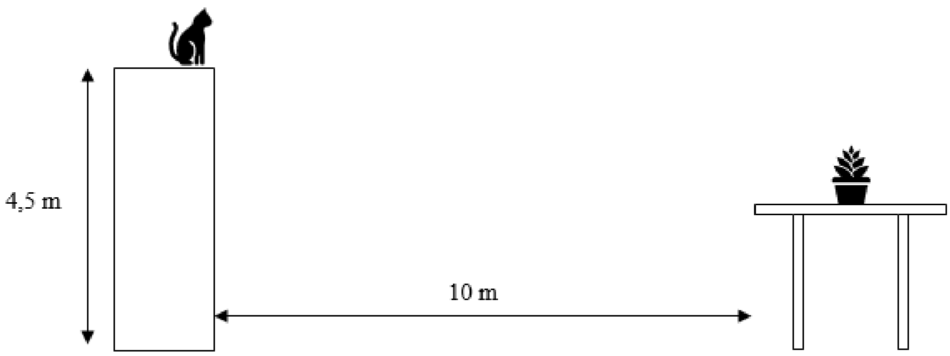
a) Si Jaime conduce a 125 km/h y su hermano, al finalizar las compras camina a 1,15 m/s. ¿Cuánto demorarán en encontrarse desde el llamado telefónico? ¿Quién esperará a quién?
b) ¿Cuál será la aceleración que debería tener Jaime de manera tal que llegue a su casa al mismo momento que su hermano?

Al llegar, Jaime se entera que su querido hermano ha perdido la llave de la entrada principal al edificio donde vive. Es entonces cuando decide pedirle a su vecina que le arroje las llaves por el balcón así puede abrir la puerta. La señora vive en el 10mo piso a 35 metros del nivel del suelo y en la vereda hay un árbol de 7 metros de alto cuya copa se extiende a lo largo de 6 metros, medidos en línea recta desde el edificio hasta la ubicación de Jaime.

c) ¿Cuál debe ser el valor de velocidad mínimo tal que las llaves no queden atrapadas en el árbol si la señora las arroja con un ángulo de 20° respecto de la horizontal?
d) Si las arroja a una velocidad un 20% más alta que la mínima, ¿a qué distancia del edificio caen las llaves?

PT65. Instituto Eduardo L. Holmberg
Quilmes, Buenos Aires.

Finalmente Jaime logra ingresar a su departamento, pero al hacerlo encuentra que su gato está subido al altillo y no quiere bajar. Al no disponer de una escalera, decide empujar una mesa para subirse a la misma y alcanzar a su amada mascota.



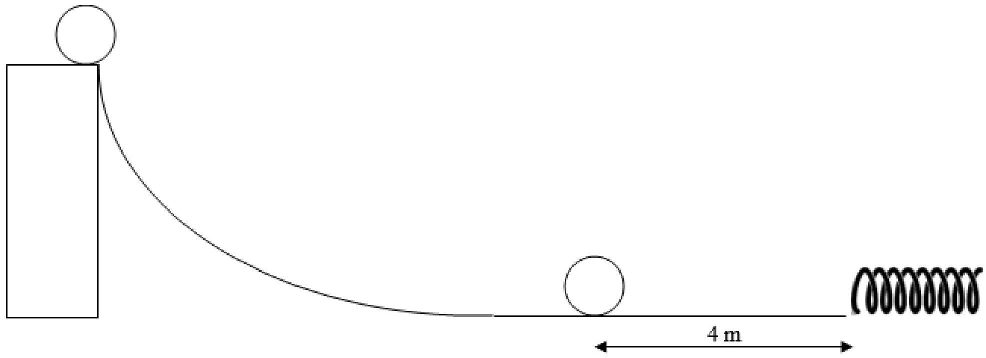
Calcular:

a) ¿Qué fuerza máxima puede hacer Jaime sobre la mesa sin que se deslice el centro de mesa que está apoyado encima?
b) Realizar un diagrama de cuerpo libre de la situación. ¿Cuál es el trabajo realizado por las fuerzas de rozamiento?

Datos: m_{mesa}=13,5 kg; m_{gato}=2,1 kg; m_{maceta}= 750 g; μ_e=0,6; μ_d=0,4
Escriba todas las suposiciones que realice.

PT66. Instituto Eduardo L. Holmberg
Quilmes, Buenos Aires.

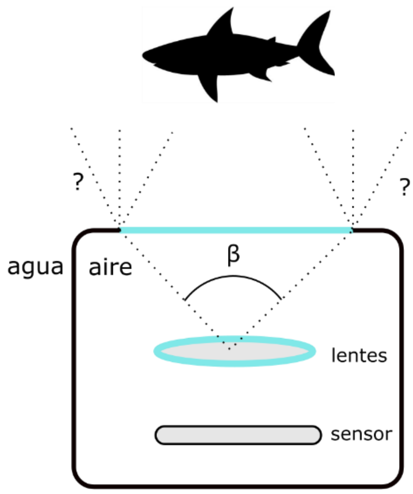
Al bajar el gato, Jaime hace rodar una vieja bola de bowling que tenía encima del altillo y cae por una rampa que utiliza para bajar cosas del mismo. Luego del descenso, impacta sobre otra bola que se encontraba en el piso y la primera permanece quieta después del choque.
Datos: m_{bola1}=3 kg; m_{bola2}=3,5 kg; $K_{resorte}$=90 N/m



a) ¿Cuál será la velocidad de la bola 2 luego del choque?
b) ¿Cuánto se comprimirá el resorte?
c) ¿Qué tipo de colisión se dio? Calcular el trabajo que debería realizar una fuerza no conservativa sobre la segunda bola para que se detenga un instante antes de tocar el resorte.

PT67. Escuela ORT - Sede Almagro
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Cámara subacuática.
Para el diseño de una cámara que permita sacar fotos bajo el agua, se utilizó un juego de lentes de diferente radio de curvatura que, para fines prácticos, podemos modelizar como una única lente de distancia focal f = 50mm. Se utiliza, para captar la luz y convertirla en imagen, un sensor *full frame*, lo que significa que la superficie colectora de luz es un rectángulo de 36mmx24mm, porque 36mm es el largo del típico "rollo" de las cámaras analógicas.
La cámara se construye en una caja de acrílico de 10cmx10cm, donde se colocan el juego de lentes y el sensor en un medio que es prácticamente aire. La caja está sellada herméticamente y tiene una cara (hacia donde apunta la lente) transparente, por la cual entra toda la luz del medio externo, que es agua.



a) Indicar a qué distancia de la cara transparente habría que ubicar las lentes y el sensor para construir la imagen sobre este último.
b) Se define el campo angular como el ángulo máximo desde donde puede entrar la mayor cantidad de luz en el sensor de una cámara. En nuestro caso, ese ángulo se define con la diagonal del rectángulo del sensor, porque es la distancia más grande que se puede alcanzar. Un campo angular pequeño permite ver una sección muy pequeña de un paisaje. Definir el valor del campo angular de la cámara dentro de la caja, definido por el ángulo **β**

c) Considerando que el espesor del acrílico es despreciable, definir el campo angular de la cámara una vez sumergida en el agua.
d) Esta cámara será utilizada por una bióloga marina especializada en el seguimiento de tiburones blancos. Los machos alcanzan su madurez sexual a los 10 años, mientras que las hembras entre sus 12 y 18 años. A esa edad, los tiburones miden unos 4 metros de largo. Calcular la distancia a la que tendría que estar la bióloga de un tiburón así para que, con su cámara, pueda sacarle una foto de cuerpo completo.

Datos: $n_{aire} = 1$ $n_{agua} = 1{,}33$

PT68. Escuela ORT - Sede Almagro
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Una mamushka para el mate.

El origen del calorímetro es argentino y ruso. O al menos así corre el mito, sin ser chequeable en absoluto.
Resulta que si tenés un tacho de telgopor de 6cm de diámetro y 9cm de altura, lleno de agua a 90ºC, destapado, se va a enfriar. Sobre todo si en el ambiente hay una temperatura de T_a = 25ºC que es más baja que la del agua.

a) Hallar la cantidad de agua que hay en el tacho y el calor que va a perder hasta llegar a los 60ºC.
b) Existe una relación, conocida como la **ley de Newton** de enfriamiento, que dice que la "velocidad" con la que se pierde calor en un sistema que se enfría (es decir, la potencia térmica, $P = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$) es proporcional a la diferencia de temperatura entre el sistema y el ambiente. Es decir:
$$P = -d\,(T - T_a)$$
donde *d* es una constante de proporcionalidad.

Si registramos que el agua baja 10 grados su temperatura en 3 minutos, hallar la constante de proporcionalidad. ¿Cuánto tiempo tardará en llegar a los 70ºC? ¿Y a los 60ºC?

c) Para evitar que se enfríe por evaporación, una buena idea es tapar el recipiente, de manera tal que ahora el efecto físico que más pesa en el enfriamiento es la **conducción** por las paredes. La conducción describe el flujo de calor a lo largo de un material en el cual hay un **gradiente** de temperatura. La ley de Fourier para la conducción térmica establece que la potencia térmica transferida a lo largo de una pared delgada plana de área A viene dada por:
$$P = -kA\frac{\Delta T}{\Delta x}$$
donde Δx describe al espesor de la pared y ΔT la diferencia de temperatura entre sus caras. Es justamente el cociente $\frac{\Delta T}{\Delta x}$ lo que se llama gradiente de temperaturas. La letra *k* es la **conductividad térmica** del material.

Bajo estas condiciones, hallar la potencia térmica de este sistema con el que se enfría. Calcular el tiempo que tarda en llegar a los 80, 70 y 60 grados, y compararlos con los del punto anterior.

d) El mito cuenta que un argentino tomaba mate de la pava directo cuando conoció a un ruso, que observó lo fácil que se le enfriaba el agua así. Después de charlar de la perestroika, se les ocurrió que si metían un material conductor dentro de otro, demorarían más la salida del calor de la pava, conservando la temperatura por más tiempo. Fueron nomás al garage del argentino a probar la idea, y metieron nuestro vasito de telgopor dentro de uno igual pero de aluminio del mismo espesor, dejando en el medio aire también del mismo espesor. Es decir, entre el agua y el ambiente había 3 materiales diferentes. Pusieron el agua, un termómetro y esperaron. Los resultados los sorprendieron. Habían inventado el calorímetro.

Inmediatamente patentaron el invento, pusieron una empresa y le vendieron un diseño similar a nuestra escuela.
A fines prácticos, estos tres materiales de espesor e pueden pensarse como un único material de espesor *3e* con una conductividad equivalente. Hallar dicha conductividad.

Datos

Calor específico del agua: c = 1 cal/gºC
Conductividad del telgopor k_{tel}= 0,033 W/mºC .
Conductividad del aluminio k_{Al} = 205 W/mºC .
Conductividad del aire k_{aire} = 0,024 W/mºC .
Espesor de las paredes del telgopor: *e* = 3mm
Densidad del agua: ρ = 1g/cm3

PT69. Escuela ORT - Sede Almagro
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

La revelación de Galileo.

Apolonio de Perge (262-190 a.C.) fue un geómetra y astrónomo griego de la antigüedad, que pasó a la historia por construir las hoy llamadas *cónicas de Apolonio*, una serie de curvas que se obtienen construyendo un cono y cortándolo en diferentes ángulos. Los contornos de las superficies que quedan una vez que es cortado forman esas curvas. La familia de curvas está conformada por el círculo, la elipse, la parábola y la hipérbola. Hasta ahí, una curiosidad geométrica.

Lo que es sorprendente, o al menos a Galileo así le pareció, es que la naturaleza sigue esas curvas en su comportamiento respecto a los movimientos. Un temprano Galileo sostendría que el sol se mueve en círculos alrededor de la Tierra. Pero aun volviéndose copernicano, sostendría que la Tierra se mueve en círculos alrededor del sol. Incluso al detectar las lunas de Júpiter, éstas girarían en círculos alrededor del planeta. Había oído la propuesta de movimiento planetario de Kepler sobre un movimiento elíptico.

Pero en la superficie de la Tierra, las curvas cónicas también tendrían lugar. Sobran los experimentos de Galileo para convencerse de esto. El mito de que se subía a la Torre Eiffel a revolear cosas para medir cuánto tiempo tarda en caer, o el hecho de que él haya inventado el paradigmático problema del plano inclinado. En este problema, veremos otro dispositivo donde esta relación se vuelve a poner en evidencia, esta vez, asociada a la música.

La experiencia es la siguiente: con un hilo de masa despreciable se anudaron 5 tuercas o masas pequeñas (para nuestros fines, iguales) a la misma distancia l unas de otras. Al sostener una y dejar colgando las demás en vertical, Galileo las dejaría caer sobre una chapa o superficie de metal. Cada vez que una de las tuercas golpee la chapa, se escucharía un sonido, y sería ese sonido el que ayudaría a describir el comportamiento de la caída de la cuerda.

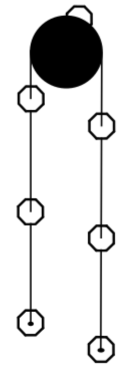
a) Si la cuerda tiene 5 tuercas separadas entre sí por un *l* = 1m y la tuerca más cerca del piso también está a una distancia *l* de la chapa, hallar el tiempo que tarda cada tuerca en golpear la superficie y la diferencia de tiempo que hay entre el sonido de la primera tuerca y la segunda, la segunda con la tercera, la tercera con la cuarta, y así. ¿Cómo describirías lo que se escucha?

b) Galileo ahora cambia su sistema, y ata las tuercas de la siguiente manera: la más baja está igual a distancia 1m del suelo, la segunda está a 3m de la anterior tuerca, la tercera a 5m de la segunda, la cuarta a 7m de la tercera y la quinta a 9m de la cuarta. Volvé a hallar ahora la distancia temporal en el impacto entre cada una de las tuercas con la chapa. ¿Cómo se escucha ahora eso? ¿Qué diferencia hay con el punto anterior?

c) El sistema anterior no es al azar, sino que hay una relación en las distancias elegidas por Galileo para separar las tuercas que aseguran ese efecto sonoro. Una relación que, sorprendentemente, tiene mucho que ver con una de las cónicas de Apolonio. Si quisiera colocar n tuercas, estando la más baja a una distancia *l* = 1m del piso hallar, la separación que tiene que tener la enésima tuerca de la siguiente.

d) Hay al menos una distancia *l* que te permite escuchar golpeteos a la chapa con una frecuencia regular de 10Hz. Hallar esa distancia aprovechando lo encontrado en el punto anterior.

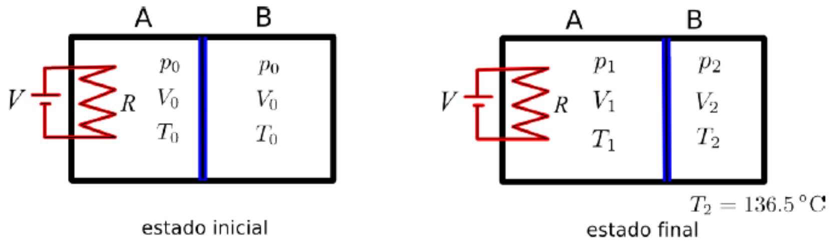
e) Se apoya ahora una cadena con *n* = 7 tuercas sobre una roldana como se muestra en la figura 3, con tres tuercas de un lado y cuatro del otro, estando la cuarta en el borde de la roldana. Las tuercas son lo suficientemente pequeñas como para no generar un rozamiento significante sobre la roldana ni para que se trabe. En este sistema las distancias también son diferentes entre sí para generar el mismo efecto sonoro sobre la chapa, solo que la chapa tiene un agujero por donde la tuerca, cuando llega a su altura después de caer, la golpea, suena, y luego sigue cayendo. Hallar una expresión que indique las distancias entre las tuercas, o bien, los valores de esas distancias.



Datos: g = 9,8m

PT70. Escuela de Agricultura General Alvear, Mendoza.

Un recipiente adiabático contiene posee un volumen inicial de 44,8 l. El mismo está dividido por un material aislante en 2 compartimientos iguales como lo indica la figura.
Cada compartimiento contiene un mol de Helio en estado gaseoso y además tienen igual temperatura de 0 °C.



Con una resistencia eléctrica colocada en el compartimento A circula una corriente que genera calor lentamente por efecto Joule y cambia el estado termodinámico del sistema, es decir, el gas en los diferentes compartimientos cambia sus presiones, volúmenes y temperaturas. En particular, se encuentra que después de un tiempo t el gas en el compartimiento B ha alcanzado una temperatura de 136,5 ° C
Determinar:

a) La presión y volumen del compartimiento B
b) Determina la presión, volumen y temperatura finales del compartimento A
c) Determina el cambio de energía en ambos compartimentos.
d) El tiempo t en el que la resistencia eléctrica confiere calor al sistema, sabiendo que dicha resistencia tiene el valor R = 242 Ωy que está conectada a una fuente de voltaje de 220 V

PT71. Escuela de Agricultura
General Alvear, Mendoza.

Un haz de electrones pasa sin ser desviado de su trayectoria rectilínea horizontal a través de dos campos, eléctrico y magnético, mutuamente perpendiculares. El campo eléctrico está producido por dos placas metálicas paralelas separadas una distancia d=1cm y conectadas a una diferencia de potencial de 80 V y el campo magnético tiene un valor $B=2\cdot10^{-3}$T. A la salida de las placas, el campo magnético sigue actuando y se observa que el haz de electrones describe una trayectoria circular de 1,14 cm de radio.

a) Realizar un esquema de la experiencia indicando claramente la dirección y sentido en la que actúan los campos eléctrico y magnético
b) Calcular la velocidad de los electrones.
c) Hallar la razón carga masa de los electrones
d) Calcular el tiempo que cada electrón invierte en recorrer una circunferencia completa

PT72. Escuela de Agricultura
General Alvear, Mendoza.

Luna se encuentra a $3{,}84\cdot10^{8}$ m de la Tierra. La masa de la Luna es $7{,}35\cdot10^{22}$ kg y la de la Tierra $5{,}98\cdot10^{24}$ kg.
Calcular:

a) La energía potencial gravitatoria de la luna debido a la presencia de la tierra
b) ¿A qué distancia de la tierra se cancelan las fuerzas gravitatorias de la luna y de la tierra sobre un objeto situado en ese punto?
c) El periodo de giro de la luna alrededor de la tierra.

PT73. Escuela ORT - Sede Belgrano
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Se tiene una pava eléctrica que está compuesta por una resistencia de 5000 mΩ y que funciona con una corriente de 2A. La capacidad de la pava eléctrica es de 2 litros. La pava tiene como ventaja que contiene un medidor de temperatura. Algo útil para realizar experimentos.

a) En un primer momento se introduce medio litro de agua a 20ºC y unos 200 cm^3 de cubitos de hielo a -15ºC. ¿Cuál será la temperatura de equilibrio del sistema?
b) ¿Cuánta energía se le deberá entregar al sistema para que llegue a una temperatura de 100ºC? ¿Cuánto tiempo se tendría que mantener encendida la pava para lograrlo?
c) Inmediatamente después de alcanzar los 100ºC en el agua la pava se apaga y se introduce una cuchara de cierto material desconocido pero que tiene una masa conocida de 100g . La cuchara está a temperatura ambiente (23ºC en este caso). ¿Cuál será el calor específico de ese material desconocido si la temperatura de equilibrio es 93ºC?
d) Si por último el objetivo es volver a encender la pava y lograr que se evapore toda el agua y solo quede la cuchara. ¿Cuánto tiempo tomará eso?

Datos

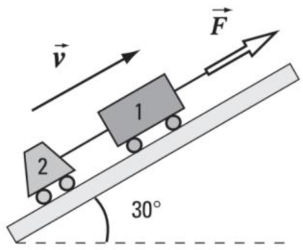
CeAgua = 1 cal/gºC, CeHielo = 0,5 cal/gºC, Lsolid = 79,7 cal/g, Lvap = 539 cal/g

PT74. Escuela ORT - Sede Belgrano
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Se quieren realizar experimentos de dinámica en Marte para estudiar el comportamiento de la gravedad en el planeta y para ejemplificar la validez de las leyes de Newton en el mismo.

a) Marte tiene una masa de 6,39 x 10^23 kg y un radio de 3389,5 km. ¿Cuál será la gravedad en Marte?

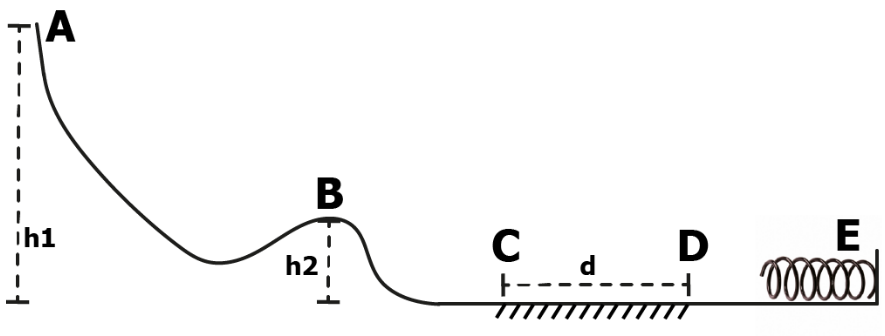
b) Se tiene el siguiente sistema. Donde el bloque 1 tiene una masa de 5kg y el bloque 2 tiene masa de 10kg. Si suben a una velocidad constante, ¿Cuánto debe valer esa fuerza?



c) Si ahora se corta la soga y el bloque 2 está a una distancia de 4 metros del piso. Escribir las ecuaciones de la posición y de la velocidad en función del tiempo para el bloque 2. ¿Con qué velocidad llegará al piso? ¿Cuál será la aceleración del sistema?
d) Si se quiere que el sistema con esta configuración no se mueva. ¿Cuál debería ser, como mínimo, el coeficiente de rozamiento estático de los bloques con el piso para que el rozamiento no permita que los bloques caigan por la rampa?

PT75. Escuela ORT - Sede Belgrano
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

En un parque de juegos temático se tiene una pista de carrera como muestra la figura. Por la pista se pueden lanzar pelotitas de distintas masas. En este caso se suelta una pelota de 50 gramos desde el punto A.



Datos
d = 400 cm, μd = 0,6, k = 500 N/m

a) Sabiendo que la compresión del resorte en el punto E es de 20 cm. ¿Cuál es la altura del punto A?
b) ¿Cómo será la altura del punto B si pasa por el punto con una velocidad de 20 m/s?
c) ¿En dónde se detendrá finalmente la pelota? ¿Cuántas veces rebota contra el resorte? ¿Qué sucedería si no existiese el área con rozamiento?
d) ¿Cuánto debería medir de largo el área con rozamiento si se quiere que solo rebote una vez con resorte? Es decir que se detenga exactamente en el punto C al rebotar.
e) ¿Cuánto debería tener de masa la pelotita como mínimo si se quiere lo mismo que en el punto anterior pero sin cambiar el largo del área?

PT76. Escuela Philips
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Abra Cajabra.

Lara es fanática tanto de las ciencias como de la magia y ha conseguido un trabajo como asistente de un mago de nivel internacional, el famoso Holubini. El trabajo de Lara consiste en colaborar con el diseño y la puesta en escena de interesantes trucos e ilusiones, intentando poner en todo una cuota científica.
Como el mundo de la magia es muy competitivo, Lara ha diseñado una caja “mágica” en la cual el fantástico e inigualable Holubini guarda sus tres más preciados elementos de trabajo: el generador de trucos, el descifrador de trucos y claro que sí, la varita mágica.
La noche previa a la presentación de Holubini en el gran teatro virtual de Monrovia, un malvado y envidioso mago decide entrar en la habitación secreta en donde la caja mágica se encuentra guardada. Su objetivo es acceder al interior de la caja y robar los tres elementos. Lleva consigo diferentes herramientas pero, para su sorpresa, ninguna es adecuada para romper la caja (porque es mágica e indestructible). La única opción es lograr abrirla a través del sistema de claves que ha diseñado Lara.
El “truco” consiste en resolverlas en menos de 1,5 zooms ($= 60min$), tiempo después del cual la caja emite un pulso (mágico desde luego) que atrapa en la dimensión virtual (y para siempre) a la persona que está intentando abrirla y sus colaboradores. Afortunadamente para el malvado mago, usted lo asiste de forma on-line y, con sus conocimientos físicos, intentará acceder a la caja.

Primera Contraseña: Acceso al generador de trucos

Un panel de la caja tiene tres orificios y en cada uno de ellos puede colocarse un cilindro. Junto a la caja hay 3 cilindros, cada uno de los cuales es una resistencia variable con un cierto número de posiciones. Una vez que un cilindro se coloca en un orificio, puede rotarse en pasos discretos funcionando como una llave selectora. Cada posición corresponde a una resistencia cuyo valor (en ohms) coincide con el número en la escala. La figura 1 muestra los 3 cilindros disponibles.

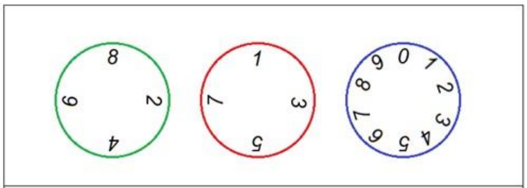


Figura 1

La figura 2 muestra el panel con los orificios. La marquita en la parte superior de cada compartimento indica la posición en la que debe colocarse el valor que se considere correcto al rotar los cilindros.

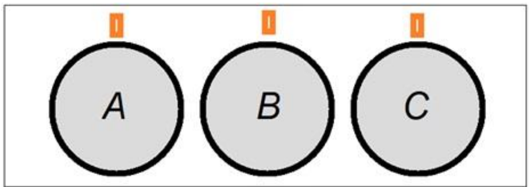


Figura 2

En un estante de la habitación se encuentra un cuaderno con anotaciones de Lara. Dentro del cuaderno hay un plano que corresponde al sistema interno de la primera contraseña. Se trata de un esquema eléctrico el cual se muestra en la figura 3. El sistema opera de tal forma que la cerradura de acceso al generador de trucos se abrirá por la acción se un sistema mecánico, y esto ocurrirá cuando la aguja del amperímetro (ideal) se encuentre en la posición CERO y con todos los cilindros colocados.

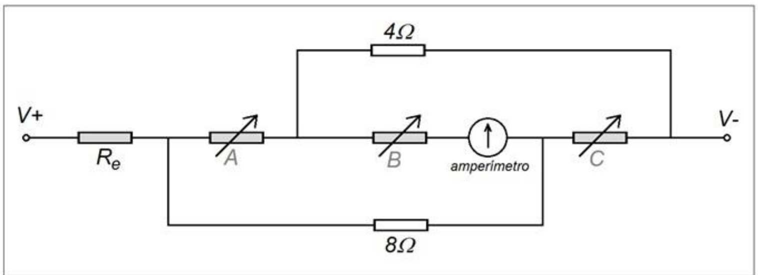


Figura 3

La resistencia $R_e = 3\Omega$ se encuentra en el interior del dispositivo y no es accesible.

a) Obtenga una contraseña correcta para abrir la caja y acceder al generador de trucos e indicando qué cilindro (verde – rojo – azul) debe colocarse en cada orificio (A-B-C)
b) Determine si la contraseña (en valor numérico) es única. Si es el caso, demuéstrelo. Si existen más contraseñas posibles con los cilindros disponibles, obtenga cada una de ellas.
c) Determine si existe/n otra/s contraseñas/s que pudieran activar el sistema colocando cilindros de valores diferentes a los disponibles. De existir, presente los valores correspondientes o bien demuestre que no pueden existir.

Obtenida la contraseña (**y aun si no la tuviese y fuese probando**), en el cuaderno se aclara que las características de **todas las resistencias** son tales que, a través de ninguna de ellas puede circular una intensidad de corriente que supere los $500mA$. Si esta condición no se cumpliese, un sistema de alarma dispararía el pulso mágico, dejándolo atrapado para siempre en la dimensión virtual. En una caja usted encuentra 3 pilas de $1{,}5V, 4V\ y\ 9V$. El compartimento para la alimentación entre bornes del circuito admite la colocación de una sola pila.

d) Decida cuál/es de estas tres pilas, si es que alguna, le va a servir para accionar el dispositivo cuando la contraseña sea la correcta
e) Evalúe si, estando colocada ya la pila y el cilindro central, hay inconveniente alguno en colocar primero el cilindro A y luego el C (no simultáneamente) pero en las posiciones correctas de la contraseña.

Segunda Contraseña: Acceso al descifrador de trucos

Otro panel de la caja tiene dos ranuras y en cada una se puede colocar un eje sobre el cual va montada una lente delgada. Una fuente de alta tensión energiza un tubo que emite un rayo láser el cual debe ser adecuadamente redireccionado para incidir en un componente electrónico foto-receptor, el cual a su vez activa la apertura del compartimento donde se encuentra el descifrador de trucos. La figura 4 muestra el esquema frontal del panel. En el interior, el rayo láser ingresa horizontalmente desde la izquierda de modo que su dirección es perpendicular al plano focal de las lentes si estas se encontrasen orientadas verticalmente. La figura 5 muestra una perspectiva que tal vez aclare un poco el asunto en términos de orientación espacial.

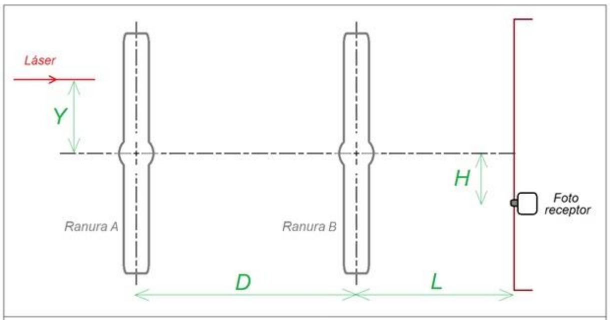


Figura 4

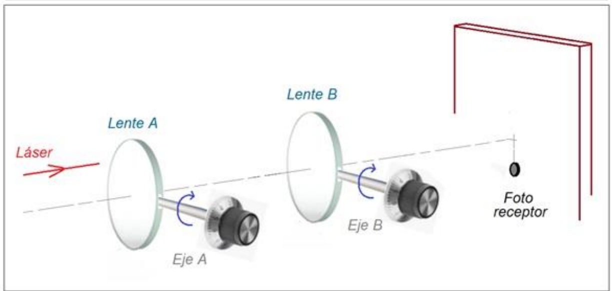


Figura 5

D = 12,0cm   L = 4,2cm   Y = 7,5cm   H = 2,3cm

En el mismo estante en el cual se encontraba el cuaderno de anotaciones de Lara, hay una caja que contiene seis lentes delgadas (ideales), circulares y de 30cm de diámetro. Cada lente se encuentra montada sobre un eje con perilla selectora angular. Las lentes se pueden colocar en los orificios de la caja y entran de una sola forma, que garantiza que el CERO de la perilla angular quede en la posición vertical superior con las lentes inicialmente orientadas como se ve en la figura 5. Luego la perilla puede rotarse en sentido horario para lograr el giro de la lente en el interior de la caja, con la consecuente variación del ángulo con el cual el láser incide en la lente. La rotación de las perillas permite una exactitud de 1° en la elección del ángulo, suficiente para variaciones verticales del punto de incidencia del rayo en el receptor (dado su tamaño). La figura 6 muestra las seis lentes disponibles.

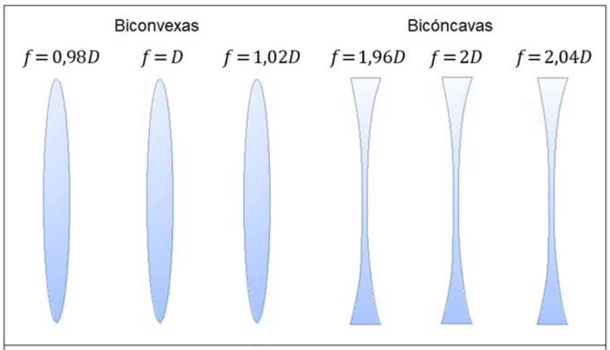


Figura 6

Si el dispositivo permite el accionamiento únicamente cuando en cada orificio hay una lente:

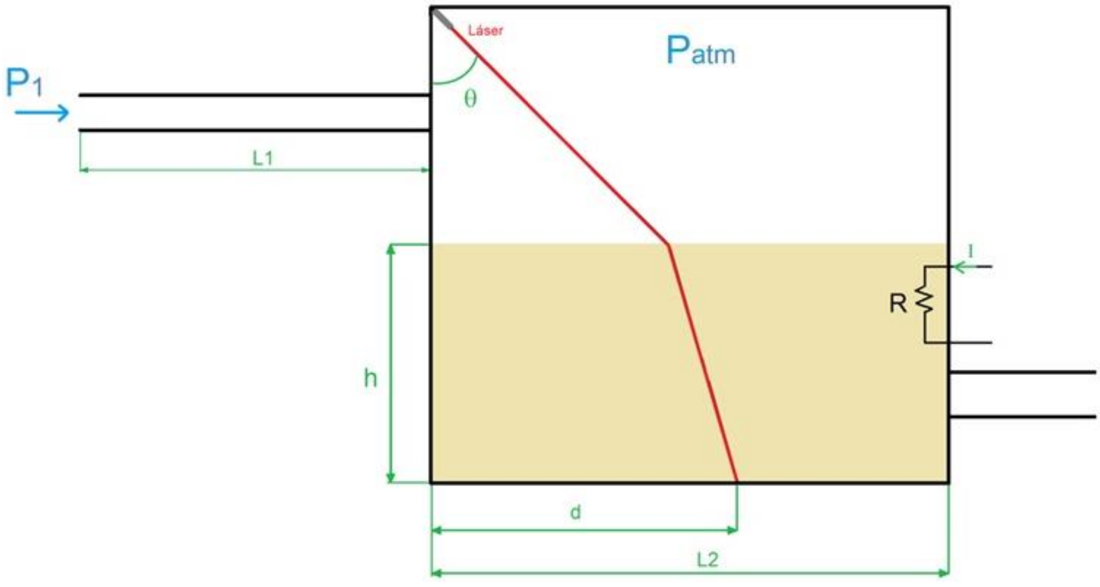
a) Determine una combinación de lentes para los orificios (A-B) de modo que el rayo láser alcance el foto-receptor y active el mecanismo de apertura para acceder al descifrador de trucos.
b) Para la elección de lentes del ítem anterior, indique el ángulo que debe rotarse cada perilla (A-B), desde la posición inicial de colocación, para que generar una contraseña correcta y lograr abrir el compartimento que da acceso al descifrador de trucos.

Tercera Contraseña: Acceso a la varita mágica

La información para acceder al compartimento que esconde la varita mágica tal vez sea revelada algún día a aquellos que hayan logrado obtener correctamente las primeras dos contraseñas.

PT77. Escuela Philips
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Usted es contratado en una fábrica para mejorar un proceso industrial clave para la realización del producto. Durante este proceso, la sustancia secreta X ingresa en fase liquida por medio de una tubería horizontal de longitud $\boldsymbol{L_1 = 2m}$ y radio $\boldsymbol{r = 0.1m}$ a un tanque cubico de lado $\boldsymbol{L_2 = 1.2m}$. Para medir el nivel del líquido, se utiliza un medidor óptico que consta de un láser en la esquina superior izquierda, apuntando hacia abajo con un ángulo de $\boldsymbol{\theta = 30°}$. En el fondo del tanque se encuentra un detector óptico que devuelve la posición **d** en la que el haz de luz toca el fondo.



a) Calcular la altura h del líquido en función de la distancia d en la que se detecta el láser

El detector también tiene un modo dinámico, en el que devuelve la velocidad media con la que el haz barre el fondo del tanque, en este caso, $\boldsymbol{v = 0.03 m/s}$ hacia la izquierda.

b) A partir de esta velocidad, calcular el caudal de líquido.

Uno de los primeros cambios que decide hacer es mejorar la bomba que se utiliza para llevar el líquido, que ingresa a la bomba prácticamente sin velocidad, hasta el tanque. Para eso necesita los parámetros característicos de la bomba. Considere que en el proceso de llenado, el tanque se mantiene a presión atmosférica. A partir de los datos y resultados anteriores,

c) Calcular la presión P_1 que aplica la bomba al líquido a la entrada de la tubería, necesaria para mantener ese caudal

El siguiente paso en el proceso es el de calentamiento. Una vez que el nivel del líquido llega a $\boldsymbol{h_0 = 0.8m}$, se cierra la tubería y la sustancia X, inicialmente a una temperatura ambiente de **T_0 = 25°C**, se debe calentar hasta una temperatura **T=55°C** en el tanque cerrado. Asumiendo que las paredes del tanque son aislantes térmicas:

d) Calcular la cantidad de calor necesaria durante el proceso

Esta energía es suministrada por una resistencia $\boldsymbol{R = 10k\Omega}$ dentro del tanque por la que circula una corriente **I**. Si se sabe que el proceso de calentamiento debe durar $\boldsymbol{\Delta t = 150s}$ para que el proceso no se convierta en un cuello de botella,

e) Calcular la corriente I necesaria

Para asegurarse de que se llegó a la temperatura deseada, no solo se mide la temperatura con termómetro, sino que también se mide la presión del aire dentro del tanque, para tener dos métodos distintos de sensado.

f) Calcular la diferencia de presión del aire entre el principio del proceso y el final

Una vez que se calienta la sustancia, se abre otra compuerta que deja fluir el líquido hacia otro tanque para seguir con el proceso industrial. Hasta ahora todo parecía estar bien. Pero al hacer funcionar la maquinaria notó que el caudal de entrada era menor al previsto, registrándose una velocidad de laser de **v1=0.027m/s**. Después de mucho pensarlo, se dio cuenta de que esto debía ser una cuestión de viscosidad. Recordó de su época como estudiante secundario la relación entre la viscosidad y el caudal, la llamada Ley de Poiseville, válida para líquidos a velocidad constante en régimen laminar:

$$Q = \frac{\pi r^4 \Delta P}{8L\eta}$$

Donde Q es el caudal en la tubería, L y r el largo y radio de la tubería respectivamente, η la viscosidad del líquido y ΔP la caída de presión por viscosidad (puede considerarse como un término más en la ecuación de Bernoulli). Sabiendo esto,

g) Calcule la caída de presión ΔP por viscosidad y utilice este resultado para obtener la viscosidad de la sustancia X.

Pero usted nota también que para el caso de la salida de líquido del tanque, la velocidad de salida no es la misma que la calculada, aun tomando en cuenta la viscosidad. Realizando un análisis similar al anterior, usted calcula que la viscosidad a la salida es de η = 0,352 Pa.s. Investigando un poco, usted encuentra que la viscosidad depende de la temperatura de la siguiente manera:

$$\eta = Ae^{B/T}$$

h) Calcular los coeficientes A y B a partir de los datos estipulados

Datos de la Sustancia X

Índice de refracción: $\boldsymbol{n_x = 1.6}$

Densidad: $\boldsymbol{\rho_x = 1154\ kg/m^3}$
Calor específico: $\boldsymbol{c_x = 6.64\, J/g°C}$
Coeficiente de dilatación volumétrica: $\boldsymbol{\beta_x = 3,5 \times 10^{-4}\ \ 1/°C}$

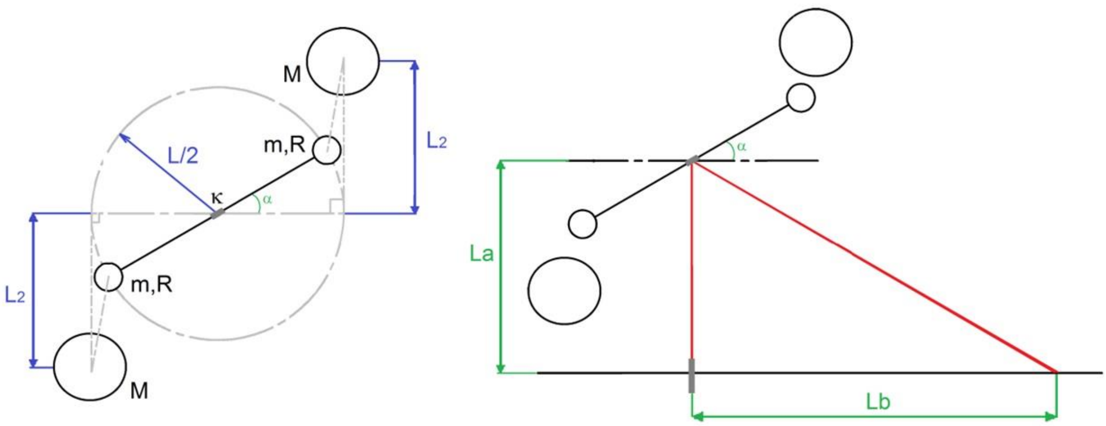
Datos del Aire
Índice de refracción: $\boldsymbol{n_{aire} = 1}$
Calor especifico del aire: $\boldsymbol{c_{aire} = 1\, J/g°C}$ (considérese constante)
Masa molar del aire: $\boldsymbol{M = 28.84\ g/mol}$
Presión Atmosférica: $\boldsymbol{Patm = 101325\ Pa}$

PT78. Escuela Philips
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

En 1797, Henry Cavendish realizó un experimento para calcular la fuerza gravitatoria entre dos masas, predicha teóricamente por Newton alrededor de 100 años antes. Al conocer la historia, intrigados, Matías y Jorge, dos jóvenes ingenieros recién recibidos decidieron realizar el experimento y tratar de calcular la constante gravitatoria de Newton por su cuenta. El experimento consiste en un péndulo de torsión. Un péndulo de torsión está formado por un alambre que al girar un ángulo α, experimenta un momento restitutivo (que trata de devolver el alambre a su posición no rotada)τ, tal que:

$$\tau = \kappa\alpha$$

Siendo K la constante de torsión del alambre. Este péndulo de torsión está formado por dos esferas chicas, unidas por una barra de masa despreciable y longitud $\boldsymbol{L = 2m}$. La barra se cuelga en el medio con el alambre de torsión. Cada masa se acerca a otra esfera, más grande, de manera que midiendo el ángulo de equilibrioα se puede calcular la fuerza gravitatoria entre las masas m y M, y por ende, G. Las masas grandes se encuentran a una distancia $\boldsymbol{L_2 = 0.3m}$ del péndulo como se muestra en el siguiente diagrama (no a escala).



Matías y Jorge consiguieron las esferas macizas, 2 de radio $\boldsymbol{R = 5cm}$ y 2 más grandes. Pero no saben las masas de dichas esferas. Jorge pensó en medir la masa con una balanza, pero Matías se percató de que una balanza digital mide la fuerza que soporta del peso, y la convierte en masa usando una constante de gravedad. Medir las masas de esta forma sería ya utilizar un valor para la gravedad, contrario a lo que quieren. Jorge entonces decidió realizar otra medición que no utilice la gravedad. Ató la masa m a un resorte de constante $\boldsymbol{k = 1000N/m}$ (valor que calcularon a partir de las dimensiones y propiedades del resorte, sin involucrar la gravedad), y lo puso a oscilar, midiendo su período de oscilación (**T1 = 0.4867s**). Repitió lo mismo para la masa M ($\boldsymbol{T2 = 4.443s}$).

a) A partir de los períodos de oscilación medidos, calcule m y M.

Por el otro lado, tampoco conocen la constante de torsión del péndulo torsional que armaron. Por lo tanto, al colocar las esferas chicas al péndulo (sin colocar las esferas grandes), lo pusieron a oscilar, obteniendo un periodo de oscilación del péndulo de $\boldsymbol{T3} = \boldsymbol{718.97\ s}$.

b) A partir de este valor, obtener la constante de torsión del péndulo torsional.

Ahora que tienen los parámetros de su experimento, tienen que resolver como medir con precisión el ángulo girado al acercar las masas M. Dado que el péndulo tiene que estar aislado (ya que cualquier otra masa cercana interferiría con el experimento), deciden usar un método óptico. Se coloca en el péndulo, en el medio de la barra, un pequeño espejo de masa despreciable, sin las masas grandes, un láser dispara un haz hacia el espejo. Al acercar las masas, el péndulo gira, cambiando la posición de la imagen final del láser como se ve en la figura anterior (**La=2m, Lb=0.02m).**

c) Calcular el angulo de giro del resorte torsional α
d) Calcular la distancia entre centros de una esfera grande y su correspondiente esfera chica
e) Calcular G

Nota: una ecuación de oscilación mecánica es de la forma $a + \omega^2 x = C$ ó $\gamma + \omega^2\theta = C$ donde a es la aceleración del objeto, x la posición del objeto, γla aceleración angular del objeto, θ la posición angular del objeto y C es una constante arbitraria. De aquí se puede obtener el valor de ω, y por ende el periodo de oscilación ya que $\omega = 2\pi/T$

PT79. UEGP Nº 109 Colegio Integral Dr. Carlos Primo López Piacentini Resistencia, Chaco.

El Equus.

a) Un gaucho en su caballo persigue al pretendiente realista de su hija en un acto de celos. Inicialmente se encuentran a 210 metros de distancia en línea recta, y mientras el joven enamorado corre a lo máximo que dan sus piernas con una velocidad constante de 5 m/s el caballo lo persigue con una rapidez de 12 m/s. ¿Cuánto tiempo tarda el gaucho en alcanzar al desdichado joven?

b) Podemos considerar que el movimiento de la pata del caballo, en su galope, es periódico. Esto significa que tarda siempre el mismo tiempo T en volver a apoyar la pata en el suelo una vez que la levanta. Si consideramos que dicho tiempo T es 0,3 s para el Problema 1. ¿Cuántas veces apoyó el caballo cada una de sus patas durante el tiempo en que el gaucho marchó hasta alcanzar al desventurado joven?

c) En su carrera, el gaucho y el caballo en su conjunto poseen 64800 J de energía cinética debido a su velocidad de 12 m/s. Al momento de aprehender al joven, el gaucho salta de su caballo. Coloque verdadero (V) o falso (F) según corresponda en las siguientes afirmaciones.

AFIRMACIONES	V/F
Si el caballo continúa corriendo con la misma velocidad luego de que el gaucho salta, su energía cinética será 64800 J	
En el instante en que el gaucho salta, su velocidad es aproximadamente 12 m/s	

Una vez en el aire, la trayectoria que describirá en promedio el cuerpo del gaucho será parabólica.	
Si el gaucho adquiere velocidad adicional hacia adelante gracias al impulso de sus piernas contra el caballo al momento de saltar, entonces la velocidad del caballo cambia.	

d) Al regreso, el gaucho montado en su caballo disminuye su velocidad de manera tal que la energía cinética disminuye a la mitad, es decir, a 32 400 J ¿Con qué velocidad regresó?

PT80. UEGP Nº 109 Colegio Integral Dr. Carlos Primo López Piacentini Resistencia, Chaco.

Derrame de petróleo.

"El gobierno de Chubut confirmó ayer que en los últimos días se produjeron dos derrames de petróleo en la costa marítima. El ministro de Ambiente de esa provincia, Ignacio Agulleiro, indicó que el hecho se produjo en áreas operadas por la empresa petrolera Capsa y afirmó que habían "tomado intervención desde el Ministerio, como también desde la Fiscalía Federal y Prefectura".

Un navío con 120 toneladas de petróleo crudo, se encuentra encallado en un banco de arena justo donde desemboca un río en el Atlántico. Todos los intentos de remolcar el barco han fracasado, y las autoridades marítimas reconocen su preocupación de que se produzca un vertido debido a la intensidad de las tormentas que generalmente azotan la costa.

Un grupo de técnicos propone bombear el petróleo de los depósitos del buque, ya que su principal característica es la división de su espacio interior en cisternas individuales, lo que permite separar los diferentes tipos de petróleo o sus productos derivados. De tal manera que luego remolcarlo sería más sencillo.

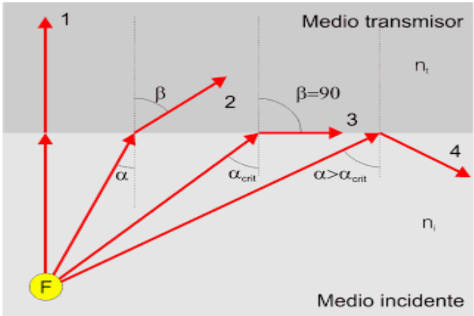
Suponga que el petróleo crudo tiene densidad de 800 kg/m^3. Para desencallarlo, el petróleo se bombea a barriles de acero que, cuando están vacíos, tienen una masa de 15 kg y capacidad para 0,12 m^3 de petróleo. Puede despreciarse el volumen ocupado por el acero del barril.

Datos:
- Densidad del acero: 7 850 kg/m^3
- Densidad del agua de mar: 1 024 kg/m^3

a) Si un rescatista accidentalmente deja caer al mar un barril lleno y sellado, ¿flotará o se hundirá? Justifique la respuesta mediante cálculos.
b) Si el barril flota, ¿qué fracción de su volumen estará por arriba de la superficie? Si se hunde, ¿qué tensión mínima habría que ejercer con una cuerda para subir el barril del fondo del océano?
c) ¿Cuántos barriles fueron necesarios para extraer el total del petróleo del buque?

PT81. UEGP Nº 109 Colegio Integral Dr. Carlos Primo López Piacentini Resistencia, Chaco.

Fibra óptica.

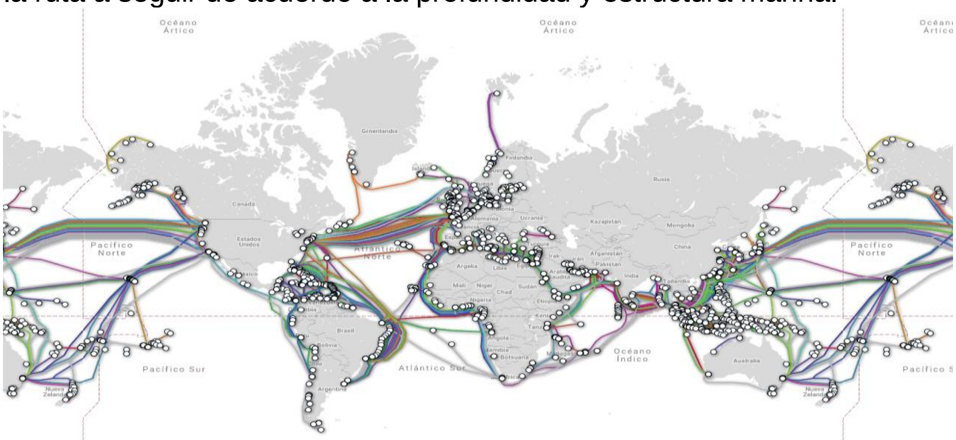


Dentro de la fibra ocurre el fenómeno físico de reflexión interna total, a partir del cual un rayo de luz que incide sobre la interfaz con un segundo material no se refracta sino que se refleja en su totalidad. Así, la información se transmite a partir de señales de luz moduladas que atraviesan la fibra.

Para que ocurra reflexión interna total, el índice de refracción del primer medio, n_a, debe ser mayor que la del segundo medio, n_b, como ocurriría en una fibra vidrio-aire (en donde n_{vidrio}=1,45 y n_{aire}=1). En estos casos, por la Ley de Snell, a medida que el ángulo de incidencia aumenta, el ángulo de refracción también ira aumentando. Existe un ángulo de incidencia, denominado ángulo crítico, θ_{crit}, para el cual el ángulo de refracción será de 90º. Más allá del ángulo crítico, el rayo no puede pasar hacia el segundo material: queda atrapado en el primer material y se refleja por completo.

a) A partir de la ley de Snell (na sen θa = nb sen θb), calcule el valor del ángulo crítico $\theta crit$ para una fibra óptica de vidrio rodeada por aire.

En el mundo, se realizan conexiones de fibras ópticas que atraviesan océanos. cuando se realiza el tendido de cables de fibra óptica en las secciones marinas, en donde solo fluirán los datos emitidos por los dispositivos de transmisión terrestres, a los que se unen en puntos denominados ”pozos de amarre” cercanos a la playa, debe elegirse con mucho cuidado la ruta a seguir de acuerdo a la profundidad y estructura marina.



La instalación en la zona profunda se lleva a cabo con buques diseñados especialmente para este trabajo ya que deben depositar el cable en el lecho marino.

en este proceso también tenemos que considerar dos zonas, una que va entre los 20m de profundidad hasta aproximadamente unos 1000m, en los cuales el cable debe ser enterrado a una profundidad de 1m mediante la implementación de vehículos controlados de forma remota (ROV), y otra a mayor profundidad donde es depositado sin necesidad de ser enterrado.

El buque encargado de este trabajo esta permanentemente en actividad ya que dispone de dos equipos de operarios que se dividen en dos turnos de 12horas.

Para un cable armado, la velocidad del buque, durante el enterramiento, es aproximada de o,2km/h. en las zonas más profundas, en las que solo se deposita el cable, la velocidad de desplazamiento del buque es de 10km/h.

b) Considerando un cableado que se realizó por uno de estos buques, que inicialmente recorrió 2 km hasta que la profundidad superó los 1 000 m, luego se

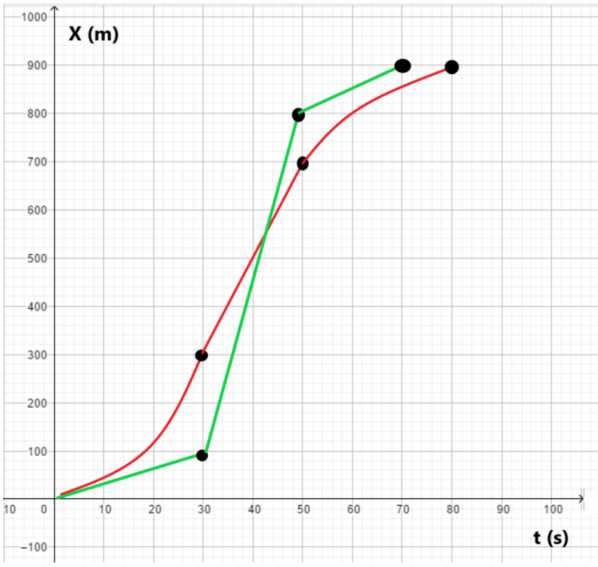
trasladó durante 3 000 km por aguas de mayor profundidad y finalmente recorrió otros 2,5 km por profundidades menores a 1000 m, llegando a destino.
¿Cuántos días estuvieron en el mar durante este proceso?

c) Si la tensión generada por el buque sobre el cable, que va soltando, es de aproximadamente 12 000 N, calcule la potencia media con que trabaja la máquina que va soltando el cable en las zonas más profundas a una rapidez media de 11 km/h.
d) Calcule el trabajo realizado por esta máquina en la zona de mayor profundidad.

PT82. Colegio Central Universitario Mariano Moreno
Escuela Modelo de San Juan - Escuela Técnica Rogelio Boero
Ciudad de San Juan.

Pedro y Juan compiten en una carrera de 800 m de longitud. La gráfica de posición en función del tiempo para ambos se muestra a la derecha (Pedro en verde y Juan en rojo)

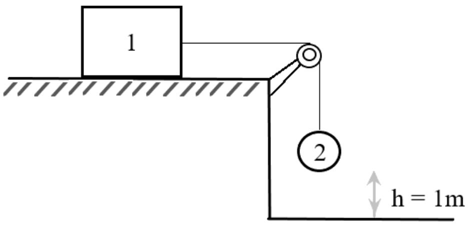
a) Indique desde que punto parten ambos corredores
b) ¿Quién alcanza una velocidad instantánea mayor? Obténgala
c) ¿Quién gana la carrera y donde se encuentra el otro en ese instante?
d) Al llegar a la meta, ¿cuál es la velocidad de cada uno?
e) Calcule la velocidad media durante toda la carrera (hasta la meta) para cada uno (en km/h)
f) Grafique V(t) para cada corredor



PT83. Colegio Central Universitario Mariano Moreno
Escuela Modelo de San Juan - Escuela Técnica Rogelio Boero
Ciudad de San Juan.

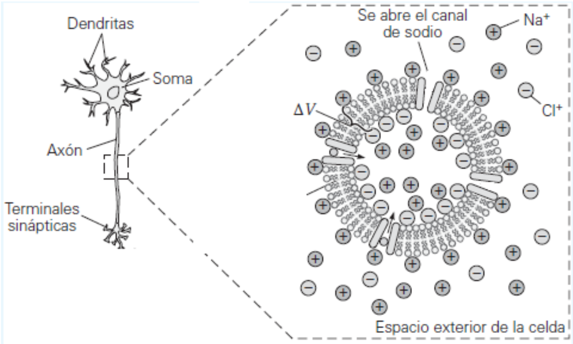
El sistema de la figura, parte del reposo con cierta aceleración, se desprecia la masa de la cuerda y el rozamiento en la polea; sin embargo, el bloque 1 se mueve por una superficie con fricción, con coeficiente dinámico de $\mu_d = 0{,}16$, las masas de los bloques son: $m_1 = 80kg \;\; y \, m_2 = 20kg$. Se pide:

a) La aceleración del sistema
b) La Tensión de la cuerda
c) La fuerza neta en cada bloque
d) La velocidad con que el bloque 2 llega al piso
e) La energía cinética del bloque 2 al llegar al piso



PT84. Colegio Central Universitario Mariano Moreno
Escuela Modelo de San Juan - Escuela Técnica Rogelio Boero
Ciudad de San Juan.

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

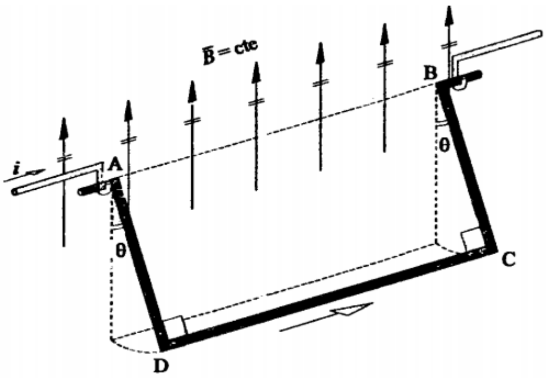


Considerando condiciones de potencial en reposo, responda:

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

PT85. Colegio Nacional de Buenos Aires
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

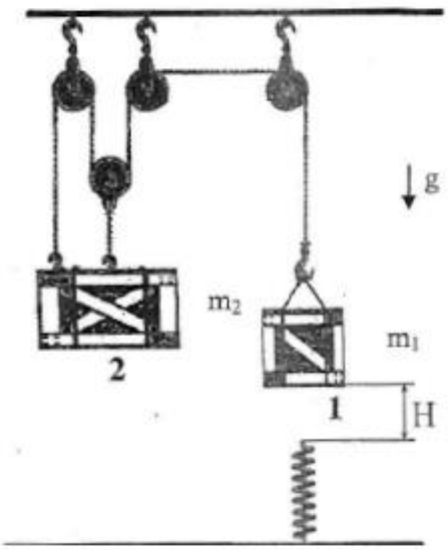
Un alambre uniforme y homogéneo en forma de U por el cual circula una corriente de intensidad i = 5 A, y cuyo peso es de 5 N, está suspendido en equilibrio de dos ganchos en A y B. Sus medidas son AD = BC= 10cm, y CD= 30 cm. Todo el alambre es atravesado un campo magnético uniforme, vertical y hacia arriba B=2 T como muestra la Figura 1.



a) Escribir las expresiones del vector fuerza magnética en AB, BC y CD en función del ángulo θ
b) Momento o torque generado por la fuerza Peso sobre el conductor en función del ángulo θ
c) Expresión del momento o torque generado por la fuerza magnética sobre el conductor cuando éste forma un ángulo θ con la vertical
d) Calcular el ángulo θ que forma el conductor respecto de la vertical para que el mismo se encuentre en equilibrio

PT86. Colegio Nacional de Buenos Aires
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Mediante una adecuada traba, los cuerpos 1 y 2 unidos mediante una cuerda inextensible y de masa despreciable, se encuentran inicialmente en reposo. El resorte dispuesto verticalmente se encuentra en su longitud natural. Como se muestra en la Figura 2, el cuerpo 1 está situado a una altura H del extremo libre del resorte. Cuando se libera la traba, se observa que el cuerpo 1 desciende. Considere que los cuerpos sólo se mueven en dirección vertical, las masas de poleas y cuerdas son despreciables y no existe rozamiento.

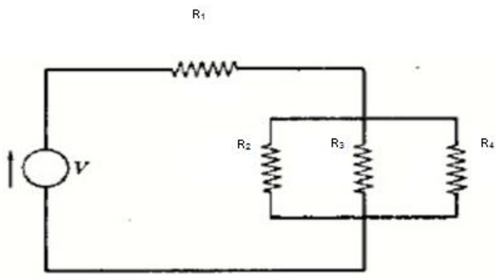


a) Indicar la relación existente entre las velocidades de los cuerpos 1 y 2 y/o entre sus desplazamientos.
b) ¿Qué condición/es se deben cumplir para que el cuerpo 1 tenga máxima energía cinética?
c) Calcular la velocidad del cuerpo 2 en el instante en que el cuerpo 1 tiene rapidez máxima al bajar por primera vez.
d) ¿Cuál es la máxima compresión del resorte?

Datos
m_1= 4kg, m_2= 3kg, H=0.7m, k= 100N/m, g= 10 m/s^2

**PT87. Colegio Nacional de Buenos Aires
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.**

En el circuito de la **Figura 3** la intensidad de corriente que circula por la resistencia R_3 es de 14 mA.

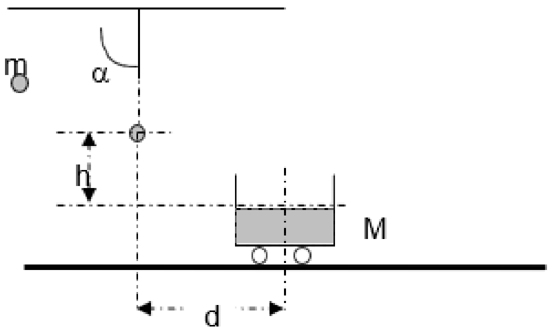


a) ¿Cuál es el valor de la Tensión constante V?
b) Suponga que la resistencia R_1 se emplea como un calentador de inmersión y se coloca en un depósito que contiene 1 l de agua a 20°C. ¿Cuánto tiempo se requerirá para llevar el agua a la temperatura de ebullición, suponiendo que el 80% de la energía liberada es absorbida por el agua.

Datos
R_1=200 Ω , R_2=1000 Ω R_3=500 Ω R_4=1000 Ω
Calor específico del agua= 1cal/g°C

**PT88. ET N° 28 República Francesa
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.**

Un péndulo está constituido por un hilo de longitud L=2 m y masa despreciable, al extremo del mismo se coloca una esfera de m=0,5 kg y cuyas dimensiones se consideran despreciables. Se desvía el péndulo un ángulo de α=60º respecto de la vertical. El hilo se rompe en el punto más bajo de su trayectoria y la esfera cae en el centro de un carrito con arena y una masa total de M=2 kg . El desnivel entre el nivel de la arena en el carrito y el punto más bajo de la esfera es h= 5 m,(ver figura).



a) Indicar las fuerzas que actúan sobre el hilo justamente antes de romperse.
b) Calcular la fuerza máxima que puede soportar el hilo.
c) Determinar la distancia d entre la posición del carrito en el momento del choque.
d) Determinar la energía cinética del sistema esfera-carrito antes y después del choque. Determinar la pérdida en %.

PT89. ET N° 28 República Francesa
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

En una región del espacio existe un campo magnético uniforme de inducción 0,8 mT en el sentido positivo del eje OX. Penetra en el campo un electrón que se mueve en dirección OY y con una energía cinética de $8 \cdot 10^{-18}$ J.

a) Calcula la velocidad con la que penetra el electrón en el campo magnético.
b) Halla el módulo de la fuerza a la que está sometido el electrón.
c) ¿Qué tipo de movimiento tiene el electrón?
d) Determina el radio de la trayectoria que describe.

Datos

me = $9{,}11 \cdot 10^{-31}$ kg; qe = $1{,}602 \cdot 10^{-19}$ C.

PT90. ET N° 28 República Francesa
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Un cilindro contiene un mol de oxígeno a 27ºC de temperatura. El cilindro está provisto de un pistón sin rozamiento, que mantiene sobre el gas una presión constante de 1 atm. Se calienta el gas hasta que su temperatura se eleva a 127ºC.

a) ¿Qué trabajo ha realizado el gas durante el proceso?
b) ¿Sobre qué ha realizado este trabajo? Dibujar un diagrama P-V que represente el proceso.
c) ¿Cuál es la variación de la energía interna del gas?
d) ¿Qué calor se le ha suministrado?

Datos

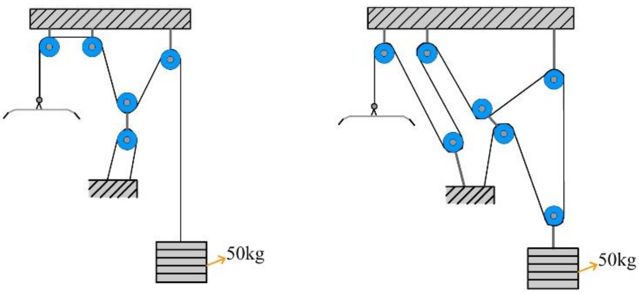
Constante Universal de los gases: R= 8,314472 $\frac{J}{mol\,°K}$

Capacidad calorífica molar a volumen constante del O_2: C_v = 20,98 $\frac{J}{mol\,°K}$

PT91. EPES N° 54 Gobernador Juan J. Silva
Ciudad de Formosa.

En un gimnasio, los dueños observaron que, tras un cambio en las correas de una de sus máquinas, sus clientes logran levantar más peso que antes del arreglo. Probablemente, el técnico se equivocó al pasar los cables.

a) Graficar la distribución de fuerzas antes y después de la reparación guiándose por los diagramas.
b) Calcular la fuerza necesaria para levantar los 50 kg en cada caso.



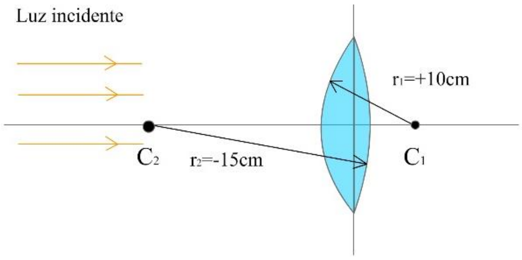
Sistema inicial

Sistema luego de la modificación

c) Se espera que, al cargarle 50 kg a la máquina, los usuarios tengan que hacer 50 kgf para levantarlo. ¿Qué modificación harían al sistema para que, con la misma fuerza, el peso levantado sea 2 veces mayor? Fundamentar.

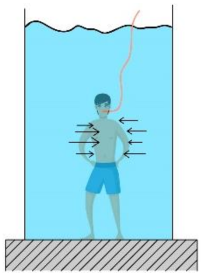
PT92. EPES N° 54 Gobernador Juan J. Silva
Ciudad de Formosa.

Un objeto de 1,2 cm de alto se coloca a 4 cm de una lente biconvexa (lente positiva). Situar la imagen, establecer si es real o virtual y hallar su altura. Datos de la lente: índice de refracción n=1.5. Radios de curvatura de 10 cm y 15 cm. Distancia focal f: desconocida (es importante hallar).



PT93. EPES N° 54 Gobernador Juan J. Silva
Ciudad de Formosa.

Mucha gente cree que si se hace flotar la parte superior de un tubo <<snorkel>> fuera del agua, podrían respirar con él mientras están paseando bajo el agua. Sin embargo, la presión del agua se opone a la dilatación del pecho y al inflado de los pulmones. Supóngase que apenas se puede respirar si se está tumbado en el suelo con un peso de 400 N sobre el pecho. ¿A qué profundidad por debajo de la superficie del agua podría estar el pecho para poder respirar aún, si se supone que la superficie del pecho es de 0,09 m²?



PT94. Escuela Northlands
Olivos, Buenos Aires.

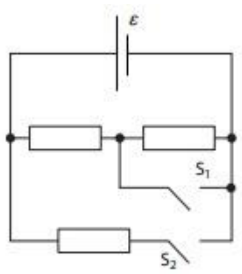
Un avión vuela horizontalmente con velocidad V_A= 900 km/h a una altura de 2.000 m y suelta un paquete que debe llegar a un barco cuya velocidad es V_B = 40 km/h con igual dirección y sentido. Determinar:

a) ¿Qué tiempo tarda el paquete en llegar al barco?
b) ¿Con qué velocidad llega el paquete al barco?
c) ¿Qué distancia recorre el barco desde el lanzamiento del paquete hasta su arribo?
d) ¿Cuál será la distancia horizontal entre el avión y el barco en el instante del lanzamiento?
e) ¿Cuál será la distancia horizontal entre el avión y el barco en el instante del impacto?

PT95. Escuela Northlands
Olivos, Buenos Aires.

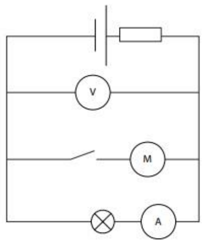
Los tres dispositivos que se muestran en el circuito de la **Figura 1** son idénticos y se puede asumir que su resistencia es constante. Cada uno disipa una potencia de 1500W sometidos a una diferencia de potencial de 230V. La fem de la fuente es de 230V y su resistencia interna es despreciable.

a) Calcular la resistencia de uno de los dispositivos
b) Calcular la potencia disipara total en el circuito cuando:



i. S_1 está cerrado y S_2, abierto
ii. S_1 y S_2 están ambos cerrados
iii. S_1 y S_2 están ambos abiertos
iv. S_1 está abierto y S_2, cerrado

c) En el circuito de la **Figura 2**, la fuente tiene una resistencia interna de 0,0500Ω. Cuando el interruptor en serie con el motor cuya resistencia es de 25.0Ω se encuentra abierto, el voltímetro mide 11.5V y la corriente que mide el amperímetro es de 9.80A. El interruptor se encuentra cerrado.
    i. Determinar la fem de la fuente
    ii. Determinar y explicar el efecto sobre la intensidad del brillo de la lámpara, si lo hubiera, al cerrar el interruptor. Luego calcular la corriente que circula por el motor.



PT96. Escuela Northlands
Olivos, Buenos Aires.

El volumen de aire aproximado en una yanta de automóvil es $1.50x10^{-2}m^3$ a 0.0ºC de temperatura y 250kPa de presión.

a) Calcular el número de moléculas de aire en la yanta.
b) Calcular la presión de la yanta cuando, luego de pasar tiempo en movimiento, la temperatura se eleva a 35ºC y el volumen se expande a $1.6x10^{-2}m^3$.
c) El vehículo permanece estacionado durante la noche y el volumen, la presión y la temperatura del aire en la yanta vuelven a sus valores iniciales. Una pequeña pérdida en la yanta reduce la presión a 230kPa en el transcurso de 8 horas. Estimar (explicitar todo supuesto que se realice):
    i) en promedio, la cantidad de moléculas de aire que se pierden por segundo
    ii) la masa de aire total que se pierde, considerando que la masa molar del aire es de 29g/mol.

PT97. Escuela Superior de Comercio Carlos Pellegrini
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

El cebado de un mate.
Usted tiene por delante una prueba bastante larga. Para sobrevivirla, decide prepararse un termo con 1 litro de agua caliente. Para ello, llena el termo con agua de la canilla, la transvasa a una pava y la pone al fuego fuerte. Su experiencia en la cocina le indica que con ese fuego se logra llevar a su punto de ebullición 4 litros de agua en 25 minutos.

a) Despreciando todas las pérdidas, ¿cuál es la potencia calórica de la hornalla?
b) ¿Cuánto tiempo deberá dejar calentar el agua para que alcance una temperatura adecuada para el termo, de 80°C?

Sin embargo, una llamada de un pariente lejano le distrae, de manera que la pava permanece en el fuego por 9 minutos en total antes de que lo llegue a apagar.

c) ¿Cuánta agua queda en la pava y a qué temperatura?

Debido a que una temperatura del agua demasiado elevada resulta inadecuada e insegura para el mate, investiga algunas formas de remediar esto. Considere ahora que el agua calentada pasa a estar en el termo, que tiene una capacidad calorífica de 32 cal/°C.

d) Si agrega agua de la canilla hasta completar el termo con un litro, ¿cuál es la temperatura final del agua?

Una posibilidad consiste en destapar el termo y esperar que el agua se enfríe lo suficiente. La **ley de Newton del enfriamiento** establece que el cambio de temperatura *T* de un cuerpo por unidad de tiempo es proporcional a la diferencia de temperatura con sus alrededores ($T - T_a$) :

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = -k(T - T_a)$$

donde *k* es una constante positiva.

e) Hallar el valor de *k* sabiendo que el agua a 100°C en el termo destapado tarda 12 s en enfriarse 1°C.
f) Estimar el tiempo que tardaría el agua en enfriarse a 75°C.

Sin embargo, su prueba comienza pronto y no puede esperar a que el agua se enfríe, así que investiga otras alternativas.

g) ¿Cuánta agua del termo habría que descartar y reemplazar por agua de la canilla para alcanzar la temperatura deseada?

La cantidad hallada en el ítem anterior puede no ser fácil de medir con precisión. Otra idea consiste en agregar una cantidad de cubitos de hielo de 2 cm de lado sacados del congelador a 0°C.

h) ¿Cuántos habría que agregar para acercarse lo más posible a la temperatura deseada? ¿Qué temperatura termina siendo?

Cuando se comparte un mate, es común que se descarte el "primer mate" ya que la yerba todavía está "fría". Suponer que en el mate hay 50 g de yerba y que en cada preparación se sirven 40 ml de agua.

i) Despreciando las pérdidas, calcular la temperatura de equilibrio del "primer mate" y la del "segundo mate". ¿Se corre riesgo de quemaduras?

Datos

- Temperatura ambiente: 20°C
- Punto de ebullición del agua: 100°C
- Calor específico del agua: 1 cal/(g°C)
- 1 cal = 4,184 J
- Calor de vaporización del agua: 540 cal/g
- Calor de fusión del agua: 80 cal/g
- Densidad del hielo: 0,94 g/cm³
- Calor específico de la yerba: 1,8 J/(g°C)
- Masa de la bombilla: 23 g
- Calor específico del acero: 0,49 J/(g°C)

Se considera que el contacto con agua puede producir quemaduras cuando su temperatura supera los 55°C (aunque el riesgo y el daño aumentan con el tiempo de exposición).

PT98. Escuela Superior de Comercio Carlos Pellegrini
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

¿Cuál es la "velocidad de la electricidad"?

En todas sus ramas, la Física emplea **modelos** para ayudar a comprender los fenómenos que mide y estudia. Un modelo es algo así como una metáfora: consisten en pensar ciertos aspectos y fenómenos de la realidad material sensible como *conceptos matemáticos* u objetos ya conocidos.

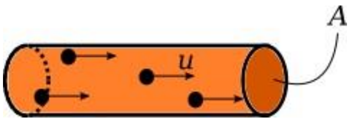
Tanto en la época de su descubrimiento como hoy en día, diversos fenómenos relacionados a la electricidad se comprendieron como el movimiento de cierta característica de los cuerpos llamada **carga eléctrica**. Se la pensaba como una sustancia, en ocasiones llamada "**fluido eléctrico**", que transporta la "electricidad" a lo largo de los circuitos. Así, su movimiento se entendía tal como el flujo de cualquier otro

fluido. Ese flujo se describe como una "**corriente**" **eléctrica**, como quien habla de la corriente de un río, un océano, o una corriente de aire.
Este paradigma no ha sido del todo abandonado, sino refinado: hoy en día, efectivamente entendemos que la corriente eléctrica consiste en el movimiento de partículas cargadas, llamadas **portadores de carga**. En este sentido, los metales son conductores de la electricidad debido a que poseen electrones libres de moverse entre los distintos átomos y "viajar" a lo largo del material. El objetivo de este problema es intentar entender a qué velocidad están "viajando" los electrones cuando pasa corriente eléctrica por un cable.

Consideremos, pues, un circuito que alimenta una lamparita de 5 W con un voltaje continuo de 1,5 V.

a) Hallar la intensidad de corriente *i* que circula por la lamparita y su resistencia.
b) ¿Cuántos electrones atraviesan la lamparita en cada segundo?

La respuesta a nuestra pregunta depende de la distribución de electrones en el material que conduce la corriente. Un caso típico podría ser un cable cilíndrico de cobre con sección transversal de área *A* = 3 mm², como se muestra en la figura. En el caso del cobre, cada átomo provee un solo electrón libre de moverse en el metal.



c) Calcular el número de moles de átomos presentes en 1 cm³ de cobre, y el número de electrones libres en el mismo volumen. Esta cantidad, expresada en electrones por cm³, se llama la **densidad numérica** de electrones n_e. ¿Depende del tamaño del cable?
d) ¿Qué longitud de cable se debe tomar para contener la cantidad de electrones recién calculada?
e) Hallar el volumen de cobre y la longitud de cable que contienen la cantidad de electrones que atraviesan la lamparita en cada segundo.

Si bien no es necesariamente cierto que todos los electrones se mueven a la misma velocidad, lo que se propone hallar es el *promedio* de dichas velocidades. De aquí en adelante, puede suponer que todos los electrones se mueven a la misma velocidad *u* (teniendo en cuenta que esa velocidad en realidad será el promedio), llamada **velocidad de deriva**.

f) Teniendo en cuenta la información recabada en ítems anteriores, hallar el valor de *u*.
g) Si el cable que va desde una de las terminales de la fuente de voltaje hasta la lamparita mide 45 cm, calcular cuánto tarda un "electrón promedio" en recorrer esa distancia. Ese tiempo ¿es el mismo que lo que tarda la lamparita en encenderse cuando se la conecta? Justificar la respuesta.
h) Deducir una fórmula que relacione las variables *u*, n_ey *A* con *i*. Usarla para calcular la velocidad de deriva para una corriente de 80 mA.

Datos

- Carga elemental ≈ $1{,}602\times10^{-19}$ C
- Densidad del cobre: 8,96 g/cm³
- Masa molar del cobre: 63,5 g/mol
- Número de Avogadro ≈ $6{,}022\times10^{23}$

PT99. Escuela Superior de Comercio Carlos Pellegrini
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Los juegos en la plaza.
Mientras Luis (32 kg) salta muy alegre en una cama elástica, Gabi trata de entender cómo funciona. Observa que los pies de su amigo, cada vez que salta, llegan a estar un metro de altura por encima de la superficie de la cama. Entonces Gabi toma una

calabaza y la deja caer desde esa misma altura.

a) Calcular el tiempo de caída de la calabaza.

b) Con su cronómetro acústico, Gabi mide que el tiempo entre el primer y el segundo rebote es de 0,639 s. Calcular (i) la altura máxima alcanzada por la calabaza O BIEN (ii) la velocidad con la que sale lanzada la calabaza tras rebotar por primera vez. ¿Qué porcentaje de la energía mecánica ha perdido la calabaza en su rebote?

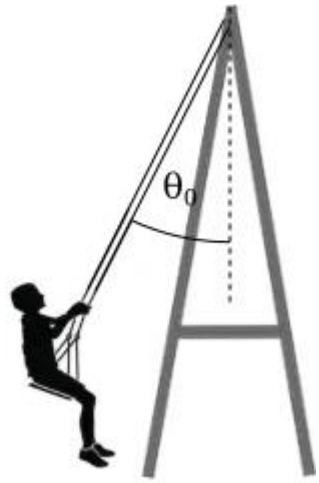
c) Gabi supone que esa proporción de energía es la misma que la que se pierde cada vez que Luis rebota en la cama. ¿Cuánto trabajo se necesita realizar para que Luis alcance la misma altura en cada rebote? ¿De dónde proviene esa energía?

A Martina le encanta tirarse del tobogán, que es inicialmente una rampa de 1,5 m inclinada unos 45°. Cuando se suelta desde la cima, tarda 1,2 s en llegar a la base.

d) ¿Cuál es el coeficiente de rozamiento dinámico entre el tobogán y la ropa de Martina?

e) Para que Martina se emocione más, su tía le quiere agregar al tobogán una inclinación adicional. ¿Cuál debería ser, para que Martina no supere los 3 m/s en su caída y no se lastime?

Agus (45 kg) prefiere hamacarse sola. Para ello se suelta formando con la hamaca un ángulo de $\theta_0 = 25°$ con la vertical.



f) Si la longitud de la hamaca –desde el pivote *O* hasta el centro de masa de Agus– es de 2 m, calcular la energía mecánica inicial de Agus.

g) ¿Con qué velocidad lineal y velocidad angular respecto de *O* llega Agus al punto más bajo? Calcular, para ese instante, el impulso angular de Agus con respecto al *O*.

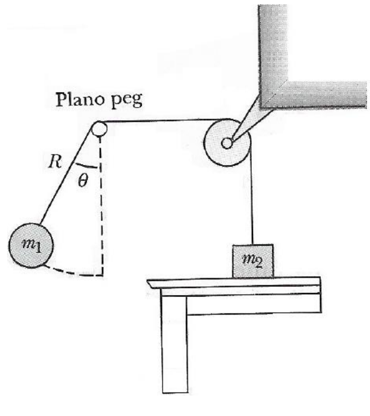
h) En el instante en que Agus está en el punto más bajo, impulsa *instantáneamente* su centro de masa unos 10 cm hacia arriba. Calcular qué ocurre con su velocidad angular y su energía mecánica, y el ángulo que alcanza al detenerse la próxima vez.

Datos

- Masa de la calabaza: 2 kg
- Aceleración de la gravedad: 9,8 m/s²
- Momento de inercia de un cuerpo puntual de masa *m* con respecto a un eje a distancia *d*: m.d^2

PT100. Colegio Deán Fúnes
Comodoro Rivadavia, Chubut.

La figura muestra dos bloques unidos entre si por medio de una cuerda sin masa que pasa por una polea sin fricción y una clavija sin fricción. Un extremo de la cuerda esta unida a una masa m1 = 3 kg que esta a una distancia R = 1,2 m de la clavija. El otro extremo de la cuerda se conecta a un bloque de m2 = 6 kg. que descansa sobre una mesa.



a) ¿Desde qué ángulo θ (medido desde la vertical) debe soltarse la masa de 3 kg con el fin de que se levante de la mesa el bloque de 6 kg?

b) Si el ángulo fuera de 40°, encontrar la velocidad de la masa de 3 kg y la tensión de la cuerda cuando esta masa esta en el punto mas bajo de la trayectoria circular.

PT101. Colegio Deán Fúnes
Comodoro Rivadavia, Chubut.

Una Jarra de agua de 2 litros ha permanecido todo el día sobre una mesa a 33 °C. En un vaso de corcho echamos 0, 24 kg de agua y 2 cubitos de hielo (cada uno a 0 °C).

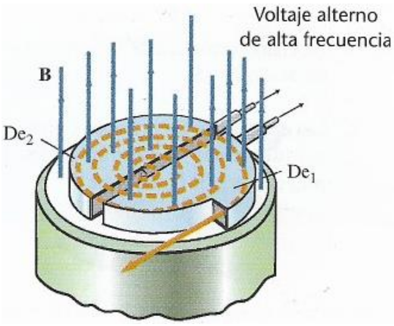
a) Suponiendo que no hay perdidas de calor a través de las paredes del vaso, ¿Cuál será la masa de cada cubo de hielo para llevar la temperatura del agua del vaso a 0°C?
b) ¿Cuál seria la temperatura final si añadimos 6 cubitos de hielo?

Datos

C_{H2O}=4,18 KJ/Kg.°C
L_F= 333,5 KJ/Kg

PT102. Colegio Deán Fúnes
Comodoro Rivadavia, Chubut.

El ciclotrón fue inventado por E. O. Lawrence y M. S. Livingston en 1934 para acelerar partículas tales como protones o deuterones hasta conseguir una energía cinética elevada. Para bombardear núcleos atómicos se utilizan partículas de alta energía; así se producen reacciones nucleares que se estudian con objeto de obtener información acerca del núcleo. Se utilizan también protones o deuterones de alta energía para producir materiales radiactivos y fines médicos.



La figura es un dibujo esquemático de un ciclotrón.
Si un ciclotrón como el del esquema acelera protones con una frecuencia de 22,9 MHz haciendo que emerjan con una energía cinética de 26,9 MeV.

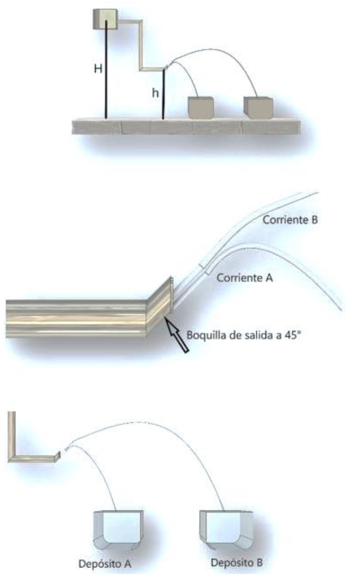
a) ¿Cuál será el valor del campo magnético?
b) ¿Qué valor tendrá el radio máximo del ciclotrón?

Datos

masa del protón (m) =1,67x10-27 kg.
Carga del protón (q) =1,6 x 10 -19 C

PT103. Escuela Tecnológica Ing. Giúdici
Lomas de Zamora, Buenos Aires.

Un tanque se encuentra a cierta altura ¨H¨ repleto de agua. Al abrirse una boquilla en el extremo de la tubería, el agua parte del reposo desde el tanque hasta la boquilla por medio de la tubería que se muestra en la figura 1.
Dicha tubería, posee dos orificios de distinto diámetro en la boquilla de salida, donde el agua saldrá hacia la atmósfera en cada uno hasta alcanzar dos depósitos que se encuentran alejados.



Datos

H:15 metros
h:10 metros
Diámetro de la tubería:15 cm
Diámetro del orificio de la corriente B:2 cm
Diámetro del orificio de la corriente A:5 cm
Densidad del agua: 1 (g/cm³))

Posición del depósito A respecto de la boquilla: 4 m
Posición del depósito B respecto de la boquilla: 10 m

Determinar

a) Presión que posee el agua en el tanque (en Pascal).
b) El tiempo de llenado del depósito A si este posee un volumen de 1,23 m^3.
c) El tiempo de llenado del depósito B si este posee un volumen de 0,47 m^3.
d) Velocidad de salida de la corriente de agua que cae en el depósito más alejado (depósito B).

PT104. Escuela Tecnológica Ing. Giúdici
Lomas de Zamora, Buenos Aires.

Un buzo sumergido a una presión de 5 atm con la temperatura del agua de 10 °C, se le escapa una pelota hueca de superficie despreciable cuyo volumen en su interior es de 30 ml de nitrógeno.

a) ¿Cuál es el volumen de la pelota cuando sube a la superficie del mar a presión atmosférica y una temperatura de 30°C?
b) Si la pelota se mantiene flotando en la superficie del mar hasta anochecer con una temperatura de 0°C, cuánto se contrae la pelota conociendo que el coeficiente de dilatación volumétrica del nitrógeno es de 0,003661 $ºC^{-1}$.

PT105. Escuela Tecnológica Ing. Giúdici
Lomas de Zamora, Buenos Aires.

a) Un automóvil viaja por una ruta rectilínea con MRU de 144 km/h. La ruta posee mojones cada 100m con indicaciones del kilometraje de la ruta respecto de un cero de referencia (ej: 42,7 ; 42,6 ; 42,5 ; 42,3 ; etc.) Al pasar por el mojón 42,6 (42,6km) el automóvil inicia un proceso de frenado con MRUV, que lo detiene luego de recorrer 200m (al llegar al mojón 42,4). Calcular el valor, en módulo, de la aceleración de frenado y cuántos segundos después de iniciar el frenado, pasa el automóvil por el mojón 42,5.
b) Sobre m=400g, que asciende por el plano inclinado (AB), está aplicada una fuerza de 4N, constante y paralela al plano inclinado. Al pasar por M la masa tiene una velocidad igual a v_m=0,5 m/s. Siendo el coeficiente de rozamiento dinámico o cinético entre m y el plano igual a μ_d=0,2. Según la figura 2, calcular la aceleración de la masa m y el intervalo de tiempo que empleará m en recorrer (MB).

Datos

(AC) =4m, (BC)=3m, (MB) =2m y |g|=10 m/s^2

PT106. ET N° 9 Ing. Luis A. Huergo
Ciudad de Buenos Aires.

a) Un avión en vuelo a altura fija y **v** = constante pasa sobre un observador en la tierra. Se considera que el sonido de sus motores se emite en todas las direcciones con la misma intensidad. Encontrar la posición del avión al momento de mayor intensidad sonora para el inmóvil y oyente observador.
Datos: $h_{avión}$ = 6000 m, $v_{avión}$ = 780 km h^{-1}.
b) Desde la posición anterior el avión suelta un objeto, que queda librado solo a su propio peso. Encontrar la posición en que impacta el suelo respecto del observador, despreciando la fuerza de fricción del aire en que se mueve.

c) Desde la misma posición y al mismo instante que b), lanza otro pequeño objeto, hacia uno de sus laterales, (en dirección perpendicular a $v_{avión}$ y paralelo al suelo); encontrar la posición de impacto en la tierra respecto al observador y el avión, siendo, al inicio, $|\mathbf{v}_{objeto}|$= 15 m s^{-1}

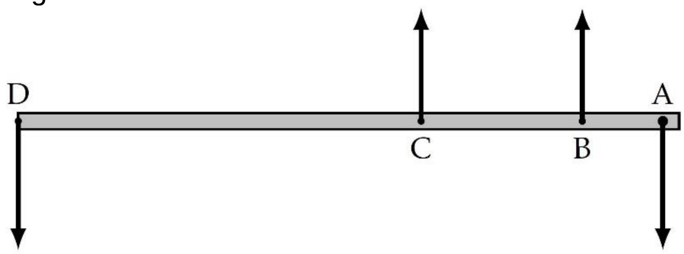
d) Luego de c), se detecta en el avión una componente de velocidad lateral, que se supone proviene de lanzar el objeto. Si $m_{avión}$ = 8 t, y $v_{lateral}$ = 0,4 m s^{-1} luego del lanzamiento –la cual inicialmente era nula–, calcular la masa del objeto lanzado.

Datos

$v_{sonido} \approx 330$ m s^{-1}

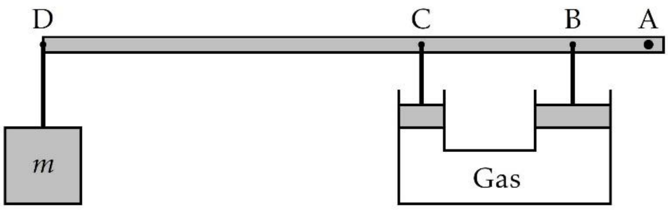
PT107. ET N° 9 Ing. Luis A. Huergo
Ciudad de Buenos Aires.

a) Una barra de masa despreciable se encuentra en posición horizontal por las fuerzas de la figura. Indicar una posible combinación de F_A, F_B, F_C, y F_D –no nulas– para que se mantenga estática.



b) La misma barra, esta vez se equilibra por fuerzas efectuadas con el mecanismo representado. Para un valor m –numérico o no–, calcular la presión del gas, y la fuerza en el eje fijo (articulación A).

Cada émbolo tiene un área de sección conocida, los vástagos de unión con C y B son de dimensiones y masa despreciable. La presión exterior es la atmosférica.



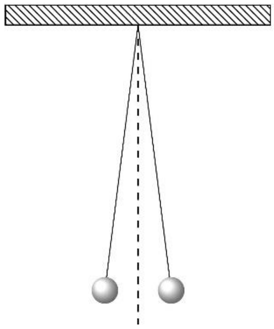
c) Aumenta un 50% la temperatura absoluta del gas. Calcular el incremento en el valor de m –masa agregada– para que la barra siga en equilibrio.

d) Para m = 30 kg, T_{gas} = 1200K, y la cantidad de gas ideal encerrada en el dispositivo n = 2 mol, calcular el volumen ocupado por tal gas.

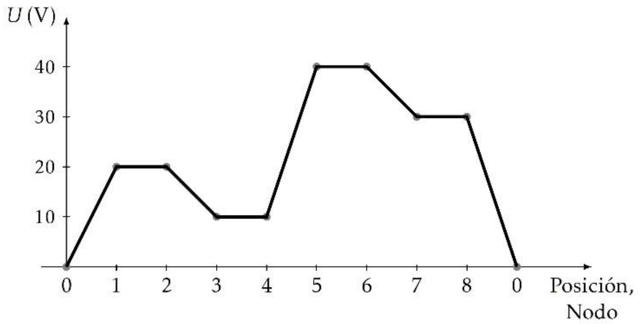
Datos

En todos los casos, para el compartimiento del gas, V = cte
1 atm = 101325 Pa
R = 8,31J K^{-1} mol^{-1}
S_1 = 30 cm^2
S_2 = 150cm^2
DA = 8 cm, CA = 3 cm, BA = 1 cm

PT108. ET N° 9 Ing. Luis A. Huergo
Ciudad de Buenos Aires.

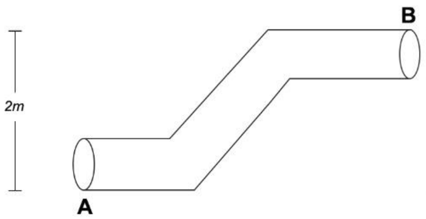


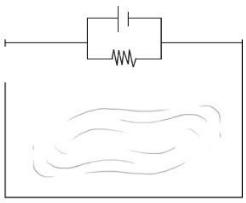
a) Dos masas puntuales de carga q idénticas, se repelen tal lo representado en la figura. Están colgadas de un punto común y en equilibrio. Encontrar la relación entre el ángulo que forman sus hilos –de masa «despreciable»–, la masa m de cada bocha, y su carga q. Indicar si hubiera variables supuestas más que las dadas.
b) Por un calentador eléctrico pasa un caudal de Q = 75 cm^3 s^{-1} de agua, que entra a 20 °C y sale a 60 °C. Calcular la resistencia, potencia, e intensidad de corriente en el calentador, conectado a 125 V de tensión continua.
c) Crear un circuito que se corresponda con el siguiente gráfico; indicar cada componente y sus características.



PT109. Colegio Pablo Apóstol
San Miguel, Tucumán.

Por un conducto de radio=10cm circula glicerina a una velocidad de 5 m/s. El mismo sube 2 metros sin variar su sección.





a) ¿Qué sucede con la presión y con la velocidad en la parte superior del conducto?

Al llegar a la parte superior la glicerina sale del conducto y desemboca en un tanque de aluminio con radio de 8 metros y una altura de 2 metros.
b) Calcular el tiempo que tarda en llenarse el tanque.
c) Calcular la diferencia de presión en los puntos A y B.

Luego de llenarse el tanque por completo se instala un calentador que utiliza corriente eléctrica. El mismo tiene una resistencia de 52Ω y su diferencia de potencial es igual a 220V.
d) Calcular el trabajo que realiza el calentador en un tiempo de 180 segundos.
e) Calcular el calor generado (en calorías) como consecuencia del aumento de la temperatura de la glicerina.
f) Calcular la dilatación de la glicerina y del tanque basándose en los resultados anteriores.
g) ¿Se derrama glicerina? ¿Cuánto?

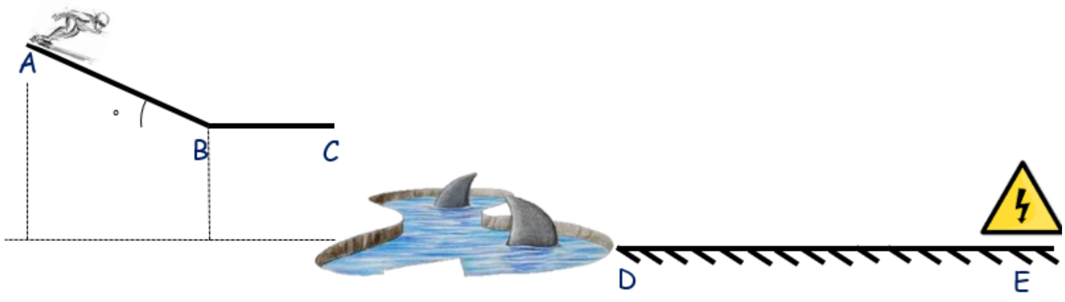
Aceleración de la gravedad: g= 9.8 m/s²
Densidad de la glicerina: ρ= 1.261 g/cm3
Calor específico de la glicerina: ceGLICERINA= 0,580kcal/kg·°C
Coeficiente dilatación de la glicerina: λGLICERINA= 5.2·10^-4 ºC^-1
Coeficiente dilatación del alumnio: λAl= 2.4·10^-5 ºC^-1

PT110. Colegio Pablo Apóstol
San Miguel, Tucumán.

Un recorrido en verdad difícil.

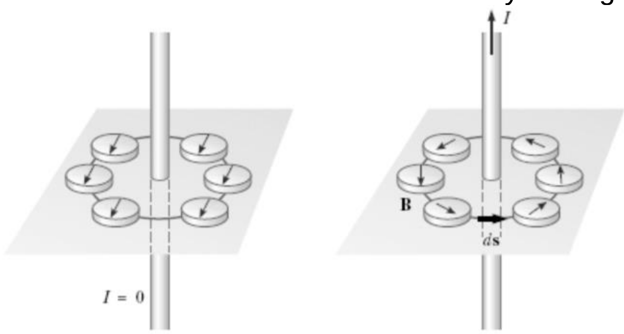
El patinador argentino Diego Robles (masa: 75kg) quiere probarse a sí mismo completando el recorrido de un circuito que puede acabar con su vida.
Comienza la odisea deslizándose por una pendiente desde una altura inicial A de 42m hasta el punto B, donde comienza un plano horizontal sin rozamiento, de altura 15m menor que la inicial.
Continúa patinando por el plano hasta el extremo opuesto (punto C) por el cual hay una pequeña pendiente con un ángulo de depresión de 5° y el plano BC transforma el 13% de la energía en calor. Al caer pasará sobre una fosa de tiburones blancos, la especie más mortal del planeta, hasta un punto D donde inicia una explanada con superficie rugosa de 140 m de longitud, la cual recorrerá hasta detenerse en el punto E, antes de unos cables electrificados.
Considere la gravedad como 9,8m/s^2 Calcule:

1) ¿Cuál será la velocidad de Diego en el punto B?.
2) ¿Cuál será la velocidad de Diego en el punto C?
3) ¿Cuál es la longitud máxima que puede tener la fosa para que el patinador no sea devorado?
4) ¿Cuál es el coeficiente de roce dinámico del segmento DE?
5) ¿Cuál es el tiempo total del recorrido de AE, si el segmento BC mide 35m?
6) Graficar velocidad en función del tiempo para todo el trayecto.
7) Cuando toca el punto D el patinador se activa una señal para que se electrifique el alambrado, el tiempo desde que toca d hasta activarse es de 1,5 seg. Calcule con que velocidad debería largar para llegar al punto E antes de activarse la misma

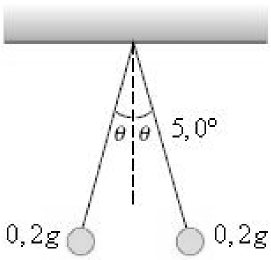


PT111. Colegio Pablo Apóstol
San Miguel, Tucumán.

Hans Christian Ørsted nació en Rudkobing, Dinamarca un día 14 de agosto de 1777, y murió en Copenhague el 9 de marzo de 1851. Este físico y químico danés fue un gran estudioso del **electromagnetismo**. Su principal descubrimiento tuvo lugar en 1819, cuando junto con André-Marie Ampère descubrió la desviación de una aguja imantada al ser colocada en dirección perpendicular a un conductor eléctrico, por el que circula una corriente eléctrica. Este descubrimiento fue crucial en el desarrollo de la electricidad, ya que puso en evidencia la relación existente entre la electricidad y el magnetismo.

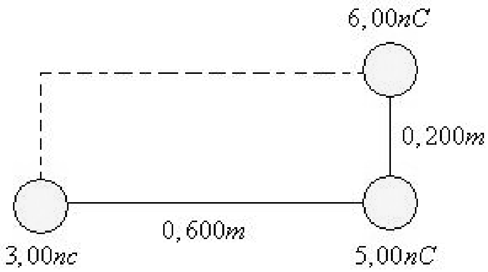


Primero supongamos que dos esferas metálicas pequeñas, cada una de masa $0,2g$, están suspendidas como péndulos por medio de hilos ligeros desde un punto común. Las esferas tienen la **misma** carga eléctrica, y se comprueba que las dos alcanzan el equilibrio cuando cada hilo forma un ángulo de $5,0^{o}$ con respecto a la vertical. Si cada hilo tiene una longitud de $30,0cm$:



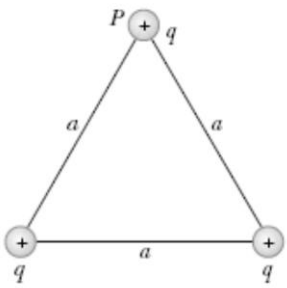
a) ¿Cuál es la magnitud de la carga de cada esfera?

A continuación, se colocan cargas positivas en los tres vértices de un rectángulo.



b) Encontrar el campo eléctrico en el cuarto vértice

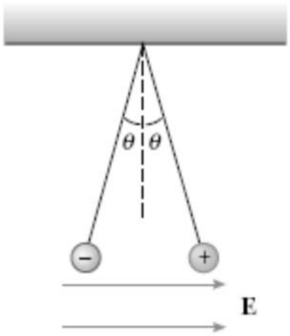
Para complicar un poco más las cosas, supongamos que tres cargas positivas q están en las esquinas de un triángulo equilátero de lado a. Consideremos el campo eléctrico generado por esta distribución de cargas.



c) Encontrar un punto (distinto del ∞) donde el campo eléctrico sea nulo. (Consejo: dibujar las líneas de campo correspondientes a cada carga).

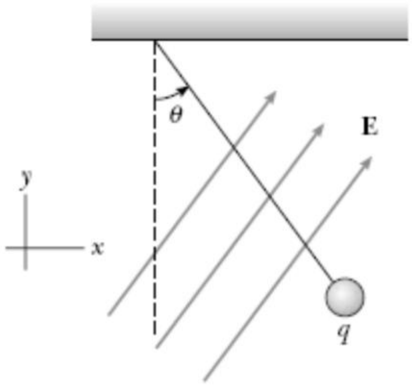
d) ¿Cuál es la magnitud y dirección del campo eléctrico en P debido a las cargas de la base del triángulo?

Dos esferas de $0,2g$ están suspendidas por cuerdas ligeras de $10,0cm$ de longitud. Se aplicó un campo eléctrico uniforme en la dirección *x.* Si las esferas tienen cargas de $-6,0x10^{-8}C$ y $+6,0x10^{-8}C$:



e) Determine la intensidad del campo eléctrico que permite que las esferas estén en equilibrio a $\theta = 10^{o}$.

Por último, se coloca una esfera de corcho cargada cuya masa es de $1,00g$ suspendida en una cuerda ligera en presencia de un campo eléctrico uniforme. Cuando el campo eléctrico tiene una componente *x* de $3,00x10^{5}\, N/C$ y una componente *y* de $5,00x10^{5}\, N/C$, la esfera está en equilibrio en $\theta = 37,0^{o}$.



f) Encontrar la carga sobre la esfera y la tensión en la cuerda.

PT112. Colegio San Ignacio
Tandil, Buenos Aires.

Una bomba de 1400 W de potencia extrae agua de un pozo de 25 m de profundidad a razón de 200 litros por minuto. Calcular:

a) El trabajo realizado a cada minuto.
b) La potencia desarrollada por la bomba.
c) El rendimiento de la bomba.

PT113. Colegio San Ignacio
Tandil, Buenos Aires.

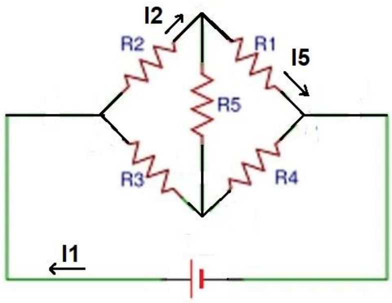
Laura se asoma por la ventana de su departamento a 15 m de altura.

a) ¿Con qué velocidad debe lanzar Andrea, situada justo debajo de la ventana, un paquete desde el suelo para que llegue justo hasta la posición de Laura?

b) ¿Cuánto tiempo habrá tardado el paquete en recorrer los últimos 5 m de subida?
c) ¿Con qué rapidez debe lanzar Laura (hacia abajo) un estuche, en el mismo instante en que Andrea lanza el paquete, para que el choque entre ambos objetos se produzca a 5 m de altura?

PT114. Colegio San Ignacio
Tandil, Buenos Aires.

Hallar la magnitud y sentido de todas las intensidades de corriente, sabiendo que I_1=10 A, I_2= 6 A, I_5= 4A.



Instancias Locales
Problemas Experimentales

PE1. Colegio Emaús - EET N° 4 I Brigada Aérea de El Palomar
El Palomar, Buenos Aires.

Según Torricelli (1608-1647), la velocidad v de un chorro de agua que sale por un orificio lateral de un recipiente está dada por

$$v = \sqrt{2gh} \qquad (1)$$

Donde *g* es la aceleración de la gravedad y *h* es la altura del agua por encima del nivel del orificio.
Si montamos un dispositivo con una botella con un orificio que contiene agua como muestra la figura 1.

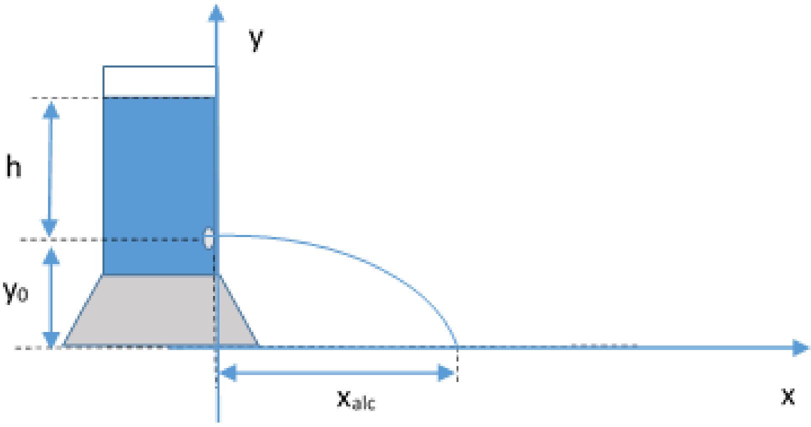


Figura 1. Esquema del dispositivo experimental

Eligiendo un sistema de referencia (x;y) como el señalado y considerando las ecuaciones horarias del movimiento del chorro de agua para esta situación:

$$x(t) = v_x t \qquad (2)$$

$$y(t) = y_0 - \frac{1}{2}gt^2 \qquad (3)$$

Resulta que de las ecuaciones (2) y (3) y considerando que $v = v_x$ puede obtenerse la relación:

$$v = \sqrt{\frac{g}{2y_0}}\, x_{alc} \qquad (4)$$

Teniendo en cuenta esto obtenga la gráfica experimental (con los errores correspondientes de medición) de v en función de $\sqrt{h}$ con su ecuación asociada correspondiente. Compare con la Ley de Torricelli.

Sugerencias: Tenga a bien montar el dispositivo como el de la figura 1 usando una botella de plástico y practicando un orificio de 1mm a 2mm de diámetro, a unos 5cm de la base de la botella. Para la toma de datos puede repetir la experiencia partiendo siempre de la *h* inicial de líquido, adosando una regla a la botella verticalmente, y colocando una cinta métrica en la dirección x. También, si lo dispone, puede filmar el experimento de modo de luego levantar datos de *h* y de x_{alc}.

PE2. IPET N° 266 Gral. Savio
Río Tercero, Córdoba.

Resistencia eléctrica y resistividad.

Los conductores contienen gran cantidad de electrones libres y, por lo tanto, permiten fácilmente el paso de los electrones por su interior.

Para que en un circuito eléctrico exista una corriente, además de un generador que proporcione energía, es necesaria la presencia de un alambre conductor. La corriente que circula dependerá de varios factores relacionados con el conductor, como su longitud, su área de la sección y el material del cual está constituido. La oposición que presenta un conductor al paso de la corriente eléctrica, se denomina ***resistencia eléctrica*** del conductor.

Al aumentar la longitud de los conductores, la intensidad de la corriente disminuye proporcionalmente, esto significa que la resistencia de un conductor varia proporcionalmente con su longitud.

En símbolos $R \propto L$ (1)

Al aumentar el área de la sección de los conductores, la intensidad de la corriente aumenta, esto es, la oposición al paso de las cargas eléctricas disminuye al aumentar la sección del conductor.

En símbolos $R \propto \frac{1}{S}$ (2)

De las relaciones (1) y (2) se obtiene $R \propto \frac{L}{S}$, de la cual se puede escribir $R = \frac{k\,L}{S}$

Si la constante de proporcionalidad K se hace igual a ρ, se obtiene:

$$R = \frac{\rho\,L}{S}$$

La constante de proporcionalidad ρ depende del material del cual está construido el alambre y se denomina ***resistividad*** del material.

Objetivo: Encontrar de forma experimental, cómo varía la Resistencia de un material, en función de la longitud y de la sección, para luego determinar la Resistividad del mismo.

Materiales:

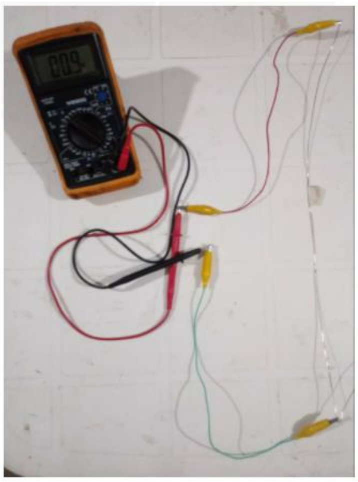
- 1,5 m de alambre Nicrom de 1 mm Ø
- 1,5 m de alambre Kanthal de 1 mm Ø
- Cinta métrica
- Multímetro (óhmetro)
- Cables punta de pruebas
- Pinzas cocodrilo

Actividades

Armado del dispositivo:

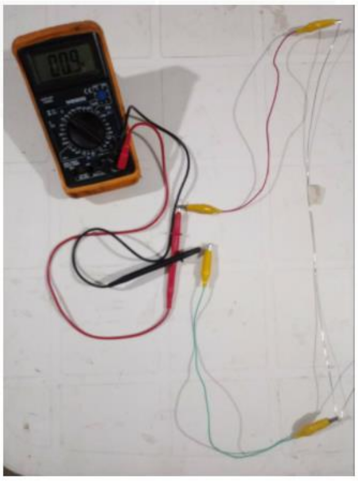
PARTE A

a) Armar el dispositivo como se muestra en la figura, conectando con las pinzas cocodrilo en el alambre de Nicrom de 0,5 m de longitud y tomar la lectura al menos 10 veces de la Resistencia que ofrece el material al paso de la corriente.
b) Repetir el procedimiento con 1 m y 1,5 m de longitud del mismo material.
c) Construir la tabla teniendo en cuenta la correspondiente incertidumbre.
d) Graficar y ajustar una recta.
e) Calcular la pendiente de dicha recta y determinar el valor de la resistividad del material.



f) Calcular la resistividad del material usando la expresión matemática y compararla con el valor determinado experimentalmente.
g) Repetir la experiencia con alambre Kanthal con las mismas longitudes.

PARTE B:



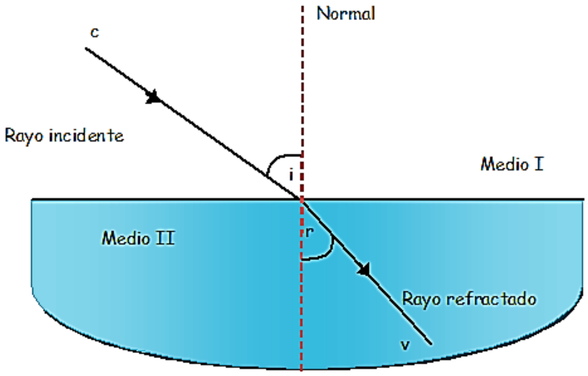
a) Armar el dispositivo como se muestra en la figura, conectando con las pinzas cocodrilo en el alambre de Nicrom de 0,5 m de longitud y tomar la lectura al menos 10 veces de la Resistencia que ofrece el material al paso de la corriente.
b) Repetir el procedimiento duplicando (2s) y triplicando (3s) la sección del mismo material.
c) Construir la tabla teniendo en cuenta la correspondiente incertidumbre.
d) Graficar los resultados realizando un cambio de variable y considerando a R como ordenada y a la nueva variable como abscisa y ajustar una recta.
e) Calcular la pendiente de dicha recta y determinar el valor de la resistividad del material.
f) Calcular la resistividad del material usando la expresión matemática y compararla con el determinado experimentalmente.
g) Repetir la experiencia con alambre Kanthal con las mismas condiciones.

PE3. Colegio Universitario Central Ciudad de Mendoza.

Midiendo el índice de refracción de distintas sustancias

Introducción

La refracción de la luz es una propiedad física característica de muchas sustancias; es el cambio de dirección de una onda electromagnética al pasar de un medio a otro, debido al cambio de velocidad que experimenta.



Así, cuando las propiedades físicas del medio en el que se desplaza un rayo de luz se modifican, se produce un cambio en su dirección. La figura 1 muestra la desviación de un rayo al atravesar dos medios diferentes.

La ley de Snell, expresa la relación de proporcionalidad entre los senos de los ángulos de incidencia y refracción. Dicha ley establece que:

$$\frac{\boldsymbol{sen\, i}}{\boldsymbol{sen\, r}} = \boldsymbol{constante}$$

Esa constante está relacionada con el par de medios que la luz atraviesa y representa el índice de refracción relativo del medio por donde se refracta la luz respecto del medio por donde incide:

$$\frac{\boldsymbol{sen\, i}}{\boldsymbol{sen\, r}} = \frac{\boldsymbol{n_B}}{\boldsymbol{n_A}}$$

En este trabajo se describe la construcción de un dispositivo con materiales sencillos, para determinar el índice de refracción del agua, que puede ser adaptado para otras sustancias.

Básicamente consistirá en la observación de un objeto sumergido en el agua. La figura 2 muestra un ejemplo, en el que un pez que está en el agua es observado por una persona desde el aire. La persona ve que el pez está en una posición diferente a la real puesto que el rayo que proviene del animal se desvía o refracta, y la persona lo observa en la dirección del rayo refractado.

Objetivos

Determinar experimentalmente el índice de refracción de diferentes líquidos

Materiales

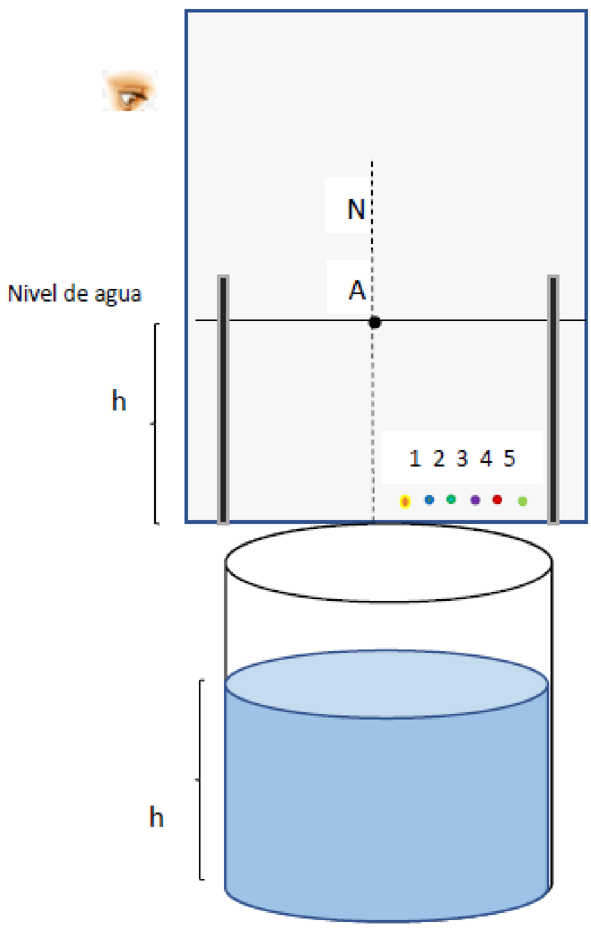
Alfileres
Bandeja de polipropileno expandido ("tergopol")
Regla
Recipiente que tenga una altura y ancho menores que el largo y ancho de la bandeja
Agua
Aceite

Procedimiento de armado

1) Marca sobre la bandeja dos líneas perpendiculares entre sí: una indicará el nivel del agua en el recipiente que utilices y la otra la normal a la superficie libre de líquido. En el punto A de intersección entre ambas líneas coloca un alfiler fijo. Éste representará el punto de incidencia de la luz que provenga del agua. (fig 3)
2) Produce dos cortes laterales paralelos a la Normal (uno de cada lado, como indica la fig 3) para encajar la bandeja en posición vertical en el recipiente donde se vertirá el líquido. La finalidad de dichos cortes es lograr que la bandeja no ascienda debido a la fuerza de flotación (es decir, lograr que quede trabada)
3) Coloca en la bandeja, en el cuadrante que indica la figura 3, 6 alfileres a diferentes distancias de la Normal. (Pueden o no estar alineadas)

Procedimiento de recolección y análisis de datos

1) Una vez encastrada la bandeja en el recipiente, vierte agua hasta el nivel indicado.
2) Sobre la parte no sumergida de la bandeja, pincha un alfiler tal que lo observes alineado con el colocado en A y con uno de los que están sumergidos (por ej el 1). Es decir que el nuevo alfiler "taparía" a los otros dos.
   Repite este procedimiento con cada uno de los cinco restantes.
3) Al retirar la bandeja del agua, se podrá observar que los alfileres que se veían alineados, no lo están en realidad, puesto que la luz que proviene de cada alfiler sumergido e incide en A, se ha desviado en la dirección del alfiler colocado en la parte no sumergida.
4) Traza los rayos incidentes y refractados para cada alfiler y luego efectúa las mediciones de los segmentos correspondientes para determinar el sen $\hat{\imath}$ y sen $\hat{r}$.
5) Reporta las mediciones realizadas en una tabla con sus respectivas incertidumbres.



6) A partir de las magnitudes medidas, representa gráficamente sen $\hat{\imath}$ en función del sen $\hat{r}$
7) Haz un ajuste lineal de los puntos graficados, y determina la pendiente y la ordenada al origen de la función.
8) Repite todos los pasos anteriores utilizando aceite en vez de agua
9) A partir de la pendiente de la función obtenida ´para cada sustancia, halla el índice de refracción relativo del agua y del aceite respecto del aire (n = 1)
10) Determina los errores porcentuales de los índices calculados con los que figuran en tablas de constantes físicas.

PE4. ET N° 27 Hipólito Yrigoyen
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Determinar la constante k del momento de inercia de una esfera

Descripción

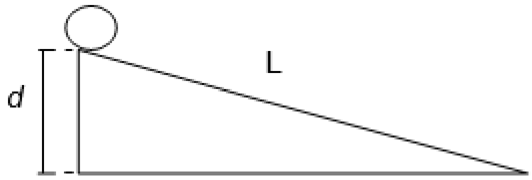
El momento de inercia de una esfera puede expresarse de la forma:

$$\mathbf{I = k\, m\, R^2}$$

Donde k es una constante, m es la masa de la esfera y R su radio

Procedimiento

Se deja caer rodando a la esfera por un plano inclinado de longitud L. El extremo superior del plano inclinado está elevado respecto del piso una distancia d. Se debe medir el tiempo t que demora la esfera en recorrer el plano inclinado. Por conservación de la energía mecánica y teniendo en cuenta que la esfera ruede en todo momento, sin resbalar, se puede demostrar la siguiente expresión:



$$t^2 = \frac{2(1+k)L^2}{g\, d}$$

Se considera que g = 9,80 m/s^2 con un error despreciable.

Desarrollo

Una vez armado el dispositivo:

a) Medir la longitud L con su error : L =
b) Para cada tirada anotar los valores de d y t completando la siguiente tabla. (Sugerencia: realizar por lo menos 2 tiradas para cada altura)
c) Con los valores medidos confeccionar la siguiente tabla:

Medición	(t±Δt) seg	(d±Δd) m	t^2	$\Delta(t^2)$	d^{-1}	$\Delta(d^{-1})$
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

d) Justificar realizando los cálculos necesarios, los errores de la tabla anterior
e) Graficar t^2 en función de d^{-1} $t^2 = f(d^{-1})$

f) Calcular del gráfico la pendiente con su error.
g) Calcular el valor de k con su error

PE5. Colegio San Patricio - Instituto Primo Capraro
San Carlos de Bariloche, Río Negro.

Oscilaciones, resortes y la constante elástica.
Consideraciones teóricas.
Cuando colgamos un cuerpo de masa m en el extremo de un resorte, sabemos que el resorte se estira hasta alcanzar una nueva posición de equilibrio, siempre que el resorte permanezca dentro de su período de elasticidad. Una vez conseguida la posición de equilibrio, si apartamos verticalmente de la misma al cuerpo de masa m y lo soltamos, este último comenzará a realizar un movimiento oscilatorio alrededor de la posición de equilibrio antes lograda.
Un movimiento oscilatorio es aquél que se repite en forma periódica, donde el período P es el tiempo que tarda el cuerpo en realizar un ciclo completo, o sea en volver a pasar por la misma posición y moviéndose en el mismo sentido. Dicho período cumple con la siguiente relación:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} \qquad \text{Ecuación (1)}$$

donde:
T es el período de la oscilación.
m es la masa del cuerpo que oscila, (despreciaremos la masa del resorte y la del portapesas).
K es la constante elástica del resorte.

Como podemos observar si queremos determinar la constante elástica del resorte, tendremos que medir las masas que colgaremos del resorte y el período de oscilación de las mismas.

Objetivo de la experiencia
Determinar la constante elástica del resorte por el método dinámico.

Elementos disponibles
Para realizar esta experiencia se dispone de:
Un resorte
Un soporte que consiste en un pequeño tirante de madera con un clavo en la punta.
Portapesas de alambre
Arandelas de masa conocida. Masa de una arandela = 7.6 g ± 0.1g
Cronómetro (debes usar el de tu celular)

Desarrollo de la experiencia

1. Para comenzar a armar el dispositivo debes apoyar sobre la mesa de tu casa, o en algún estante, el palito de madera con el clavo en la punta de tal forma que sobresalga unos centímetros del borde de la mesa o del estante, para poder colgar el resorte. Sobre el palito debes colocar libros pesados o cualquier otro elemento para que no se mueva. Si es necesario elevar el palito sostén, puedes colocar libros o cualquier otro elemento por debajo del mismo. Observa la foto.
2. A continuación colgarás el resorte con el alambre portapesas. Una vez lograda la posición de equilibrio, colgarás en el portapesas una arandela de las provistas y tirando hacia abajo el extremo inferior, desplazarás

una amplitud muy pequeña en **forma vertical** hacia abajo. Al soltar observarás que la masa junto al resorte oscilan de manera vertical (ten cuidado de que siempre la oscilación sea en ese sentido, si realiza círculos o movimientos pendulares debes comenzar de nuevo)

3. Mide con precisión el período de oscilación de la masa junto al resorte. Se denomina período al tiempo que tarda la masa colgada del resorte para realizar un recorrido completo de ida y vuelta. Sugerencia: medir 10 oscilaciones para luego determinar el período ya que el tiempo es muy pequeño. Repetir para la misma masa por lo menos tres veces y promediar.
4. Anota los resultados de la masa colocada, el período de oscilación y el cuadrado del período, en una tabla.
5. Repite este procedimiento para 10 valores distintos de masa (ir agregando de a una arandela)
6. Transforma la ecuación (1) de tal forma que muestre el cuadrado del período en función de la masa que oscila, para encontrar una relación lineal entre ambas magnitudes.
7. Representa en un gráfico cartesiano el cuadrado del período en función de la masa que oscila.
8. Realiza el ajuste lineal y calcula la pendiente de la recta.
9. Determina con dicha pendiente la constante elástica del resorte.
10. Determina la incerteza correspondiente a dicha constante elástica.
11. Expresa el resultado de la medición de la constante elástica del resorte de manera correcta.

PE6. Instituto Jesús María Ciudad de Córdoba.

Frecuencia media

Se entiende por frecuencia al número de oscilaciones, ciclos o revoluciones en un cierto intervalo de tiempo.
En nuestro caso, se trata del movimiento de un punto externo de una lata de forma cilíndrica, al rodar por una superficie horizontal.

Objetivos

- Aplicar los conceptos de rapidez media, frecuencia, período y velocidad angular.
- Determinar una constante a través de la gráfica, con su incerteza.

Elementos

- Lata llena, de forma cilíndrica, de conservas o bebida.
- Cinta métrica o regla
- Cronómetro
- Tabla, bandeja o cualquier superficie rígida y lisa, sin bordes.
- Cinta adhesiva

Dispositivo

Construye un plano inclinado con la superficie elegida, a los fines de otorgar siempre la misma rapidez a la lata al hacerla rodar. Verifica que no se desliza.
Realiza las pruebas previas necesarias que permitan medir los tiempos con la mayor precisión posible.
A partir del extremo inferior del plano inclinado o de una posición en la superficie horizontal, mide al menos 4 posiciones en una mesa larga y lisa o en el piso, a intervalos regulares. Por ejemplo, cada 50 cm. Traza líneas o indica con cinta aisladora para una fácil visualización.

Mediciones

1) Determina el perímetro de la superficie de rodadura de la lata, con su incerteza.
2) Mide la distancia entre la posición horizontal inicial y la próxima posición elegida.
3) Deja rodar la lata sobre el plano inclinado, siempre desde el mismo punto, y mide el intervalo de tiempo entre la posición inicial y la próxima posición.
4) Repite la medición de tiempo varias veces.
5) Determina el tiempo promedio con su incerteza.
6) Calcula el número de vueltas N que realiza un punto externo de la lata en dicho intervalo, con su incerteza.
7) Calcula la frecuencia con su incerteza.
8) Coloca todos los valores obtenidos en una tabla.
9) Repite el procedimiento midiendo desde la posición inicial hasta la segunda posición, tercera, cuarta, etc.
10) Calcula la frecuencia media.
11) Confecciona una gráfica N(f)t , ajustando la Recta.
12) Escribe la ecuación de la recta obtenida.
13) Determina la frecuencia media a través de la pendiente de la gráfica, con su incerteza.
14) Calcula la velocidad angular media con su incerteza.
15) En todo el procedimiento aclara el criterio utilizado para cálculo de las incertezas.
16) Envía fotografía de tu dispositivo y filmación de alguna medición, en distintos archivos.
17) Si era de bebida…abre la lata cuando termines y disfruta su contenido. ¡El esfuerzo valió la pena! (si era de arvejas o choclo….queda a tu criterio)

PE7. Escuela Industrial Superior Ciudad de Santa Fe.

Péndulo elástico.

Introducción

Un péndulo es un sistema físico con la capacidad de oscilar alrededor de una posición de equilibrio, gracias a la acción del campo gravitatorio o propiedades elásticas de los materiales. Hay muchos tipos como el péndulo de balístico que permite estimar la velocidad de proyectiles, o el péndulo de Foucault que permite visualizar la rotación de la Tierra.

En particular el péndulo simple (muy útil para medir tiempos) es aquel en el que se considera a una masa M puntual adherida al extremo de una cuerda *inextensible* y sin masa, de longitud L, y donde el otro extremo de la cuerda se encuentra fijo. Lo interesante de este sistema, es que cuando se lo perturba de su posición de equilibrio para ángulos pequeños, el tiempo en que tarda en realizar una oscilación (período T) depende sólo de la longitud de la cuerda L y de la aceleración gravitatoria g (que se puede considerar constante a los fines prácticos en la superficie de la tierra)

$$T = 2\,\pi\,\sqrt{\frac{L}{g}} \qquad (1)$$

Por otro lado, los materiales *elásticos* son los que sufren deformaciones cuando se les aplica una fuerza externa. En particular, un polímero es un material formado por cadenas de moléculas muy largas. Esta particularidad, en ciertos polímeros llamados *elastómeros*, hace que sean un material elástico, que, para deformaciones *muy pequeñas*, responden a la ley de Hooke según la igualdad

$$\Delta\,L = \frac{\Delta\,F}{K} \qquad (2)$$

donde es la variación de longitud cuando se le aplica una fuerza externa $\Delta\,F$, y K es una constante del material.

Combinando ambos principios, se puede armar un péndulo muy particular que denominaremos **péndulo elástico**. El mismo está formado por una masa M puntual, unido a un hilo de un material elastómero, sin masa, pero extensible según la ecuación (2). Para oscilaciones horizontales muy pequeñas (ángulos menores a 10°), podemos considerar que la tensión aplicada sobre la cuerda es constante (el peso de la masa), por lo que, en esas oscilaciones, la longitud L se mantiene constante.
Al agregar (o quitar) una diferencia de masa M, se genera una variación de fuerzas sobre el hilo que es igual al peso producido por la masa M, es decir

$$\Delta F = M \cdot g \qquad (3)$$

Por otra parte, digamos que, con cierta masa M_0, el péndulo tiene una longitud L_0. Entonces, como su longitud cambia una cantidad ΔL debido una variación de masa M, podemos decir que

$$L = L_0 + \Delta L \qquad (4)$$

Es posible llegar a una relación entre el período T con una variación de masa M mediante la expresión

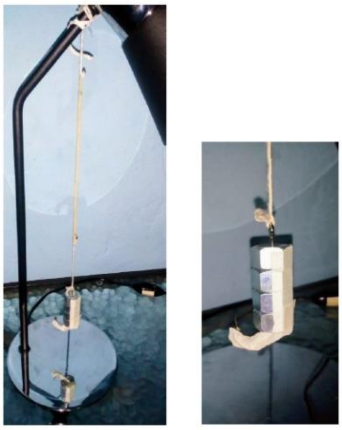
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L_0}{g} + \frac{M}{K}} \qquad (5)$$

Objetivos

Determinar experimentalmente el valor de la aceleración de la gravedad g y la constante K de una banda elástica a partir de un péndulo elástico.

Elementos disponibles

- 6 tuercas metálicas idénticas
- 1 anzuelo metálico
- 1 banda elástica
- Hilo piolín
- Balanza
- Cronómetro
- Cinta de papel
- Trincheta
- Regla graduada
- Papel milimetrado



Péndulo elástico con 4 tuercas

Procedimiento

1. Confeccione el hilo extensible. Para ello, ate a los extremos de la banda elástica dos trozos a de hilo piolín, para luego fijar el otro extremo del hilo al orificio del anzuelo y la otra punta a un punto fijo de un soporte.
2. Mida la longitud L_0 desde el punto fijo del soporte hasta aproximadamente la mitad del anzuelo.
3. Cuidadosamente agregue una tuerca (previamente pesada), fijándola como se ve en la figura de la derecha a la mitad del anzuelo, de modo que el centro de masa del sistema no se modifique con respecto a la posición del anzuelo. **Es de vital importancia que la banda elástica no sufra cambios bruscos de alargamiento debido a que aparecen efectos de histéresis. En ese caso, se debe comenzar la experiencia DESDE CERO.**
4. Tomar el período de oscilación del péndulo. **Procurar para este paso que el ángulo al que se saca el péndulo con respecto a la posición sea muy pequeño (10° aproximadamente), para que el péndulo no comience a oscilar verticalmente.**
5. Repetir los pasos 3 y 4, agregando una a una las tuercas.

Consignas

a) Demostrar la expresión (5) a partir de las igualdades (1), (2), (3) y (4).
b) Informar el valor medido de L_0

c) Confeccione una tabla con los valores medidos de T y M
d) Grafique los valores de la tabla del inciso anterior de manera de obtener una relación lineal.
e) Ajuste una recta con los puntos de la gráfica. Halle la ordenada al origen y a la pendiente de dicha recta, con sus respectivas unidades y errores.
f) Determine el valor g de la gravedad y de K a partir de los valores obtenidos en 5.
g) ¿Qué puede decir del valor de g hallado? Extraiga conclusiones.

PE8. EESOPI N° 8053 Santísimo Rosario Rosario, Santa Fe.

Factores que afectan el período de un péndulo.

Se trata de construir un péndulo simple (mediante algún objeto esférico y un hilo) y estudiar experimentalmente cómo influye la masa m, la amplitud inicial θ_0 de la oscilación y la longitud L del hilo sobre el periodo T del péndulo, representado esquemáticamente en la figura 1.

Cuando la masa esférica se separa de su posición de equilibrio oscila con regularidad. Al tiempo invertido en una oscilación completa se le llama periodo.

Figura 1. Dejaremos el péndulo en libertad y mediremos el tiempo que tarda en realizar un número dado de oscilaciones completas.

Como el tiempo de una oscilación es muy pequeño, se medirá el tiempo correspondiente a un número dado de oscilaciones (por ejemplo, 30). El periodo será el cociente entre dicho tiempo y el número de oscilaciones efectuadas.

Objetivos

- Estudiar los factores que afectan al periodo de un péndulo simple.
- Construir un péndulo que bata segundos.

Material

En la figura 2 aparecen los materiales que se usarán en esta actividad práctica.

- Soporte (se puede sustituir por otro tipo de soporte si se lleva a cabo la experiencia en casa).
- Esferas de diferente masa (pelota de golf, de tenis, etc.); conviene que las dimensiones de las esferas sean bastante menores que la longitud del péndulo.
- Hilo.
- Transportador
- Cinta métrica.
- Cronómetro (puede usarse un teléfono móvil).

Trabajo experimental a realizar

- Utiliza tres esferas de distinta masa.
- Construye un péndulo simple de unos 80 cm de longitud y estudia experimentalmente cómo influye la masa en el periodo. Esto es, manteniendo constante la longitud y la amplitud inicial del péndulo, mide el tiempo correspondiente a 30 periodos para cada una de las esferas.
- Para estudiar cómo influye la amplitud del recorrido sobre el periodo del péndulo, llevarás acabo una segunda experiencia en la que mantendrás constante la masa y la longitud del péndulo, pero variarás la amplitud inicial del péndulo (figura 3). Usa

el transportador graduado para medir diferentes ángulos de la amplitud inicial, comprendidos entre 0 y 30o, y mide el tiempo correspondiente a 30 periodos.

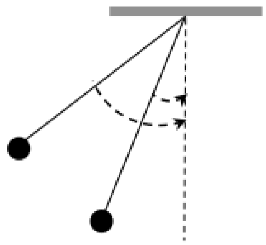


Figura 3. Se medirá el periodo para oscilaciones de diferente amplitud inicial.

- Finalmente, para estudiar la influencia de la longitud sobre el periodo, mantén constante la masa y la amplitud inicial y varía la longitud de la cuerda. Puedes comenzar con una longitud de 0.40 m y aumentarla progresivamente hasta alcanzar un valor de 1.20 m. Ten en cuenta que la longitud se mide desde el punto de suspensión hasta el centro de la esfera y que la amplitud de las oscilaciones debe ser pequeña (aproximadamente 15o).
- Calcula el periodo para cada una de las experiencias anteriores. Como has medido el tiempo de 30 oscilaciones. Aunque el cronómetro permita apreciar centésimas de segundo, los valores del periodo los expresarás con sólo dos cifras significativas, lo que en nuestro caso equivale a usar sólo una cifra decimal.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, responde a las siguientes preguntas:

Análisis de resultados

a) ¿Afecta la masa al periodo de un péndulo? ¿Cómo?
b) ¿Afecta la amplitud? ¿Cómo?
c) ¿Y la longitud de la cuerda? ¿Cómo?
d) Utiliza una hoja de cálculo para mostrar la variación del periodo con la longitud y dibuja una línea que pase lo más cerca posible de todos los puntos (línea de tendencia, polinomial de grado 2).

B) Determinación de la aceleración de la gravedad mediante un péndulo simple

Con un objeto esférico y un hilo podemos construir fácilmente un péndulo simple, como el representado esquemáticamente en la figura 1.

Figura 1. Para construir el péndulo sólo se necesita un hilo y una esfera relativamente pequeña.

Cuando la masa m se separa de su posición de equilibrio, oscila con regularidad, de talmodo que el tiempo que tarda en efectuar una oscilación completa, esto es, su periodo T, depende únicamente de la longitud L del hilo y de la aceleración de la gravedad, g:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}\,.$$

Manipulando algebraicamente esta expresión, tal como sigue:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}} \quad \rightarrow \quad T^2 = \frac{4 \cdot \pi^2}{g} \cdot L\,,$$

podemos hallar un valor aceptable de la aceleración g de la gravedad. Si representamos gráficamente el cuadrado del periodo T^2 frente a la longitud L, obtendremos una gráfica que idealmente será una línea recta de pendiente $4 \cdot \pi^2/g$.

Objetivo

- Determinar experimentalmente el valor de la aceleración de la gravedad.

Material

En la figura 2 se muestran los materiales necesarios para la construcción del péndulo, que son los siguientes.

- Una esfera (se puede sustituir por una pelota de tenis, una pelota de golf, etc.).
- Hilo.
- Cinta métrica.
- Cronómetro (puede usarse un teléfono móvil).

Trabajo a realizar

- Con un hilo largo (1.5 m) y una esfera se construye un péndulo. Si no se dispone de un soporte convencional de laboratorio, se puede usar cualquier otro punto para sujetar la cuerda (por ejemplo, el techo de la habitación o el marco de una puerta, como se muestra en la parte derecha de la figura 2).

  Comenzaremos con una longitud L próxima a los 40 cm, que iremos aumentando en sucesivas medidas. Recuerda que la longitud se mide desde el punto de suspensión hasta el centro de la esfera.
- Se separa el péndulo unos 10o de la posición de equilibrio y se deja que oscile libremente A partir de ese momento medimos el tiempo t30 que invierte en efectuar 30 oscilaciones completas.
- Aumentamos la longitud L de la cuerda en unos 15 cm, tomamos nota de la nueva longitud y medimos el tiempo t30 que tarda en efectuar nuevamente 30 oscilaciones.
- Continuaremos así hasta tener un mínimo de 8 parejas de valores con las que rellenaremos una tabla .

Análisis de los resultados obtenidos

f) Calcula el periodo T para cada una de las longitudes L. Como hemos medido el tiempo t_{30} de 30 oscilaciones,
g) Mide el tiempo que tarda el péndulo en efectuar 30 oscilaciones completas.
h) Representa gráficamente el cuadrado del periodo frente a la longitud del Hilo,
i) Compara la pendiente de la línea de tendencia obtenida con su valor teórico, que es y determina el valor de la aceleración g de la gravedad.
j) Gráfica de dispersión del cuadrado del periodo frente a la longitud del péndulo.
k) Gráfica del cuadrado del periodo frente a la longitud del péndulo.
l) Calcula el error absoluto y el error relativo que has cometido en esta determinación.

Muestra con fotografías

PE9. Colegio Nacional Dr. Arturo U. Illia
Mar del Plata, Buenos Aires.

La imagen de la derecha consta de 7 fotos superpuestas correspondientes a la caída libre de una esfera de telgopor. La varilla de madera que se encuentra en la figura tiene una longitud de (25,0±0,5) cm y las fotos están tomadas a intervalos de 0,15 s. Considere despreciable el error en el tiempo y tenga en cuenta la incerteza de la toma de medidas de la imagen con regla.

a) Arme una tabla con los valores de tiempo, altura respecto al piso y error de la altura respecto al piso.
b) Grafique en papel milimetrado la posición de la esfera respecto al piso en función del tiempo (no olvide incluir las barras de error).
c) Halle del gráfico la velocidad límite de la esfera con su error.
d) Diga cómo podría mejorar la medición de la velocidad límite si pudiera rehacer el experimento.
e) Explique cómo podría hacer para determinar la forma de movimiento de la primera parte, y determinar los parámetros característicos.

PE10. Colegio Confluencia
Ciudad de Neuquén.

Objetivos

- Determinar el momento de inercia de un rodillo.
- Determinar el ángulo crítico del rodillo para que deslice sin rodar.

Materiales

- 2 CD’s o DVD’s
- 1 cilindro de cartón (el cilindro lo pueden obtener de rollos de servilletas o del rollo de papel higiénico).
- 1 cinta de tela o plástico (hecha de una bolsa) de 20 cm de largo y de entre 3 y 7 cm de ancho.
- 1 pistola de silicona, o algún adhesivo (la gotita, el pulpito…).
- Balanza de cocina (si es digital mejor).
- Cinta métrica o regla.
- Transportador.

Procedimiento

Parte A: Cálculo del momento de Inercia del rodillo

El momento de inercia del rodillo será, para este dispositivo, la suma de los momentos de inercia de los CD’s /DVD’s y el momento de inercia del cilindro.

$$I_{rodillo} = I_{cilindro} + 2 \cdot I_{CD/DVD} \quad (1)$$

$$I_{cilindro} = M_c \cdot \frac{D_c^2}{4} \quad (2)$$

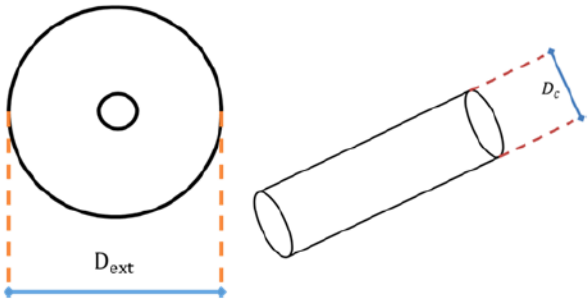
$$I_{CD/DVD} = \frac{1}{2} \cdot M_{CD/DVD} \frac{D_{ext}^2}{4} \quad (3)$$

Por lo tanto, el momento de inercia del rodillo quedará como:

$$I_{rodillo} = M_c \cdot \frac{D_c^2}{4} + M_{CD/DVD} \frac{D_{ext}^2}{4}$$

Para el cálculo del momento de inercia, previo armado del dispositivo, realizar las siguientes mediciones:

- Con la cinta métrica o regla:
    - 7 mediciones del diámetro externo del CD/DVD
    - 7 mediciones del diámetro del cilindro
- Con la balanza:
    - 7 mediciones de la masa del cilindro
    - 7 mediciones de la masa del CD/DVD



Para el cálculo de la incerteza tenemos que:

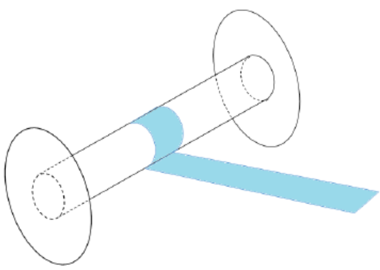
$$\Delta I_{rodillo} = \frac{D_c^2}{4} \cdot \Delta M_c + \frac{M_c \cdot D_c}{2} \cdot \Delta D_c + \frac{D_{ext}^2}{4} \cdot \Delta M_{CD} + \frac{M_{CD} \cdot D_{ext}}{2} \cdot \Delta D_{ext}$$

Entonces el valor del momento de inercia del rodillo será:

$$I_{rodillo} = \bar{I}_{rodillo} \pm \Delta I_{rodillo}$$

Parte B: Cálculo del ángulo crítico ($\theta critico$) para que el rodillo deslice sin rodar.
Armado del dispositivo.

Se desea hallar el ángulo que debe formar la cinta donde se aplica la fuerza de manera que el rodillo se deslice sin rotar, para ello primero armamos el dispositivo pegando primero con cinta adhesiva los CD/DVD en cada extremo del cilindro y una vez que colocados de forma simétrica y bien centrados (como en la imagen, los sellamos con la pistola de silicona (o el adhesivo que hayan elegido).



Luego hagan lo mismo con la cinta, teniendo la precaución de ubicarla en la zona media del rodillo, luego sellar la punta con silicona o adhesivo (de forma que no se despegue del rodillo).

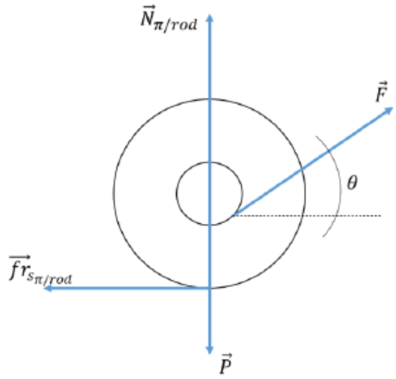
1°) Determinación del ángulo crítico mediante modelo físico-matemático.

Para hallar el ángulo crítico partimos del análisis de la condición de rodadura, planteando:

$$\sum \vec{\tau}_{cm} = I_{mc} \cdot \vec{\alpha}$$

Y,

$$\sum \vec{F} = M_{rod} \cdot \vec{a}$$



Buscamos la aceleración angular que queda expresada por la siguiente ecuación:

$$\alpha = \frac{F \cdot R_{ext} \left(\frac{R_c}{R_{ext}} - \cos\theta \right)}{I_{rod} - M \cdot R_{ext}^2}$$

Como la condición de que el rodillo deslice sin rotar implica que α sea cero, analizando la expresión anterior, se ve que debe cumplirse que:

$$\frac{R_c}{R_{ext}} - \cos\theta = 0$$

$$\cos\theta = \frac{R_c}{R_{ext}} \quad \Rightarrow \quad \theta = \arccos\frac{R_c}{R_{ext}}$$

Y la incerteza de θ será:

$$\Delta\theta = \frac{1/R_{ext}}{\sqrt{1 - \left(\frac{R_c}{R_{ext}}\right)^2}} \cdot \Delta R_c + \frac{\frac{R_c}{R_{ext}^2}}{\sqrt{1 - \left(\frac{R_c}{R_{ext}}\right)^2}} \cdot \Delta R_{ext}$$

Entonces el ángulo crítico es:

$$\theta = \bar{\theta} \pm \Delta\theta$$

2°) Determinación del ángulo crítico mediante medición del ángulo
Usando el rodillo tirar de la cinta y con cuidado buscar la inclinación que genere que el rodillo solo deslice y no rote, una vez hallado marcar uno de los lados del CD/DVD con un marcador indeleble y luego con un transportador medir el ángulo.
Realizar este proceso 10 veces y determinar el ángulo crítico.
Donde la incerteza será la introducida por el transportador o la del desvío estándar según corresponda.

Escribir las conclusiones de ambas partes de la experiencia.

PE11. Instituto de Enseñanza San Jorge - Big Ben School
Ciudad de Santiago del Estero.

Objetivo
Determinar el espesor de una hoja de papel de un libro y explorar algunas curiosidades del papel.

Lista de Materiales
- Libro de una cantidad considerable de hojas (en lo posible de 200 en adelante)
- Regla o GeoMetriCard
- 1 hoja A4

Descripción

Algo de historia

“China ofreció a la humanidad un material escriptóreo de bajo coste y alta permanencia, que en poco tiempo fue sustituyendo al papiro y al pergamino, con los que convivió en sus inicios. Según la tradición, la historia del papel se inicia en el año 105, cuando el chambelán de la corte Ts'ai Lun ofreció al emperador Hai una blanca hoja de papel. A su muerte este invento era conocido en toda la China imperial. La innovación de Ts'ai Lun fue la desintegración de las fibras vegetales y trapos con un mazo pesado de madera en un mortero de piedra. La forma a mano china estaba constituida por un marco de madera, en el que se sujetaba un tejido fino de bambú, unido con hilos de seda. Como materia cohesiva para unir las fibras y dar la impermeabilidad necesaria, se utilizó un extracto de agar, alga marina que ya se usaba en China, con fines medicinales, desde tiempos remotos. Desconocemos de qué materiales estaban hechas estas primitivas hojas de papel: lino, esparto, cáñamo. Es de suponer que conociendo los capullos de seda, estudiarían la base de alimentación de los gusanos, es decir, la hoja de morera de la que tal vez obtendrían la primera pasta de papel” (El papel: 2.000 años de historia. José Luis Asenjo Martínez y María del Carmen Hidalgo Brinquis, Asociación Hispánica de Historiadores del Papel, 22/02/2010).

Desde ese momento hasta la actualidad el proceso de producción del papel ha experimentado innumerables cambios.
Entre las propiedades características del papel podemos nombrar algunas como su gramaje y espesor. En esta última nos centraremos para realizar esta experiencia. Para medir el espesor de una hoja se puede emplear un Micrómetro (También llamado tornillo micrométrico o Palmer). Sin embargo es posible realizar esta medición en forma indirecta con una regla común.
Para medir el espesor (grosor) de una hoja de papel con una regla común, tenemos el problema de que su longitud es menor que la menor división de una regla que es de 1 mm. Por ello es posible simplificar el problema suponiendo que todas las hojas tienen el mismo espesor. A partir de este supuesto es posible medir el espesor de una pila de hojas colocadas una encima de otra, de forma que el valor medido se encuentre dentro del rango de medida de la regla. Para luego dividir esa longitud entre la cantidad de hojas que tiene la pila y determinar así el espesor de una hoja de papel.

Luego de medir la altura de una pila de papeles, el espesor de una hoja se calcula entonces mediante la expresión:

$$E = \frac{h}{n} \quad \text{(I)}$$

Donde:

E: espesor de una hoja de papel.
h: Altura de la pila de hojas
n: cantidad de hojas de la pila.

1º Parte - ***”Libro gordo”***

Procedimiento:

1) Elige el libro que tenga mayor cantidad de hojas.
2) Selecciona una cierta cantidad de hojas “n” y cuéntalas.
3) Mide la altura “h” de la pila de hojas que seleccionaste.
4) Calcula el espesor “E” de una hoja del libro mediante la relación:

$$E = \frac{h}{n}$$

5) Repite los paso 2) al 4) un mínimo de 10 veces seleccionando una cantidad diferente de hojas en cada repetición.
6) Confecciona una tabla de mediciones incluyendo: Cantidad de hojas “n”, altura de la pila de hojas “h” y Espesor de una hoja “E”.
7) Realiza una gráfica en un sistema de ejes cartesianos representando la altura “h” en función de la cantidad de hojas, empleando los datos de la tabla. $h = E \cdot n$
8) Realiza un ajuste lineal del gráfico anterior, determina la pendiente de la recta obtenida y el mejor valor del espesor a partir de ella. (Si no conoces este procedimiento, calcula el valor promedio de los 10 espesores que obtuviste). Informa estos valores con su correspondiente incerteza.

Requerimientos

a) Desarrollar la experiencia en forma correcta, prolija y ordenada minimizando las posibles causas de errores.
b) Confeccionar una tabla de mediciones incluyendo: Cantidad de hojas “n”, altura de la pila de hojas “h” y Espesor de una hoja “E” con la cantidad de mediciones solicitada.
c) Graficar la altura en función de cantidad de hojas $h = E \cdot n$, empleando los datos de la tabla, seleccionando las unidades y escalas adecuadas.
d) Determinar el espesor de una hoja de su libro con su correspondiente incerteza.
e) Nombrar y explicar al menos 5 causas de error que incidieron en la determinación del espesor de la hoja del libro.

2º Parte – *“Dobla y requete dobla”*

Procedimiento

1) Toma una hoja A4 y dóblala por la mitad.
2) Tal como quedó la hoja, vuelve a repetir el paso 1 tantas veces como puedas contando y anotando cada vez que realizas un doblez.

Requerimientos

a) Expresa la cantidad máxima de veces que pudiste doblar la hoja a la mitad.
b) Calcula la cantidad de capas de papel que quedaron apiladas al realizar los dobleces.

3º Parte – *“Escalera de papel”*

Comparando longitudes

Teniendo en cuenta el espesor medido de una hoja de tu libro en la 1º parte y si pudieras doblarla por la mitad 42 veces, ¿hasta dónde podrías llegar subiendo por una hipotética escalera de papel formada por la hoja doblada?

a) Hasta el segundo piso de una casa: 3 m.
b) Hasta el mirador de la torre del complejo Juan Felipe Ibarra: 100 m.
c) Hasta la cima del Aconcagua: 6.962 m.
d) Hasta la Luna: 384.400 km.
e) Hasta el Sol: 149.597.870 km

PE12. EET N° 1 Coronel Manuel Álvarez Prado
San Pedro, Jujuy.

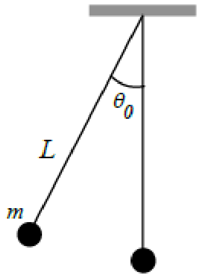
Introducción

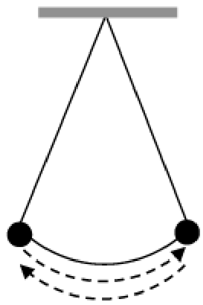
El péndulo es una máquina sencilla que permite medir frecuencias e intervalos de tiempo con mucha precisión. El período de un péndulo situado en un campo gravitatorio queda determinado por una relación sencilla entre la longitud del hilo y la aceleración de la gravedad.

La ecuación que permite calcular el período es:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

En esta práctica, construirás un péndulo simple (mediante algún objeto esférico y un hilo) y estudiar experimentalmente cómo influye la masa *m*, la amplitud inicial θ_0 de la oscilación y la longitud *L* del hilo sobre el periodo *T* del péndulo, representado esquemáticamente en las siguientes figuras.





Cuando la masa esférica se separa de su posición de equilibrio oscila con regularidad. Al tiempo invertido en una oscilación completa se le llama *periodo*.
Como el tiempo de una oscilación es muy pequeño, se medirá el tiempo correspondiente a un número dado de oscilaciones (por ejemplo, 30). El periodo será el cociente entre dicho tiempo y el número de oscilaciones efectuadas.

Material necesario

- Soporte universal con pinza (sustituir por otro tipo de soporte, puede realizarse en la pared)
- Tres esferas de diferentes masas (por ejemplo, pelota de golf, pelota de tenis, etc.)
- Hilo
- Semicírculo graduado
- Cinta métrica
- Cronómetro (puede usarse el celular)
- Balanza (es necesario conocer las masas de las esferas)

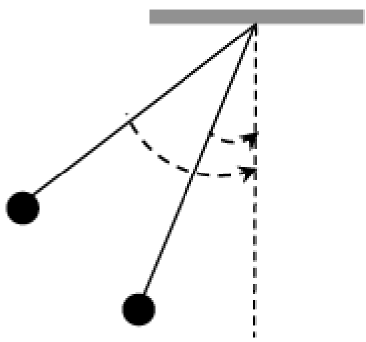
Tarea a Realizar

1) Pesar las tres esferas que vas a utilizar.
2) Construir un péndulo simple de unos 80 cm de longitud
3) Estudiar experimentalmente cómo influye la masa en el periodo.

Para llevar a cabo esto, es necesario, mantener constante la longitud y la amplitud inicial del péndulo, y luego, medir el tiempo correspondiente a 30 periodos para cada una de las esferas, finalmente poner los resultados en una tabla.

- Tabla 1: influencia de m en el periodo

4) Estudiar cómo influye la amplitud del recorrido sobre el periodo del péndulo.



Para llevar a cabo esta segunda experiencia, tendrás que mantener constante la masa y la longitud del péndulo, pero variarás la amplitud inicial, debes usar el semicírculo graduado para medir diferentes ángulos de la amplitud inicial, comprendidos entre 0 º y 30 º, y medir el tiempo correspondiente a 30 periodos.

- Tabla 2: influencia de θ en el periodo

5) Finalmente, estudiar la influencia de la longitud sobre el periodo

Para llevar a cabo esta tercera experiencia, debes mantener constante la masa y la amplitud inicial y variar la longitud de la cuerda, puedes comenzar con una longitud de 0.40 m y aumentarla progresivamente hasta alcanzar un valor de 1,20 m. Ten en cuenta que la longitud se mide desde el punto de suspensión hasta el centro de la esfera y que la amplitud de las oscilaciones debe ser pequeña (aproximadamente 15º).

- Tabla 3: influencia de “l” sobre el periodo.

Análisis de los resultados obtenidos

- Calcula el periodo para cada una de las experiencias anteriores.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, responde a las siguientes preguntas:
  - ¿Afecta la masa al periodo de un péndulo?
  - ¿Afecta la amplitud al período de un péndulo?
  - ¿Afecta la longitud de la cuerda al período de un péndulo?
- Utiliza una hoja de cálculo para mostrar la variación del periodo con la longitud y dibuja una línea que pase lo más cerca posible de todos los puntos (línea de tendencia, polinomial de grado 2).
- A partir de la gráfica anterior, determina la longitud que debe tener un péndulo para batir segundos, esto es, para que su periodo sea de 2 segundos.
- Construye dicho péndulo y mide su periodo.
- Realiza un **Informe**

Elabora un informe sobre el trabajo realizado: objetivos, materiales empleados, fundamento, procedimiento seguido, resultados obtenidos, representación gráfica del periodo frente a la longitud, longitud del péndulo que bate segundos, conclusiones, etc., además, debes incluir fotografías que muestren el procedimiento experimental que seguiste.

PE13. EET Agodonera Flandria
Jáuregui - Luján, Buenos Aires.

Objetivo

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

Elementos

- Una regla plástica de 30 cm. Una tapita de gaseosa o agua mineral
- Una jeringa descartable de 10 cm.
- Agua (densidad p 1 g/cm) Mesa, libro, trozo de madera (con bordes bien rectos)

Teoria

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

Con los elementos solicitados, podemos construir nuestra propia balanza, como se muestra en la Figura 2.

Para ello utilizamos el borde de una mesa o un libro o un trozo de madera. Para cualquier opción, el borde debe ser lo más recto posible.

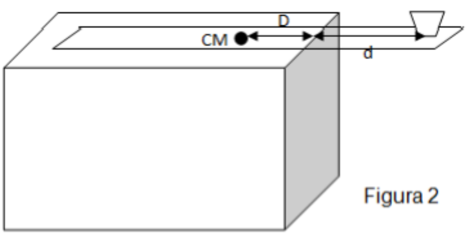


Figura 2

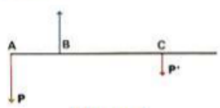


Figura 1

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

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

donde M es la masa de la regla, D la distancia del centro de masa de la regla al centro de momentos, m la masa de la tapa y d la distancia del centro de masa de la tapa al centro de momentos.
Llenamos la tapa con una masa conocida de agua m. para que el sistema se encuentre en equilibrio, se debe cumplir que:

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

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

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

Procedimiento

1- Determine el centro de masa (CM) de la regla y márquelo con una fibra o lápiz sobre la regla.
2- Marque en la tapa vista de costado el centro de la misma.
3- Coloque la tapa vacía centrada sobre una de las marcas de la regla (por ejemplo 1 cm) y sobre el borde de la mesa haga que el sistema regla+tapa quede en equilibrio
4- Determine la distancia D del CM de la regla al centro de momentos (borde de la mesa) y la distancia d del centro de masa de la tapa al centro de momentos
5- Repita la medición, pero ahora con la tapa conteniendo 5 cm de agua y determine Dy d'
6- A partir de la expresión (3) y de los valores medidos, determine la masa M de la regla
7- Repita los pasos 1-6 para al menos 10 posiciones distintas de la tapa en la regla
8- De un valor de M con su correspondiente incertidumbre o error.

PE14. Instituto Técnico Renault Ciudad de Córdoba.

Ley de Hooke

La ley de Hooke establece que el alargamiento de un muelle es directamente proporcional al módulo de la fuerza que se le aplique, siempre y cuando no se deforme permanentemente dicho muelle.

$$F = k * (x-x0)$$

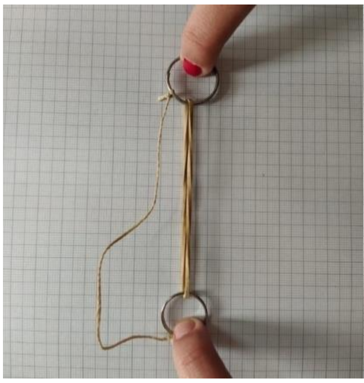
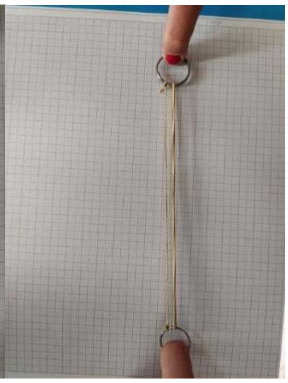
Dónde:

- F es el módulo de la fuerza que se aplica sobre el muelle.
- k es la constante elástica del muelle, que relaciona fuerza y alargamiento. Cuanto mayor es su valor más trabajo costará estirar el muelle. Depende del muelle, de tal forma que cada uno tendrá la suya propia.
- x0 es la longitud del muelle sin aplicar la fuerza.
- x es la longitud del muelle con la fuerza aplicada.

Se propone la construcción de un dinamómetro casero utilizando una banda elástica, unas argollas de llavero, hilo, distintas tuercas o elementos que se puedan utilizar como masas medidas y una base donde colgar el dispositivo.

Elementos

Por medio de una balanza digital de cocina o de algún local comercial que posea un dispositivo de medición digital, medir el peso de cada turca, tornillo o tubo de fuerza que deseen utilizar (en este instructivo utilizamos los tubos de fuerza de distintas meridas).
Con las argollas de llavero, la goma elástica y el hilo armamos el dinamómetro casero de la siguiente forma:



El hilo que vincula las dos argollas es para evitar el estiramiento excesivo y romper la banda elástica.
Se pide:

a) Colgar el dinamómetro casero en algún soporte que podamos hacer en nuestro hogar (en este instructivo usamos un soporte de inyectores) de forma tal que quede colgado de una de las argollas (preferentemente la de mayor tamaño). Como muestra la figura colgando una pequeña carga para que estire la banda elástica.
b) Comenzar a cargar con las deás pesas calibradas y registrar el elongamiento que va sufriendo la bada elástica.

c) Realizar una tabla donde quede registrado la elongación en funcioón de la peso de la carga total que se le esté aplicando al dinamómetro casero (ir viendo la progresión).

d) Marcar los puntos obtenidos de la tabla en una hoja milimetrada, donde sobre el eje de las ordenadas ubiquemos la fuerza de la carga y en el eje de las absisas ubiquemos a la elongación.
e) Ajustar los resultados a una recta (ser criterioso en la elección de los puntos para la regresión lineal) y encontrar el valor de la constante elástica de la banda.

PE15. Escuela Normal Superior N° 6
Aristóbulo del Valle, Misiones.

Objetivo
Analizar la velocidad media de una persona, considerando que la misma se desplaza con un movimiento rectilíneo uniforme.

Elementos
- Una regla graduada o cinta métrica.
- Cronómetro.
- Marcador de pizarra o tiza

Teoría
En el movimiento rectilíneo uniforme, un objeto viaja con velocidad constante, cubriendo la misma distancia en intervalos de tiempo iguales.
La velocidad nos dice que tan rápidamente se está moviendo algo y en qué dirección se está moviendo. Así como podemos hablar de rapidez media e instantánea, tenemos velocidades media e instantánea que implican desplazamientos vectoriales. La velocidad media es el desplazamiento dividido entre el tiempo total de recorrido. En una dimensión, esto implica solo movimiento a lo largo de un eje, que se considera el eje *x*. En este caso:

$$v = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$$

Procedimientos
1) Individualmente se desplazará por un lugar amplio de su hogar. Para ello, hará 6 marcas (mínimamente cada 1 m).
2) Deberá realizar una sola caminata en línea recta al mismo ritmo (buscando que su velocidad sea constante) y en cada una de las marcas hay que tomar el tiempo parcial. Para lograr una medición adecuada, se debe lograr el ritmo constante de movimiento antes de la primera marca (0 m), recién cuando pase por la misma deberá dar comienzo al cronómetro.

Analizar si los tiempos no tienen valores atípicos. En caso afirmativo, vuelva a realizar las mediciones.

3) Con los datos conseguidos confeccione una tabla.
4) Realizar la gráfica de la posición en función al tiempo y su ajuste lineal con los datos de la tabla del punto 3.
5) Calcular la pendiente de la recta.
6) ¿Qué representa la pendiente de la recta?

Con los datos obtenidos en el gráfico, represente el valor probable de la velocidad y su respectiva incertidumbre.

PE16. Instituto Privado Industrial Luis A. Huergo
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Objetivos
- “Jugar” con medios granulares.

- Estudiar los efectos disipativos de medios granulares en la dinámica de los recipientes que los contienen.

Breve descripción

Un medio granular consiste en un conjunto de partículas macroscópicas que interaccionan entre sí mediante fuerzas de contacto. El tamaño de los granos que constituyen este tipo de materiales abarca desde milímetros hasta metros. Algunos ejemplos de medios granulares son: el arroz, la sal, la polenta, la arena e incluso el material que forma los anillos de Saturno. La materia granular se puede comportar de manera similar a un sólido pero también puede fluir como un líquido. La dinámica de estos medios es por consiguiente muy difícil de describir y aún se están realizando estudios teóricos y experimentales para lograr obtener una descripción completa de la misma. Los sistemas compuestos por medios granulares tienen un comportamiento altamente disipativo, como consecuencia de la cantidad de interacciones entre partículas que se producen en su seno. Es por esto que alcanzan rápidamente un estado de equilibrio en ausencia de una fuente de energía externa.

Propuesta

- Estudiar el movimiento de un frasco que contiene material granular.

Para esto se propone cargar un frasco cilíndrico con material granular y hacerlo rodar por un plano inclinado, y a continuación por una superficie horizontal. Se pretende medir la distancia máxima (L) que alcanza el frasco en función de la cantidad de sustancia granular que contiene.

Consigna

- Implementar un arreglo experimental similar al de la Figura 1 y realizar los experimentos.

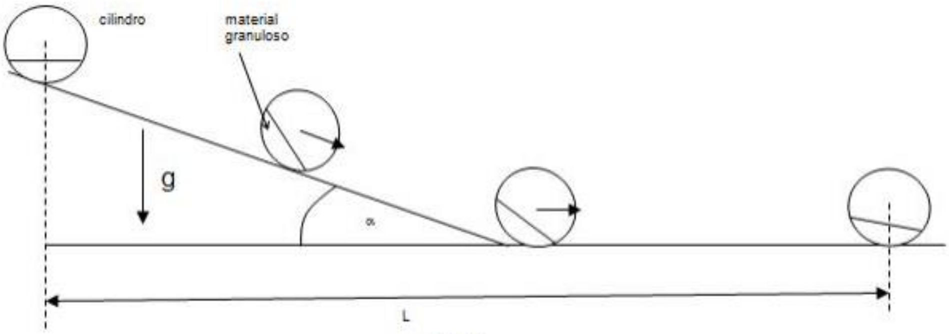


Figura 1

Elementos que pueden resultar de utilidad

- Cinta métrica.
- Cartón rígido o chapa.
- Cilindro contenedor.
- Material granular seco.
- Cinta adhesiva de papel.
- Apoyos para el plano inclinado (libros).
- Dosificador de material granular. –
- Espacio libre de obstáculos, para que el cilindro ruede.

Sugerencias

a) Utilizar como cilindro un frasco de vidrio, en lo posible transparente (tipo de café de 250g).
b) Utilizar diferentes materiales granulares (arroz, polenta, sal gruesa, sal fina, arena seca etc.).
c) Utilizar una herramienta para cuantificar el material granular que se utiliza en las mediciones, tipo tapita plástica de gaseosa.

d) Comprobar que las relaciones entre el recorrido máximo del frasco, el ángulo del plano inclinado y el espacio disponibles son las adecuadas.

Desarrollo de los experimentos
Una vez implementado el diseño experimental, para un ángulo fijo del plano inclinado y una posición fija de largada:

a) Realice mediciones de la distancia máxima (L) que alcanza el frasco vacio.
b) Realice mediciones de la distancia máxima (L) que alcanza el frasco cuando contiene diferentes cantidades de material granular. Esto es, mediciones N vs L (numero de tapitas de material granulado puestos en el frasco versus distancia máxima alcanzada). Extienda las mediciones hasta que el material granular llene completamente el frasco. Confeccione una tabla con los resultados. Observe el comportamiento del material granular, contenido en el frasco, durante el transcurso de los experimentos (distribución de material, comportamiento dinámico del mismo, etc.).
c) Registre el número de “tapitas” (NT) necesarias para completar el frasco con su correspondiente incerteza. **Realice experimentos utilizando al menos tres materiales granulares diferentes.**
d) Confeccione un gráfico tomando como abscisas el número de tapitas (N) dividido por NT y como ordenada la distancia L alcanzada por el cilindro. En éste gráfico deben estar contenidos los resultados de todos los experimentos (todos los materiales).
e) Analice y describa los resultados que se desprenden del gráfico anterior.

PE17. Instituto La Salle
Florida, Buenos Aires.

Dada la particular situación de este año, la práctica se realizará con los materiales que cada uno disponga en sus hogares y tendrá dos partes.

Parte a: Determinación del coeficiente de roce estático
Objetivos
Se va a estudiar experimentalmente la situación de movimiento inminente entre una goma de borrar y una regla, con el fin de determinar el coeficiente de roce estático entre ambas.

Materiales
- Regla
- Goma de borrar
- Cinta métrica y/o una segunda regla
- Material de soporte (libros, monedas, etc)

Modelo Teórico
Consideremos a la fuerza de roce estático entre la goma y la regla como una fuerza variable cuyo módulo puede valer como máximo: μ_e N, donde μ_e es el coeficiente de roce estático que se desea determinar y N es la fuerza normal.

Procedimiento Experimental.
Usando la regla como un plano inclinado, debe variar la pendiente hasta que la goma se encuentre en condición de movimiento inminente. Repita la experiencia las veces que considere necesario.
Realice el correspondiente diagrama de cuerpo libre y plantee la sumatoria de fuerzas, de modo que pueda obtener allí el coeficiente pedido.
Exprese su resultado con el error correspondiente.

Parte b: Péndulo Simple
Objetivos

Determinar el valor de la aceleración de la gravedad g con su correspondiente incerteza experimental.

Introducción Teórica

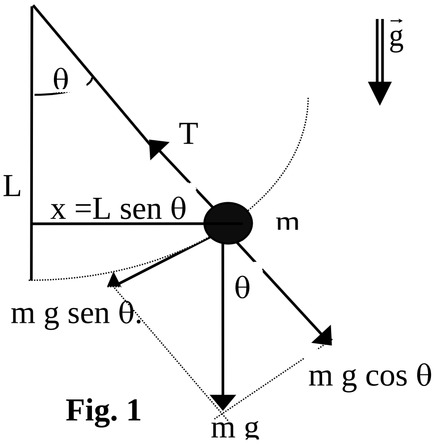


Fig. 1

Un péndulo ideal está constituido por un punto material de masa “m” suspendido de un punto fijo mediante un hilo inextensible de longitud L y de masa despreciable.
Cuando se lo aparta de su posición de equilibrio y se lo suelta, el péndulo oscila en un plano vertical bajo la influencia de la gravedad. El movimiento, para pequeñas amplitudes, es periódico.
En la posición mostrada en la Fig. 1, la cuerda forma un ángulo θ con la vertical y las fuerzas que actúan sobre m son el peso mg y la tensión T. El peso mg se descompone en una componente radial de módulo mg cos θ y una componente tangencial de módulo mg sen θ.
T y la componente radial del peso suministran la aceleración centrípeta para mantener a la partícula moviéndose en un arco de circunferencia.
La componente tangencial: F = - mg sen θ, provee la fuerza de restitución que tiende a regresarla a la posición de equilibrio.
Si el ángulo θ (en rad) es pequeño, sen θ es aproximadamente igual a θ. Por ejemplo, para θ = 5° = 0,0873 rad, sen(θ) = 0,0872, el cual difiere de θ en aproximadamente el 0,1 %. Esto también implica que el arco descripto sea aproximadamente igual a la cuerda. Así $x \cong L\theta$, y entonces en la aproximación para ángulos pequeños se puede escribir que:

$$F = -mg\theta \qquad \Rightarrow \qquad F = -\left(\frac{mg}{L}\right)x$$

A partir de la igualdad anterior resulta la ecuación diferencial:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{g}{L}x = 0$$

cuya solución es del tipo: $x = x_0 \cos(\omega t + \theta_0)$.

Para pequeños desplazamientos angulares respecto de la posición de equilibrio, el movimiento será armónico simple con un período τ dado por:

$$\tau = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

El período τ, entonces, no depende de la amplitud de oscilación pero sí de la longitud del hilo, por lo que se puede comprobar la isocronicidad entre oscilaciones de diferentes amplitudes, para un mismo largo de hilo.

Materiales

- Hilo o cuerda
- Una tuerca, sacapuntas u otro objeto pequeño que pueda sujetarse al extremo de la cuerda.
- Cronómetro (puedo usar su celular).
- Cinta métrica.
- Soporte para sujetar el hilo.

Procedimiento Experimental
Comenzando con un valor de L de aproximadamente 1 m efectuar al menos 7 mediciones del período aumentando en cada una de ellas la longitud L en 5 cm, aproximadamente.
Apartar la masa respecto de la posición de equilibrio en un ángulo θ que no supere los 5º (aproximadamente).
Determinar el tiempo correspondiente a una oscilación.
Confeccionar una tabla como la siguiente:

l_i (cm)	L_i (cm)	ΔL_i (cm)	τ_i (s)	$\Delta\tau_i$ (s)	τ_i^2 (s)	g_i (m/s^2)	Δg_i (m/s^2)

En un mismo par de ejes cartesianos graficar los pares $(x_i ; y_i) = (L_i;\tau_i^2)$ y la recta que pasa por los puntos (0,0) y $(\bar{x};\bar{y})$ donde:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{N} L_i}{N} \quad , \quad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{N} \tau_i^2}{N}$$

De la pendiente del gráfico τ^2 en función de L, se puede obtener el valor de "g"
Expresar $g \pm \Delta g$.

Nota: el valor de "g" de referencia en Buenos Aires es : 979,669 cm s^{-2}.

PE18. Colegio Emilio Civit
Maipú, Mendoza.

Objetivo:
- Estudiar la potencia calórica de una vela.

Breve descripción

Una vela es un cilindro de cera con un pabilo en el eje para que pueda encenderse y como resultado de la combustión de la cera irradiar luz y calor.
La llama de la vela tiene diferentes temperaturas (ver la figura) e irradia calor y luz en todas direcciones. Sin embargo, por el mecanismo de convección, el calor principalmente fluye en la dirección vertical (hacia donde apunta la llama).

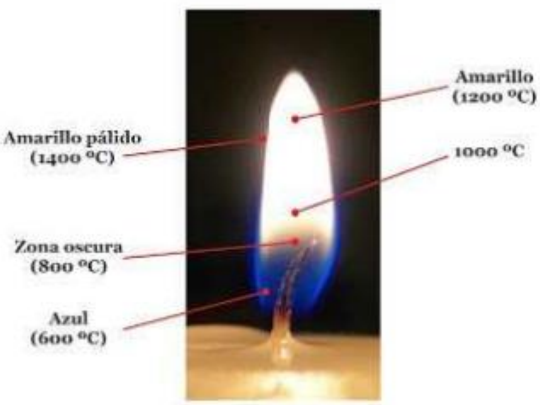


Figura 1

El flujo de calor que emite la vela en la dirección de su eje (vertical) se puede estudiar mediante el dispositivo que se esquematiza en la Figura 2. El mismo consiste de un cubito de hielo, apoyado sobre una chapa metálica fina, que está ligeramente inclinada. Por debajo de la chapa y en coincidencia con un eje que pasa por el centro del cubito se coloca la vela. La llama de esta última está a una distancia *d* de la chapa. En el extremo inferior de la chapa se ubica una jeringa graduada, sin émbolo y con el extremo fino (donde va la aguja) tapado (podría ser reemplazada por una probeta).

El agua producida por la fusión del hielo se recolecta en la jeringa y se determina su volumen V_a. Determinando V_a en función del tiempo (t) y sabiendo el calor latente del hielo (80cal/g), se puede estimar la cantidad de energía por unidad de tiempo (potencia) que le ha llegado al hielo proveniente de la vela.

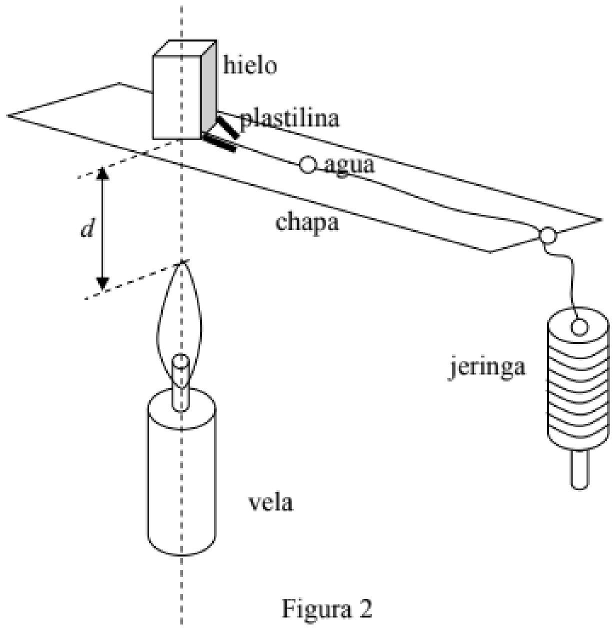


Figura 2

Consignas

a) Enuncie algunas de las hipótesis que se han realizado en la descripción previa y que no se han enunciado explícitamente. Algunas que involucran a la chapa y se relacionan con sus dimensiones. Otras que se relacionan con la temperatura del ambiente, del hielo, del agua.
b) Mida la temperatura ambiente.
c) Implemente el dispositivo propuesto.
d) Mida el aporte de calor proveniente del ambiente. Determine si es despreciable o no.
e) Realice las mediciones de V_a en función de t para, al menos, tres distancias chapa-llama (d) diferentes. Cada conjunto debe estar compuesto por no menos de diez pares (t, V_a).
f) Haga un gráfico t vs *masa de hielo fundido*, correspondiente a cada distancia d. Verifique si el comportamiento es aproximadamente lineal, en tal caso ajuste una recta.
g) A partir de los gráficos anteriores estime la potencia (P) recibida por el cubito de hielo en cada caso.
h) Presente estos resultados en un grafico (d vs P). Extrapole estos resultados al valor d=0 y determine un valor P_M.

Elementos que pueden resultar de utilidad:

- Chapa metálica fina (espesor despreciable).
- Cubitos de hielo (al menos 3).
- Plastilina (para evitar que el hielo deslice como consecuencia de la pendiente con la que se ha puesto la chapa).
- Vela (marca Ranchera o de calidad equivalente).
- Regla, papel milimetrado o cuadriculado, lápiz.
- Jeringa graduada de 10ml o más.
- Cronómetro.
- Soportes, pinzas de madera (tipo broches de los de colgar la ropa).
- Recipientes para agua.

PE19. Colegio San Juan El Precursor
San Isidro, Buenos Aires.

Determinación de la aceleración de la gravedad mediante un péndulo simple.
Con un objeto esférico y un hilo podemos construir fácilmente un péndulo simple, como el representado esquemáticamente en la figura:

Para construir el péndulo sólo se necesita un hilo y una esfera relativamente pequeña.

Cuando la masa m se separa de su posición de equilibrio, oscila con regularidad, de tal modo que el tiempo que tarda en efectuar una oscilación completa, esto es, su periodo T, depende únicamente de la longitud L del hilo y de la aceleración de la gravedad, g:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$$

Manipulando algebraicamente esta expresión, tal como sigue:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}} \rightarrow T^2 = \frac{4 \cdot \pi^2}{g} \cdot L$$

Se puede hallar un valor aceptable de la aceleración g de la gravedad. Si representamos gráficamente el cuadrado del periodo T^2 frente a la longitud L, obtendremos una gráfica que idealmente será una línea recta de pendiente:

$$\frac{4 \cdot \pi^2}{g}.$$

Objetivo

- Determinar experimentalmente el valor de la aceleración de la gravedad.

Material

En la figura 2 se muestran los materiales necesarios para la construcción del péndulo, que son los siguientes.

- Una esfera (se puede sustituir por una pelota de tenis, una pelota de golf, etc.).
- Hilo.
- Cinta métrica.
- Cronómetro (puede usarse un teléfono móvil).

Procedimiento

Con un hilo largo (1.5 m) y una esfera se construye un péndulo. Si no se dispone de un soporte convencional de laboratorio, se puede usar cualquier otro punto para sujetar la cuerda (por ejemplo, el techo de la habitación o el marco de una puerta, como se muestra en la parte derecha de la figura 2).

Figura 2. (Izq.) Materiales necesarios para llevar a cabo la determinación de la aceleración de la gravedad. (Der.) Forma sencilla de improvisar un péndulo simple.

- Comenzar con una longitud L próxima a los 40 cm, la cual se irá aumentando en sucesivas medidas. Recuerda que la longitud se mide desde el punto de suspensión hasta el centro de la esfera.
- Se separa el péndulo unos 10º de la posición de equilibrio y se deja que oscile libremente (figura 3). A partir de ese momento medimos el tiempo t30 que invierte en efectuar 30 oscilaciones completas.

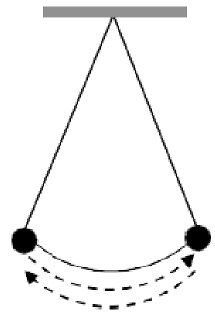


Figura 3. Mediremos el tiempo que tarda el péndulo en efectuar 30 oscilaciones completas.

- Aumentar la longitud L de la cuerda en unos 15 cm, tomar nota de la nueva longitud y medir el tiempo t30 que tarda en efectuar nuevamente 30 oscilaciones.
- Continuar así hasta tener un mínimo de 5 parejas de valores de longitudes distintas y volcarlos en una tabla.

Análisis de los resultados obtenidos
- Calcular el periodo T para cada una de las longitudes L y volcamos esos resultados en una tabla.
- Representar gráficamente el cuadrado del periodo frente a la longitud del hilo.
- Obtén la recta que pase lo más cerca posible de los puntos anteriores, gráficamente y la ecuación de dicha recta.
- Compara la pendiente de la línea de tendencia obtenida con su valor teórico, que es $4 \cdot \pi^2 / g$, y determina el valor de la aceleración g de la gravedad.

Calcula el error absoluto y el error relativo que has cometido en esta determinación.

PE20. Instituto Politécnico Superior - EETP N° 394 Dr. Francisco de Gurruchaga Rosario, Santa Fe.

Materiales
- Botella de boca angosta (por ejemplo: gaseosa de 500 cm^3), se sugiere que el pico de la botella tenga un diámetro menor a 3 cm.
- Analizador de espectro sonoro:
  - Opción A: celular con aplicación Physics Toolbox (“Analizador de Espectro”);
  - Opción B: computadora con micrófono y la función “Analizar Espectro” del software libre Audacity.
- Vaso medidor o jeringa de 20 ml (sin aguja!)
- Agua
- Regla

Experimental

La ocarina es un instrumento musical cuya versión occidental fue inventada por Giuseppe Donati en Italia en la segunda mitad del siglo XIX. Este instrumento tiene una forma ovoidal que se asemeja a una oca sin cabeza, de donde recibe su nombre. Las ocarinas estaban inicialmente hechas de barro aunque hoy en día su principio de funcionamiento nos permite convertir cualquier cavidad en un pequeño instrumento musical.

La frecuencia con la que resuena el aire en el interior de una cavidad con un orificio tiene la siguiente relación aproximada:

$$f = k\sqrt{\frac{1}{V_{aire}}}$$

Con esta idea en mente, se propone el estudio de un instrumento basado en este principio físico. Como bien puede explicar *le luthier*, para crear un instrumento musical no se requieren enormes presupuestos y maderas caras, sino un buen conocimiento de la física. Por eso, en este experimento se va a estudiar el sonido generado por una botella. Una forma de estudiar la frecuencia de sonido en cavidades es soplar en ellas y analizar la onda resonante. Por aquí es que vamos a comenzar:

1. Medir el tono del sonido que se obtiene al hacer resonar la botella vacía.

Nota: *si se utiliza algún "analizador de espectro" el **tono** es el primer 'pico' que se observa (en particular, Physics Toolbox indica la frecuencia que corresponde a ese 'pico').*

2. Repetir múltiples veces esa misma medición y obtener un valor final de frecuencia para la botella vacía.
3. Con el vaso medidor o la jeringa, verter una cantidad conocida de agua y volver a hacer mediciones.
4. Repetir esta operación de forma tal de obtener el tono correspondiente a al menos 8 valores distintos de volumen.

Ahora que ya tenemos toda la información concerniente al tono para distintas cantidades de agua vertida, vamos a caracterizar un poco la botella utilizada:

5. Medir el diámetro interno del pico de la botella.
6. Medir el volumen total que puede contener (V_t).
7. Adjuntar una foto de la botella.

Como se sabe, una vez que se tienen datos es importante poder tabularlos. Para eso, además del volumen de agua medido (V_{agua}) necesitamos calcular el volumen de aire $V_{aire} = V_t - V_{agua}$

8. Armar una tabla con V_{agua}, V_{aire}, f.
9. Graficar la frecuencia en función del volumen de aire.
10. Graficar la frecuencia en función de $1/\sqrt{V_{aire}}$.
11. Encontrar la constante de proporcionalidad para esa botella.

PE21. Colegio Tomás Godoy Cruz
Ciudad de Mendoza.

Objetivo: Determinar el calor latente de fusión del agua.

Elementos

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

Elementos en el aula

- Termómetro (provisto por el Profesor)

Teoría

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

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

a) Escriba las ecuaciones calorimétricas correspondientes a la situación planteada. Suponga que el recipiente es adiabático y que la temperatura de equilibrio de una mezcla de agua y hielo es 0°C. Desprecie efectos debido al cambio de la densidad de agua con la temperatura.

b) Coloque una cantidad de hielo a 0°C en el recipiente y agregue una volumen de agua conocido (Va), a temperatura ambiente. Agite la mezcla por al menos 15 segundos, teniendo cuidado de que siempre haya una mezcla de agua y hielo. Utilizando la jeringa, determine el nuevo volumen de agua (Vf).
Repita la medición al menos 10 veces.

c) A partir del análisis teórico realizado y de las mediciones, determine el valor de λ_f con su incerteza.

PE22. Instituto Eduardo L. Holmberg
Quilmes, Buenos Aires.

Cantidad de movimiento.

Objetivo: determinar el coeficiente de restitución (e) de una pelota.

Durante una colisión, todos los cuerpos sufren una pequeña deformación y por tanto liberan energía en forma de calor. La facilidad con que un cuerpo recobra su forma original después de un choque, es la medida de su elasticidad. Se debe tener en cuenta que tanto la cantidad de movimiento como la energía cinética deben conservarse en los choques. Aunque esta afirmación es aproximadamente cierta para cuerpos duros, es falsa para cuerpos blandos o que puedan rebotar más lentamente cuando chocan
Si la energía cinética permanece constante después del choque, se dice que este ha sido perfectamente elástico (caso ideal).Si los cuerpos que chocan entre sí, permanecen juntos después de la colisión, se dice que esta fue perfectamente inelástica. La mayor parte de los choques varían entre estos dos extremos.
Una manera de medir la elasticidad de un choque, se obtiene relacionando las velocidades relativas antes del choque y después del mismo.
Las colisiones inelásticas se caracterizan por una pérdida en la energía cinética. El coeficiente de restitución “e”, representa la fracción de la velocidad relativa final divididos por la inicial, o sea:

$$\left(v_{1f} - v_{2f}\right) = -e.\left(v_{1i} - v_{2i}\right)$$

Reacomodando:

$$e = -\frac{\left(v_{1f} - v_{2f}\right)}{\left(v_{1i} - v_{2i}\right)}$$

Para choques perfectamente elásticos e=1.

Para choques perfectamente inelásticos e=0.

Planteando la ecuación horaria para un MRUV:

$$y_f = y_0 + v_i.t + 0{,}5.g.t^2$$

Para yf=0; vi=0, despejamos el tiempo:

$$t = \sqrt{\frac{2h_0}{g}}$$

Por otro lado, la velocidad inicial en la colisión es la velocidad con la que la pelota llega al piso. Entonces:

$$v_{i1} = -g.t = -g.\sqrt{\frac{2h_0}{g}} = -\sqrt{2h_0 g}$$

De chocar con la tierra desde una altura h0. Análogamente:

$$v_{f1} = +\sqrt{2h_1 g}$$

Reemplazando en la ecuación del coeficiente de restitución se obtiene:

$$e = \frac{\sqrt{2h_1 g}}{-\sqrt{2h_0 g}} = \sqrt{\frac{h_1}{h_0}}$$

Elevando al cuadrado y despejando h1, se obtiene una dependencia lineal entre h1 y h0 cuya pendiente es e^2

$$h_1 = h_0.e^2$$

Parte experimental

En este trabajo se busca determinar el coeficiente de restitución de una pelota.

Para lograrlo deberá soltar la pelota desde distintas alturas y registrar la altura que alcanza luego del rebote con el piso. Ambos datos (h0,h1) deberán ser registrados en una tabla.

Se debe variar la altura inicial y para cada una de estas, el experimento debe repetirse al menos 6 veces.

Una vez completada la etapa de medición, deberá determinar el valor del coeficiente de restitución, ya sea por medio de un gráfico o por promedio de valores calculados.

PE23. Escuela ORT - Sede Almagro
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Hundimiento controlado.

La razón por la cual los barcos flotan tiene que ver con la resistencia que ejerce el líquido donde se sumerge al introducir un cuerpo en él. De alguna manera, es el fluido el que sostiene al sólido, generando una fuerza, que solemos llamar empuje, que compensa al peso de la embarcación, haciéndola flotar. Según Arquímedes, ese empuje es tan intenso como el peso del fluido desalojado.

$$E = P_{fluido} = m_{fluido}\, g$$

Lo cual, en términos de volumen (y conociendo la naturaleza del líquido), quedaría

$$E = \rho_{fluido}\, V_{desplazado}\, g$$

Cuando un cuerpo flota, hay un equilibrio entre el peso del cuerpo y el empuje que le genera el fluido. Teniendo en cuenta que el volumen de fluido desplazado es igual al volumen del cuerpo sumergido, podemos encontrar la relación

$$P = E \;\rightarrow\; m_{cuerpo}\, g = \rho_{fluido}\, V_{sumergido}\, g$$

Considerando que la aceleración de la gravedad aparece a ambos lados de la igualdad, por propiedad *tachativa* llegamos a que

$$m_{cuerpo} = \rho_{fluido} V_{sumergido}$$

En el caso en el que el cuerpo sumergido sea un cilindro, el volumen puede ser expresado como $V = A\ h$ donde A es la superficie del cilindro. De esta manera

$$m_{cuerpo}(h) = \rho_{fluido}\ A\ h_{sumergida}$$

Objetivo

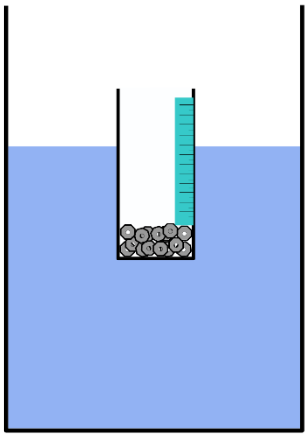
El objetivo de la práctica será determinar la densidad del agua estudiando la relación que hay entre la masa del sistema y la altura sumergida del mismo.

Materiales

- Tuercas o piezas de igual masa, conocida
- Cilindro o recipiente cilíndrico, preferentemente de base pequeña comparada al tamaño de las tuercas, con masa conocida
- Recipiente con agua de mayor altura que el cilindro
- Cinta métrica o regla
- Lápiz y papel milimetrado o cuadriculado
- Cinta adhesiva transparente

Procedimiento

1. Llenar el recipiente grande con agua.
2. Armar una regla de papel rectangular marcando centímetros en una hoja usando la regla o cinta métrica como patrón. Pegar la regla de papel con cinta adhesiva transparente en el cilindro, como aparece en la figura 1.
3. Sumergir el cilindro y colocar en él la cantidad de tuercas necesarias para que el cilindro se sumerja recto. Anotar la masa que eso representa.
4. Introducir de a una o dos tuercas (las necesarias para registrar un cambio en la altura sumergida) y registrar masa del sistema y altura sumergida. Repetir este proceso las veces que sean necesarias.



Consignas

1. Confeccionar una tabla con los valores medidos de la altura del tubo sumergido la masa introducida, con sus respectivas incertezas.
2. Confeccionar un gráfico de *m* vs *h*.
3. Ajustar con una recta el gráfico de m vs h y calcular el valor de la densidad del agua, con su respectiva incerteza.
4. Argumentar, en base al valor obtenido para ρ, si este proceso experimental es adecuado para cumplir el objetivo. En caso de que no lo sea, proponer una mejora al sistema.

PE24. Escuela de Agricultura General Alvear, Mendoza.

Gotas!!!

Podemos observar que algunos insectos puedan "caminar" sobre la superficie del agua y que puedas usar servilletas de papel para absorber agua, y la que igualmente explica porque la sabia asciende desde las raíces hasta las hojas. La explicación de todos estos fenómenos reside en una propiedad que tienen todas las sustancias que presentan un límite en su extensión, una frontera que la separe de otra fase diferente.

Esta propiedad se denomina tensión superficial, y corresponde a la fuerza de cohesión por unidad de longitud que un líquido ejerce sobre la frontera que lo separa de otro material. Entonces podemos pensar que, en el momento en que una gota se desprende de un gotero, el peso de la gota se equilibra con la fuerza de cohesión.

Materiales

- Bandeja para recolectar el material Botella de agua
- 500 cm^3 de alcohol etílico
- 2 jeringas de 3 ml cada una. Usa una para el alcohol y otra para el agua.
- 2 frasco para realizar mezclas
- Papel milimetrado
- 1 gotero

Para preparar distintas soluciones con una determinada concentración podemos guiarnos con la siguiente relación

$$\phi = \frac{V_{\text{alcohol}}}{V_{\text{alcohol}} + V_{\text{agua}}},$$

Consignas:

a) Prepara soluciones volumétricas desde *Φ*= 0:0 hasta *Φ* = 1:0, de 0.1 en 0.1. Para cada solución llena el gotero hasta la marca y cuenta el número de gotas que vacían el gotero. Repite cada medición de número de gotas tres veces y calcula el promedio. Reporta tus resultados en la tabla. SUGERENCIA: Usa un volumen total de la solución de 10 ml.
b) Mide el volumen del líquido en el gotero hasta la marca, denótalo como V_t y escríbelo en la hoja de la tabla. Calcula el volumen de las gotas de cada solución y escríbelo en la tabla. Llama v al volumen de las gotas.
c) Realice una grafica del volumen en función de las gotas en función de la concentración.
d) Realice el ajuste correspondiente

La fuerza de cohesión entre la gota y la boquilla del gotero está dada por: $F_{cohesion} = \gamma L$, donde γ es la tensión superficial del líquido y L la longitud de la línea de contacto entre la gota y la boquilla. Dado que la tensión superficial de un líquido corresponde a la fuerza de cohesión por unidad de longitud, podemos pensar que, en el momento en que la gota se desprende del gotero, el peso de la gota se equilibra con la fuerza de cohesión.

e) De acuerdo con lo anterior, expresa la tensión superficial en términos de las cantidades conocidas, denota como OH a la densidad del alcohol y H_2O a la del agua
f) Realiza una gráfica de la tensión superficial como función de la concentración.
g) Realiza una breve conclusión de los resultados obtenidos.

PE25. Escuela ORT - Sede Belgrano
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

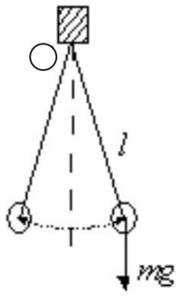
La parte experimental del certamen local consistirá en estimar la gravedad de la tierra utilizando un péndulo y ayudándonos del movimiento armónico simple.

Lista de materiales

a) Una tanza, cuerda o soga.
b) Una pesa para colgar en uno de los extremos de la soga
c) Un cronómetro.
d) Un centímetro o cinta métrica

Introducción teórica

En el siguiente sistema si despreciamos el rozamiento tenemos un sistema en el cual la energía se conserva pero se va a transformando de cinética en potencial. Si se despejan las ecuaciones de Newton y se tiene en cuenta la aproximación de pequeñas oscilaciones es decir seno del ángulo es aproximadamente igual al ángulo. Entonces podemos concluir que:



T = 2π $\sqrt{l/g}$ donde T es el periodo. Al elevar al cuadrado en ambos lados podemos establecer una relación lineal entre T y l y de esa forma de la pendiente extraer la gravedad.

Procedimiento de la parte 1

a) Mida el largo de soga y ate la pesa a un extremo de la soga. El otro extremo lo deberá fijar en algún punto fijo como indica la figura.
b) Realizando un pequeño apartamiento de la posición de equilibrio suelte el péndulo y déjelo oscilar.
c) Una forma conveniente de medir es contar una cantidad de oscilaciones y medir el tiempo transcurrido para esa cantidad de oscilaciones. De esa forma podrá estimar el período.
d) Realice una tabla de valores como la que se muestra a continuación para cada longitud de la soga para estimar el valor del período teniendo en cuenta la relación entre período y frecuencia.

Tiempo (seg)	***Cantidad de Oscilaciones***

e) Una vez que se tiene el período con su respectivo error se debe calcular el período al cuadrado realizando la propagación de errores correspondiente.
f) Repetir para al menos 5 largos distintos de la soga a fin de conseguir una buena cantidad de puntos. (Máximo 10 largos)
g) Luego podrá realizar una tabla como la que se muestra a continuación:

T^2 (Periodo al cuadrado)	***Longitud de la Soga***

h) Una vez que se tienen los valores de la tabla gráficos se debe obtener la pendiente y de ahí despejar la gravedad teniendo en cuenta el respectivo error.
i) Algunas preguntas complementarias para pensar: ¿Afectaría al periodo de un péndulo que su masa variase mientras oscila, como el de la experiencia de Foucault que perdía arena? ¿Por qué crees que no es conveniente medir directamente el periodo midiendo el tiempo de una sola oscilación en vez de medir el tiempo de una determinada cantidad de oscilaciones?

PE26. Escuela Philips
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Todo solido de revolución tiene al menos un eje principal de rotación que pasa por su centro de masa y respecto a este eje, la distribución de masa del solido así como la geometría del cuerpo, están directamente vinculadas al comportamiento dinámico. Estas características se cuantifican mediante la cantidad física escalar llamada momento de inercia. Por lo general, el momento de inercia para estos objetos se puede escribir de la siguiente manera:

$$I^{CM} = kMR_{ext}^2$$

Donde M es la masa total del objeto, R_{ext} el radio externo del objeto, y k el coeficiente de inercia, una constante del objeto dependiente de la geometría del mismo. En este experimento, se propone averiguar el coeficiente de inercia respecto al eje de rotación de una cinta adhesiva.

Materiales

- Cinta adhesiva
- Cronometro (puede utilizar su teléfono celular para esto)
- Cinta métrica
- Regla / Calibre
- Plano inclinado

Primera parte: Método Dinámico

Se propone trabajar con una cinta adhesiva que ruede sin deslizar sobre una superficie plana inclinada.

Procedimiento

- Describa un método para determinar el coeficiente de inercia del solido de revolución
- Realice un esquema de montaje asociado al método diseñado
- Desarrolle el análisis dinámico correspondiente a la situación
- Obtenga una expresión linealizada que permita determinar gráficamente el coeficiente de inercia
- Determine las magnitudes que se necesitan medir y obtenga los valores correspondientes
- Realice el análisis de incertidumbre para cada magnitud
- Genere las tablas de valores adecuadas para los valores medidos y sus incertidumbres
- Confeccione un gráfico apropiado y obtenga el valor de k con su respectiva incerteza.

Segunda parte: Método Analítico

Para un cilindro hueco homogéneo, el momento de inercia se puede calcular analíticamente con la siguiente formula:

$$I^{CM} = \frac{1}{2}M(R_{ext}^2 + R_{int}^2)$$

Donde M es la masa, Rext es el radio externo y Rint es el radio interno. Considerando la cinta como un cilindro hueco de densidad homogénea:

Procedimiento

- Determine las magnitudes que se deben medir y obtenga los valores correspondientes
- Realice el análisis de incertidumbre para cada magnitud
- Calcule el valor de k equivalente con su incertidumbre
- Compare este valor con el valor obtenido en la primera parte

Tercera parte: Análisis Generalizado

Las cintas adhesivas en realidad están hechas a partir de dos cilindros huecos concéntricos, uno de cartón y otro de la propia cinta. Utilizando el valor de k calculado en la primera parte:

Procedimiento

- Realice un análisis teórico para poder calcular el cociente entre la masa solo de la cinta y la masa total (m_{cinta}/m_{total})
- Calcule dicho cociente a partir de un análisis geométrico de inercias, con su respectiva incerteza.
- Mida el volumen de la cinta adhesiva (sin considerar el cartón) y el volumen del cartón solo, con su respectiva incerteza
- Obtenga el mismo cociente de masas que antes a partir de las mediciones realizadas, con su incerteza. Utilice los valores de densidades proporcionados al final del enunciado.
- Compare los valores obtenidos y comente sobre el método utilizado para medir k en términos de “nivel de confianza experimental”

Datos

$$g = (9{,}81 \pm 0.01)\frac{m}{s^2}$$

$$\rho_{cinta} = (610 \pm 20)\frac{kg}{m^3}$$

$$\rho_{carton} = (1010 \pm 50)\frac{kg}{m^3}$$

PE27. UEGP Nº 109 Colegio Integral Dr. Carlos Primo López Piacentini Resistencia, Chaco.

¿Cómo funciona una lupa?

En la experiencia anterior usaste una lupa, pero, ¿qué es una lupa?

Una lupa es un instrumento óptico cuya parte principal es una lente convergente o convexa. Una lente es un dispositivo óptico con dos superficies refractivas. Así, una lente convexa es una lente que es más gruesa en el centro que en los extremos. La luz al atravesarla converge. Esto hace que se forme una imagen del objeto en una pantalla situada al otro lado de la lente. La imagen está enfocada si la pantalla se coloca a una distancia determinada, que depende de la distancia del objeto a la lente y del foco de la lente.

El foco de una lente es el punto en el que convergen los rayos de luz provenientes de un objeto. Este se encuentra en el punto medio entre el centro de curvatura y el centro óptico de la lente. Llamamos distancia focal a la distancia f entre el centro de la lente y el foco. Las lentes con superficies de radios de curvatura pequeños tienen distancias focales cortas.

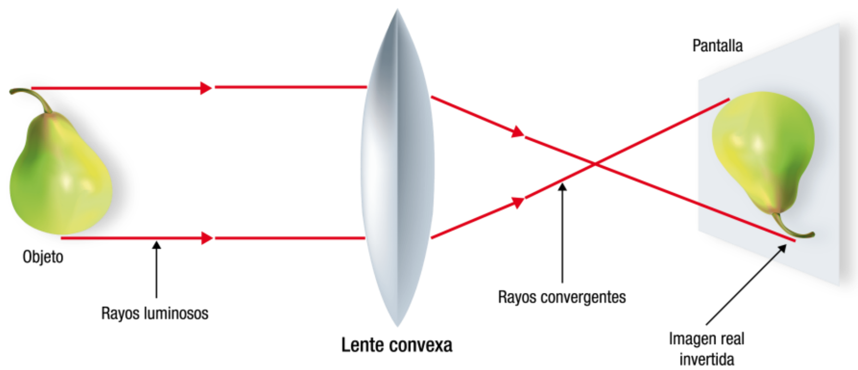


Figura 1. Lente convergente.

Si la distancia del objeto al centro de la lente es mayor que la distancia focal, una lente convergente forma una imagen real e invertida.
Si la distancia del objeto al centro de la lente es menor que la distancia focal, la imagen será virtual, mayor que el objeto y no invertida. En ese caso, el observador estará utilizando la lente como una lupa o microscopio simple (Figura 2).

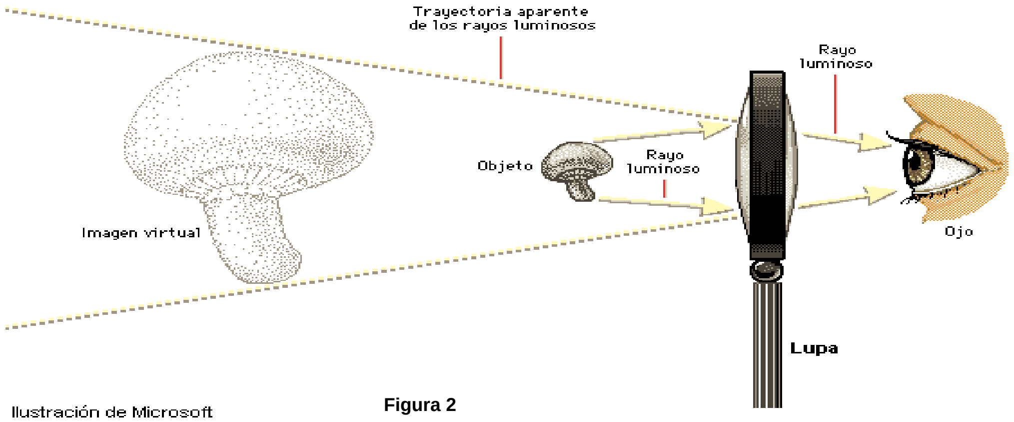


Figura 2

Objetivos

- Comprender el funcionamiento de una lupa como sistema óptico.
- Corroborar las características de las imágenes producidas por una lente convergente.
- Calcular la distancia focal de una lupa.

Materiales

- Lupa, 1.
- Vela, 1.
- Pantalla blanca (cartulina blanca doblada), 1.
- Cinta métrica, 1.
- Maíz (sin germinar), 1.

Parte A: características de la imagen obtenida mediante la lupa

Procedimiento

Tomen el maíz y obsérvenlo con la lupa.

Resuelvan la actividad 1

- Tachen la palabra en negrita que corresponda para que las siguientes oraciones sean correctas.
- La imagen obtenida es **virtual / real** ya que los rayos salientes del objeto **pasan / no pasan** por el punto de imagen.
- La imagen obtenida es **invertida / derecha**.
- El tamaño de la imagen es **menor / mayor** que el tamaño del objeto ya que este último se encuentra a una distancia **mayor / menor** que la distancia focal.

Parte B: obtención de dos imágenes diferentes

Procedimiento

- Extiendan sobre la mesa la cinta métrica.
- Soliciten al tutor que encienda la vela.
- Coloquen en un extremo la vela encendida y a 100 cm de la misma la pantalla blanca. Estos dos objetos quedarán fijos en toda la experiencia.

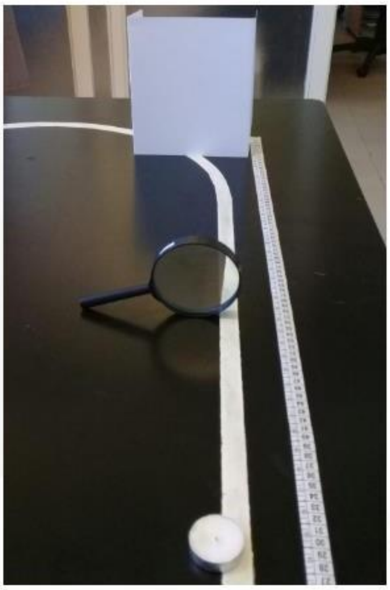


Figura 3. Pantalla + lupa + vela

- Tomen y muevan hacia la pantalla, a partir de los 10 cm de la cinta métrica, la lupa, hasta formar sobre la pantalla una primera imagen de la vela lo más nítida posible. Dejen fija la lupa a esta distancia.

-Resuelvan las actividades 5 y 6.

5.a) Midan sobre la cinta, en cm, la distancia de la vela a la lupa, a esta distancia la llamarán **S**
(Distancia objeto-lupa) para la 1^{ra} lectura. Completen la tabla 1.

	1^{ra} lectura (cm)	2^{da} lectura (cm)
S		
S'		

Tabla 1

5.b) Midan sobre la cinta, en cm, la distancia de la lupa a la pantalla (con la imagen de la vela nítida), a esta distancia la llamarán **S'** (distancia imagen-lupa) para la 1^{ra} lectura. Completen la tabla 1.

6. Completen el siguiente párrafo utilizando las palabras del catálogo. Tengan en cuenta que hay más palabras que espacios para completar.

Catálogo	invertida – derecha – real – virtual – menor – mayor– igual

La distancia del objeto a la lente es__________que la distancia de la imagen a la lente. En este caso, la imagen obtenida es___________y______________. El tamaño de la imagen es_____________que el tamaño del objeto.

7. Tomen y muevan nuevamente la lupa (en el sentido creciente de la escala de la cinta métrica) hasta formar sobre la pantalla una segunda imagen de la vela lo más nítida posible. Dejen fija la lupa.

Resuelvan las actividades 8, 9, 10 y 11

8.a) Midan sobre la cinta, en cm, la distancia de la vela a la lupa, a esta distancia la llamarán **S** (distancia objeto-lupa) para la 2da lectura. Completen la tabla 1.

8.b) Midan sobre la cinta, en cm, la distancia de la lupa a la pantalla (con la imagen de la vela nítida), a esta distancia la llamarán **S’** para la 2da lectura (distancia imagen-lupa). Completen la tabla 1.

9. Completen el siguiente párrafo utilizando las palabras del catálogo. Tengan en cuenta que hay más palabras que espacios para completar.

Catálogo	invertida – derecha – real – virtual – menor – mayor – igual

La distancia del objeto a la lente es ____________ que la distancia de la imagen a la lente. En este caso, la imagen obtenida es___________y_____________. El tamaño de la imagen es____________que el tamaño del objeto.

10. Utilizando los datos de la tabla 1, completen la tabla 2 realizando los cálculos indicados para obtener un valor aproximado del foco de la lupa.

Foco	1ra lectura	2 da lectura	fpromedio	fp
f= S.S’/(S+S’)	f1=	f2=	(f1+f2)/2	fp =

Tabla 2

11. Encierren con un círculo la respuesta correcta.

a) De acuerdo al valor obtenido del foco promedio, las distancias S medidas para la vela en los dos casos anteriores eran:

A	mayor que la distancia focal
B	Menor que la distancia focal.
C	Igual que la distancia focal.

b) De acuerdo a los experimentos anteriores si se quiere obtener una imagen virtual, mayor y derecha es necesario que la distancia objeto lupa sea:

A	mayor que la distancia focal
B	Menor que la distancia focal.
C	Igual que la distancia focal.

12. Coloquen ahora la lupa a una distancia que sea igual a la distancia focal promedio.

Resuelvan la actividad 13.

13. Tachen la palabra o grupo de palabras en negrita que corresponda para que el siguiente párrafo sea correcto.

Al encontrarse la vela en el foco de la lupa (es decir, distancia S igual a la distancia focal), los rayos que emergen del objeto son **paralelos / perpendiculares** entre sí, por lo que la distancia S' **se puede / no se puede** medir, y por lo tanto **no se forma / se forma** una imagen.

PE27. Colegio Central Universitario Mariano Moreno
Escuela Modelo de San Juan - Escuela Técnica Rogelio Boero
Ciudad de San Juan.

<u>Fluidos y el Principio de Arquímedes</u>.

Introducción

La *densidad* (ρ), de un cuerpo se define como la masa por unidad de volumen. Similarmente, el *peso específico* se define como el peso por unidad de volumen. Para un cuerpo homogéneo*,* es decir, cuando sus propiedades son iguales en todas sus partes; la densidad es una característica de la sustancia de la que está compuesto. La densidad es una típica *magnitud intensiva*, o sea, una magnitud que no depende de la cantidad de materia que compone al cuerpo, sino sólo de su composición.

Esto significa que la densidad es una propiedad muy útil para saber en forma fácil y rápida de que está hecho un objeto. Según la tradición, Arquímedes en el siglo III a.C. se valió de esta propiedad para saber si una corona del rey Hierón de Siracusa estaba efectivamente hecha de oro macizo. El principio de Arquímedes establece que:

"Todo cuerpo sumergido en el seno de un fluido, sufre una fuerza ascendente (empuje) cuyo valor es igual al <u>peso del fluido desalojado</u> por el cuerpo."

Este principio explica por qué flotan los objetos, corchos, barcos, globos, y porqué es más fácil levantar a una persona dentro de una piscina llena de agua que fuera de ella. Nosotros usaremos este principio para medir densidades

Según el principio de Arquímedes, el módulo de este empuje será:

$$E = V_{cuerpo} \cdot \rho_{agua} \cdot g = \frac{m_{cuerpo}}{\rho_{cuerpo}} \cdot \rho_{agua} \cdot g \quad (1)$$

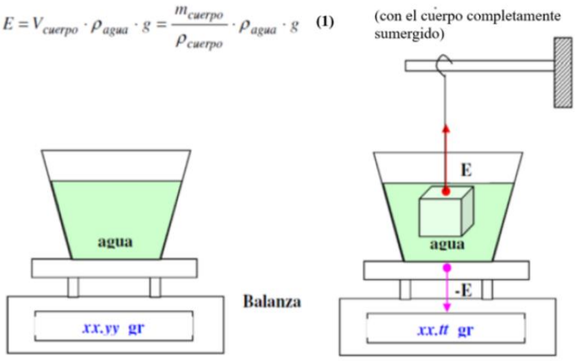


Figura 1

Objetivo

El objetivo de esta actividad es someter a prueba experimental el principio de Arquímedes, (ecuación 1).

Procedimiento

Para ello se sugiere utilizar un cilindro de sección transversal constante y área de la base, *A base*, al que le adosamos una escala lateral, que nos permita conocer la altura *h sumergida*, a la que se ha sumergido el mismo. Proponemos medir el empuje *E* o *mE (masa asociada al empuje)*en función del volumen sumergido, *V sumergido* (=*Abase. h sumergido*). Una posibilidad es usar un cilindro macizo o bien un recipiente cilíndrico hueco con algún lastre (arandelas) en su interior. Se sumerge progresivamente el cilindro, que se encuentra colgado de un hilo, como se indica en la Fig.2

La idea es comparar gráficamente los valores medidos de *mE* en función de la altura sumergida $(h_{sumergido})$, con las predicciones del principio de Arquímedes, es decir:

El valor de *mE* viene dado por: $m_E = \frac{E}{g} = \rho_{agua}.V_{sumergido} = \rho_{agua}.A_{base}.h_{sumergido}$

Según esta ecuación se espera que *mE* varíe linealmente con *V sumergido* o con *h sumergido*. Por lo tanto, según el principio de Arquímedes, esperaríamos los datos de *mE* en función de *Vsumergido* debería presentar una dependencia lineal. En caso de usar la altura sumergida, mida el diámetro del cilindro a sumergir y calcule su Área de la base (A_{base})

Dispositivo experimental

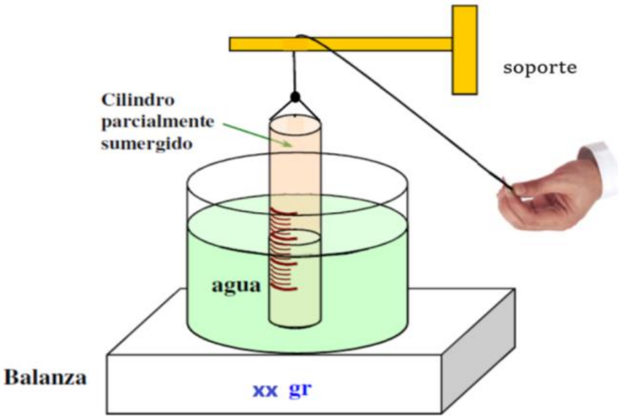


Figura 2

Actividades

a) Realice 10 (diez) lecturas de masa (mE) y de altura sumergida (h). Ordene las mediciones en una tabla indicando el error en estas mediciones
b) Grafique mE en función de la profundidad h . Realice un ajuste lineal
c) Obtenga la pendiente de la recta y su significado
d) Informe la densidad del agua obtenida experimentalmente
e) Compare el valor obtenido con la densidad esperada $\left(\rho_{agua} = 1000\ \frac{kg}{m^3}\right)$.
Discuta las diferencias entre el valor obtenido experimentalmente y el valor teórico.

PE28. Colegio Nacional de Buenos Aires
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

<u>Péndulos acoplados</u>.

Breve descripción

Dos péndulos simples unidos entre sí, mediante una varilla de forma horizontal y situados a la misma altura forman un péndulo acoplado.

En este sistema, la energía se transfiere por la varilla pasando de un péndulo a otro progresivamente.

Introducción

En un péndulo simple, la masa suspendida del hilo, oscila alrededor de un punto de equilibrio, realizando un movimiento armónico, cuyo período de oscilación cumple la relación:

$$T = 2.\pi.\sqrt{\frac{l}{g}} \qquad (1)$$

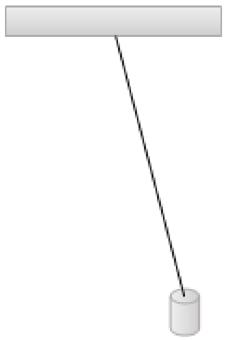


Figura 1. Péndulo simple

Donde T es el período (el tiempo que le lleva realizar una oscilación completa), l la longitud del péndulo y g la aceleración de la gravedad.

El sistema de péndulos acoplados que estudiaremos es el que se observa en la figura 2. Se trata de dos cuerpos suspendidos de dos hilos iguales en longitud, que se separan por una varilla horizontal de longitud d.
Llamaremos L a la longitud del hilo desde el punto de unión con la varilla hasta la masa suspendida. En nuestro sistema, L debe ser igual en ambos péndulos.
En un modelo sin disipación de energía, cuando un péndulo le transfiere energía al otro, su amplitud comienza a disminuir hasta que se detiene, cuando el otro péndulo alcanza la máxima amplitud. El proceso se repite de un péndulo al otro, observándose una modulación de la amplitud de oscilación de cada péndulo, con un período propio, al que se llama período de batido (T_B). El tiempo de transferencia de energía de un péndulo a otro (t_T) es el tiempo que transcurre desde la máxima amplitud hasta que el péndulo se detiene:

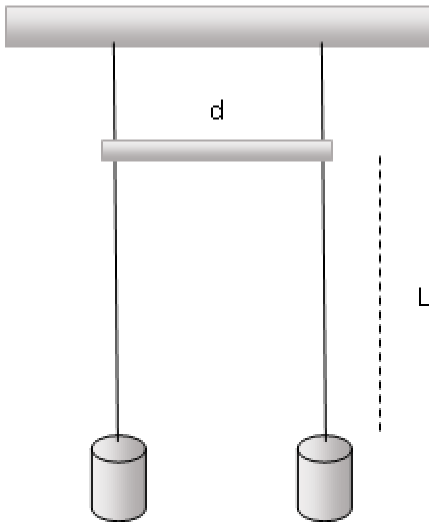


Figura 2. Péndulos acoplados

$$t_T = T_B/4 \qquad (2)$$

Sin embargo, los sistemas amortiguados por disipación de energía, presentan una disminución paulatina de la amplitud, conforme a un factor multiplicador dado por:

$$A(t) = A_0 \,.\, e^{-b.t} \qquad (3)$$

donde A_0 es la amplitud inicial y b un coeficiente relacionado al amortiguamiento del sistema, producido por la fricción de los cuerpos con el aire.
En esta propuesta observaremos y estudiaremos de qué manera se produce la transferencia de energía entre los péndulos y analizaremos si el tiempo de transferencia de dicha energía depende de determinadas variables.

Materiales
- Pilas grandes gastadas
- Hilo (tanza o piolín)
- Varilla (puede ser un palito tipo de brochette)
- Computadora
- Smartphone (para filmar y usar de cronómetro)
- Regla o cinta métrica
- Marcadores

Consignas
Arme el sistema de péndulos acoplados, utilizando dos objetos como pilas o lo que encuentre similar (se recomienda medianas o grandes), el hilo y la varilla. Ingéniese para lograr suspender los péndulos de algún soporte fijo y unir las pilas al hilo de forma segura. Para unir la varilla, se recomienda enroscar los hilos en ella. Esto le permitirá más tarde, enroscar o desenroscar para variar la longitud L, sin desarmar los péndulos. La distancia (d) entre los dos péndulos debe estar entre los 10cm y los 20 cm y la longitud L entre 30 cm y 40 cm.
Una vez montado el dispositivo, ponga a oscilar el primer péndulo en el mismo plano que contiene a los péndulos y la varilla, dejando el otro péndulo en su posición de equilibrio.

Observe cómo la energía se transfiere del segundo cuerpo al primero y viceversa a medida que pasa el tiempo.

1) Mida y registre las longitudes d y L. No olvide indicar las incertezas de todas las mediciones que obtenga.
2) Determine el período (T) y la frecuencia de oscilación (f) de cada péndulo. Para ello, será recomendable medir el tiempo de cinco oscilaciones consecutivas y dividirlo por cinco.
3) Determine el tiempo de transferencia de energía, el período de batido (T_B) y halle la relación T_B/T
4) Para analizar la transferencia de energía, utilizará la cámara de celular que le permitirá grabar el movimiento de ambos péndulos a medida que transcurre el tiempo.

Le será útil colocar por detrás de ambos péndulos, en un plano cercano, una hoja de papel graduada (puede utilizar papel cuadriculado o una regla horizontal) que le permita marcar las posiciones de equilibrio de ambos péndulos en un eje horizontal y tomar mediciones de posición (puede utilizar una silla y pegar el papel en su respaldo).

Coloque su celular en algún lugar firmemente apoyado, enfoque en un plano paralelo al plano de los péndulos, encuadre apropiadamente ambos péndulos y ponga a grabar. Aleje a uno de los péndulos de su posición de equilibrio y libérelo para que empiece a oscilar. Grabe este movimiento hasta que se hayan producido al menos cinco transferencias de energía del primer al segundo péndulo.

5) Abra el video con un reproductor o con el programa Tracker, que le facilitará la toma de mediciones. En el primer caso, deberá encontrar un método que le permita medir las amplitudes del péndulo en el eje x, según la escala de pantalla. Por ejemplo, conociendo la longitud d (real y en pantalla) y la posición inicial del péndulo en el eje x (amplitud inicial) que observa en pantalla, es posible obtener el valor real de esta última a través de proporciones.
6) Construya una tabla que contenga para cada ciclo de transferencia de energía, la amplitud máxima de oscilación del primer péndulo ($A_{máx}$ o amplitud del batido) y el tiempo en qué ocurre (t). Determine las incertezas. Añada una columna con el logaritmo natural de $A_{máx}$
7) Realice la gráfica *ln (*$A_{máx}$*) en función del tiempo*
8) Si es posible, obtenga la función de la recta, utilizando el método de la doble pendiente. Relaciónelo con la expresión (3) aplicando propiedades de los logaritmos y obtenga el coeficiente b.
9) Analizaremos la dependencia del tiempo de transferencia de energía en función de la Amplitud inicial.

Construya y complete una tabla que le permita registrar los tiempos de transferencia (t_T) para distintas amplitudes iniciales. Analícela y si lo considera necesario, construya un gráfico que le permita obtener una relación.

10) Ahora analizaremos la dependencia del tiempo de transferencia de energía en función de la longitud L. Será necesario que en cada medición, enrosque un poco de hilo de cada péndulo para acortarlo.

Complete una tabla con las distintas longitudes L y los tiempos de transferencia (t_T). Analícela y si lo considera necesario, construya un gráfico que le permita obtener una relación funcional.

11) Luego de todo lo observado, extraiga conclusiones y aporte sugerencias para continuar el estudio de los péndulos acoplados.

PE29. ET N° 28 República Francesa
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

<u>Experimentos con una rueda de construcción casera</u>.
Estudio de un movimiento uniformemente acelerado

Material

- Rueda de madera o cartón con eje de radio *5 mm*
- Cronómetro
- Plano inclinado 1,10 m (tipo cajón – de madera o cartón - ver fig 3)
- Regla graduada
- Algún Soporte de elevación vertical (crique o libros) cinta de enmascarar

Fundamento

Si un plano tiene poca inclinación y dejamos descender una rueda, acoplada a un eje como se ve en la fig.1, entonces el eje de la rueda (superficie cilíndrica), desciende con una rodadura desplazándose el centro de masas del sistema (C.M.) con aceleración constante a_{CM} .

Fig.1

Las ecuaciones del movimiento se obtienen de aplicar las leyes de la Dinámica de la traslación y de la rotación, teniendo en cuenta que la rodadura se produce en el cilindro que hace de eje. El diagrama de fuerzas se encuentra en la fig.2 y las ecuaciones que se obtienen son:

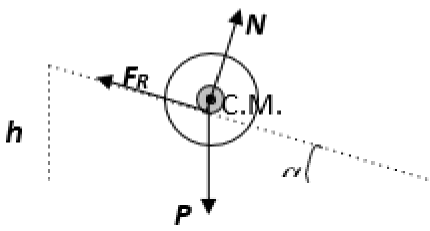


Fig.2

$$-F_R + mg \text{ sen } \alpha = m\, a_{CM}$$
$$-F_R\, r = I_{CM}\, \alpha$$
$$a_{CM} = \alpha\, r$$

Como **sen α = h/L** siendo L la longitud del plano, se obtiene después de operar:

$$a_{CM} = \frac{m \cdot g}{\left(m + \frac{I_{CM}}{r^2}\right)} \cdot h \qquad [1]$$

Al depender a_{CM} únicamente de magnitudes constantes, corresponde con un movimiento uniformemente acelerado. Así que las posiciones del C.M. pueden expresarse por la ecuación:

$$s_{CM} = \frac{1}{2} \cdot a_{CM} \cdot t^2 \qquad [2]$$

De la ecuación [2] a aceleración del C.M. se puede calcular por

$$a_{CM} = \frac{2}{t^2} \cdot s_{CM} \qquad [3]$$

Procedimiento para estudiar el movimiento uniformemente acelerado del C.M.
Eleve el plano *8 cm* y mida el tiempo que tarda en desplazarse el centro de masas de la rueda, desde el origen 0, hasta las distintas posiciones señaladas en el plano inclinado. Ver la fig.3.

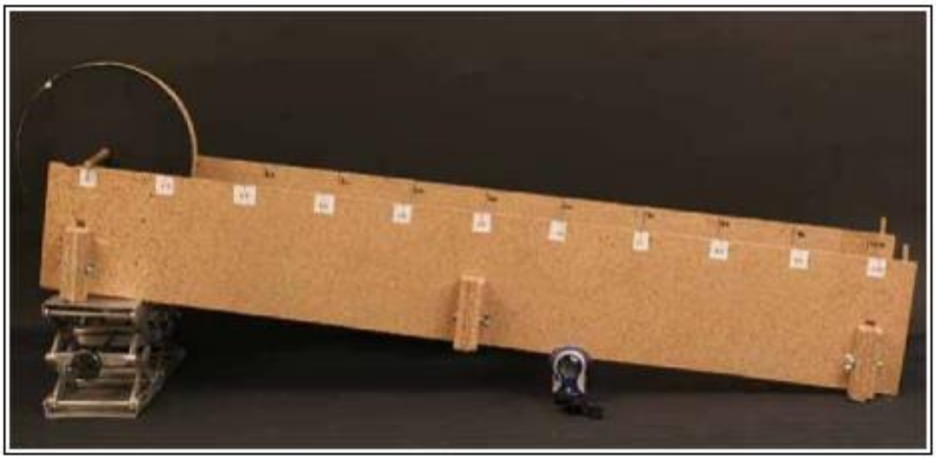


Fig.3

PARTE A

- Los resultados se anotarán en la Tabla I y cada una de las medidas se repetirá tres veces a fin de obtener la media aritmética.
- Reemplazar el crique por otros elementos como ser libros.
- Colocar una a plomo regla graduada en cm para establecer la altura necesaria.

Tabla I

s/cm	*10*	*20*	*30*	*40*	*50*	*60*	*70*	*80*	*90*	*100*
t_i/s										
$t = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3}$										
t^2/s^2										

PARTE B.1

- Represente gráficamente las posiciones s en función del tiempo medio y deduzca el tipo de movimiento del C.M. de la rueda
- Represente gráficamente las posiciones s en función del tiempo medio al cuadrado t^2 y determine la aceleración.

Tenga en cuenta que $s = at^2/2$ y en consecuencia la pendiente de la recta obtenida habrá de igualarse con a/2.

2.- Determinación del momento de inercia de la rueda respecto de un eje perpendicular que pasa por su centro de masas.

PARTE C
Se determinará la aceleración del centro de masas a_{CM} con [3] y la altura *h* del plano inclinado, fig.4, llevando estos datos sobre una tabla de valores.

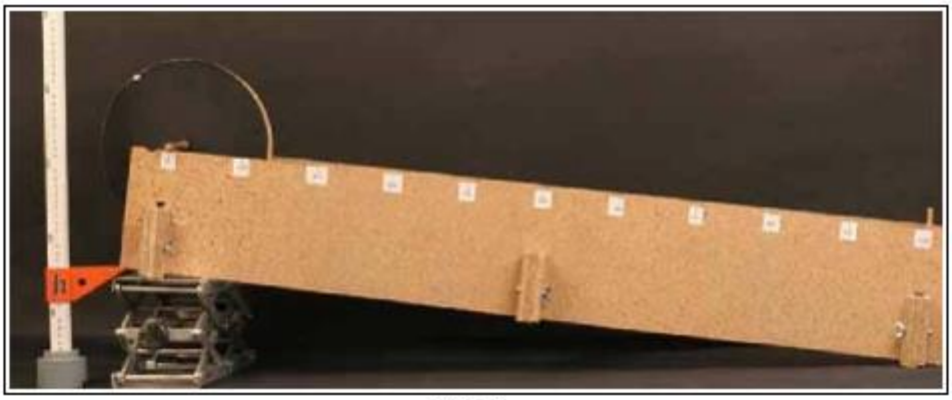


Fig.4

- Se representa gráficamente a_{CM} frente a *h,* y la pendiente de la recta obtenida se iguala con la pendiente de [1] de donde se puede deducir el valor experimental del momento de inercia del sistema $I_{CM.}$

Para la realización experimental, sitúe el plano con una altura de *8 cm* y vaya elevándolo de *2* en *2 cm*, calculando el tiempo que tarda la rueda en recorrer *s = 1m*. Repita tres veces la medida del tiempo con cada altura y calcule el valor medio *t*. Anote los resultados en la Tabla II.

Tabla II

h/cm	*8*			*10*			*12*			*14*			*16*			*18*		
t_i/s																		
$t = \frac{t1+t2+t3}{3}$																		
$a_{CM}=\frac{2\,s_{CM}}{t^2}$																		

- Represente gráficamente la aceleración del C.M., a_{CM} en función de la altura *h* del plano. Determine la pendiente de la recta obtenida e iguálela al coeficiente de *h* en [1], despejando de la misma el valor del *m.d.i.* del sistema, respecto del eje que pasa por su centro de masas I_{CM}.

Tome como datos: m = 0,465 kg; L = 1,10 m ; r = 0,005 m

PE30. EPES N° 54 Gobernador Juan J. Silva
Ciudad de Formosa.

Plano inclinado.

Objetivo

Se va a estudiar experimentalmente el descenso de una esfera por un plano inclinado de pendiente variable. En concreto se va a determinar el factor geométrico que diferencia la aceleración de descenso en este experimento de la que tendría un cuerpo que deslizase sin fricción por un plano inclinado.

Materiales

- Carril de aluminio u otro material.
- Pegamento o cinta.
- Topes de plástico y aluminio.
- Libros para elevar el plano.
- Esfera de acero.

- Cinta métrica.
- Cronómetro.

Todos los materiales mencionados pueden ser reemplazados por otros que se encuentren al alcance del estudiante.

Montaje; procedimiento experimental

Es importante improvisar un carril que determine la trayectoria de la esfera, esta debe estar inclinada cómo muestra en la figura 1. Tenga cuidado de no doblar ni mellar el carril, ya que cualquier imperfección influiría en los resultados de la prueba.

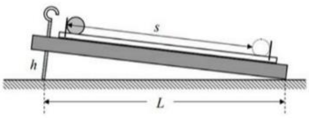


Fig. 3

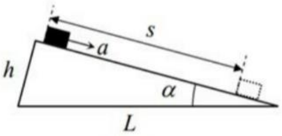


Fig. 2

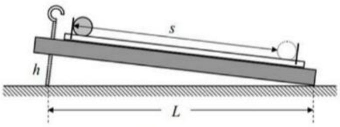


Fig. 3

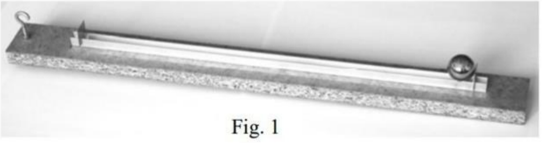


Fig. 1

- Coloque topes o marcas sobre el carril que determinen el punto de partida y llegada de la esfera.
- Sitúe el montaje en una zona de la mesa que le permita trabajar y tomar notas con comodidad. Asegúrese de que el sistema sea estable durante su funcionamiento.
- Procure mantener limpios el carril y la esfera, para evitar irregularidades y fuerzas de adherencia.
- Recuerde que va a tener que modificar el ángulo de inclinación del plano, por lo que el sistema no debe deslizarse.
- Va a medir el tiempo de descenso de la esfera por el carril para diferentes desniveles. Antes de realizar medidas definitivas es conveniente que adquiera práctica con el manejo del cronómetro.
- Tenga en cuenta que la esfera debe partir con velocidad inicial nula. Por tanto, no debes empujarla cuando la sueltes, ni presionarla contra el tope de partida, que podría darle un impulso inicial.
- Para determinar el tiempo de descenso con cada desnivel, es conveniente que realice un mínimo de cinco medidas y tome como resultado el valor medio.

Modelo teórico.

En un experimento idealizado, supongamos un cuerpo que desciende deslizando sin fricción por un plano inclinado de ángulo α respecto a la horizontal (figura 2). La aceleración con que desciende el cuerpo es

(1)

La aceleración puede determinarse experimentalmente midiendo el tiempo t que tarda el cuerpo en recorrer una cierta distancia s, partiendo del reposo. Como el movimiento es uniformemente acelerado

$$s=1/2\ at^2$$

O sea

$$a=2s/t^2 \qquad (2)$$

El experimento podría plantearse como una práctica de laboratorio para determinar la aceleración de la gravedad, g, con el siguiente método:

- Para un valor de s fijo y conocido, se cronometran los tiempos de descenso por el plano para diversos valores de h. Aplicando (2) se calcula la aceleración en cada caso.

- Para que los tiempos de descenso sean altos y puedan cronometrarse manualmente con buena precisión relativa, interesa que h sea pequeña, por lo que esta altura es difícil de medir con precisión. En nuestro dispositivo experimental no es necesario conocer el valor de esta altura, como se verá a continuación. Basta con realizar sucesivas medidas incrementando h en una cantidad constante, correspondiente a una vuelta del tornillo. Si la altura inicial es h0 y se gira en sentido ascendente n vueltas el tornillo, de paso de rosca d, la altura alcanzada es

$$h_n=h_0+nd \quad (3)$$

- Se representan gráficamente los puntos experimentales (x, y) = (n, a). Teniendo en cuenta (1) y (3), estos puntos deberían ajustarse a una línea recta2 con pendiente gd/L, independientemente del valor de la L altura inicial h0.
- Por tanto, supuesto que d y L son conocidas, para obtener g bastaría con determinar la pendiente de la recta que mejor se ajusta a los puntos experimentales anteriores.

En un experimento real es difícil eliminar el rozamiento entre el cuerpo y el plano inclinado. Las pérdidas energéticas por fricción podrían minimizarse mediante un colchón de aire que impidiese el contacto directo entre el cuerpo y el plano. Pero es mucho más sencillo y económico emplear una esfera rígida que desciende rodando sin deslizar. En estas circunstancias, el punto de contacto de la esfera con el plano tiene velocidad nula (no hay deslizamiento relativo), la fuerza de rozamiento no realiza trabajo y no se pierde energía por fricción.
Pero la aceleración del movimiento del centro de la esfera ya no es la dada en (1), puesto que la energía potencial gravitatoria inicial no sólo se convierte en energía cinética de traslación (movimiento del centro de la esfera) sino además en energía cinética de rotación (giro de la masa de la esfera en torno a su centro). Por ello, la aceleración del centro de la esfera se reduce en un cierto factor F > 1.

$$a=g\,h/FL$$

El principal objetivo de esta prueba experimental no es determinar el valor de la aceleración de la gravedad, que es bien conocido, sino el valor del factor geométrico F del dispositivo experimental empleado3, y hacer una estimación de su incertidumbre.

Medidas y preguntas

1) Mida el recorrido de la bola, s, y la distancia entre los puntos de apoyo del plano sobre la mesa, L, (figura 3). Anote los resultados en la hoja de respuestas.
2) Ajuste la altura h hasta conseguir que el tiempo de descenso de la bola esté entre 4 y 5 s. Ésta va a ser la situación inicial de tu serie de medidas, es decir h = h0. Mida varias veces el tiempo de descenso de la bola, calcule su valor medio y la aceleración correspondiente. Anote tus medidas y resultados en la tabla de la hoja de respuestas. Repita el proceso anterior incrementando h, hasta que el tiempo de descenso sea inferior a 2,3 s. 3) Represente gráficamente en un papel milimetrado los puntos experimentales a (en ordenadas) frente a n (en abscisas).
3) Represente gráficamente en un papel milimetrado los puntos experimentales a (en ordenadas) frente a n (en abscisas).
4) Obtenga la pendiente, p, y la ordenada en el origen, c, de la recta que mejor se ajusta a los puntos del gráfico.
5) Deduzca los valores del factor geométrico, F, y de la altura inicial, h0.
6) Haga una estimación de la incertidumbre (margen de error) de la pendiente de la recta, Δp. Calcule la incertidumbre transmitida al valor del factor geométrico, ΔFp.
7) Si la incertidumbre del paso de rosca del tornillo es mm Δd = 0,01 , calcule la incertidumbre transmitida al valor del factor geométrico, ΔFd .
8) Teniendo únicamente en cuenta las dos fuentes de error anteriores, calcule la incertidumbre total de F.

Datos: Aceleración de la gravedad: 2 g = 9,81 m/s Paso de rosca del tornillo: mm

PE31. Escuela Northlands
Olivos, Buenos Aires.

Introducción

En esta actividad práctica, se propone obtener mediante métodos experimentales los coeficientes de rozamiento estático y dinámico entre una superficie de madera y otra plástica, para luego poder obtener las fuerzas de rozamiento estático máxima y de rozamiento dinámico.
Para esto, se propone utilizar un plano inclinado con ángulo variable. En primer lugar, se propone medir el ángulo máximo a partir del cual el contenedor comienza a deslizarse a finde poder obtener el coeficiente de rozamiento estático utilizando la segunda ley del movimiento de Newton. Una vez obtenido dicho coeficiente, se propone medir la masa para poder calcular la fuerza de rozamiento estático máxima.
Luego, para determinar la fuerza de rozamiento dinámico, se propone medir el tiempo que tarda el contenedor en deslizarse por el plano inclinado, desde diferentes alturas hasta llegar a su base. Según las ecuaciones de movimiento de la mecánica clásica, el desplazamiento s de una masa puntual cuya velocidad inicial es nula se relaciona con el tiempo según la fórmula:

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

Por lo tanto, a partir de un ajuste lineal de s vs t^2, puede obtenerse el valor de la aceleración del contenedor.
Una vez obtenida la aceleración del contenedor, nuevamente utilizando la segunda ley del movimiento de Newton, se podrá calcular el coeficiente de rozamiento dinámico, y con esa información se podrá calcular la fuerza de rozamiento dinámico.

Parte 1
Objetivo

Calcular la fuerza de rozamiento estático máxima entre las dos superficies.

Materiales

- superficie lisa de madera a la cual se le pueda cambiar y medir el ángulo de inclinación respecto de la horizontal
- transportador o aplicación para Android “Smart Protractor”
- contenedor de plástico de dimensiones pequeñas relleno con arroz
- cronómetro
- regla o cinta métrica

Procedimiento

a) Comenzar con la rampa en posición horizontal y elevar un extremo gradualmente hasta que el contenedor comience a desplazarse. En ese momento, medir el ángulo entre la rampa y la superficie horizontal. Repetir 5 veces y calcular el promedio.
b) Utilizando una balanza, medir la masa del contenedor y, con el resultado del punto anterior, calcular la fuerza máxima de rozamiento estático.

Parte 2
Objetivo

Calcular la fuerza de rozamiento dinámico entre las dos superficies

Procedimiento

Configurar la rampa de manera que forme con la horizontal un ángulo mayor al hallado en el punto a).

c) Medir el tiempo t cuando se deja deslizar el contenedor sobre la rampa desde una distancia s de la base. Repetir las mediciones 10 veces para 5 distancias s diferentes. Determinar el valor de s en cada una de las mediciones.

d) Graficar t^2 en función de s y realizar un ajuste lineal de los puntos
e) A partir del ajuste lineal, determine el valor de la aceleración
f) Determine el valor de la incerteza en la aceleración obtenida en el punto anterior
g) Medir el ángulo que forma la rampa con la horizontal y, teniendo en cuenta la aceleración obtenida en el punto e), calcular el coeficiente de rozamiento dinámico μ_d.
h) Utilizando los datos calculados previamente, calcular la fuerza de rozamiento dinámico.

PE32. Escuela Superior de Comercio Carlos Pellegrini Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Medición de volúmenes y caudales

Introducción

La noción de longitud es la medida fundamental para describir cualitativamente el **tamaño** de objetos en una dimensión. La extensión de la noción de tamaño al espacio tridimensional da lugar al concepto de **volumen**, que aplicada a un objeto o a una región del espacio da la idea de "qué cantidad de espacio ocupa" y permite comparar "cuál es más grande o pequeña".
Al ser una propiedad extensiva, el volumen es muy usado para medir cantidades de sustancia, especialmente para el caso de fluidos, ya que típicamente se adaptan a la forma del recipiente que los contiene, el cual puede estar graduado con marcas representativas de volumen. Más aún: como en gran variedad de condiciones los líquidos se pueden considerar incompresibles, la masa resulta proporcional al volumen (y la constante de proporcionalidad se llama *densidad*).
Cuando un cierto líquido se mueve de un lugar a otro en el espacio, o se tiene un **flujo** a través de una superficie, resulta de interés medir con qué velocidad cambia la cantidad de fluido que hay a uno y otro lado de la superficie. Cuando el volumen ΔVde fluido que atraviesa la superficie durante un cierto intervalo de tiempo Δtes proporcional a éste, decimos que el flujo es **estacionario** y llamamos **caudal** Q a la constante de proporcionalidad:

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

El objetivo de este trabajo es relacionar de manera práctica las nociones de longitud, volumen y caudal para obtener información de interés.

Materiales

- Una o más canillas de agua
- Una taza o vaso
- Un recipiente tipo fuente, cacerola o balde
- Papeles
- Regla milimetrada
- Cronómetro
- Corrector líquido o marcador indeleble
- Opcional: hilo

Comentarios generales

1) Antes de comenzar, lea **todas** las instrucciones.
2) Agregue en el informe comentarios que aclaren el procedimiento exacto que utilizó en cada paso, aclarando cualquier cambio o desvío respecto de las instrucciones. En lo posible incluya también un dibujo aclaratorio.
3) Escriba **directamente** en tablas los datos obtenidos en las mediciones junto con sus incertezas.
4) Al hacer cálculos, use un número razonable de cifras significativas.

5) Trate de ser prolijo.

Advertencias de seguridad

- Evitar que los dispositivos electrónicos entren en contacto con el agua.
- Prestar mucha atención si se vuelca agua en el piso ya que podría volverse resbaladizo.
- Si se usan elementos frágiles, manejarlos con cuidado ya que al mojarse podrían volverse resbaladizos.

Experimento

Parte I: longitudes y volúmenes

1) Elegir un vaso o una taza. Utilizando la regla o la cinta y papeles o hilos, medir las longitudes necesarias para determinar su capacidad. Indicar las aproximaciones empleadas, las fórmulas usadas, y justificar las incertezas.
2) Estimar la capacidad del recipiente tipo fuente (de aquí en más “la fuente”) midiendo sus longitudes y asignar una incerteza.
3) Sin hacer uso de la medición de sus longitudes, medir la capacidad de la fuente (con su incerteza) a partir del resultado del inciso 1).
4) Determinar si los resultados de las mediciones de 2) y 3) son distinguibles o no.

Parte II: volúmenes y caudales

Con la ayuda de un cronómetro, se propone medir el caudal de una de las canillas de su hogar. En cada paso, explicitar las precauciones o recaudos tomados para lograr una mejor medición, enumerar fuentes de error e indicar cómo podrían afectar el resultado de la medición.

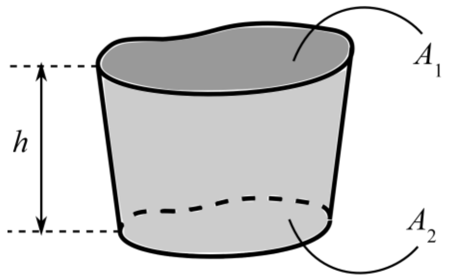
1) Usando el resultado de la primera parte y corrector líquido o marcador indeleble, realizar marcas en la fuente que indiquen niveles de líquido correspondientes a volúmenes conocidos.
2) Elija una de las canillas de agua corriente de su hogar para llenar la fuente. Con la ayuda del cronómetro y la función *vuelta* o *lap*, tomar los tiempos en los cuales el nivel de agua alcanza las marcas hechas previamente.
3) Expresar los resultados de la medición del ítem 2) como una tabla de volumen V en función del tiempo t, incluyendo las incertezas.
4) Confeccionar el gráfico correspondiente de V en función de t.
5) A partir del gráfico hecho, decidir si el flujo a través de la canilla es estacionario. En ese caso, dar el valor del caudal con su incerteza.
6) A partir de su experiencia en el hogar, estimar, con incerteza, el volumen de agua empleado típicamente para una de las siguientes actividades:
    - lavado de manos
    - lavado de dientes
    - ducha o baño
    - lavado de platos y vajilla

Confección de un informe

Escriba un informe de la experiencia realizada que posea la siguiente información:

- Título
- Introducción (breve)
- Detalles acerca de cómo se realizaron las mediciones (texto y dibujo)
- Mediciones / Tablas con incertezas
- Justificación de las incertezas
- Resultados obtenidos
- Comentarios finales
- Conclusiones
- Y cualquier información que considere relevante

Apéndice
Considerar el siguiente cuerpo, con dos caras planas, paralelas y semejantes de áreas A_1 y A_2.

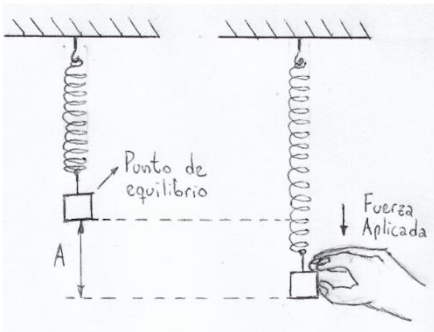


Si las secciones paralelas a A_1 y A_2 también son semejantes y su área varía uniformemente con la altura, entonces el volumen del cuerpo es
$V = \frac{A_1+A_2}{2}h$.
Esto incluye el caso en que $A_1 = A_2 = A$, en el cual $V = A.h.$

Volumen de una esfera de radio R: (4/3)πR³

PE33. Colegio Deán Fúnes
Comodoro Rivadavia, Chubut.

Movimiento armónico simple y la constante del resorte.
Introducción



Al colocar un resorte de manera vertical y fijar su extremo superior, para luego colocar en la parte inferior un cuerpo de masa m, este se estira por acción del peso de la misma hasta alcanzar la posición de equilibrio, si aplicamos una fuerza adicional con nuestras manos hacia abajo en el punto donde se encuentra la masa m se produce un nuevo alargamiento y al soltar la masa aparece una fuerza recuperadora elástica que hace oscilar a la masa con un movimiento armónico simple.
Al separar la masa de su posición de equilibrio una cierta distancia A y soltarla posteriormente la masa oscila con movimiento armónico simple de amplitud A, el periodo T de este movimiento depende de la masa m y de la constante elástica k, siendo independiente de la amplitud del movimiento:

$$T = 2.\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

Para obtener una dependencia lineal en nuestra experiencia vamos a tener que elevar el periodo al cuadrado:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{k}.m$$

Para minimizar el error en el valor del periodo en vez de utilizar el tiempo que tarda en hacer en hacer una oscilación completa vamos a medir el tiempo total para n oscilaciones, entonces el periodo medido nos queda:

$$T = \frac{t}{n}$$

Objetivo
- Determinar la constante elástica de un resorte por el procedimiento dinámico.

Materiales

- Resorte helicoidal
- 5 cuerpos de masas distintas (pueden ser golosinas o víveres que indican el peso en su envoltorio).
- Cronometro

Procedimiento

a) Medir el tiempo total para 20 oscilaciones. Repetir 10 veces para cada uno de los 5 cuerpos. Calcular el periodo en cada una de las 20 oscilaciones y confeccionar una tabla con los respectivos errores.
b) Graficar T^2 en función de la masa m y realice un ajuste lineal de puntos.
c) A partir del ajuste realizado calcular el valor de k la constante elástica.

PE34. Escuela Tecnológica Ing. Giúdici
Lomas de Zamora, Buenos Aires.

1ra Experiencia: Determinación experimental del número π.

Introducción

El número $\boldsymbol{\pi}$ surge, entre otras, de la relación entre el **Diámetro (D)** de una circunferencia y la **Longitud (L)** de dicha circunferencia, donde la Longitud equivale en este caso, al Perímetro de la circunferencia.

La relación viene dada por**:** $\boldsymbol{\pi = \frac{L}{D}}$

Ambas longitudes, **L y D**, se pueden **medir** y por lo tanto, obtener este número a partir de magnitudes **medidas directamente**.

Objetivos

Obtener experimentalmente el valor de **π**, expresando su resultado, su intervalo de incerteza y validar la calidad de los resultados.

Materiales

- Un **objeto cilíndrico** por **cada integrante**, de dimensiones **diferentes**. (termo, vaso, frasco de mermelada, frasco de medicamentos, etc.)
- **Instrumento de medición** de longitudes (Regla milimetrada, calibre, etc.)

Procedimientos

a) Discutir y establecer un **método** para poder **medir** (no calcular) el **Diámetro** y la **Longitud** de la circunferencia del **objeto** cilíndrico de **cada integrante**.
b) **Cada integrante** debe obtener un **par de valores** de Longitud y de Diámetro de su objeto cilíndrico.

Resultados

c) Informar las **mediciones directas** realizadas en una tabla con este formato, realizando la **Propagación de Incertezas** correspondiente respecto a **π**:

n	L	Δ_L	D	Δ_D	π	Δ_π
--	mm	mm	mm	mm	----	---
1						
2						
…						

d) Con los valores de **π obtenidos** por **cada integrante** en el punto anterior, realizar la tabla de procesamiento de datos:

n	**π_i**	**Δ_π**	**$\bar{\pi}$**	**$\Delta_{\pi dif}$**	**Error Cuadrático Medio**	**$e_\pi\%$**
--	**----**	**---**	**---**	**---**	**---**	**---**
1						
2						
…						

e) Expresar el **Resultado de la medición** indirecta de **π.**

Conclusión

f) Representar en el **plano cartesiano** las variables **D** y **L** como par ordenado (x ; y) que incluya las **barras de error** y aplicar la **regresión lineal**.
g) Analizar la **Correlación** entre las **variables**
h) Mediante el **Intervalo de Incerteza**, **validar** el resultado de π obtenido evaluando el resultado de la **gráfica** y el **valor conocido de π**

2da Experiencia: Serie Triboeléctrica.

Introducción

Carga triboeléctrica: **Carga por contacto que involucra el intercambio de electrones.**

Prácticamente todos los materiales son triboeléctricos. Por ejemplo, en la mayoría de las situaciones, las personas se cargan por roce con la ropa, con los materiales que manipula y/o por contacto con objetos cargados.

La carga neta de un cuerpo está asociada con un potencial electrostático respecto de tierra a través de la capacidad que este tiene de acumular carga (capacidad del cuerpo). La humedad del ambiente colabora para descargar los cuerpos cargados triboeléctricamente. Por ejemplo:

Niveles de potencial de carga estática típicos	**Humedad del ambiente**	
Medio de generación de carga	***10 - 25%***	***65 - 90%***
Caminar sobre carpeta	35000 V	1500 V
Caminar sobre piso de vinilo	12000 V	250 V
Trabajador en banco de trabajo	6000 V	100 V
Tomar bolsa de polietileno de banco de trabajo	20000 V	1200 V
Sentarse en silla con espuma de poliuretano	18000 V	1500 V

Pocas personas se dan cuenta de que se han cargado cuando su potencial respecto de tierra no supera los 2500 V.

Serie tribológica. Figura 3: Es una tabla que permite determinar cómo se carga un material cuando entra en contacto con otro de la tabla (propiedades de carga de materiales por fricción): Si dos materiales de la tabla se ponen en contacto, el más alto en la serie cederá electrones al otro, cargándose positivamente (mientras que el otro material adquirirá una carga negativa).

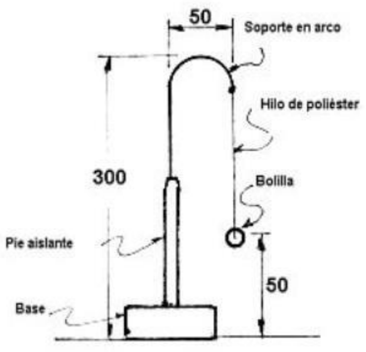
Cuanto más separados se hallen los materiales, mayor es la transferencia de carga y, por lo tanto, se genera una diferencia de potencial mayor. Se observa que el cuerpo humano es uno de los materiales más tribo-positivo de la serie.
Fuente: Departamento de Física – UNS | Prof. C. Carletti

Objetivos
- Verificar las interacciones electrostáticas
- Realizar la Serie Triboeléctrica con los materiales utilizados
- Determinar el tipo de carga en cada material

Materiales *(¡Todos los materiales son opcionales, cuantos más, mejor!)*
- **Material de carga**: lana, polar, seda, piel animal, algodón, bolsa plástica.
  Función: se utilizarán para frotar los materiales inductores. Sugerencias: ropa.
- **Material inductor**: plástico, metal, madera, vidrio.
  Función: Se espera que se puedan manipular objetos de estos materiales para que, luego de ser frotados con los materiales de carga, se acerquen a otros objetos para verificar la interacción electrostática. Sugerencias: lapiceras, reglas, vasos plásticos o de vidrio, utensilios de cocina, etc.
- **Péndulo (Objetos de prueba)**: Papel de Aluminio, Telgopor, materiales inductores.
  Función: Serán objetos colgantes de distintos materiales, que puedan moverse libremente, para observar su comportamiento frente a los materiales inductores con los que interactúen.
- **Accesorios**: elementos varios para el armado del péndulo.
  Sugerencias: hilo, tijera, cinta adhesiva, pegamento, chinches, varillas, madera, etc.…

Procedimientos

a) Armado del Péndulo eléctrico
- Con la imagen de referencia (figura 4), pueden armar uno similar o plantear variantes que cumplan con la misma función.
- Tener en cuenta que algunos de los Objetos de prueba, como una lapicera, también deberán ser colgados para observar su comportamiento, por lo que pueden plantear cualquier variante u opción para resolverlo. Registrar fotográficamente el/los dispositivos utilizados.
- La Bolilla es una bolita o pedacito de Telgopor envuelta en papel de aluminio, no es opcional.



b) Observación de Interacciones

Actividad N°1
- Frotar con el material de carga el material inductor y acercarlo al péndulo, sin contacto.
- Registrar si el péndulo se mueve acercándose o alejándose del material inductor o no sucede nada.

Actividad N°2
- Frotar con el material de carga el material inductor y poner la parte frotada en contacto con el péndulo por un pequeño lapso y separar.
- Volver a frotar el material inductor y acercarlo al péndulo, sin contacto.
- Registrar si se mueve acercándose o alejándose del material inductor o no sucede nada.

Actividad N°3
- Colgar en el péndulo un material inductor (quitar la bolita). Asegurarse de que esté descargado.

- Frotar con el material de carga únicamente el material inductor que tienen en la mano y acercarlo al péndulo, sin contacto.
- Registrar si el péndulo se mueve acercándose o alejándose del material inductor o no sucede nada.

Actividad N°4

- Quitar el material inductor de la Actividad N°3, frotar con un material de carga y volver a colocar como péndulo.
- Frotar también el material inductor que tienen en la mano y acercarlo al péndulo, sin contacto, preferentemente en la zona donde se frotó previamente.
- Registrar si el péndulo se mueve acercándose o alejándose del material inductor o no sucede nada.

Aclaración: Se espera que puedan intercambiar los materiales de carga y los materiales inductores para registrar sus comportamientos.

Resultados

c) Modelo de tabla para organizar las actividades y observaciones, ver figura 5:

ACTIVIDAD	OBJETO DE PRUEBA	MATERIAL INDUCTOR	MATERIAL DE CARGA	OBSERVACIONES

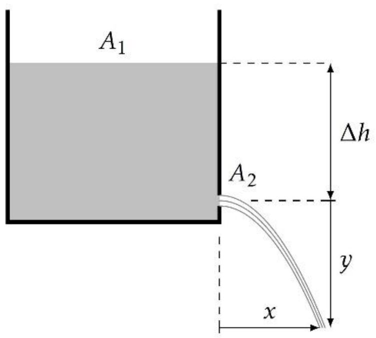
Conclusión

d) Escribir la **Serie Triboeléctrica** con los **materiales utilizados**.
e) Determinar la **carga adquirida** de los **materiales de inducción** y los **objetos de prueba** en cada interacción registrada.
f) Explicar las **interacciones** verificadas en función de la **carga** adquirida.
g) Determinar qué **características** tienen dichos **materiales** para adquirir **carga**.
h) Determinar qué **características** tienen los **materiales** con los que **no** se verificaron **interacciones**.

PE35. ET N° 9 Ing. Luis A. Huergo
Ciudad de Buenos Aires.

Análisis de la Ley de Torricelli.

Se analiza la descarga de agua por un orificio a distintas profundidades.



Para esto, veamos la ecuación de Bernoulli:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

con las siguientes consideraciones:

- P_1 y P_2 son iguales (presión atmosférica).
- $v_1 \rightarrow 0$ por A1 >> A2

se puede despejar v_2 del fluido a la salida de A_2:

$$\rho g h_1 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$
$$v_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot (h_1 - h_2)}$$
$$v_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h} \qquad (1)$$
$$v_2 \propto \sqrt{\Delta h}$$

y por la ecuación de continuidad, con volumen y Δt:

$$\text{caudal } Q = v_2 \cdot A_2$$
$$Q = \frac{V_{\text{agua}}}{\Delta t}$$
$$v_2 = \frac{V_{\text{agua}}}{A_2 \cdot \Delta t} \qquad (2)$$

Otra forma de llegar a v_2 es:

$$x = v_2 \cdot \Delta t_{\text{caída}}$$
$$x = v_2 \cdot \sqrt{\frac{2y}{g}}$$
$$v_2 = x \cdot \sqrt{\frac{g}{2y}} \qquad (3)$$

Para distintas Δh:

a) Calcular v_2 por (1), para distintos valores en el rango de Δh.
b) Analizar y describir las características del flujo.
c) Calcular v_2 a partir de mediciones por algún método.

A partir del caudal con (2):

- Explicar la forma en que se medirá el caudal.
- Obtener el caudal para distintas Δh.
- Medir el área A_2. Describir métodos posibles, justificar la elección.
- Calcular v_2.

A partir de x con (3):

- Medir el alcance x para distintas Δh.
- Calcular v_2.

d) Expresar resultados de forma conveniente –tabla, gráfico, etc.–.
e) Gráfico de v_2 vs. $\sqrt{\Delta h}$
f) Comparar $v_{experimental}$ con $v_{teórica}$, indicar que relación existe.
g) Indicar la forma en que se obtuvo todo el rango posible de Δh. Si variando el caudal de líquido agregado, agujereando el recipiente a distintas alturas, o algún otro método.

PE36. Colegio Pablo Apóstol
San Miguel, Tucumán.

Yo mido la gravedad ¡con un chorro de agua!

Objetivo

Medir la aceleración de la gravedad

Materiales

- Regla
- Cronómetro

Procedimiento

Por un grifo sale un chorro de agua y desciende en caída libre debido a la gravedad g. Por lo tanto se cumple que:

$$v^2 - v_0^2 = 2gh$$

El chorro de agua se estrecha conforme cae y adquiere forma troncocónica. El diámetro del chorro a la salida del grifo es D_0 y el diámetro tras la caída es D. Por conservación de la masa, el caudal C (volumen por unidad de tiempo) es el mismo arriba y abajo y se puede calcular mediante las expresiones:

$$C = \frac{Vol}{t} = \frac{\pi D^2}{4} v = \frac{\pi D_0^2}{4} v_0$$

a) Demuestra que la gravedad puede calcularse como

$$g = \frac{8C^2}{h\pi^2} \left(\frac{1}{D^4} - \frac{1}{D_0^4} \right)$$

b) Tomamos varias medidas experimentales abriendo el grifo más o menos para tener distintos caudales. En cada caso medimos con una regla los diámetros del chorro (a la salida del grifo y tras la caída) y la altura de caída, y medimos el volumen de agua recogido en un recipiente y con un cronómetro el tiempo. Volcar todas las medidas experimentales en una tabla.

Grifo	D_0 (mm)	D (mm)	h (mm)	Vol (ml)	t (s)	Caudal(l/h)	Gravedad (m/s^2)

c) Calcula los caudales, para 4 casos, en litros/hora
d) Calcula el valor de g con las medidas tomadas. Y calcula el valor medio.
e) ¿Qué medida es más inexacta? Recalcula el valor de g eliminando dicha medida.
f) ¿Qué magnitud crees que influye más en el error cometido al determinar g con este procedimiento?