REFERENCIA: EXPERIMENTO MEC 15

FUERZAS

EN

EQUILIBRIO

GRUPO

FICER

U A N L

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

I.- OBJETIVO DEL EXPERIMENTO

Determinar las condiciones del equilibrio estático de las fuerzas.

II.- EQUIPO Y MATERIAL EMPLEADO

Mesa de Fuerzas **FICER**, modelo **MF-03**
Portapoleas con poleas
Pesas y Portapesas
Carátula Graduada
Anillo Metálico
Sistema de Retención **FICER**, modelo **SR-03**
Regla o escalímetro, calculadora, lápiz y borrador

III.- ANALISIS TEORICO

La **Mecánica** es la rama de la Física que estudia las relaciones entre fuerza, masa y movimiento.

Se denomina **Dinámica** a la parte de la Mecánica que estudia conjuntamente el movimiento y las causas que lo originan.

La **Estática** trata de los casos en los cuales los cuerpos y los sistemas permanecen en reposo debido al equilibrio de las fuerzas.

Por lo general el concepto de fuerza lo asociamos con el esfuerzo muscular, así cuando empujamos un cuerpo decimos que ejercemos una fuerza sobre el. Sin embargo, las fuerzas también son ejercidas por objetos inanimados, asi, un resorte tenso ejerce fuerzas sobre los cuerpos atados a sus extremos, una locomotora ejerce una fuerza sobre el tren que esta arrastrando. La fuerza que más comúnmente conocemos es la que la Tierra ejerce sobre todos los cuerpos situados en su superficie y que comúnmente llamamos **el peso de los cuerpos.**

Representación gráfica de las fuerzas

Supongamos que deslizamos una caja sobre el suelo, arrastrándola por medio de una cuerda como se indica en la Fig. 1. Si consideramos despreciable el efecto de la fricción, decimos que el movimiento de la caja se produce por la fuerza que la cuerda ejerce sobre la caja.

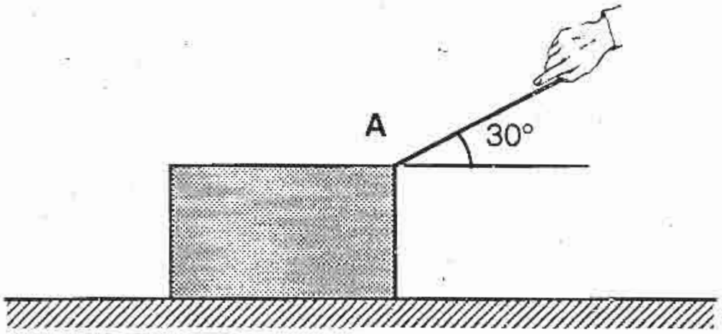


Fig. 1. Caja deslizandose

Si la fuerza que se ejerce sobre la caja fuera de 10 Newtons, este simple número no diría nada con respecto a la dirección y sentido de la fuerza. Para que esta fuerza quedara completamente especificada, tendríamos que mencionar también, que dicha fuerza está actuando a 30 grados por encima de la horizontal (dirección) y hacia la derecha (sentido) y que esta aplicada en el punto A.

Todas estas aclaraciones se dan en una forma más breve, si adoptamos la convención de representar la fuerza **F**, por una flecha indicadora de su dirección y sentido, y cuya longitud sea proporcional a la magnitud de la fuerza. Por lo tanto, se debe elegir una escala de fuerzas adecuada, donde se convenga que cada unidad de longitud corresponda a cierto número de unidades de fuerza.

La figura 2, es el diagrama correspondiente a la figura 1, donde la fuerza que ejerce la cuerda sobre el cuerpo se muestra según la convención adoptada. Cabe aclarar que hay otras fuerzas actuando sobre la caja que no se han indicado en el diagrama.

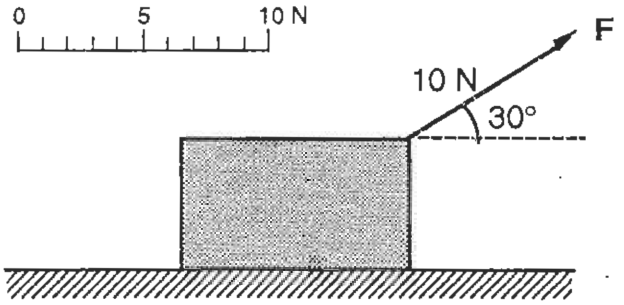


Fig. 2. Representación gráfica de la fuerza F

Podemos concluir, que todas las fuerzas, se caracterizan por cuatro cualidades que son: **Magnitud, Dirección, sentido** y **Punto de aplicación.**

Las cantidades físicas que quedan completamente especificadas indicando su Magnitud, Dirección y Sentido reciben el nombre de **Cantidades Vectoriales.**

Las Cantidades Vectoriales se representan gráficamente por una flecha a la cual se le acostumbra llamar **vector.**

La fuerza es una cantidad vectorial.

La fuerza que pone o tiende a poner en movimiento a un cuerpo rígido, puede cambiar su punto de aplicación por otro situado en la misma línea de acción de ella, sin que por ello resulten alterados sus efectos (entiendase por línea de acción, una línea de longitud indefinida, de la cual el vector fuerza es un segmento de esa línea). Así, el efecto de una locomotora es indiferente si se engancha a la cabeza del tren, al final o entre los vagones.

Descomposición de una fuerza

Toda fuerza puede ser considerada como la resultante de dos fuerzas concurrentes y coplanares. Son fuerzas coplanares aquellas que sus vectores se encuentran situados en el mismo plano; por ejemplo, si sobre un cuerpo en movimiento actúa la fuerza **R** como se indica en la figura 3, podemos descomponer ésta en dos fuerzas: La fuerza **W** que actúa en la dirección del movimiento y que contribuye por tanto, a acelerarlo y a vencer las resistencias que a él se oponen. **A W se le llama componente dinámica.** La fuerza **N** normal a **W** en nada contribuye al movimiento, su efecto consiste en aumentar la presión del cuerpo móvil contra el suelo. A esta fuerza **N** se le llama **Componente Estática.**

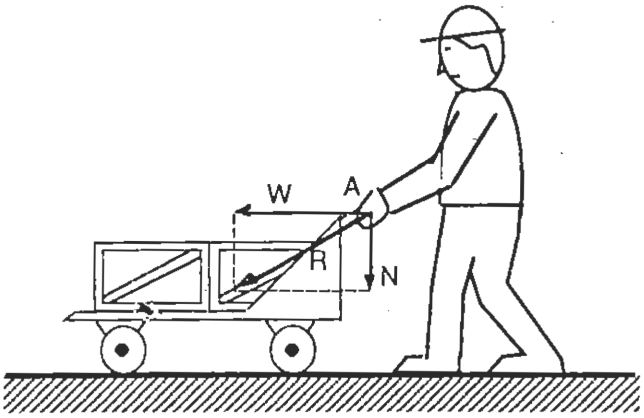


Fig. 3. Descomposición de una fuerza

La descomposición de una fuerza **F** en dos componentes rectangulares, se efectúa como se indica en la figura 4.

Para calcular los valores de sus componentes se utilizan las ecuaciones 1 y 2.

(1) $$F_x = F\cos\theta$$

(2) $$F_y = F\text{sen}\theta$$

La fuerza F y sus componentes rectangulares, son mostradas en la figura 4.

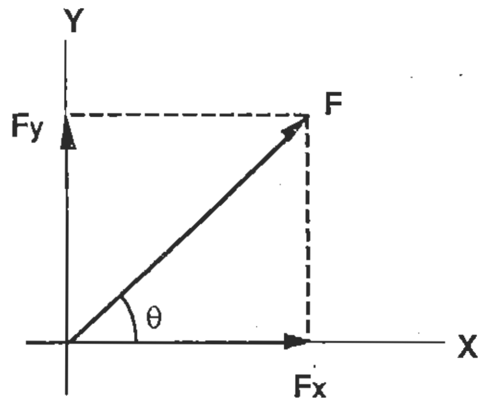


Fig. 4. Componentes rectangulares de F.

Equilibrio

En general, el movimiento de un cuerpo, puede considerarse como una combinación de dos movimientos: Uno de translación y otro de rotación.

Cuando varias fuerzas actúan simultáneamente sobre un cuerpo rígido y los efectos de éstas se anulan entre si, el cuerpo no cambiará sus movimientos de translación y rotación. Decimos en este caso, que el cuerpo se encuentra en **equilibrio**; lo cual puede significar: Que el cuerpo esté en reposo (equilibrio estático), o se mueve en línea recta con velocidad constante.

Con el fin de evitar en nuestro estudio preliminar el movimiento de rotación, vamos a considerar al cuerpo como una partícula puntual, es decir, un cuerpo sin dimensiones; en realidad en la naturaleza no existe una partícula puntual como la hemos definido, sin embargo, este concepto es de utilidad porque en muchos casos, los objetos reales y ciertos puntos de los sistemas pueden tratarse como si fueran partículas puntuales. Entonces, bajo este nuevo esquema, decimos que un cuerpo está en **equilibrio estático**, si la resultante de todas la fuerzas que actúan sobre él es igual a cero.

Esto se puede representar por la siguiente ecuación vectorial.

(3) $$\sum \mathbf{F} = 0$$

donde la letra griega sigma Σ significa: La **sumatoria de...** La ecuación se lee: La suma vectorial de las fuerzas es igual a cero.

Resumiendo, si la fuerza resultante de un cuerpo es cero, entonces, la suma vectorial de sus componentes rectangulares en las direcciones x e y, también deberán ser igual a cero. por lo tanto, para un cuerpo en equilibrio se cumple que.

(4) $$\sum \mathbf{F}_x = 0$$

(5) $$\sum \mathbf{F}_y = 0$$

Este par de ecuaciones constituyen: La **primera condición de equilibrio.**

La segunda condición de equilibrio, se logra cuando todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo son concurrentes, es decir, cuando sus lineas de acción convergen en un punto.

IV.- DISEÑO DEL EXPERIMENTO

Como el objetivo del experimento es determinar las condiciones del equilibrio estático de las fuerzas, el experimento se efectúa en una forma fácil y práctica, utilizando la Mesa de Fuerzas **FICER**, modelo **MF-03** y el Sistema de Retención FICER, modelo **SR-03**.

Se recomienda leer cuidadosamente los instructivos para el uso y manejo de ambos aparatos.

El diseño del experimento es como sigue:.

1.- Se ponen en equilibrio estático tres fuerzas concurrentes y coplanares en la Mesa de Fuerzas.

2.- Se trazan en la Carátula de la Mesa de Fuerzas, los vectores representativos de cada una de las fuerzas.

3.- Se comprueba analíticamente el cumplimiento de la primera condicion de equilibrio estático.

V.- PROCEDIMIENTO

Para efectuar éste experimento ejecute los siguientes pasos:

1.- Instale el equipo como se muestra en la figura 5.

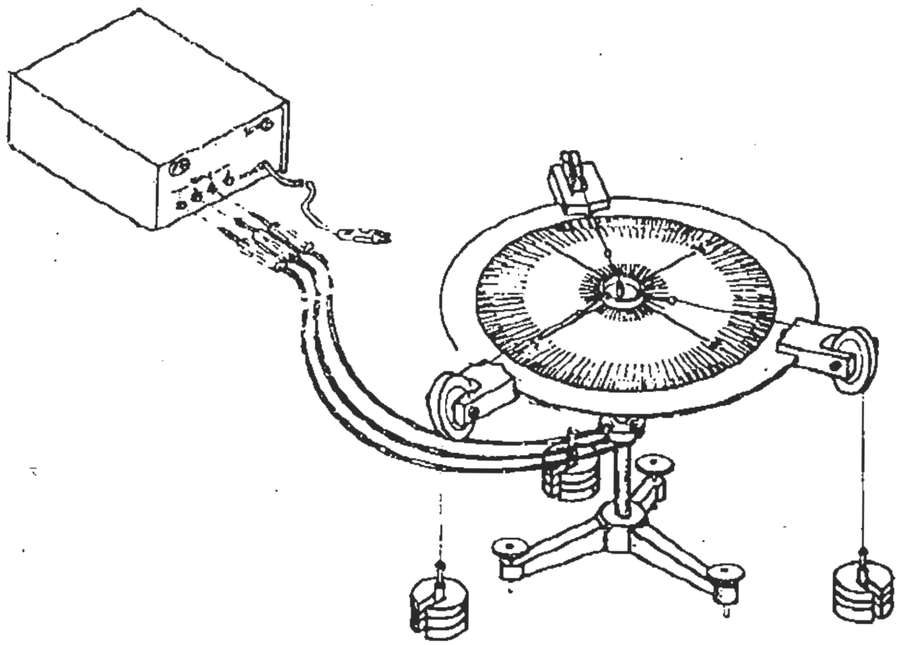


Fig. 5. Instalación de la mesa de fuerzas y sistema de retención.

2.- Nivele cuidadosamente la Mesa de Fuerzas, utilizando un nivel de gota.

3.- Verifique que estén bien instaladas las terminales de los Portapoleas en el Sistema de Retención. (Ver Instructivo para el Uso y Manejo del Sistema de Retención en su inciso VI).

4.- Seleccione tres conjuntos de Pesas. Cada uno de ellos formado por tres o cuatro Pesas .

5.- Instale cada conjunto seleccionado en su respectivo

Portapesas; cuidando que este último esté provisto de su cuerda y gancho metálico. Determine el peso de cada conjunto incluyendo su Portapesas.

6.- Instale cada conjunto de Pesas y Portapesas en la Mesa de Fuerzas como se indica en la figura 5. (Ver Instructivo para el Uso y Manejo de la Mesa de Fuerzas en su inciso II).

7.- Fije uno de los Portapoleas en el Plato de la Mesa de Fuerzas, oprimiendo para ello la tecla correspondiente del Selector de Poleas, del Sistema de Retención.

8.- Mueva los restantes Portapoleas instalados en la Mesa de Fuerzas, hasta lograr que el anillo metálico quede concéntrico con el circulo central de la Carátula Graduada. Cerciórese que las direcciones de las cuerdas sean concurrentes.

9.- Una vez que el anillo quede concéntrico, fije los Portapoleas restantes al Plato de la Mesa de Fuerzas. Utilice para ello el Sistema de Retención. (Ver Instructivo para el Uso y Manejo del Sistema de Retención en su inciso VI).

10.- Identifique cada una de las fuerzas que actúan sobre el anillo metálico y llámelas: $\mathbf{F_1}$, $\mathbf{F_2}$ y $\mathbf{F_3}$.

11.- Gire la Carátula Graduada hasta lograr que algúno de los ejes rectangulares de ésta, coincida con la dirección de la fuerza $\mathbf{F_1}$, llamelo eje **X**; el otro será el eje **Y.**

12.- Partiendo del centro de la Carátula, trace el vector correspondiente a $\mathbf{F_1}$, éste deberá representarse por una flecha cuya longitud debe ser proporcional a la magnitud de $\mathbf{F_1}$, y su dirección debe coincidir con la dirección de la cuerda que ejerce la fuerza $\mathbf{F_1}$, y su sentido debe apuntar en forma radial hacia afuera de la Mesa de Fuerzas. El ángulo θ_1 que hace el vector $\mathbf{F_1}$ con el eje de **X**, debe ser cero.

13.- Trace los vectores correspondientes a las fuerzas $\mathbf{F_2}$ y $\mathbf{F_3}$. Identifique en la Carátula los ángulos θ_2 y θ_3 que estos vectores hacen con el eje X.

14.- Con las magnitudes de $\mathbf{F_1}$, $\mathbf{F_2}$ y $\mathbf{F_3}$ y los ángulos θ_1,θ_2 y θ_3, llene la Tabla I.

F_1=	F_2=	F_3=
θ_1=	θ_2=	θ_3=

Tabla I

15.- Con los datos de la Tabla I, trace los vectores $\mathbf{F_1}$, $\mathbf{F_2}$ y $\mathbf{F_3}$, empleando para ello un Sistema de Coordenadas Rectangulares.

16.- Empleando las ecuaciones 1 y 2, determine las componentes rectangulares de los vectores de $\mathbf{F_1}$, $\mathbf{F_2}$ y $\mathbf{F_3}$ y elabore una Tabla de datos como se indica a continuación:

Componentes en X	Componentes en Y
$F_1 \cos \theta_1 =$	$F_1 \operatorname{Sen} \theta_1 =$
$F_2 \cos \theta_2 =$	$F_2 \operatorname{Sen} \theta_2 =$
$F_3 \cos \theta_3 =$	$F_3 \operatorname{Sen} \theta_3 =$
$\Sigma F_x =$	$\Sigma F_Y =$

Tabla II

17.- Verifique que:

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

VII.- DISCUSION Y CONCLUSIONES

Si no se cumple la primera condicion del equilibrio estático para las fuerzas F_1, F_2 y F_3, enumere todas las posibles fuentes de error y repita el experimento minimizándolas. Compare los nuevos resultados con los del anterior, y discuta con su instructor y compañeros como mejorar este experimento.

Experimentos con
el Sistema de Oscilaciones Mecánicas
FICER

GRUPO

FICER

SOSM-1

Serie: Exp. Mec.

Relación entre la longitud y el período de un péndulo simple

GRUPO FICER

UANL

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Contenido

GRUPO

FICER

I.- Objetivo del experimento.

Comprobar la relación que hay entre la longitud de un péndulo simple y su período de oscilación.

II.- Equipo y material empleados.

Marco Básico FICER, Modelo SOSMB-01
Contador de Oscilaciones FICER, Modelo CDO-01
Sensor Optoelectrónico de Oscilaciones FICER, Modelo SOSSO-01
Electromagneto de Sujeción, Modelo ESSFL-03
Porta Electromagneto, Modelo SOSPE-01
Nuez Giratoria, Modelo SOSNG-01
Esfera Metálica con Sistema de Sujeción, Modelo SOSEM-01
Cuerda Inextensible
Cinta Métrica (no incluida en el SOSM-01)

III.- Análisis teórico.

Péndulo Simple

Un péndulo simple es un sistema formado por un cuerpo puntual sujetado al extremo de una cuerda, de masa despreciable, suspendida de un punto fijo y que oscila en un plano vertical. En la figura 1 se muestra un péndulo simple, cuya cuerda tiene una longitud **L** constante y forma un ángulo θ con la vertical (la posición de equilibrio del péndulo); la masa del cuerpo es m.

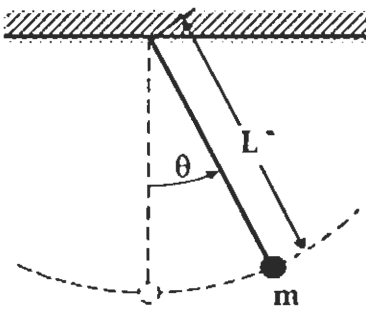


Figura 1.- Péndulo Simple.

Movimiento del Péndulo Simple

Para hacer el análisis del movimiento del Péndulo Simple, se considerará que la masa del cuerpo oscilante se encuentra concentrada en un punto, la masa de la cuerda es despreciable, la longitud de ésta es constante y la fuerza de fricción que actúa sobre el sistema se desprecia.

En la figura 2 se muestra el diagrama de fuerzas, que actúan sobre el cuerpo oscilante. El peso mg está descompuesto en sus componentes radial y tangencial, de acuerdo con el ángulo θ.

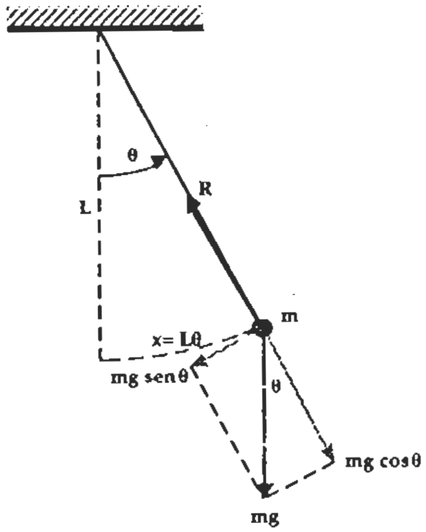


Figura 2.- Diagrama de Fuerzas.

La componente radial $mg \cos \theta$ del peso es equilibrada por la tensión R de la cuerda, por lo que no interviene en el movimiento.

La componente tangencial $F = - mg \operatorname{sen} \theta$ del peso es la que obliga al péndulo a regresar a su posición de equilibrio; el signo negativo indica que esta fuerza está dirigida en sentido contrario al desplazamiento del cuerpo. Si el ángulo θ es pequeño y se expresa en radianes, se puede hacer la aproximación $\operatorname{sen} \theta \approx \theta$, lo que implica que la fuerza F, llamada **fuerza de restitución**, se pueda expresar como:

$$F = -mg\theta \qquad (1)$$

Recordando el movimiento circular, la longitud x del arco que recorre el cuerpo está dada por la siguiente ecuación:

$$x = L\theta \tag{2}$$

donde nuevamente el ángulo θ está expresado en radianes. Al despejar θ de esta expresión, $\theta = x / L$, y sustituir en (1), se tiene que:

$$F = -\left(\frac{mg}{L}\right)x \tag{3}$$

En esta ecuación observamos que la fuerza F no es constante y además es proporcional a x, por lo que el movimiento del Péndulo Simple, bajo las consideraciones hechas, se puede ver como un movimiento armónico simple (MAS). En general, en un MAS la fuerza de restitución es:

$$F = -kx \tag{4}$$

y de la segunda ley de Newton tenemos que la aceleración es igual a:

$$a = -\frac{k}{m}x$$

y el período de la oscilación es:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad . \tag{5}$$

Al comparar (3) y (4), se tiene que para el movimiento del Péndulo Simple

$$k = \frac{mg}{L}$$

por lo cual, sustituyendo esta relación en (5), el período del Péndulo Simple es:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \qquad (6)$$

Esta relación indica que el período del Péndulo Simple sólo depende de su longitud L y del valor de la aceleración de la gravedad g, siempre que se cumpla la aproximación $sen\ \theta \approx \theta$.

IV.- Diseño del experimento.

Para comprobar la relación que existe entre la longitud de un Péndulo Simple y su período de oscilación, se deben seguir los siguientes pasos:

a) Se debe escoger un péndulo cuya masa oscilante sea mucho mayor que la masa de la cuerda, de tal forma que esta última sea despreciable.

b) El cuerpo se separa de su posición de equilibrio y se suelta para que comience el movimiento oscilatorio. El ángulo que formen la cuerda y la vertical debe ser igual o menor que 10° para que se cumpla la aproximación $sen\ \theta \approx \theta$.

c) Se mide el tiempo de veinte oscilaciones y se obtiene el periodo, el cual será utilizado como dato experimental. Se registran el período y la longitud del péndulo.

d) Se repiten los pasos anteriores del experimento para diferentes longitudes del péndulo. Los períodos y las longitudes del péndulo se registran en una Tabla de Datos.

e) Con los resultados de la Tabla de Datos se hacen dos gráficas; una del período contra la longitud del péndulo y la otra del cuadrado del período contra la longitud del péndulo.

f) Se obtiene una relación experimental a partir de las gráficas o bien, se puede realizar una regresión potencial a partir de los datos registrados.

V.- Procedimiento.

1.- Instale el equipo como se muestra en la figura 3 y conecte los dispositivos en los respectivos receptáculos del Contador de Oscilaciones. Asegure que el Marco Básico se encuentre en posición vertical. Fije una longitud del péndulo de aproximadamente 0.9 m.

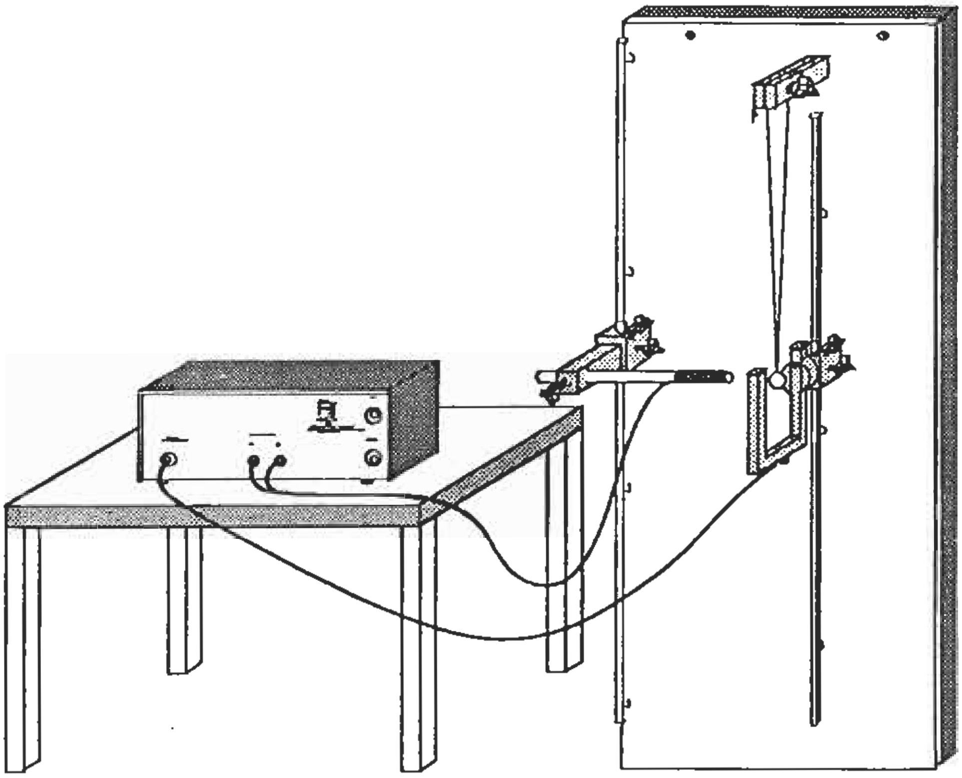


Figura 3.- Instalación del Equipo.

2.- Encienda el Contador de Oscilaciones y coloque el interruptor **MODO** en la posición 0. Saque ligeramente el sistema de su posición de equilibrio y déjelo oscilar.

3.- Con el péndulo oscilando, mueva el Sensor Optoelectrónico de Oscilaciones hasta que la esfera metálica interrumpa el haz infrarrojo del mismo. Esto se puede comprobar revisando que las lecturas en el Exhibidor del Contador de Oscilaciones estén cambiando; el Indicador ICA estará en estado intermitente.

4.- Mueva el péndulo fuera de la vertical (posición de equilibrio) hasta que la cuerda forme con ella un ángulo menor o igual que 10° y sosténgalo en esta posición utilizando el Electromagneto de Sujeción, tal y como se muestra en la figura 4.

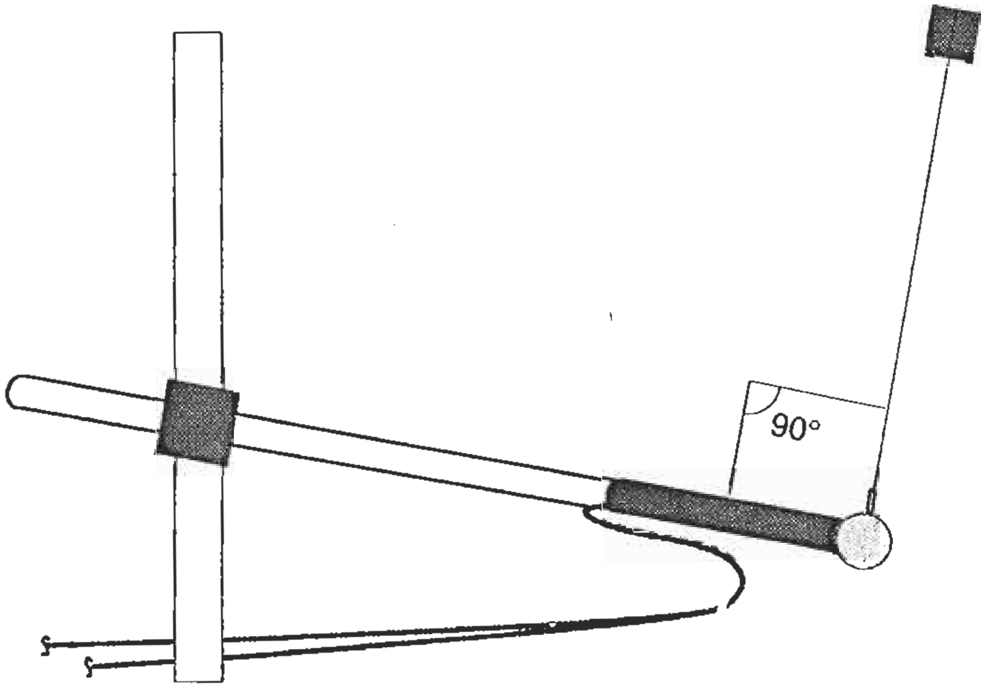


Figura 4.- Instalación del Electromagneto.

5.- Una vez colocado el Electromagneto de Sujeción, oprima sin soltar el interruptor **INICIAR** del Contador de Oscilaciones. Esta acción mantendrá retenida la esfera metálica.

6.- Deje de oprimir el interruptor **INICIAR** para que la esfera quede libre y el péndulo comience a oscilar. El Contador de Oscilaciones comenzará a registrar las oscilaciones. Inmediatamente después del ciclo 20, cambie el interruptor **MODO** a la posición 1 para poder anotar el número de ciclos (20), el tiempo acumulado y el período del último ciclo.

7.- Calcule el período dividiendo el tiempo acumulado entre el número total de ciclos (20). Si existe diferencia entre el período calculado y el período del último ciclo, del orden de centésimas de segundo, repita el paso anterior asegurando que no haya perturbaciones en el sistema, como pueden ser las corrientes de aire y las vibraciones en el Marco Básico.

8.- Registre el período calculado *T*. Mida la longitud del péndulo, de acuerdo con el diagrama de la figura 5 y regístrela.

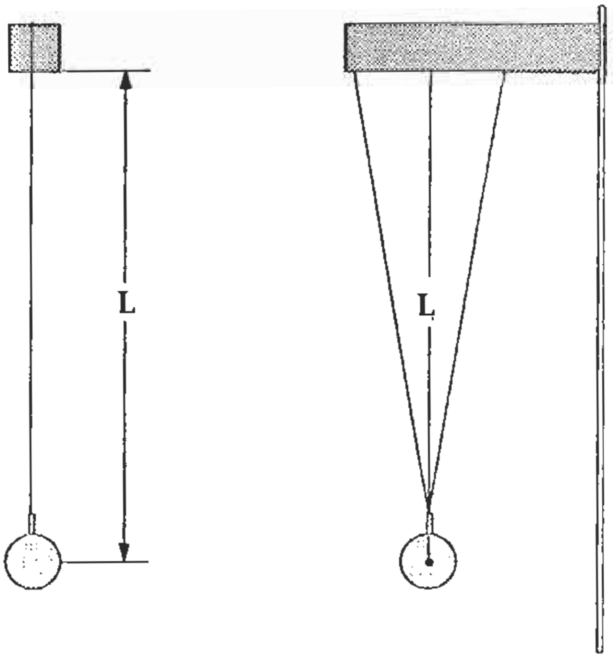


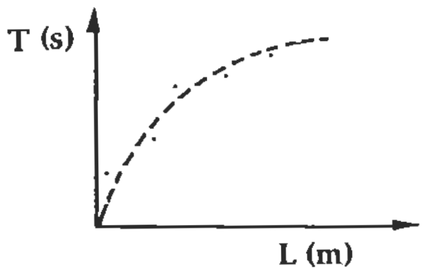
Figura 5.- Medición de la Longitud del Péndulo.

9. Repita los pasos anteriores para longitudes del péndulo de aproximadamente 0.8, 0.7, 0.6, 0.5 y 0.4 m. Registre en cada caso el período y la longitud del péndulo; llene una Tabla de Datos como la que se muestra en la figura 6.

L (m)	T (s)	T^2 (s^2)

Figura 6.- Tabla de Datos.

10.- Haga una gráfica del período *T* contra la longitud *L* del péndulo y otra del cuadrado del período T^2 contra *L*. Ver la figura 7.



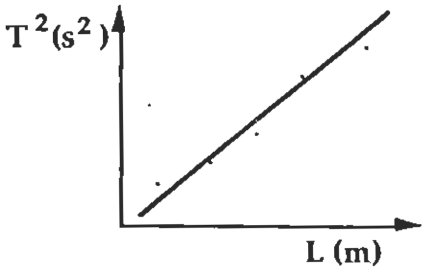


Figura 7.- Gráficas.

11.- En la gráfica de T^2 contra *L*, trace la recta que más se acerque a los puntos. Obtenga su ecuación en la forma:

$$T^2 = ML \tag{7}$$

en la cual *M* es la pendiente de la recta. La expresión (7) es la relación experimental buscada. Otra forma de la ecuación 7 es la que se obtiene al sacar la raíz cuadrada en cada lado:

$$T = \sqrt{ML} \tag{8}$$

VI.- Discusión y conclusiones.

¿A qué tipo de curvas corresponden las gráficas obtenidas? Compare las ecuaciones 6 y 8; comente acerca de las diferencias.

Explique cómo afecta la longitud del péndulo al período de oscilación.

¿En qué forma afecta la gravedad al período?

¿Por qué se necesita la restricción de que el ángulo θ sea menor o igual que 10°?

Para una longitud dada del péndulo, ¿serán iguales los períodos en la Ciudad de Monterrey y en la Ciudad de México? Justifique su respuesta.

SOSM
3

Serie :Exp. Mec.

Determinación de la constante elástica de un resorte

GRUPO

FICER

UANL

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Contenido

I.- Objetivo del experimento.

Determinar la constante elástica de un resorte en forma estática.

II.- Equipo y material empleados.

Marco Básico FICER, Modelo SOSMB-01
Contador de Oscilaciones FICER, Modelo CDO-01
Recipiente Cilíndrico, Modelo SOSRC-01
Resorte, Modelo SOSR-01
Balines
Cinta Métrica (no incluida en el SOSM-01)
Balanza (no incluida en el SOSM-01)

III.- Análisis teórico.

Se dice que un cuerpo tiene propiedades elásticas cuando al dejar de actuar sobre él una fuerza deformante, recupera su forma y su tamaño originales. Las bandas y las pelotas de hule, los resortes y el caucho son ejemplos de cuerpos elásticos.

Robert Hooke, físico inglés, encontró para los cuerpos elásticos la relación entre las fuerzas deformantes y las deformaciones; esta relación se conoce como Ley de Hooke. Establece que si no se excede cierto límite del cuerpo (máxima fuerza que puede soportar sin sufrir una deformación permanente), una deformación elástica es directamente proporcional a la magnitud de la fuerza aplicada al cuerpo.

Para el caso particular de un resorte, como el que se muestra en la figura 1, al que se le aplica una fuerza $\mathbf{F}$, la elongación x que sufre es directamente proporcional a la magnitud de la fuerza. La Ley de Hooke para el resorte se puede expresar con la siguiente ecuación:

$$F = kx \tag{1}$$

donde k es una constante de proporcionalidad que recibe el nombre de constante elástica del resorte o constante de rigidez del resorte y depende del material y la geometría del resor'e. Esta constante indica cuánta fuerza se tiene que aplicar al resorte para que su longitud se incremente en la unidad.

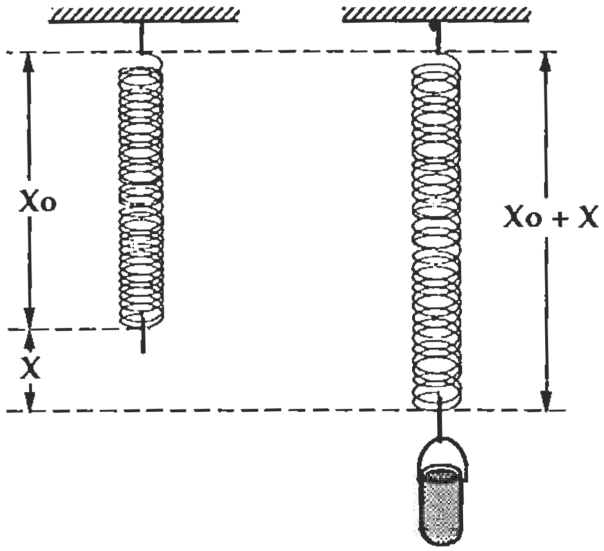


Figura 1.- Resortes sin y con carga.

IV.- Diseño del experimento.

Para encontrar la constante elástica del resorte, el experimento se debe desarrollar de la siguiente manera:

a) Se sujeta el resorte verticalmente por uno de sus extremos a un punto fijo y se mide la distancia (x_0) que hay entre las espiras de los extremos.

b) Después, en el extremo inferior del resorte se cuelga una masa conocida (m). Se mide la nueva longitud del resorte, se calcula la elongación que sufre y se registra. Se determina el peso de la masa conocida (en Newtons) y se registra.

c) Se repite el experimento varias veces, utilizando una cantidad de masa diferente cada vez.

d) Construya una tabla de datos utilizando los resultados experimentales y en base a ésta, se determina el valor de la constante elástica del resorte, el cual será el mismo que el de la pendiente de la recta que mejor se ajuste al conjunto de datos experimentales, tal pendiente puede obtenerse por medio del método gráfico o bien una regresión lineal.

V.- Procedimiento.

1.- Instale el equipo como se indica en la figura 2. Procure que el resorte esté bien sujetado en el Dispositivo de Sujeción y que esté colocado verticalmente. Asegure que el Marco Básico se encuentre en posición vertical.

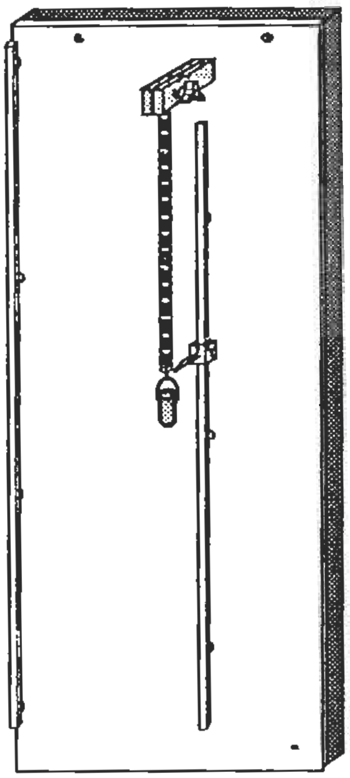


Figura 2.- Instalación del Equipo.

2.- Utilizando el Indicador Móvil del Marco Básico y la cinta métrica, mida longitud inicial (x_0) según se muestra en la figura 1 y regístrela.

3.- Coloque dentro del Recipiente Cilíndrico dos de los balines y obtenga el peso del conjunto en Newtons ($W = mg$). Cuelgue en el gancho del resorte el cilindro con los balines y mida la nueva longitud del resorte. Registre el peso W obtenido y la longitud x, que se incrementó el resorte, respecto a su **longitud inicial**.

4.- Introduzca otros dos balines dentro del Recipiente Cilíndrico y obtenga el peso W del cilindro con los balines en Newtons. Cuelgue de nuevo el cilindro con los balines en el extremo del resorte y mida la longitud que se incrementa el resorte a partir de su longitud inicial. Repita 3 veces más esta operación, agregando dos balines en cada una de ellas.

5.- Registre los diferentes pesos y las correspondientes elongaciones del resorte (en m) y elabore una Tabla de Datos, como se muestra en la figura 2.

x (m)	**W (N)**

Figura 2.- Tabla de Datos.

6.- Determine la constante k del resorte para cada uno de los pares de datos experimentales.

7.- Opcionalmente, haga una gráfica del peso W contra la elongación x del resorte. En la gráfica obtenida, trace la línea recta que pase más cerca de los puntos experimentales y obtenga su pendiente. La constante k es igual a la pendiente.

Otra forma de obtener la relación entre el peso colgado y el alargamiento del resorte es a partir de una regresión lineal de los datos experimentales. En este caso, se obtiene una relación de la forma:

$$W = mx + b \tag{2}$$

donde m, la pendiente de la recta, que es igual a la constante **k** del resorte.

VI.- Discusión y conclusiones.

La constante k obtenida en el punto 7 tiene una mayor exactitud que las obtenidas en el punto 6.

¿ Pudiera usted explicar las causas de la diferencia entre estos valores ?

¿Qué significado físico tiene la constante k de un resorte?

¿De qué factores depende la constante k?

¿Qué sucede si el peso colgado se incrementa muchas veces?. ¿Se comporta el resorte de acuerdo con la Ley de Hooke?

¿Qué interpretación le da a la constante b que aparece en la regresión lineal?

SOSM 4

Serie :Exp. Mec.

Relación entre la masa del cuerpo y el período de oscilación en el sistema cuerpo resorte

GRUPO

FICER

UANL

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Contenido

GRUPO FICER

I.- Ojetivo del experimento.

Determinar la relación que existe entre la masa del cuerpo y el período de oscilación de un sistema oscilante Cuerpo-Resorte.

II.- Equipo y material empleados.

Marco Básico FICER, Modelo SOSMB-01
Contador de Oscilaciones FICER, Modelo CDO-01
Sensor Optoelectrónico de Oscilaciones FICER, Modelo SOSSO-01
Electromagneto de Sujeción, Modelo ESSFL-03
Porta Electromagneto, Modelo SOSPE-01
Nuez Giratoria, Modelo SOSNG-01
Recipiente Cilíndrico, Modelo SOSRC-01
Balines
Resorte, Modelo SOSR-01
Balanza (no incluida en el SOSM-01)

III.- Análisis teórico.

Consideremos un sistema mecánico formado por un resorte, de constante *k*, y un cuerpo, de masa *m*, que se encuentra en equilibrio, como se indica en el dibujo **a** de la figura 1.

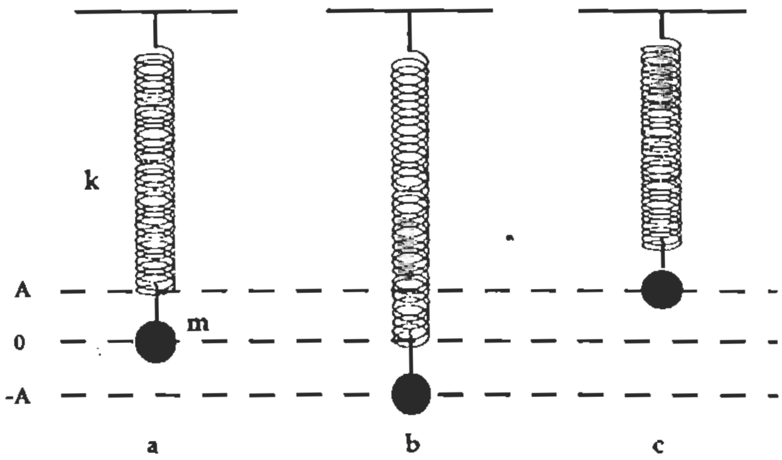


Figura 1.- Sistema Cuerpo-Resorte.

Supongamos que se estira el resorte de tal forma que el cuerpo de masa m queda fuera de su posición de equilibrio a una distancia A. Si se suelta el cuerpo, éste oscilará respecto a su posición de equilibrio, entre $-A$ y A, como se indica en la figura 1 (dibujos **a** y **c**), siempre y cuando no existan fuerzas disipativas. Este sistema mecánico se conoce como Sistema Cuerpo-Resorte.

Supongamos que el resorte obedece la Ley de Hooke, es decir, la fuerza de restitución del resorte está dada por:

$$F = -kx \qquad (1)$$

donde x es el desplazamiento del cuerpo, de masa m, respecto al punto de equilibrio y k es la constante elástica del resorte.

El movimiento del Sistema Cuerpo-Resorte, puede considerarse como un Movimiento Armónico Simple, porque su fuerza de restitución es proporcional al desplazamiento y las fuerzas disipativas se consideran despreciables. El período del sistema está dado por la siguiente ecuación:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \qquad (2)$$

En este sistema se considera despreciable la masa del resorte.

La expresión **(2)** es el modelo teórico para el período de oscilación del Sistema Cuerpo-Resorte.

IV.- Diseño del experimento.

Para encontrar la relación que hay entre la masa del cuerpo y el período de oscilación del Sistema Cuerpo-Resorte, el experimento debe desarrollarse de la siguiente manera.

a) Se sujeta el resorte verticalmente por uno de sus extremos a un punto fijo y en el otro extremo se cuelga un cuerpo de masa conocida.

b) El cuerpo se desplaza, hacia abajo, de su posición de equilibrio a una distancia que no exceda el límite elástico del resorte.

c) Se suelta el cuerpo y se deja oscilar libremente el sistema.

d) Se mide y se registra el período de oscilación del sistema.

e) Los pasos anteriores se repiten para cuerpos de diferentes masas y se registran sus respectivos períodos.

f) Con los datos experimentales registrados, se construye una Tabla de Datos.

g) A partir de la Tabla de Datos, se hace un análisis estadístico con el fin de obtener la relación deseada.

V.- Procedimiento.

1.- Instale el equipo como se indica en la figura 2.

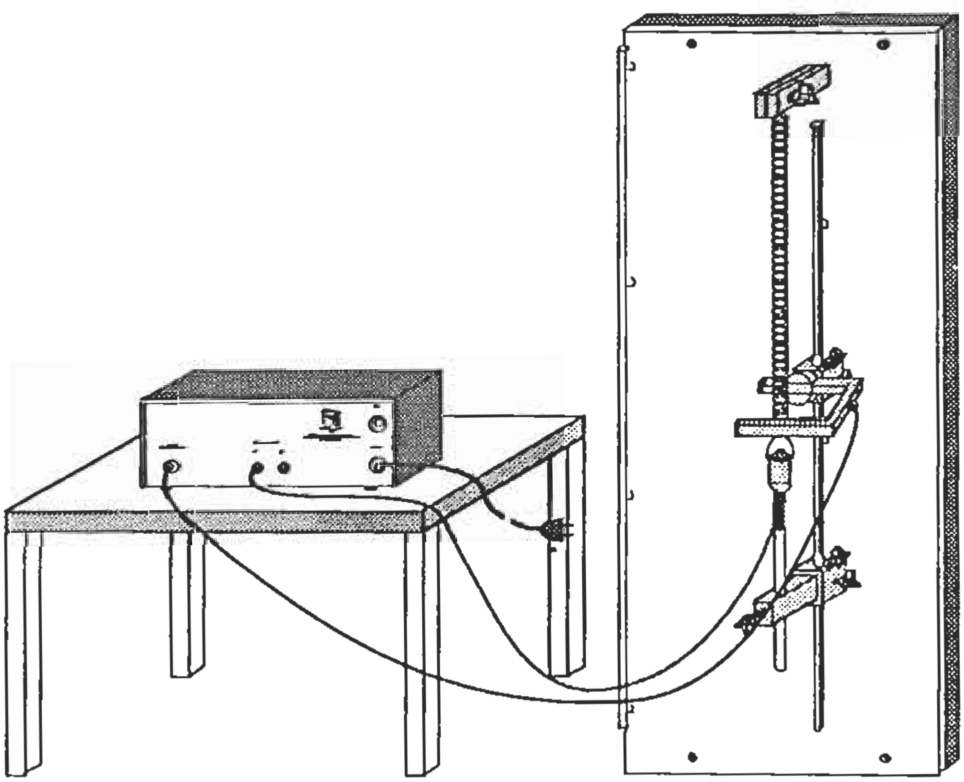


Figura 2.- Instalación del Equipo.

2.- Asegure que el Marco Básico se encuentre en posición vertical. Este paso es muy importante; si el Marco Básico no está vertical ocurren oscilaciones complejas del cuerpo y el Sensor Optoelectrónico no detecta los tiempos correctamente.

3.- Revise que el Electromagneto de Sujeción y el Interruptor Optoelectrónico de Oscilaciones estén bien conectados al Contador de Oscilaciones en sus entradas posteriores Electromagneto y Sensor Optoelectrónico.

4.- Coloque un resorte de constante elástica k conocida (ver el Experimento SOSM-3) en el Sistema de Sujeción del Marco Básico, sujetándolo por uno de sus extremos. Introduzca dentro del Recipiente Cilíndrico un balín, mida la masa conjunta y tómela como la masa m del Sistema Cuerpo-Resorte. Cuelgue el Recipiente Cilíndrico con el balín en el extremo inferior del resorte; observe la elongación del resorte.

5.- Encienda el Contador de Oscilaciones. Gire el Sensor Optoelectrónico de Oscilaciones hasta que quede en posición horizontal, como se indica en la figura 2, y luego muévalo sobre su Guía hasta que la línea imaginaria, que une los dos orificios del Sensor, quede situada a la mitad de la altura del recipiente cilíndrico.

6.- Mueva el Electromagneto de Sujeción hasta que quede a una distancia del fondo del Recipiente Cilíndrico aproximadamente igual a la altura del mismo y fíjelo con el tornillo opresor. Desplace el cilindro verticalmente hacia abajo hasta que quede en contacto con el Electromagneto de Sujeción.

7.- Sin soltar el cuerpo, oprima el interruptor INICIAR del Contador de Oscilaciones; el cuerpo deberá quedar retenido por el Electromagneto de Sujeción, mientras se mantenga oprimido este interruptor. Coloque el botón del interruptor MODO en la posición 0.

8.- Compruebe que tanto el resorte como el cuerpo estén en reposo. Suelte el interruptor INICIAR y deje que oscile el sistema.

9.- Mueva el botón del interruptor MODO a la posición 1 cuando en el Exhibidor se registre el ciclo número 20. Esta acción permitirá dejar en el Exhibidor las lecturas correspondientes al período número 20. Registre el tiempo acumulado y divídalo entre el número de ciclos (20); el valor obtenido es el período promedio **T**, que se tomará como dato experimental.

Compare el período promedio *T* con el período registrado en el segundo renglón del Exhibidor, que corresponde al período del último ciclo. Entre estos dos períodos debe haber una diferencia mínima; si la diferencia es de una centésima de segundo o mayor, revise cuidadosamente que el Sistema Cuerpo-Resorte esté bien instalado. Compruebe que el Sensor Optoelectrónico esté detectando todas las oscilaciones del cuerpo. Si no es así, puede sacar el Sensor de la posición horizontal de forma que el haz infrarrojo sea cortado, por el cilindro, más cerca del eje vertical

10.- Repita el experimento, al menos cuatro veces más, agregando dos balines en cada experimento. Registre para cada experimento el período *T* y mida la masa *m* correspondiente.

11.- Con los datos experimentales, construya una Tabla de Datos, como se indica en la figura 3.

m (kg)	T (s)	$T^2(s^2)$

Figura 3.- Tabla de Datos.

12.- Con los resultados de la Tabla de Datos, haga una gráfica de T contra m (figura 4a); en esta gráfica se debe observar un comportamiento parabólico. Haga otra gráfica de T^2 contra m, la cual debe corresponder a una línea recta que pase por el origen (figura 4b).

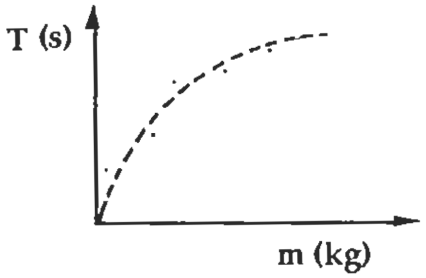


Figura 4a.- T contra m.

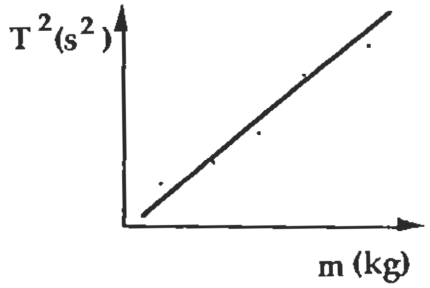


Figura 4b.- T^2 contra m.

13.- En la gráfica de la figura 4b, obtenga la pendiente B de la recta y la ecuación correspondiente $T^2 = Bm$, o de otra forma:

$$T = (Bm)^{\frac{1}{2}} \qquad (3)$$

Esta ecuación representa el modelo de la relación que existe entre la masa del cuerpo y el período de oscilación.

Nota: El modelo también se puede obtener a través de una regresión de potencia de la forma

$$T = Am^n \qquad (4)$$

donde A y n son constantes. Compare el exponente n con el exponente del modelo teórico (1/2).

14.- Haga una Tabla de Comparación del período T experimental y del valor calculado con las expresiones (2), (3) y (4), para diferentes valores de la masa m.

VI.- Resultados y conclusiones.

En el experimento, se debe encontrar una relación no lineal entre la masa del cuerpo y el período de oscilación del sistema.

Si se compara el modelo teórico con el modelo experimental dado por (3), los coeficientes constantes deben ser muy parecidos, es decir:

$$\frac{4\pi^2}{k} \approx B$$

Si el modelo experimental se obtiene a partir de una regresión de tipo potencial, el exponente debe ser muy cercano a 1/2, de acuerdo con el modelo teórico (ecuación 2).

Si hay una diferencia significativa entre el modelo teórico y los modelos experimentales obtenidos, identifique todas las fuentes de error posibles, como pueden ser vibraciones en el Marco Básico, corrientes de aire, mala nivelación, verticalidad del resorte cuando el cuerpo está retenido por el electromagneto, etc. Una vez eliminadas estas causas de error, repita el experimento y compare los nuevos modelos con los anteriores.

Experimentos con el Sistema de Ondas Mecánicas FICER

GRUPO

FICER

Serie: Exp. Mec.

SOM
1

Ondas estacionarias en una cuerda

GRUPO
FICER

UANL
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Contenido

GRUPO

FICER

I.- Objetivo del experimento.

Determinar la velocidad de propagación de una onda mecánica en una cuerda, para diferentes tensiones.

II.- Equipo y material empleados.

Marco Básico FICER, Modelo SOMMB-01
Generador de Funciones FICER, Modelo GF-02
Generador de Ondas Mecánicas FICER, Modelo SOMGO-01
Cables con Terminal Banana
Cuerda
Polea y Portapolea
Recipiente Cilíndrico, Modelo SOMRC-01
Balines

III.- Análisis teórico.

Superposición de Ondas

Cuando dos o más ondas mecánicas de igual frecuencia son transmitidas en un medio, el resultado es una onda que es la suma de ellas. Esto significa que en cada punto del medio, el desplazamiento es la suma de los desplazamientos individuales que produciría cada una de las ondas; a este resultado se le conoce como Principio de Superposición. Ver la figura 1.

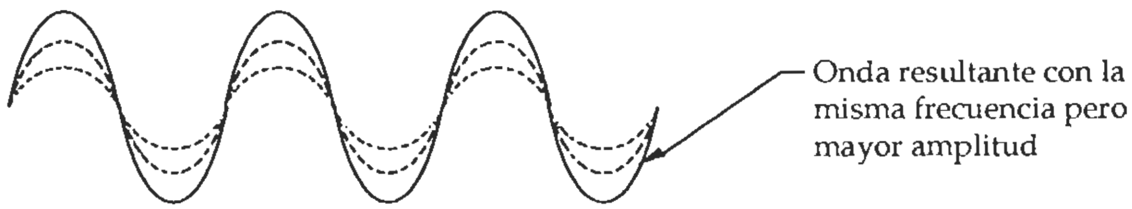


Figura 1.- Superposición de Ondas.

Ondas Estacionarias

Cuando en un medio, como una cuerda o un resorte, se genera una oscilación en uno de sus extremos, comienza a propagarse una onda. Al llegar al otro extremo del medio, la onda sufre una reflexión y viaja en sentido contrario por el mismo medio. De esta forma en el medio se tienen dos ondas de iguales características que se propagan en sentido contrario, lo cual da origen a una onda estacionaria.

La onda estacionaria recibe su nombre del hecho que parece como si no se moviera en el espacio. De hecho cada punto del medio tiene su propio valor de amplitud. Algunos puntos tienen amplitud máxima, son llamados antinodos, y otros puntos tienen amplitud igual a cero y son llamados nodos. Los nodos se distinguen muy bien porque son puntos que no oscilan.

La distancia entre dos nodos vecinos es igual a media longitud de onda, por lo cual la medición de la distancia entre nodos permite determinar la longitud de la onda.

La figura 2 muestra el comportamiento de una onda estacionaria en el tiempo. También se señalan sus diferentes partes.

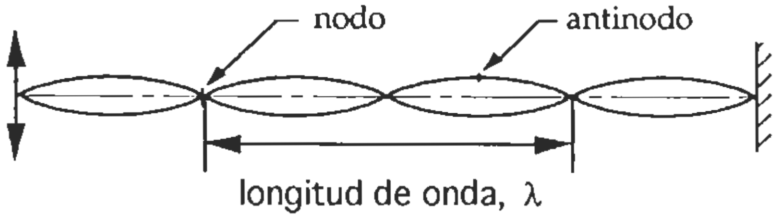


Figura 2.- Onda Estacionaria.

Velocidad de una Onda

Del análisis del movimiento ondulatorio y de la definición de velocidad v:

$$v = \frac{d}{t} \tag{1}$$

donde d es la distancia que se recorre en un tiempo t, se puede determinar una expresión para la velocidad de la onda. Por definición, el período T de una onda es el tiempo en el que se transmite una oscilación completa. Si la longitud de la onda es λ, en un tiempo igual al período la onda se habrá desplazado una distancia igual a λ. Por lo tanto, la velocidad de la onda será:

$$v = \frac{\lambda}{T} \tag{2}$$

El período T está relacionado con la frecuencia f de la onda de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$T = \frac{1}{f} \tag{3}$$

Sustituyendo esta expresión en la ecuación (2), obtenemos otra expresión para la velocidad de la onda:

$$v = \lambda f \tag{4}$$

Ondas Estacionariarias en una Cuerda

Una forma de producir ondas estacionarias es propagando ondas desde un extremo de una cuerda hasta el otro que se mantiene fijo. Al llegar al extremo fijo la onda se reflejará y se superpondrá con la onda incidente, produciéndose entonces la onda estacionaria.

En este caso, las oscilaciones de la cuerda pueden ser de diferentes formas o modos, según sea la frecuencia con la que oscile la cuerda. A estas formas de oscilar se les llama modos normales de oscilación.

El primer modo normal de oscilación, llamado modo fundamental de oscilación, es el que tiene mayor amplitud y cuya longitud de onda es tal que la longitud L, de la cuerda, es igual media longitud de onda; es decir, la longitud de la onda del primer modo es:

$$\lambda_1 = 2L \tag{5}$$

Sustituyendo esta relación en (4), tenemos que:

$$v = 2f_1L \tag{6}$$

En el segundo modo de oscilación, la frecuencia es igual al doble de la frecuencia del primer modo de oscilación y se establecen dos medias ondas, es decir, una onda completa en la cuerda. En la figura 3, se muestran las ondas estacionarias de los primeros cinco modos de oscilación; el número de modo puede identificarse por el número de antinodos presentes.

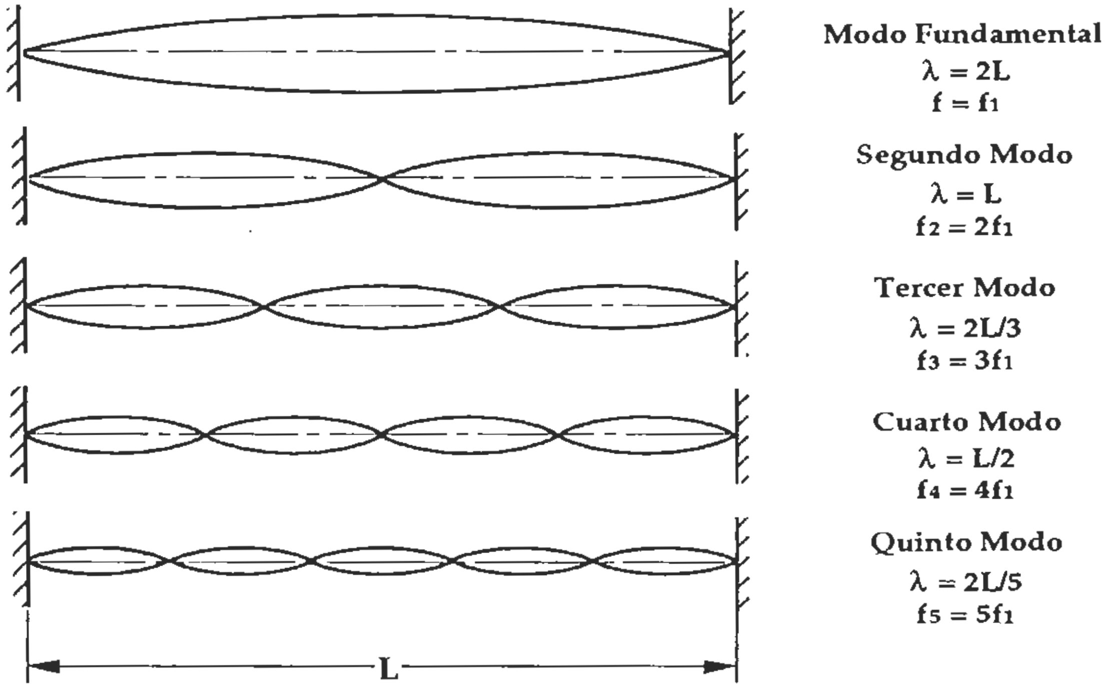


Figura 3.- Modos de Oscilación.

Para los modos normales de oscilación, las longitudes de onda son más cortas:

$$\lambda_n = \frac{2L}{n} \qquad n = 1,2,3,\ldots \tag{7}$$

y las frecuencias son n veces la frecuencia f_1 del modo fundamental de oscilación:

$$f_n = nf_1 \qquad n = 1,2,3,\ldots \tag{8}$$

IV .- Diseño del experimento.

El objetivo del experimento es encontrar la velocidad de propagación de una onda en una cuerda, para diferentes tensiones. Para determinar la velocidad, se necesita conocer la frecuencia, así como la longitud de onda.

Para este fin, se usará una cuerda horizontal tensa que tenga fijo uno de sus extremos. En el otro extremo, se le producirá una perturbación periódica, de tal forma que se produzca una onda. Al llegar la onda al extremo fijo, se reflejará y se superpondrá con la onda incidente, lo que dará origen a una onda estacionaria; de esta forma, se puede medir fácilmente la longitud de la onda

Se buscarán al menos cinco diferentes modos de oscilación y se registrarán las frecuencias y las longitudes de onda. Con estos datos se hará un análisis gráfico, del cual se obtendrá la velocidad de la onda. Asimismo, la velocidad de la onda puede ser obtenida a partir de una regresión lineal de los datos experimentales del inverso de la longitud de onda y de la frecuencia.

Los pasos anteriores se realizarán para diferentes tensiones de la cuerda.

V .- Procedimiento.

1.- Instale el Sistema de Ondas Mecánicas como se muestra en las figuras 4 y 4*a* .

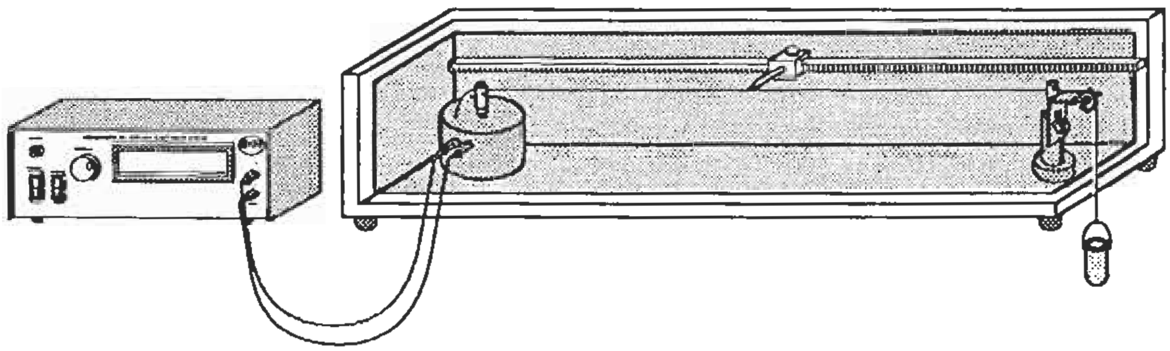


Figura 4.- Instalación del Equipo.

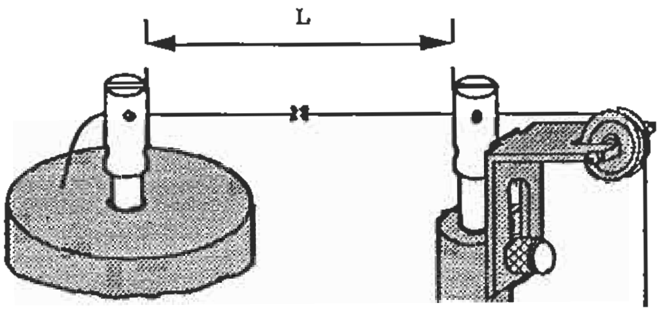


Figura 4*a*.-Detalles de la instalación.

2.- Revise que la cuerda esté bien sujetada al Poste Oscilatorio del Generador de Ondas Mecánicas. Introduzca 10 balines en el Recipiente Cilíndrico y cuélguelo de la cuerda. Apriete el Tornillo Opresor del Poste de Sujeción (ver el Instructivo para Uso y Manejo del Sistema de Ondas Mecánicas, figura 2, página 3).

3.- Acomode las ranuras del Poste del Marco Básico y del dispositivo de sujeción del Poste Oscilatorio del Generador de Señales, de tal forma que estén en la misma dirección de la cuerda (ver el Instructivo para Uso y Manejo del Sistema de Ondas Mecánicas, figura 5, página 7). Para este fin, gire el Poste de Sujeción y el Generador de Ondas Mecánicas.

4.- Ajuste la horizontalidad de la cuerda de la siguiente manera: libere la cuerda del Poste de Sujeción del Marco Básico y mediante la elevación de la polea obtenga la posición adecuada de la cuerda, la cual se logra ubicando a ésta paralela a la escala graduada. Hecho lo anterior coloque el Poste de Sujeción en su base de forma tal que la cuerda pase libremente a través de la ranura de éste y sujetelo a la base mediante el tornillo correspondiente. A continuación sujete nuevamente la cuerda al poste. Procure que las ranuras de ambos postes de sujeción (el del SOMGO-01 y el del SOMMB-01) se mantengan en la misma dirección, de acuerdo con el paso anterior.

5.- Mida la longitud L de la cuerda, mostrado en la figura 4*a*, utilizando el Indicador Móvil del Marco Básico.

6.- Conecte el Generador de Funciones a la línea de alimentación eléctrica y enciéndalo, active en la posición 1 el interruptor SELEC del Generador

7.- En el Generador gire la perilla del control FRECUENCIA y observe si en la cuerda se forma la onda estacionaria correspondiente al modo fundamental de oscilación. Si no se observa esta onda, gire de nuevo la perilla del control FRECUENCIA hasta que en la cuerda se forme la onda estacionaria del modo fundamental. Enseguida, obtenga la longitud de onda ($\lambda = 2L$) y regístrela junto con la frecuencia que se indique en el Exhibidor del Generador de Funciones.

8.- Aumente la frecuencia en el Generador de Funciones, de acuerdo con el paso anterior, para encontrar las frecuencias del segundo, tercero, cuarto y quinto modos de oscilación de la cuerda. Registre las frecuencias y las longitudes de onda y construya una Tabla de Datos, como se muestra en la figura 5:

No. MODO	No. NODOS	DISTANCIA ENTRE NODOS	LONG. ONDA	FRECUENCIA	VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN
				VELOCIDAD PROMEDIO:	

Figura 5.- Tabla de Datos.

9.- De la ecuación (4) del Análisis Teórico, se puede despejar la frecuencia f:

$$f = v\frac{1}{\lambda} \tag{9}$$

Para ver esta relación de acuerdo con los resultados experimentales, utilice la Tabla de Datos para hacer una gráfica de f contra $1/\lambda$, como se muestra en la figura 6. Trace la línea recta que pase lo más cerca de los puntos de la gráfica y obtenga su pendiente **B** (compruebe que sus unidades son m/s). El valor de la pendiente corresponde al valor de la velocidad de la onda.

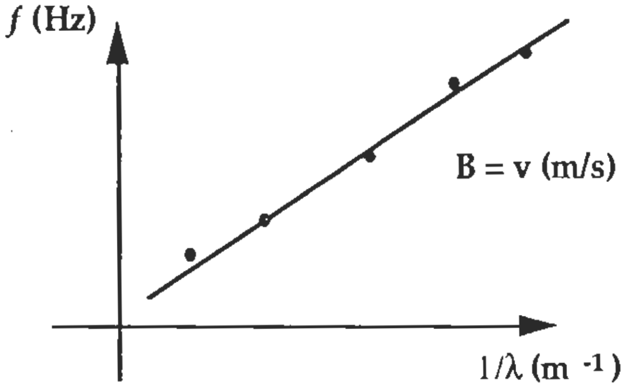


Figura 6.- Gráfica de f contra $1/\lambda$..

Opcionalmente, a partir de una regresión lineal de f en función de $1/\lambda$, determine la velocidad de la onda, la cual es igual al valor de la pendiente la recta obtenida.

10.- Opcionalmente mida la masa **m**, con una balanza analítica, y la longitud total L_t de la cuerda. Calcule la densidad lineal de masa μ de la cuerda, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\mu = \frac{m}{L_t} \tag{10}$$

Calcule la velocidad de la onda estacionaria empleando la siguiente ecuación

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \tag{11}$$

donde **F** es la fuerza de tensión de la cuerda, la cual es igual al peso (en Newtons) del recipiente cilíndrico con los 10 balines.

11.- Repita los pasos del 7 al 9 para diferentes tensiones de la cuerda, es decir, con diferente número de balines en el recipiente cilíndrico.

VI.- Discusión y Conclusiones.

Observe que para diferentes modos de oscilación y para la misma tensión de la cuerda, la velocidad de la onda transversal es la misma, es decir, el producto de la frecuencia y la longitud de la onda es constante.

Para diferentes tensiones de la cuerda, note que la velocidad de propagación de la onda aumenta con el aumento de la fuerza *F*. Puede comprobar que el cuadrado de la velocidad es directamente proporcional a la fuerza.

Basado en la dependencia antes mencionada y en la expresión (11), proponga un método para determinar la densidad lineal de masa de una cuerda.

SOM
3

Serie: Exp. Mec.

Velocidad de una onda transversal en diferentes cuerdas

GRUPO

FICER

UANL

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Contenido

GRUPO FICER

I.- Objetivo del experimento.

Determinar la velocidad de propagación de una onda transversal en cuerdas de diferente densidad lineal de masa para una tensión constante.

II.- Equipo y material empleados.

Marco Básico FICER, Modelo SOMMB-01
Generador de Funciones FICER, Modelo GF-02
Generador de Ondas Mecánicas FICER, Modelo SOMGO-01
Cables con Terminal Banana
Cuerdas de Diferente Densidad Lineal de Masa
Polea y Portapolea
Recipiente Cilíndrico, Modelo SOMRC-01
Balines

III.- Análisis teórico.

La velocidad de propagación de las ondas mecánicas depende de la elasticidad del medio en el cual se propagan. Los materiales menos densos ofrecen menor resistencia al movimiento de las ondas.

La elasticidad de una cuerda oscilante está determinada por sus propiedades mecánicas y por su tensión F. Su densidad lineal μ, está definida por:

$$\mu = \frac{m}{L} \tag{1}$$

donde m es la masa de la cuerda y L es la longitud total de la cuerda.

La velocidad de propagación de una onda transversal está dada por la siguiente expresión:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \tag{2}$$

En esta ecuación se puede observar que si se mantiene constante la tensión F de la cuerda, la velocidad de las ondas dependerá inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la densidad lineal de masa de la cuerda.

Por otra parte, si se conocen la frecuencia y la longitud de una onda, la velocidad de una onda se puede calcular de acuerdo con la siguiente expresión:

$$v = \lambda f \tag{3}$$

En un medio con propiedades mecánicas invariables, la velocidad de propagación de una onda es constante, de acuerdo con la expresión (2). Por esta razón se puede observar en la ecuación (3) que si la longitud de una onda se incrementa, la frecuencia disminuye y viceversa.

IV.- Diseño del experimento.

El objetivo del experimento es encontrar la velocidad de propagación de ondas mecánicas en cuerdas de diferente densidad lineal de masa para una tensión constante en las cuerdas.

Para determinar la velocidad de las ondas en cada una de las cuerdas, se necesita conocer la frecuencia y la longitud de la onda para diferentes modos de oscilación.

Una vez obtenidos los valores de las velocidades para cada una de las cuerdas, se compararán los resultados experimentales con los valores teóricos obtenidos con (2) del Análisis Teórico, de acuerdo con las diferentes densidades.

V.- Procedimiento.

1.- Instale el Sistema de Ondas Mecánicas como se muestra en la figura 1 con una de las cuerdas.

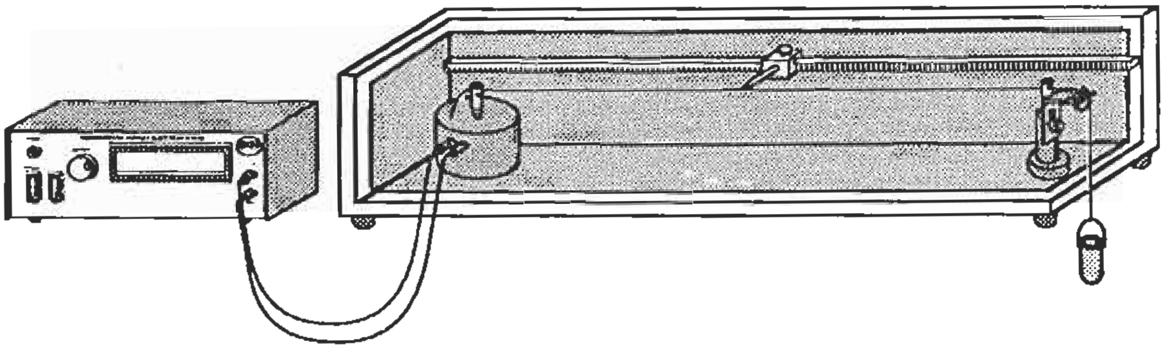


Figura 1.- Instalación del Equipo.

2.- Ajuste el sistema de acuerdo con los pasos del Procedimiento del Experimento SOM-1 (Ondas Estacionarias en una Cuerda). Coloque en el Recipiente Cilíndrico 10 balines.

3.- Variando la frecuencia en el Generador de Funciones logre que en la cuerda se establezca el tercero o cuarto modo de oscilación. Compruebe que el modo es estable, oprimiendo la cuerda con los dedos y observando si de nuevo oscila en el mismo modo cuando se suelta. Determine el valor de la longitud de onda, de la misma forma que lo hizo en el experimento SOM-1 y anote en la tabla de la figura 2 el valor de la fecuencia y de la longitud de onda. Calcule el valor de la velocidad de propagación de la onda.

4.- Repita el paso 3 para las otras cuerdas, teniendo cuidado que el modo de oscilación sea el mismo para todas.

5.- Determine la tensión en las cuerdas, que es igual al peso del recipiente cilíndrico con los 10 balines.

6.- Calcule la velocidad de propagación de las ondas en cada cuerda, utilizando la expresión (2), los datos de densidad lineal de masa, de la tensión y complete la tabla de datos, calculando el módulo de la diferencia de los valores de las ecuaciones (2) y (3).

Nota: La densidad lineal μ de la cuerda, se determina por el método descrito en el paso 10 pág. 10, del experimento SOM-1.

CUERDA	LONG. ONDA	FRECUENCIA	$v = \lambda f$	$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$	$\lvert v - V \rvert$

Figura 2.- Tabla de Datos.

7.- Compare los valores de la velocidad obtenidos en el paso 3 con los valores obtenidos en el paso 6. Concluya acerca del cumplimiento de la ecuación (2).

VI.- Discusión y conclusiones.

Compare el valor de la frecuencia, para el mismo modo de oscilación, de las diferentes cuerdas.

Concluya acerca de la dependencia entre la velocidad de propagación de la onda transversal y la densidad lineal de masa de la cuerda.

SRS

Serie: Exp. Mec.

Velocidad de propagación del Sonido

GRUPO

FICER

UANL

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Contenido

I.- Objetivo del experimento.

Determinar la velocidad de propagación del sonido en el aire, empleando el fenómeno de resonancia en un tubo.

II.- Equipo y material empleados.

Marco Básico FICER, Modelo SRMB-01
Tubo de Resonancia FICER, Modelo SRTR-01
Generador de Funciones FICER, Modelo GF-02
Amplificador de Audiofrecuencia FICER, Modelo SRAA-01
Cables con Terminal Banana

III.- Análisis teórico.

Se define el sonido como una onda mecánica longitudinal que viaja en un medio elástico. Para que se produzca una onda sonora, debe existir una fuente mecánica de vibración y un medio elástico; la fuente mecánica de vibración puede ser un diapason, una cuerda vibrando, una bocina, etc.

Si colocamos una fuente de vibración en uno de los extremos de un tubo lleno con aire (o con cualquier otro gas), se generará en él una onda sonora estacionaria. Los puntos de esta onda cuya amplitud es nula se les llama **nodos**, y los puntos de máxima amplitud se les llama **antinodos**. En el extremo del tubo donde se genera la onda sonora existirá siempre un antinodo pues es allí donde la amplitud de oscilación es máxima; en el otro extremo del tubo existirá un nodo si el tubo esta cerrado o un antinodo si éste está abierto.

La distancia entre dos nodos cosecutivos de cualquier onda es igual a la mitad de su longitud de onda λ; si la onda tiene una frecuencia **f**, entonces el valor de la velocidad **v** de propagación de dicha onda se determina mediante la siguiente expresión:

$$\mathbf{v} = \lambda \mathbf{f} \tag{1}$$

En el caso particular de una onda sonora que se propaga en cualquier gas, sabemos que la velocidad con que ésta se propaga en ese medio elástico depende también de la temperatura t y presión **p** del medio.

Si el medio en que se propaga la onda sonora es el aire a la presión atmosférica normal, su velocidad de propagación dependerá unicamente de la temperatura y si esta última se expresa en grados Celsius, el valor numérico de la velocidad se encuentra a partir de la siguiente ecuación:

$$v = 331\,{}^{m}\!/_{s} + \left[\frac{0.6\,{}^{m}\!/_{s}}{°C}\right](t) \qquad (2)$$

Aquí, el primer término de la ecuación es el valor de la velocidad de la onda sonora en el aire, cuando la presión atmosférica es de 1 atmósfera (1013 milib) y la temperatura es de 0°C.

IV.- Diseño del experimento.

Para determinar el valor de la velocidad de propagación del sonido en el aire el experimento se planea de la siguiente manera:

Se establece una onda sonora estacionaria en un Tubo de Resonancia. Para lograr esto, coloque una fuente de ondas sonoras de frecuencia fija en el extremo del tubo y mantenga cerrado o abierto el otro extremo del tubo según usted lo decida.

Se localizan los nodos de la onda estacionaria establecida dentro del tubo y se marca su posición.

Se mide la distancia entre cada par de nodos consecutivos, y se calcula y registra la longitud de onda para cada conjunto de tres nodos consecutivos

Se calcula la velocidad de propagación del sonido para cada zona que comprenda tres nodos cosecutivos. Se obtiene el valor promedio de estas velocidades. Este será el valor experimental de la velocidad de propagación del sonido.

V.- Procedimiento.

1.- Instale el equipo como se muestra en la figura1.

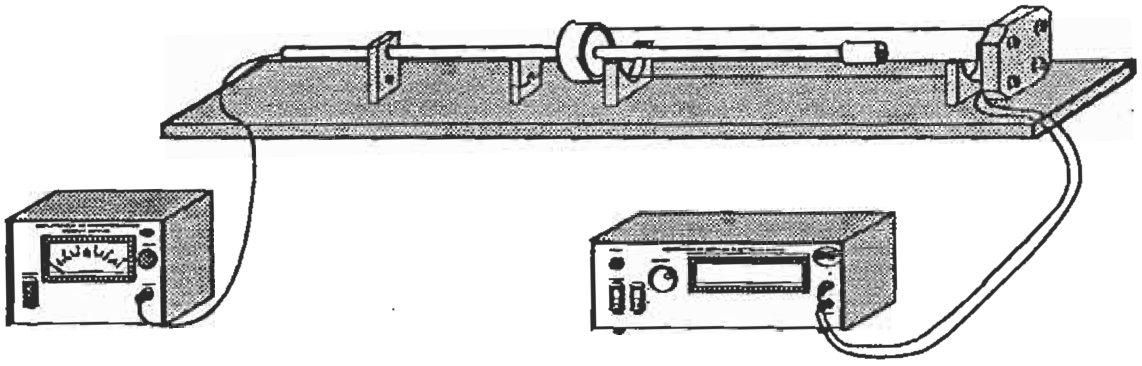


Figura 1.- Insalación del equipo.

2.- Establezca en el Tubo de Resonancia una onda sonora. Para lograrlo, seleccione en el Generador de Frecuencias una señal senoidal y elija una frecuencia adecuada(que se escuhe y no moleste o cause dolor en el oído), esta frecuencia debera estar en el rango de [1KHz a 10KHz].

3. Introduzca el Vástago en la Cavidad Resonante hasta que el micrófono esté muy cercano a la bocina. Ver figura 2.

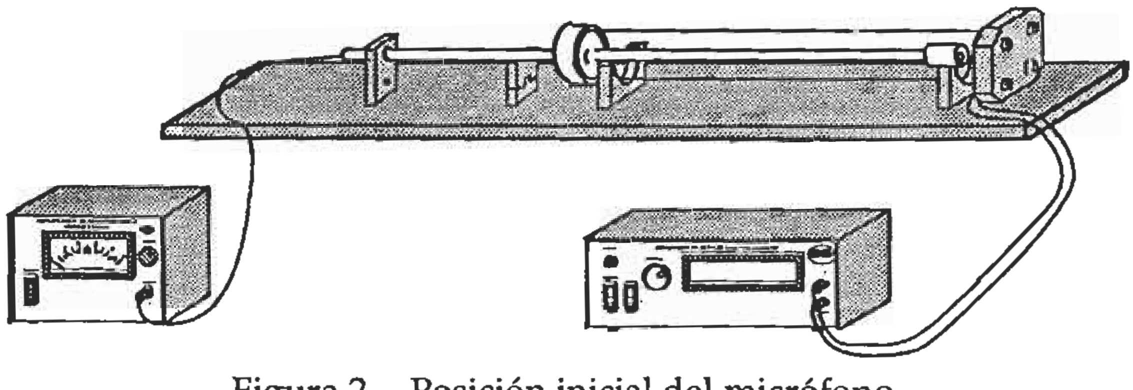


Figura 2.- Posición inicial del micrófono.

4.- Aleje lentamente el micrófono de la bocina sacando el Vástago de la Cavidad Resonante hasta que la aguja del Indicador de Nivel del Amplificador de Audiofrecuencia indique la mínima lectura. Marque en el Vástago la posición del extremo del micrófono más cercano a la bocina, esta posición será la del nodo que llamaremos nodo 1. Ver figura 3.

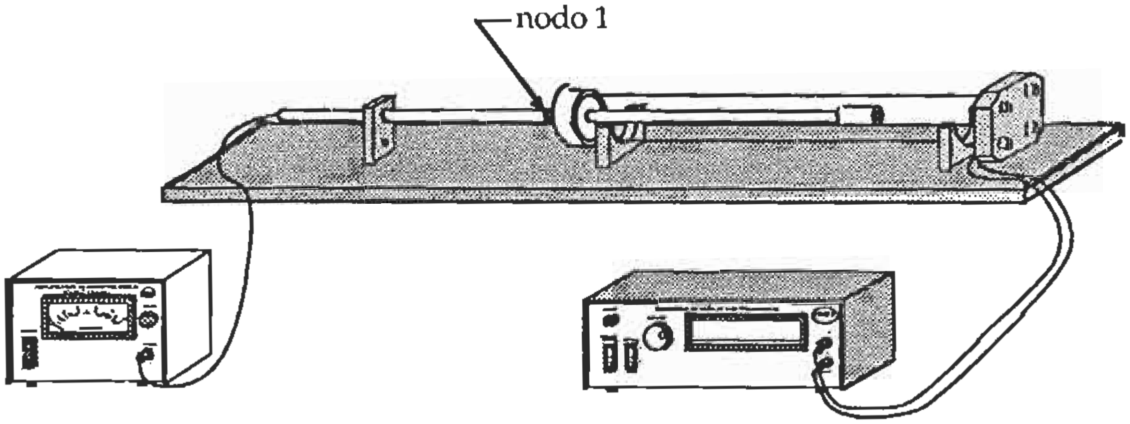


Figura 3.- Posición del nodo1.

5.- Continue alejando el Vástago hasta alcanzar la siguiete lectura mínima, marque en el Vástago esta nueva posición la cual corresponderá al nodo 2. Repita este proceso de marcado de nodos hasta donde le sea posible, enumerando los nodos localizados con los números 2, 3, 4...

6.- Mida y registre las distancias entre cada dos nodos consecutivos empezando con los nodos 1 y 2, siguiendo con el 2 y 3, y así sucesivamente.

7.- Calcule la longitud de onda para la primera zona utilizando la distancia entre los nodos 1 y 3; llame a esta longitud de onda λ_1; Calcule la longitud de onda λ_2 para la segunda zona a partir de la distancia entre los nodos 2 y 4. Continue este proceso hasta donde le sea posible.

8.- Determine la velocidad de propagación del sonido para cada una de las zonas del paso anterior, multiplicando para ello la longitud de onda de la zona correspondiente por la frecuencia de la onda sonora estacionaria indicada en el Generador de Funciones. Elabore una Tabla de Datos como la mostrada en la figura 4.

Zona N°	λ (m)	f (Hz)	v (m/s)

Figura 4.- Tabla de Datos.

9.- La velocidad de propagación del sonido (experimental) se calcula obteniendo el valor promedio de las velocidades consignadas en la Tabla 1, mediante la siguiente ecuación:

$$\mathbf{v}_{\mathbf{sonido}} = \frac{\mathbf{v_1} + \mathbf{v_2} + \mathrm{L} \qquad \mathrm{L} + \mathbf{v_n}}{\mathbf{n}} \qquad (3)$$

10.- Mida la temperatura en grados Celsius del laboratorio donde se realizan las mediciones; calcule la velocidad de propagación del sonido mediante la ecuación (2) y registre este valor.

VI.- Discución y Conclusiones.

Compare los valores para la velocidad de propagación del sonido obtenidos en los pasos 9 y10 del Procedimiento.

Conteste las siguientes prguntas:

¿Porqué difieren ligeramente estos valores para la velocidad de propagación del sonido?

Si usted realizara este experimento en la cima de una montaña a una altura de 2500m sobre el nivel del mar. ¿Cómo esperaría que fuera el valor experimental de esta velocidad?, menor, igual o mayor que el valor que obtuvo el laboratorio. ¡justifique su respuesta!

Si la Cavidad Resonante del Tubo de Resonancia se llenara con *gas helio* bajo las mismas condiciones de presión y temperatura en las que se efectuó el experimento anterior. ¿se alterará el valor de la velocidad? ¿Porqué?

Exp. 7
Demostración
del
Principio de Arquímedes

I.- Objetivo

Demostrar el Principio de Arquímedes, es decir, comprobar que cuando un cuerpo es sumergido total o parcialmente en un fluido, la magnitud de fuerza de flotación ejercida por el fluido sobre el cuerpo, es igual a la magnitud del peso del volumen del fluido desalojado por el cuerpo.

II.- Equipo y material requeridos

1 Tripié

1 Soporte metálico

1 Nuez

1 Dinamómetro

1 cilindros de plástico provisto con un lazo de hilo

1 cilindros de latón provisto con un lazo de hilo

1 cilindros de aluminio provisto con un lazo de hilo

1 Probeta graduada de 250 cm^3 (ml)

1/2 Litro de agua

1/2 litro de alcohol

100 gm de sal común

1 agitador

Exp. 7
Demostración
del
Principio de Arquímedes

I.- Objetivo

Demostrar el Principio de Arquímedes, es decir, comprobar que cuando un cuerpo es sumergido total o parcialmente en un fluido, la magnitud de fuerza de flotación ejercida por el fluido sobre el cuerpo, es igual a la magnitud del peso del volumen del fluido desalojado por el cuerpo.

II.- Equipo y material requeridos

1 Tripié
1 Soporte metálico
1 Nuez
1 Dinamómetro
1 cilindros de plástico provisto con un lazo de hilo
1 cilindros de latón provisto con un lazo de hilo
1 cilindros de aluminio provisto con un lazo de hilo
1 Probeta graduada de 250 cm^3 (ml)
1/2 Litro de agua
1/2 litro de alcohol
100 gm de sal común
1 agitador

III.- Análisis teórico

Para tener claros los conceptos relacionados con este experimento, se recomienda leer el Epígrafe 10: *Análisis sobre la flotación y el Principio de Arquímedes*, del manual de apoyos Técnico - Didácticos: Serie Fluidos.

Sabemos que Arquímedes, con base en sus experimentos estableció lo que hoy conocemos como Principio de Arquímedes, en él establece que: un cuerpo sumergido total o parcialmente en un fluido (líquido o gas), experimenta una fuerza vertical hacia arriba, cuya magnitud es igual a la fuerza de gravedad que actúa sobre el volumen del fluido desplazado por el cuerpo.

IV.- Diseño del experimento

El plan experimental es el siguiente:

Primero: Con el Dinamómetro, se mide la magnitud del peso de un cuerpo cualquiera en el aire.

Segundo: Se sumerge completamente el cuerpo en un fluido y bajo esas circunstancias se mide nuevamente la magnitud del peso de éste. Se calcula la diferencia de las magnitudes de ambos pesos. La diferencia calculada será igual a la magnitud de la fuerza de flotación que el fluido ejerce sobre el cuerpo.

Tercero: Se mide el volumen del fluido desalojado por el cuerpo al sumergirse y se mide (o se calcula) también, la fuerza gravitacional que actúa sobre este volumen de fluido (en este caso, esta fuerza coincide con el peso del volumen de fluido).

Se comparan, la fuerza de flotación calculada en el paso anterior y el peso del volumen del fluido desalojado.

Cuarto: Se calcula la fuerza de flotación que actúa sobre el cuerpo, para otros fluidos y, se compara con el peso de del fluido desalojado por el mismo cuerpo.

Quinto: Se selecciona otro cuerpo hecho de otra sustancia y se repiten los pasos Primero, Segundo, Tercero y Cuarto de este plan.

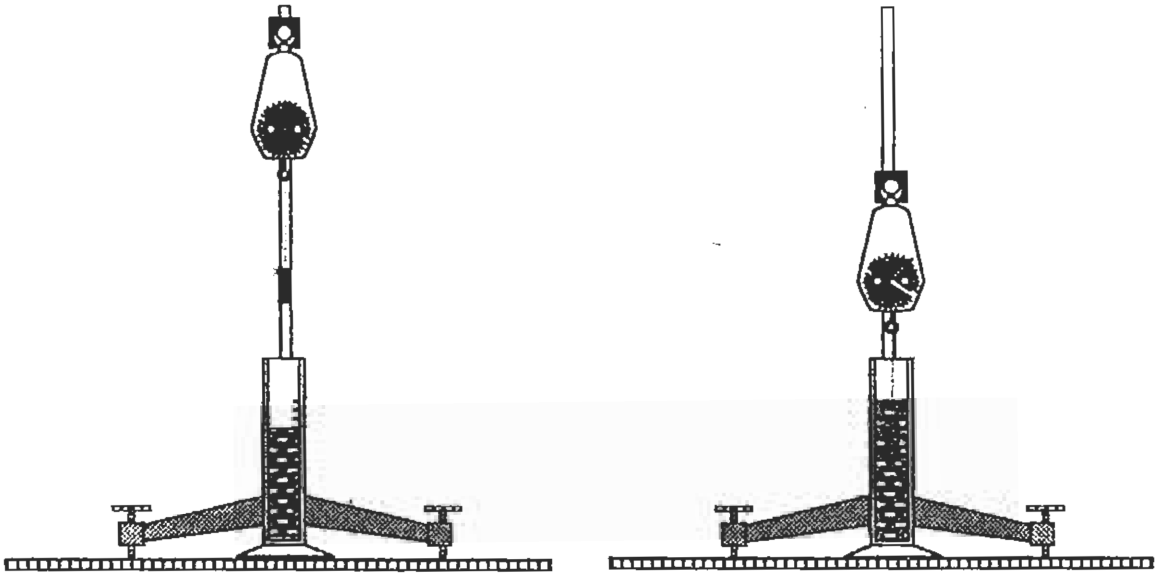
V.- Procedimiento

El principio de Arquímedes es válido, para todo cuerpo, de cualquier sustancia y de cualquier forma. Sin embargo, por comodidad en los cálculos, tomemos cuerpos de forma cilíndrica

1.- Seleccione primeramente el cilindro de plástico y cuélguelo por medio de su lazo del gancho del Dinamómetro.

2.- Realice la instalación como se indica en la figura 1 (a) y, registre la lectura indicada en el Dinamómetro en la Tabla de Datos correspondiente a la sustancia con que está hecho el cilindro. Esta lectura corresponderá a la magnitud del peso del cilindro en el aire.

3.- Vacíe 200 cm^3 (ml) de agua en la probeta graduada de 250 cm^3 y colóquela bajo el cilindro de plástico. Baje la nuez con el travesaño donde está colgado el Dinamómetro y el cilindro, hasta que este último quede completamente sumergido en el agua tal y como se indica en la figura 1 (b). Registre en la Tabla I la lectura indicada en el Dinamómetro. Esta lectura, corresponderá a la magnitud del peso cilindro en el fluido. La diferencia entre la magnitud del peso del cilindro en el aire y en el agua, será la magnitud la fuerza de flotación que el agua ejerce sobre el cilindro.



(a) (b)

Figura 1.- (a) peso del cuerpo en el aire y (b) peso del cuerpo en el fluido

4.- Registre en la misma Tabla I, el nuevo volumen alcanzado por el agua en la probeta graduada y, calcule el volumen del cilindro sumergido en el agua. El volumen del cilindro será igual al nuevo volumen registrado, menos los 200 cm^3 de agua del volumen original en la probeta. Compare el volumen calculado por la diferencia de volúmenes, con el volumen del cilindro calculado a través de la multiplicación del área de su base por su altura.

5.- Levante la nuez con el travesaño donde está colgado el Dinamómetro y cilindro, hasta que este último quede completamente en el aire. Retire de su posición la probeta graduada con agua y agregue a ésta última sal común, agitando suavemente la mezcla hasta lograr una disolución saturada de sal (ésta se logra cuando se observan cristales de sal en el fondo de la probeta). Coloque nuevamente la probeta en su lugar y repita para este nuevo fluido lo indicado en el paso 4 de este procedimiento.

6.- Levante nuevamente la nuez con el travesaño donde está colgado el Dinamómetro y el cilindro de plástico, hasta que este último quede completamente en el aire. Retire de su posición la probeta con la disolución saturada de sal. Tire esta última y seque muy bien con un trapo o papel la probeta y coloque en ella 200 ml de alcohol. Coloque nuevamente la probeta en su lugar y repita para este otro fluido lo indicado en el paso 4 de este procedimiento.

Fluido	Peso del cuerpo en el aire W_{ca} en N	Peso del cuerpo en el fluido W_{cf} en N	Fuerza de flotación F_f en N	Volumen inicial del fluido V_1 en cm^3	Volumen final del fluido V_2 en cm^3	Volumen del cuerpo $V_2 - V_1$ en cm^3
Agua						
Agua salada						
alcohol						

Tabla I.- Datos para el cilindro de plástico

7.- Seleccione el cilindro de aluminio y repita los pasos del 1 al 6 de este procedimiento. Registre los datos en la Tabla II

Fluido	Peso del cuerpo en el aire W_{ca} en N	Peso del cuerpo en el fluido W_{cf} en N	Fuerza de flotación F_f en N	Volumen inicial del fluido V_1 en cm^3	Volumen final del fluido V_2 en cm^3	Volumen del cuerpo $V_2 - V_1$ en cm^3
Agua						
Agua salada						
alcohol						

Tabla II.- Datos para el cilindro de aluminio

8.- Finalmente seleccione el cilindro de latón y repita los pasos del 1 al 6 de este procedimiento.

Fluido	Peso del cuerpo en el aire W_{ca} en N	Peso del cuerpo en el fluido W_{cf} en N	Fuerza de flotación F_f en N	Volumen inicial del fluido V_1 en cm^3	Volumen final del fluido V_2 en cm^3	Volumen del cuerpo $V_2 - V_1$ en cm^3
Agua						
Agua salada						
alcohol						

Tabla III.- Datos para el cilindro de latón

VI.- Discusión y conclusiones

Obviamente, el peso del cuerpo está dirigido verticalmente y su sentido es hacia abajo, es decir, en la misma dirección y el mismo sentido que el de la aceleración de la gravedad en el lugar donde se realiza el experimento. Por otra parte, la fuerza de flotación, está en la misma dirección del peso del cilindro, pero en sentido contrario, es decir hacia arriba.

Con base en lo observado y registrado en el desarrollo del experimento, conteste las siguientes preguntas.

1.- ¿Depende la fuerza de flotación ejercida sobre el cilindro de la densidad del líquido donde éste se sumerge? En caso afirmativo, ¿Cómo es esta dependencia?

2.- ¿Existe alguna relación entre la fuerza de flotación ejercida sobre el cilindro y la densidad de la sustancia de la cual está hecho?

3.- ¿Tendrá el mismo valor la fuerza de flotación que actúa sobre el cilindro cuando éste se sumerge completamente en el líquido, que cuando sólo sumergimos una parte de él? Explique su respuesta.

4.- ¿Qué relación existe entre la fuerza de flotación y el peso del volumen del fluido desalojado por el cilindro?

Exp. 8

Determinación de densidades de sólidos y líquidos mediante el Principio de Arquímedes

I.- Objetivos

1.1.- Determinar mediante el uso del Principio de Arquímedes la densidad de un cuerpo sólido, cuando éste se sumerge en un fluido de densidad conocida.

1.2.- Determinar con el uso del mismo Principio, la densidad de un fluido, utilizando el método de sumergir en él, un cuerpo sólido de densidad conocida.

II.- Equipo y material empleados

1 Tripié
1 Soporte metálico
1 Nuez
1 Dinamómetro
1 cilindros de plástico provisto con un lazo de hilo
1 cilindros de cobre provisto con un lazo de hilo
1 cilindros de aluminio provisto con un lazo de hilo
1 Probeta graduada de 250 cm^3 (ml)
1/2 Litro de agua
1/2 litro de alcohol
100 gm de sal común
1 juego de hidrómetros
1 agitador

III.- Análisis teórico

Para tener claros los conceptos relacionados con este experimento, se recomienda repasar el Epígrafe 10: *Análisis sobre la Flotación y el principio de Arquímedes.*

Sean:

ρ_c = densidad del cuerpo dado

ρ_f = densidad del fluido

w_{ca} = magnitud del peso del cuerpo en el aire , y,

w_{cf} = magnitud del peso del cuerpo en el fluido

Para calcular la densidad del cuerpo sólido dado, necesitamos primeramente saber cual es la densidad ρ_f de fluido donde se sumergirá el cuerpo, además, también necesitamos medir la magnitud w_{ca} del peso del cuerpo en el aire y la magnitud w_{cf} del peso del cuerpo en el fluido. Una vez obtenidos estos datos, se deberán sustituir en la siguiente expresión:

$$\rho_c = \frac{w_{ca}}{w_{ca} - w_{cf}} \rho_f \qquad (1)$$

Por otra parte, de la ecuación (1) se puede derivar la siguiente ecuación:

$$\rho_f = \frac{w_{ca} - w_{cf}}{w_{ca}} \rho_c \qquad (2)$$

Esta última ecuación nos indica que podemos conocer la densidad ρ_f de un fluido dado. Para lograrlo, requerimos conocer la densidad ρ_c de un cuerpo dado, medir las magnitudes de los pesos del cuerpo en el aire y en el fluido y sustituir todos estos datos en la referida ecuación y efectuar los cálculos indicados.

IV.- Diseño del experimento

El diseño del presente experimento se describe a continuación:

Primera parte, para cumplir con el objetivo 1.1:

4.1.1.- Se seleccionan un cuerpo hecho de una sustancia cuya densidad deseamos conocer y un fluido de densidad conocida.

4.1.2.- Se calcula la magnitud de la fuerza de flotación que el fluido ejerce sobre el cuerpo y, mediante el Principio de Arquímedes se calcula la densidad del cuerpo.

Segunda parte, para cumplir con el objetivo 1.2 :

4.2.1.- Se seleccionan un cuerpo hecho de una sustancia cuya densidad es conocida y un fluido de cuya densidad deseamos conocer.

4.2.2.- Se calcula la magnitud de la fuerza de flotación que el fluido ejerce sobre el cuerpo y, mediante el Principio de Arquímedes se calcula la densidad del fluido.

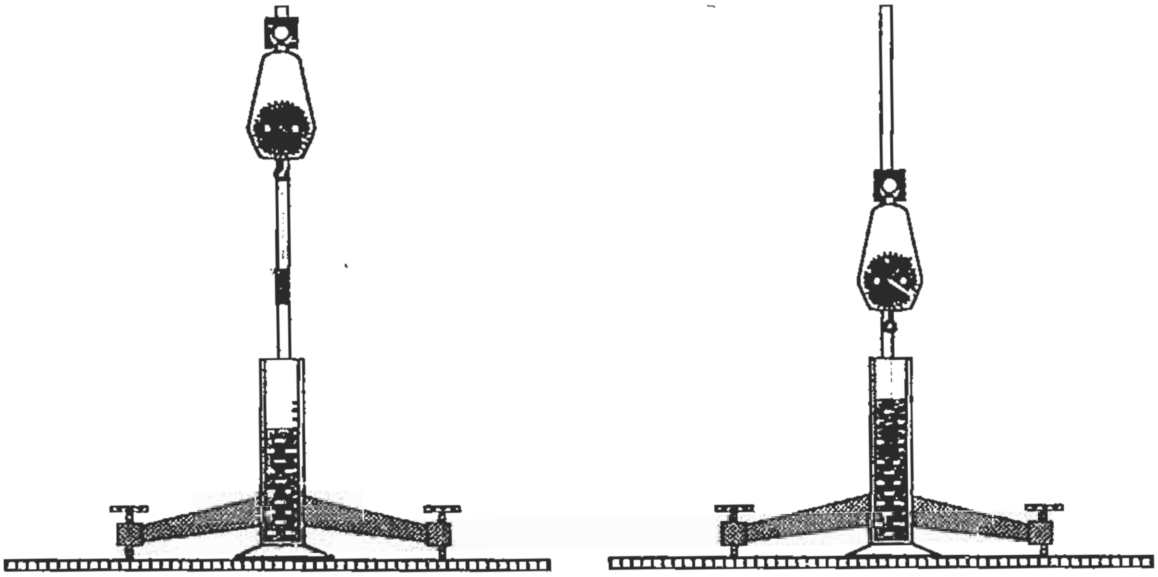
V.- Procedimiento

El principio de Arquímedes es válido, para todo cuerpo, de cualquier sustancia y de cualquier forma. Sin embargo, por comodidad en los cálculos, tomemos cuerpos de forma cilíndrica

Primera parte:

1.- Seleccione primeramente el cilindro de plástico y cuélguelo por medio de su lazo del gancho del dinamómetro.

2.- Realice la instalación como se indica en la figura 1(a) y, registre la lectura indicada en el dinamómetro en la sección 1 de la Tabla de Datos I. Esta lectura corresponderá a la magnitud del peso del cilindro de plástico en el aire.



(a) (b)

Figura 1.- (a) peso del cuerpo en el aire y (b) peso del cuerpo en el fluido

3.- Vacíe 200 cm^3 (ml) de agua en la probeta graduada de 250 cm^3. Usando el aerómetro, mida la densidad del agua y regístrela en la sección 1 de la Tabla de Datos I.

4.- Colóquela la probeta con agua justo bajo el cilindro de plástico. Baje la nuez con el travesaño donde está colgado el dinamómetro y el cilindro, hasta que este último quede completamente sumergido en el agua. Ver la figura 1 (b). Registre la lectura indicada en el dinamómetro en la en la sección 1 de la Tabla de Datos I . Esta lectura, corresponderá a la magnitud del peso cilindro en el agua. La diferencia entre la magnitud del peso del cilindro en el aire y en el agua, será la magnitud la fuerza de flotación que el agua ejerce sobre el cilindro.

5.- Usando la ecuación (1), calcule la densidad de la sustancia con que está hecho el cilindro y anótela en la en la sección 1 de la Tabla de Datos I

6.- Repita los pasos 3,4 y 5 de este procedimiento, para el caso en que la probeta tiene 200cm^3 de agua saturada con sal. Para ello, agregue sal común al agua de la probeta y agítela hasta que desaparezcan los granitos de sal. Los resultados obtenidos para los pesos y densidades se registran en la en la sección 1 de la Tabla I.

7.- Repita nuevamente los pasos 3,4 y 5 de este procedimiento, pero ahora con 200cm^3 de alcohol en la probeta. Los resultados obtenidos para los pesos y densidades se registran en la en la sección 1 de la Tabla I

8.- Levante la nuez con el travesaño donde está colgado el dinamómetro y cilindro, hasta que este último quede completamente en el aire. Cambie el cilindro de plástico por uno de aluminio. Repita los pasos del 2 al 7 de este procedimiento. Los datos obtenidos se registran en la sección 2 de la Tabla de Datos I.

9.- Para finalizar esta primera parte, levante la nuez con el travesaño donde está colgado el dinamómetro y cilindro, hasta que este último quede completamente en el aire. Cambie el cilindro de aluminio por uno de latón. Repita los pasos del 2 al 7 de este procedimiento. Los datos obtenidos se registran en la en la sección 3 de la Tabla de Datos I.

Segunda parte:

10.- Seleccione primeramente el cilindro de plástico y cuélguelo por medio de su lazo del gancho del dinamómetro.

11.- Realice la instalación como se indica en la figura 1(a) y, registre la lectura indicada en el dinamómetro en la sección 1 de la Tabla de Datos II. Esta lectura corresponderá a la magnitud del peso del cilindro de plástico en el aire.

12.- Vacíe 200 cm^3 (ml) de agua en la probeta graduada de 250 cm^3.

13.- Colóquela la probeta con agua justo bajo el cilindro de plástico. Baje la nuez con el travesaño donde está colgado el dinamómetro y el cilindro, hasta que este último quede completamente sumergido en el agua. Ver la figura 1 (b). Registre la lectura indicada en el dinamómetro en el primera hilera de la sección 1 de la Tabla de Datos I. Esta lectura, corresponderá a la magnitud del peso cilindro en el agua. La diferencia entre la magnitud del peso del cilindro en el aire y en el agua, será la magnitud la fuerza de flotación que el agua ejerce sobre el cilindro.

14.- Usando la ecuación (2), calcule la densidad del agua y anótela en la en la sección 1 de la Tabla de Datcs II.

15.- Repita los pasos 10, 11, 12 , 13 y 14 de este procedimiento, para el caso en que la probeta tiene 200cm^3 de agua saturada con sal. Los resultados obtenidos para los pesos y densidades se registran en la primera hilera de la sección 2 de la Tabla II.

16.- Repita los pasos 10, 11, 12 , 13 y 14 de este procedimiento, para el caso en que la probeta tiene 200cm^3 de alcohol. Los resultados obtenidos para los pesos y densidades se registran en la primera hilera de la sección 3 de la Tabla II.

17.- Repita todo este procedimiento, pero para dos otros dos cilindros, es decir, para el de aluminio y para el de latón.

VI.- Discusión y conclusiones

Con base en lo observado y registrado en el desarrollo del experimento, conteste las siguientes preguntas.

1.- ¿ Coinciden los valores para las densidades calculados en la primera parte del experimento con las densidades dadas en el Epígrafe 1: *La densidad de la sustancia* ?

2.- ¿ Coinciden los valores para las densidades de los fluidos medidos con el areómetro en la primera parte del experimento con las densidades de los fluidos calculadas en la segunda parte?

3.- ¿ Se puede usar este método para el caso en que los fluidos sean gases en lugar de líquidos ? en caso afirmativo ¿Qué inconvenientes pudiera encontrar?

Sección 1: Datos para el cilindro de plástico					
Fluido	Peso del cuerpo en el aire w_{ca} en (N)	Peso del cuerpo en el fluido w_{cf} en (N)	Cociente $(w_{ca}-w_{cf})/w_{ca}$	Densidad del fluido ρ_f en Kg/m^3	Densidad cuerpo ρ_c en Kg/m^3
Agua					
Agua salada					
Alcohol					

Sección 2: Datos para el cilindro de alumimo					
Fluido	Peso del cuerpo en el aire w_{ca} en (N)	Peso del cuerpo en el fluido w_{cf} en (N)	Cociente $(w_{ca}-w_{cf})/w_{ca}$	Densidad del fluido ρ_f en Kg/m^3	Densidad cuerpo ρ_c en Kg/m^3
Agua					
Agua salada					
Alcohol					

Sección 3: Datos para el cilindro de latón					
Fluido	Peso del cuerpo en el aire w_{ca} en (N)	Peso del cuerpo en el fluido w_{cf} en (N)	Cociente $(w_{ca}-w_{cf})/w_{ca}$	Densidad del fluido ρ_f en Kg/m^3	Densidad cuerpo ρ_c en Kg/m^3
Agua					
Agua salada					
Alcohol					

Tabla de Datos I.- Pesos y densidades

Sección 1: Datos para el fluido: agua					
cilindro	Peso del cuerpo en el aire w_{ca} en (N)	Peso del cuerpo en el fluido w_{cf} en (N)	Cociente $w_{ca} / (w_{ca} - w_{cf})$	Densidad del cuerpo ρ_c en Kg/m^3	Densidad fluido ρ_f en Kg/m^3
plástico					
aluminio					
latón					

Sección 2: Datos para el fluido: agua salada					
cilindro	Peso del cuerpo en el aire w_{ca} en (N)	Peso del cuerpo en el fluido w_{cf} en (N)	Cociente $w_{ca} / (w_{ca} - w_{cf})$	Densidad del cuerpo ρ_c en Kg/m^3	Densidad fluido ρ_f en Kg/m^3
plástico					
aluminio					
latón					

Sección 3: Datos para el fluido: alcohol					
cilindro	Peso del cuerpo en el aire w_{ca} en (N)	Peso del cuerpo en el fluido w_{cf} en (N)	Cociente $w_{ca} / (w_{ca} - w_{cf})$	Densidad del cuerpo ρ_c en Kg/m^3	Densidad fluido ρ_f en Kg/m^3
plástico					
aluminio					
latón					

Tabla de Datos II.- Pesos y densidades

Exp. 9
Determinación de la Magnitud de la velocidad de un flujo de aire utilizando el Tubo de Venturi

I.- Objetivo

Medir la magnitud de la velocidad del flujo del aire enviado por un impulsor de aire, mediante el uso del Tubo de Venturi.

II.- Equipo y materiales requeridos

2 Tripié
2 Soporte metálico
2 Nuez
2 pinza de sujeción
1 Impulsor de Aire FICER, Modelo IA-03 (o una secadora de pelo)
1 Tubo de Venturi
1 Pie de Rey
1 hoja de papel
1 lápiz

III.- Análisis teórico

Para tener claros los conceptos relacionados con este experimento, se recomienda leer el Epígrafe 19: *El Tubo de Venturi y sus aplicaciones*, del manual de Apoyo Técnico-Didáctico: Serie de Fluidos.

El *Tubo de Vénturi*, también llamado *Medidor de Vénturi*, es un tubo diseñado para medir la magnitud de la velocidad de un fluido (gas o líquido) cuando éste último se hace pasar a través del interior del primero.

Para calcular la magnitud de la velocidad v del flujo de aire, emplearemos la siguiente ecuación:

$$v = \sqrt{\frac{2ghd^4(\rho_m - \rho_f)}{\rho_f(D^4 - d^4)}} \qquad (1)$$

en donde:

v	= magnitud de la velocidad del flujo del aire
g	= magnitud de la aceleración de la gravedad local
h	= diferencia de alturas en el líquido del manómetro del Tubo de venturi
ρ_m	= densidad del líquido en el manómetro del Tubo de venturi
ρ_f	= densidad del fluido al que se le mide la velocidad
D	= diámetro principal del Tubo de Venturi
d	= diámetro menor del Tubo de Venturi

IV.- Diseño del experimento

El plan experimental trazado para este experimento es el siguiente:

Primero: Se colocan la manguera del Impulsor de Aire y el Tubo de Venturi de tal manera que al encender el primero, la dirección del flujo de aire coincida con ei eje del Tubo de venturi, para que así, el aire penetre perfectamente por el tubo de diámetro principal

Segundo: Se hace pasar el aire por el Tubo de Venturi y se mide la diferencia de alturas en las ramas del manómetro.

Tercero: Se calcula la magnitud velocidad del flujo de aire de acuerdo con la expresión que para la velocidad se expresa en la ecuación (1).

V.- Procedimiento

1.- Realice la instalación como se indica en la figura 1. Cerciórese que la manguera y el Tubo de Venturi estén dispuestos coaxialmente y que ambos estén separados alrededor de 15 cm aproximadamente.

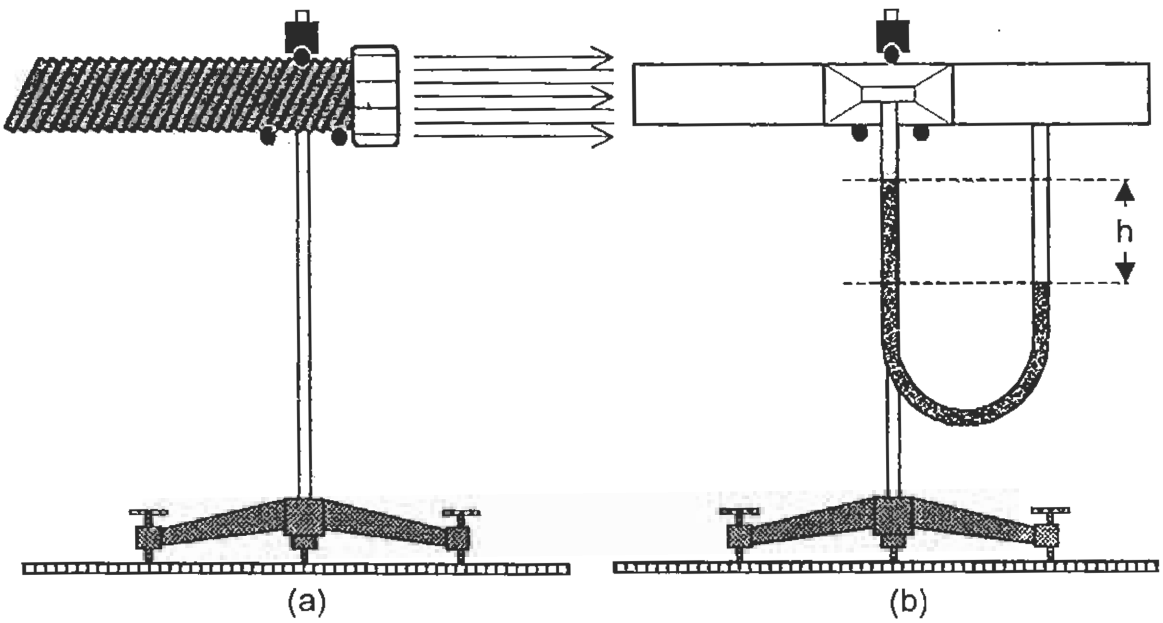


Figura 1.- (a) Manguera del Impulsor de Aire y (b) Tubo de Venturi

2.- Encienda el Impulsor de Aire y mantenga una velocidad del flujo constante. Deje que las columnas del fluido en el manómetro estabilicen sus respectivas alturas.

3.- Observe ambas ramas del manómetro y registre en la Tabla de Datos la diferencia de alturas h que existe entre las dos columnas.

4.- También registe en la Tabla de Datos los valores de la densidad ρ_f del fluido en el manómetro y la densidad ρ_m del aire.

5.- Usando el Pie de Rey mida el diámetro principal D y mida indirectamente el diámetro menor d (interno) del Tubo de Venturi. Registe ambos valores en la Tabla de Datos.

5.- Con los datos registrados en la Tabla y usando la ecuación (1), calcule la magnitud de la velocidad del flujo de aire que sale por la manguera del Impulsor de Aire.

VI.- Discusión y conclusiones

Como se puede ver en este experimento, con el Tubo de Venturi se puede medir la magnitud de la velocidad de un fluido, en este tratamos con de una mezcla de gases llamada *aire*, pero también se puede medir la magnitud de la velocidad de un líquido.

Con base en lo observado y registrado en el desarrollo del experimento, conteste las siguientes preguntas.

1.- ¿Existe alguna dependencia entre la magnitud de la velocidad y la magnitud de la aceleración de la gravedad local, y que pasaría si estuviéramos en un estado de ingravidez?

2.- ¿Qué adaptación haría en el Tubo de Venturi para lograr medir la magnitud de la velocidad de un líquido?

3.- ¿Qué otra manera se le ocurre para medir la magnitud de la velocidad de un fluido? Describa que como le haría para medir la magnitud de la velocidad de un gas y de un fluido sin usar el Tubo de Venturi?

Diámetro principal D en (m)	Diámetro menor d en (m)	Densidad del fluido en el manómetro ρ_m en $\left(\frac{kg}{m^3}\right)$	Densidad del aire ρ_m en $\left(\frac{kg}{m^3}\right)$	Diferencia de alturas h en (m)	Magnitud de la velocidad v del aire en $\left(\frac{m}{s}\right)$

Figura 2.- Tabla de Datos

Exp. 10

Determinación de la magnitud de la velocidad de un flujo de aire utilizando la Sonda de Prandtl

I.- Objetivo

Medir la magnitud de la velocidad del flujo del aire enviado por un impulsor de aire, utilizando la Sonda de Prandt

II.- Equipo y materiales requeridos

2 Tripié
2 Soporte metálico
2 Nuez
2 pinza de sujeción
1 Impulsor de Aire FICER, Modelo IA-03 (o una secadora de pelo)
1 Sonda de Prandtl
1 Pie de Rey
1 hoja de papel
1 lápiz

III.- Análisis teórico

Para tener una mejor comprensión de los conceptos relacionados con este experimento, se recomienda leer el Epígrafe 21: *La Sonda de Prandtl*, del manual de Apoyo Técnico-Didáctico: Serie de Fluidos.

La llamada Sonda de Prandtl, es un instrumento que se utiliza para obtener la presión dinámica y con ella, la magnitud de la velocidad del fluido (líquido o gas) con una sola medición; consta de un Tubo Manométrico y un Tubo de Pitot, unidos mediante dos conductos a un manómetro en forma de U, mediante el cual se mide la diferencia de presión estática en ambos Tubos de medición. Se utiliza para medir la magnitud de la velocidad de los aviones, de los submarinos y en general para todo aquel artefacto que se mueva inmerso en un fluido y no se les pueda adaptar un velocímetro como el de los automóviles

Para calcular la magnitud v de la velocidad del flujo de aire, emplearemos la siguiente ecuación:

$$v = \sqrt{\frac{2gh(\rho_m - \rho_f)}{\rho_f}} \qquad (1)$$

en donde:

v	= magnitud de la velocidad del flujo aire
g	= magnitud de la aceleración de la gravedad local
h	= diferencia de alturas en el líquido del manómetro de la sonda
ρ_m	= densidad del líquido en el manómetro de la sonda
ρ_f	= densidad del aire al que se le mide la velocidad

IV.- Diseño del experimento

El plan experimental trazado para este experimento es el siguiente:

Primero: Se colocan el Impulsor de Aire y la Sonda de Prandtl de tal manera que al encender el primero, la dirección del flujo de aire coincida con el eje de la Sonda, para que así, parte el flujo de aire penetre por el tubo interno de la sonda y parte pase tangente a los orificios superior e inferior del cuerpo de la sonda.

Segundo: Se hace pasar el aire de la manera indicada en el párrafo anterior y se mide la diferencia de alturas en las ramas del manómetro.

Tercero: Se calcula la magnitud de la velocidad del flujo de aire de acuerdo con la expresión que para la magnitud de la velocidad se expresa en la ecuación (1).

V.- Procedimiento

1.- Realice la instalación como se indica en la figura 1. Cerciórese que la manguera y la Sonda de Prandt estén dispuestos coaxialmente y que ambos estén separados alrededor de 15 cm aproximadamente.

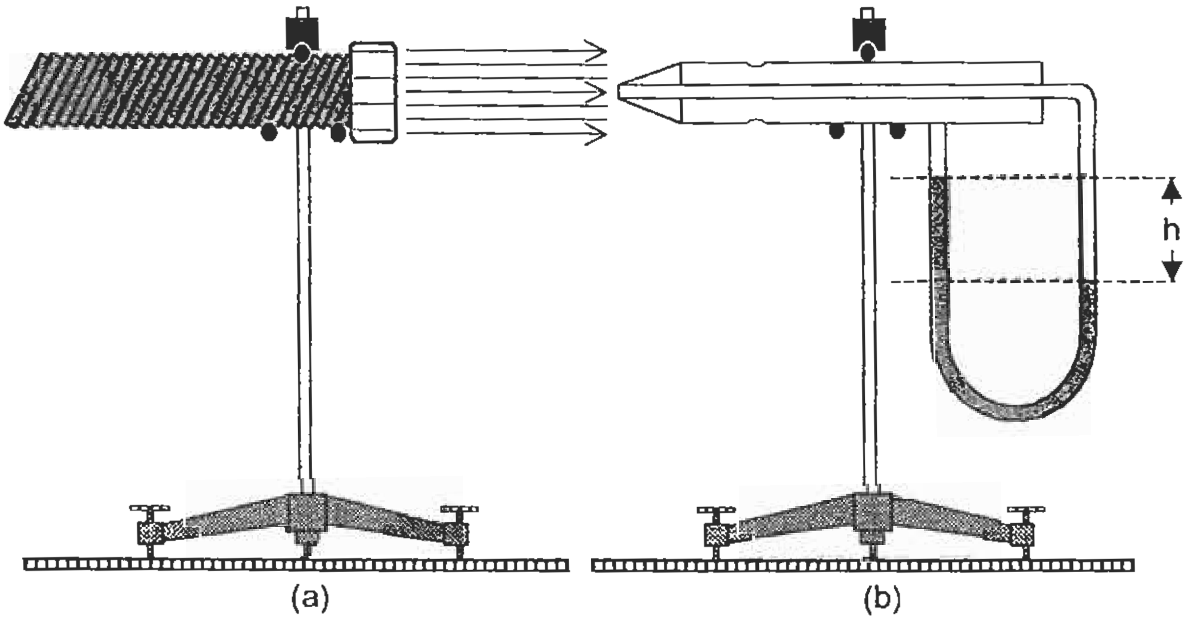


Figura 1.- (a) Manguera del Impulsor de Aire y (b) Sonda de Prandtl

2.- Encienda el Impulsor de Aire y mantenga una velocidad del flujo constante. Deje que las columnas del fluido en el manómetro estabilicen sus respectivas alturas.

3.- Observe ambas ramas del manómetro y registre en la Tabla de Datos la diferencia de alturas h que existe entre las dos columnas.

4.- También registe en la Tabla de Datos los valores de la densidad ρ_f del fluido en el manómetro y la densidad ρ_m del aire. Estos valores los encuentra en el Epígrafe 1: *La densidad de la sustancia*

5.- Con los datos registrados en la Tabla y usando la ecuación (1), calcule la magnitud de la velocidad del flujo de aire que sale por la manguera del Impulsor de Aire.

VI.- Discusión y conclusiones

Como se puede ver en este experimento, con la Sonda de Prandtl se puede medir la magnitud de la velocidad del flujo de un fluido, en este caso tratamos con una mezcla de gases llamada *aire*, pero también se puede medir la magnitud de la velocidad de un líquido.

Con base en lo observado y registrado en el desarrollo del experimento, conteste las siguientes preguntas.

1.- ¿Existe alguna dependencia entre la magnitud de la velocidad y la aceleración de la gravedad local, y que pasaría si estuviéramos en un estado de ingravidez?

2.- ¿Para que sirven los dos orificios superior e inferior que tiene la Sonda de Prandtl?

3.- Cómo utilizaría este tipo de Sonda para medir la velocidad de un avión?

3.- ¿Qué otra manera se le ocurre para medir la velocidad de un fluido?

Densidad del fluido en el manómetro ρ_m en $\left(\frac{kg}{m^3}\right)$	Densidad del aire ρ_m en $\left(\frac{kg}{m^3}\right)$	Diferencia de alturas h en (m)	Magnitud de la aceleración g de la gravedad en $\left(\frac{m}{s^2}\right)$	Magnitud de la velocidad v del aire en $\left(\frac{m}{s}\right)$

Figura 2.- Tabla de Datos