UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DEL TÁCHIRA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA Y FÍSICA
NÚCLEO DE FÍSICA

LABORATORIO DE FÍSICA I

PRÁCTICAS

Material organizado, transcrito y recopilado por:
Olga Moreno, Aleyani Zambrano y Juan Carlo Zambrano.
Tomado de prácticas realizadas por el grupo de profesores del Laboratorio de Física I.
(Guía en periodo de revisión)

Septiembre de 2008

PROGRAMA DEL SEMESTRE

SEMANA Nº	FECHA	CONTENIDO	EVALUACIÓN
1		1. Introducción al laboratorio. Cifras significativas. Orden de magnitud.	
2		2. Medición. Errores de medición.	
3		3. Propagación de errores.	*Prueba escrita P.1 y P.2*
4		4. Cinemática. Cálculo de la aceleración media.	*Prueba escrita P.3*
5		Evaluación	*Prueba escrita P.4*
6		5. Modelos matemáticos	
7		Modelos matemáticos	
8		Evaluación	*Prueba escrita P.5*
9		6. Ley de Hooke. (continuación de modelos)	
10		7. Choques.	*Entrega del Informe P.6*
11		8. Rotación de un cuerpo rígido.	*Entrega del Informe P.7*
12		9. Conservación del Momento Cinético.	*Entrega del Informe P.8*
13		10. Oscilaciones. Caso: péndulo simple	
14		Diferidos	*Entrega del Informe P.9*
15		Entrega Final	
16		Revisión.	
17		Entrega de notas.	

NORMAS GENERALES DEL LABORATORIO

1. Las sesiones de laboratorio son de dos (2) horas de duración, cada 8 días.

2. La hora de llegada al laboratorio será la fijada inicialmente.
3. El número de integrantes de los equipos de trabajo estarán constituidos según indique el profesor.
4. Es obligatorio la realización de todas las experiencias, así como la permanencia en el laboratorio hasta el final de la práctica.
5. La no realización de dos (2) experiencias implica la pérdida del laboratorio.
6. La realización de un informe por equipo de trabajo, será según el programa general de prácticas.
7. Las evaluaciones del laboratorio estarán constituidas por:
    7.1. Evaluaciones cortas.
    7.2. Informes
8. El teléfono celular deberá ser apagado o mantenerse en silencio.
9. Traer el material necesario para el desarrollo de las practicas del laboratorio (escuadras, colores, borrador, calculadora, papel, guía, entre otros)
10. No interrumpir durante la realización de las prácticas.

NORMAS DE PRESENTACIÓN DEL INFORME DE LABORATORIO

El informe de laboratorio será considerado para la evaluación de algunas de las prácticas desarrolladas durante el curso, con el propósito de que el alumno o los alumnos reporten por escrito los aspectos relacionados con lo observado durante la práctica y a su vez cómo fue el desarrollo y análisis de las mismas. Los informes deben ser entregados 7 días después de realizada la experiencia. Seguidamente se sugieren algunos elementos para la estructuración de los informes.

1. **Portada:** La Portada debe contener por lo menos la siguiente información:
    a. Encabezado (Universidad, Departamento y Asignatura donde se desarrolló la experiencia).
    b. Titulo de la experiencia realizada.
    c. Autores (Apellidos y Nombres y Número de cédula de los estudiantes que conforman el grupo).
    d. Fecha de presentación.
2. **Introducción:** Sirve para ubicar al lector en el tema, donde se realiza una breve descripción de cada una de las partes que constituyen el informe.
3. **Objetivo:** Se indica lo que se hace y para qué (objeto) con pocas palabras, no más de dos o tres líneas. Por ejemplo: *Interpretar una medida desde el punto de vista estandarizado por la ciencia*.
4. **Marco Teórico:** Es la presentación de las leyes o principios físicos relacionados con la experiencia desarrollada y a lo máximo debe ser de tres páginas.
5. **Experimento:** Es la descripción de la experiencia para lo cual se debe especificar:
    a. Equipos y Material utilizado: En el caso que se hayan utilizado equipos, estos deben ser identificados técnicamente y describir los montajes si aplica.
    b. Procedimiento experimental: Se presenta la descripción detallada de los pasos seguidos para el desarrollo de la experiencia.
    c. Datos y registros: Especificar que magnitudes se midieron directamente y cómo se midieron. Igualmente deben ser presentados en forma clara y precisa, usando tablas de ser necesario, así como los datos suministrados por el profesor.
6. **Análisis de los resultados:** En el análisis de la experiencia se sugiere presentar:
    a. Cálculos: Si es el caso debe indicarse los cálculos requeridos para procesar los datos e indicar los valores obtenidos. Es preferible colocarlos en tablas y gráficos especificando el titulo y significado de cada tabla o gráfico.
    b. Análisis: Comparar los resultados obtenidos en los cálculos con las teorías involucradas, sobre su validez y correspondencia con lo que se esperaba.
7. **Conclusiones:** Se presentan las conclusiones generales con respecto a los objetivos propuestos y los resultados obtenidos. Presentar posibles errores si los hubiera, utilidad de la experiencia y sugerencias generales.
8. **Bibliografía:** Las referencias bibliográficas consultadas se presentan en hoja separada, ordenadas alfabéticamente por apellidos y nombre del autor, título del libro o publicación, editorial, año.

PRÁCTICA Nº 1: CIFRAS SIGNIFICATIVAS. ORDEN DE MAGNITUD

Objetivos:

- ❖ Escribir el número que representa una medición con las cifras debidas.
- ❖ Reportar adecuadamente los datos experimentales.
- ❖ Operar correctamente los datos experimentales.
- ❖ Apreciar las cifras significativas de sus mediciones.
- ❖ Usar los conceptos de orden de magnitud y cifras significativas en procesos que los involucren

Cifras Significativas

Es el número de dígitos conocidos con certeza en una medida. Si se mide la temperatura de un mismo cuerpo con tres termómetros de diferente precisión, se obtendrán tres medidas diferentes, por ejemplo: 12,4°; 12,36° y 12,364°. El número de cifras de cada medida es un número de cifras significativas. La primera tiene tres cifras significativas, la segunda tiene cuatro cifras significativas y la tercera tiene cinco cifras significativas. Mientras más cifras significativas tiene una medida, más precisa es.

Son significativas:

- ✓ Cualquier número distinto de cero.
- ✓ Los ceros después de una cifra entera.

Ejemplos:

- El número $4,472136$ tiene 7 cifras significativas.
- El número $4,072$ tiene 4 cifras significativas.
- El número $4,000$ tiene 4 cifras significativas.

No son significativas:

- ✓ Los ceros antes de la coma decimal.
- ✓ Los ceros inmediatamente después de la coma hasta el primer número entero.

Ejemplos:

- El número $0,0067$ tiene 2 cifras significativas.
- El número $0,345$ tiene 3 cifras significativas.
- El número $0,000300$ tiene 3 cifras significativas.

Redondeo

Si es mayor o igual a cinco se aumenta en una unidad la anterior, si es menor de cinco no se aumenta y se eliminan las restantes cifras.

Suma y resta de números

El resultado se da con las cifras significativas del menos preciso, al sumar o restar decimales el resultado debe tener el número más pequeño de decimales. Ejemplo: $2,345+0,11=2,455\approx 2,46$ con dos cifras por redondeo.

Multiplicación y división de números

El resultado se da con el número de cifras significativas de la menos precisa es decir el valor más pequeño de cifras de las cantidades multiplicadas. Ejemplo: a.) $2,25\times 2,1=4,725\approx 4,7$ y b.) $2,45/2,2=1,113\approx 1,1$

Orden de Magnitud

Se llama orden de magnitud de una cantidad a la potencia de 10 más cercana a esa cantidad. Ejemplo: la cantidad 85 está entre 10 y 100, pero más cerca de 100, por lo tanto el orden de magnitud de 85 es 100 o sea 10^2.

Materiales e Instrumentos

- Escuadras
- Calculadora
- Lápiz

Procedimiento Experimental

Ejercicios:

1. Diga cuántas cifras significativas tienen los siguientes datos:

a.) $0,003\ m$ ______________________________________

b.) $12,3\times10^2 cm$ __________________________________

c.) $2,0\ A$ _______________________________________

d.) $800,00\ N$ ______________________________________

e.) $2,00002\ s$ _____________________________________

f.) $6,00\times10^{-4} C$ _________________________________

2. Si reportamos una medida como $15,4\ cm$, ¿cuántas cifras significativas tiene? Reporte esta medida en mm, en m y en km. ¿aumentan o disminuyen las cifras significativas al hacer las conversiones?

3. ¿Reportar una medida como $23,8cm$ es equivalente a reportarla como $0,238\times10^2\ cm$ ó $23800\times10^{-3}\ cm$?

4. Efectuar las siguientes operaciones:

a.) $2,5\times3,2$ _______________________________________

b.) $2/500000$ ______________________________________

c.) $(42,56)^3$ ______________________________________

d.) $2,273\times0,73$ ____________________________________

e.) $3,141592624\times(23,2)^2$ __________________________

5. Complete la siguiente tabla con la información requerida(la coma (,) indica decimal)

Valor	Cifras Decimales	Cifras Significativa	Notación Científica
563.000			
0,008			
0,000012			
2800			
3			
760,002			
π			
Aceleración de gravedad			

6. Expresando las longitudes en metros y los tiempos en segundos, calcule el orden de magnitud de las siguientes cantidades:

a. Un día ____ ___
b. La máxima edad de una persona___________________________________
c. Un latido del corazón humano_____________________________________
d. El radio de la tierra (6.376 km)____
e. La altura del Monte Everest (8.848 m)____
f. La distancia de la tierra al sol en el perihelio (142.700.000 km) ______________________
g. La altura de una persona____

PRÁCTICA Nº 2: MEDICIÓN. ERRORES DE MEDICIÓN.

Esta práctica le permitirá aprender a manejar conceptos y a calcular cantidades que le serán de mucha utilidad ya que son indispensables y deberá aplicar en prácticas futuras.

Objetivos:

- Escribir el número que representa una medición con el error correspondiente.
- Reportar adecuadamente los datos experimentales.
- Operar correctamente los datos experimentales.
- Determinar las medidas de tendencia central y las medidas de desviación.
- Calcular el valor probable de un conjunto de mediciones utilizando varios métodos.
- Limitar el entorno en el cual se encuentra el valor verdadero.
- Reconocer los mecanismos del proceso de medición de objetos.
- Determinar numéricamente características de los instrumentos de medición tales como alcance, sensibilidad (apreciación) y exactitud.
- Reconocer fuentes de errores.

Para profundizar un poco acerca de la correcta utilización de cifras significativas, se presentan básicamente dos criterios ampliamente usados para la medición y asignación de cifras significativas:

Criterio 1: Expresar el resultado de una medición con la apreciación del instrumento y estimar la siguiente cifra significativa.

Es el criterio más utilizado en física pura y química, asimismo es el método que se presenta en la literatura de uso común en la Universidad y establece que el resultado de una medición con un instrumento analógico será un numero conocido con exactitud a través de la escala del aparato más un valor incierto que es estimado por el observador y que debe ser presentado en fracción decimal de la apreciación. De igual manera se encuentra que otras universidades tanto latinoamericanas como europeas adoptan esta práctica que definitivamente buscan reducir la incertidumbre experimental, pero que requiere de la aplicación de técnicas de medición de mayor precisión y contar con personal instruido en estimación. Con el uso de este criterio se tendría que el diámetro de un marcador es $(18{,}9 \pm 0{,}5)\,mm$ medido con una regla graduada en milímetros.

Criterio 2: Expresar el resultado de una medición con la apreciación del instrumento solamente.

Se encuentra que otro grupo de profesionales aseguran que: la realización de una medida no es más precisa por el hecho de tener muchos decimales, por tanto se asegura que normalmente la realización de una medida está limitada por la apreciación del instrumento utilizado para efectuar la medida y una cifra significativa es aquella que surge realmente como producto de una medición y no de la imaginación de quien la realiza. Esta práctica también aceptada establece que el resultado de una medición debe ajustarse a la parte entera observable en el instrumento (y es completamente reproducible) y el restante se le asigna al rango de la incertidumbre a través dE la apreciación del instrumento; con esto se quiere decir que el ojo humano no puede ser más preciso que el instrumento de medición. Es evidente que con el uso de este criterio se tiene un amplio margen de incertidumbre experimental (relativo al criterio anterior) pero no se requiere de un ojo especializado. Asimismo se asegura que si requiere de menor incertidumbre al momento de realizar la medición, es más adecuado buscar el instrumento correcto que tratar de adivinar una cifra significativa más.

En este caso la medición del marcador tomado como ejemplo es $(19 \pm 1)mm$ medido con una regla graduada en milímetros.

Estimación

Asignación de un valor numérico a una magnitud sin aplicar instrumentos de medición.

$$x^{\circ} = valor\ verdadero$$
$$x_i = valor\ estimado$$
$$x_i - x^{\circ} = error\ verdadero\ absoluto(\Delta x)$$
$$\frac{x_i - x^{\circ}}{x^{\circ}} = error\ verdadero\ relativo(\varepsilon)$$
$$\frac{x_i - x^{\circ}}{x^{\circ}}(100) = error\ verdadero\ porcentual(\varepsilon_{\%})$$

Medida y Error

Los valores obtenidos cuando medimos magnitudes físicas, no tenemos cómo asegurar que corresponden al valor verdadero. Por ello, necesitamos determinar cuál es el grado de incertidumbre o error de la cantidad obtenida.

Medida de una magnitud: expresión del valor más probable de una magnitud.

$$x = \overline{x} \pm \delta \qquad \delta = menor\ graduación\ de\ la\ escala\ del\ instrumento\ de\ medición \qquad si\ n = 1$$
$$\delta = \frac{L_{mayor} - L_{menor}}{n_{divisiones}}$$

$$x = \overline{x} \pm \frac{R}{2} \qquad R = x_{i_{\max}} - x_{i_{\min}} \qquad si\ 1 < n \leq 10$$

$$x = \overline{x} \pm \sigma_{n-1} \qquad \sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum(\overline{x} - x_n)^2}{n-1}} \qquad si\ 10 < n < 50$$

$$x = \overline{x} \pm \sigma_n \qquad \sigma_n = \sqrt{\frac{\sum(\overline{x} - x_n)^2}{n}} \qquad si\ n \geq 50$$

Donde:

$x =$ medida de una magnitud $\quad \overline{x} =$ media o promedio

$\sigma_n =$ varianza $\quad \sigma_{n-1} =$ desviacion

$n =$ numero de mediciones $\quad R =$ rango

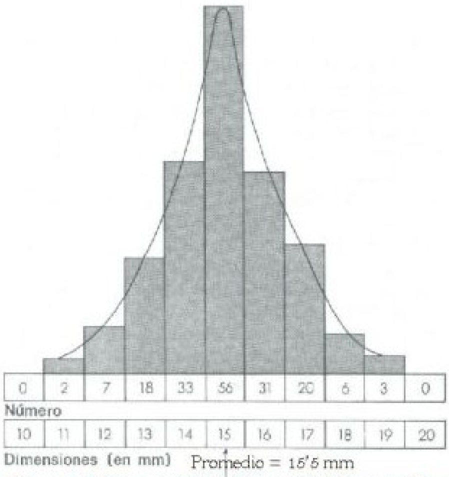
Causas del error de medición

<u>El instrumento:</u> Condiciona la exactitud por su propio proceso de medición y de definición en la calibración del instrumento.

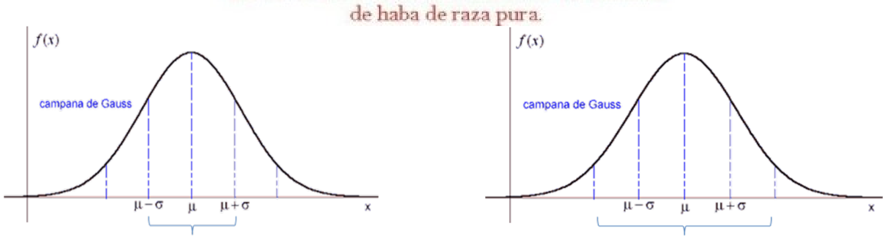
<u>El operario:</u> Que interactúa con el instrumento y el objeto, también contribuye con la incerteza del proceso de medición

Campana de Gauss

Para la representación grafica de un número considerado de mediciones, se utiliza la campana de gauss, un ejemplo de ella se presenta en la siguiente figura.



Curva de frecuencias del tamaño de las semillas de haba de raza pura.



Tendencia a agruparse los datos entorno a un valor central	Dispersión de los valores de medición.
⬇	⬇
Expresa la esperanza de que el valor verdadero este ubicado entorno al valor central	Expresa la incerteza respecto a la magnitud de dicho intervalo
⬇	⬇
Parámetros para determinar la tendencia central: ***Media aritmética*** $(\bar{x})$, ***Moda*** (M_o) ***Mediana*** (M_d), ***etc.***	Parámetros para determinar la incerteza: ***Rango*** (R), ***Varianza*** (σ_n) ***Desviación estándar*** (σ_{n-1}), ***etc.***

Materiales e Instrumentos

- Escuadras
- Calculadora
- Frasco de monedas
- Instrumentos de medición.
- Lápiz

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. ¿Cuántas monedas hay en el frasco?

2. Se mide una sola vez la longitud de una varilla con una regla graduada en centímetros y milímetros, obteniéndose: $23{,}3\,cm$.

Entonces la medida de esa varilla L±ΔL es: ______________________________

3. Se midió la longitud de una varilla varias veces con una regla graduada en centímetros y milímetros obteniéndose los valores 23,7; 23,8; 23,8; 23,9; 23,7; 23,8; 23,9; 23,6. Entonces la medida de la varilla L±ΔL es: ______________________________

4. Se midió la longitud de una varilla varias veces con una regla graduada en centímetros y milímetros obteniéndose los valores:

23,7	23,8	23,8	23,4	23,8	23,8	23,7	23,6
23,4	23,9	23,8	23,7	23,9	23,6	23,8	23,7
23,9	23,8	23,8	23,9	23,8	23,7	23,7	23,7

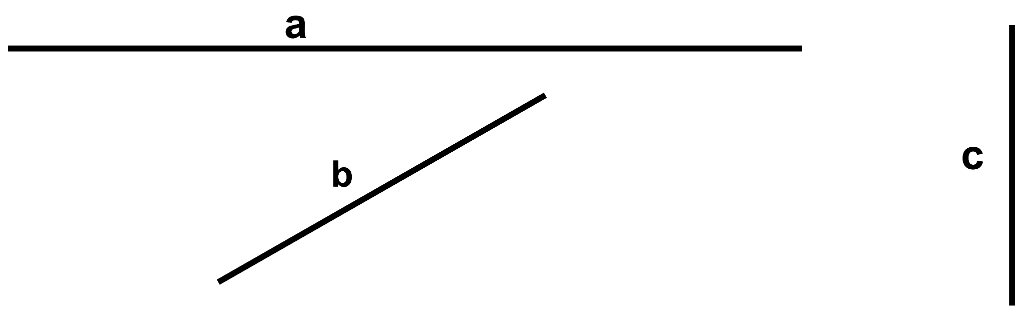
Entonces la medida de la verilla L±ΔL es: ______________________________

5. ¿Cuál es el verdadero valor de la longitud del cilindro?

17,4	17,5	17,3	17,4	17,3	17,3	17,5	17,5
17,6	17,5	17,3	17,7	17,3	17,4	17,5	17,5
17,6	17,5	17,4	17,4	17,4	17,4	17,5	17,2

Entonces la longitud del cilindro L±ΔL es: ______________________________

6. Tome una regla de escritorio graduada en milímetros y mida cuidadosamente la longitud de los trazos a, b y c que aparecen más abajo procurando que su medida sea lo más precisa. ¿Cuántas cifras significativas tienen cada medida?



a	b	c

PRÁCTICA Nº 3: PROPAGACIÓN DE ERRORES.

Objetivos:

- Determinar los métodos para calcular la propagación de errores en operaciones que involucren mediciones.
- Valorar la importancia de la acotación de errores en los procesos de medición.
- Determinar procedimientos de acotación de errores en mediciones indirectas

Cuando se realizan mediciones con un instrumento de medida, el error absoluto del instrumento se determina por la apreciación del instrumento con el cual se realizó la medición dividido por dos.

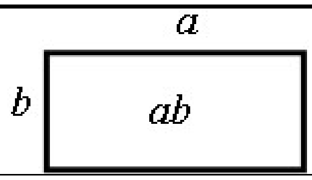
Apreciación del instrumento: $\delta = \dfrac{L_{mayor} - L_{menor}}{n_{divisiones}}$

Se tienen dos segmentos de recta a y b, cuya longitud (verdadera y media), error (absoluto y relativo) y verdadero valor se presentan en la siguiente tabla:

	a	b
Longitud verdadera	a°	b°
Longitud medida	$\overline{a}$	$\overline{b}$
Error absoluto	$\Delta a = \overline{a} - a^\circ$	$\Delta b = \overline{b} - b^\circ$
Error relativo	$\varepsilon = \dfrac{\Delta a}{a^\circ}$	$\varepsilon = \dfrac{\Delta b}{b^\circ}$
Valor de la longitud	$a = \overline{a} \pm \Delta a$	$b = \overline{b} \pm \Delta b$

Operaciones Fundamentales en la Propagación de Errores

Si se tiene $a = \overline{a} \pm \Delta a$ y $b = \overline{b} \pm \Delta b$, donde Δa y Δb son errores absolutos, entonces las operaciones fundamentales a desarrollar son las siguientes:

Suma o resta de longitudes:	$a + b$ $a \pm b = \left(\overline{a} \pm \Delta a\right) + \left(\overline{b} \pm \Delta b\right) = \overline{a} + \overline{b} \pm \underbrace{\left(\Delta a + \Delta b\right)}_{\text{Error absoluto de la suma}}$
Producto de longitudes:	

$$ab = \left(\bar a \pm \Delta a\right)*\left(\bar b \pm \Delta b\right) = \bar a\bar b \pm \bar a\Delta b \pm \bar b\Delta a \pm \cancel{\Delta a\Delta b}^{0}$$

$$= \bar a\bar b \pm \frac{\bar a\bar b\left(\bar a\Delta b+\bar b\Delta a\right)}{\bar a\bar b} = \bar a\bar b \pm \bar a\bar b\left(\frac{\bar a\Delta b}{\bar a\bar b}+\frac{\bar b\Delta a}{\bar a\bar b}\right) = \bar a\bar b \pm \underbrace{\bar a\bar b\left(\frac{\Delta b}{\bar b}+\frac{\Delta a}{\bar a}\right)}_{\text{Error absoluto del producto}}$$

Cociente de longitudes: $$\frac{a}{\bar b}$$

$$\frac{a}{b} = \frac{\left(\bar a\pm\Delta a\right)}{\left(\bar b\pm\Delta b\right)}\frac{\left(\bar b\pm\Delta b\right)}{\left(\bar b\pm\Delta b\right)} = \frac{\bar a\bar b \pm \bar a\Delta b\pm\bar b\Delta a\pm\cancel{\Delta a\Delta b}^{0}}{\bar b^{2} - \cancel{\Delta b}_{0}}$$

$$= \frac{\bar a}{\bar b}\pm\frac{\bar a\Delta b+\bar b\Delta a}{\bar b^{2}} = \frac{\bar a}{\bar b}\left(1\pm\frac{\bar b}{\bar a}\,\frac{\bar a\Delta b+\bar b\Delta a}{\bar b^{2}}\right)$$

$$= \frac{\bar a}{\bar b}\left[1\pm\left(\frac{\Delta b}{\bar b}+\frac{\Delta a}{\bar a}\right)\right] = \frac{\bar a}{\bar b}\pm\underbrace{\frac{\bar a}{\bar b}\left(\frac{\Delta b}{\bar b}+\frac{\Delta a}{\bar a}\right)}_{\text{Error absoluto del cociente}}$$

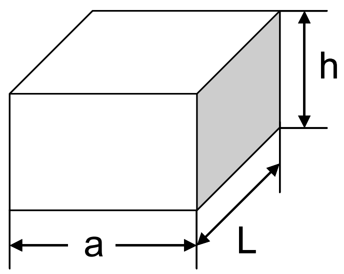
Volúmenes de Sólidos

Adicional a las operaciones fundamentales (suma, resta, multiplicación y división) también se tienen los volúmenes de sólidos los cuales pueden ser determinados haciendo uso de dichas operaciones.

Ejemplo:

La ecuación del volumen de un paralelepípedo es la siguiente:

$$V = L\ a\ h\ \left(m^{3}\right)$$



Aplicando la operación del producto se tiene:

$$V = \left(\bar L\ \bar a\ \bar h\right)\pm\left(\bar L\ \bar a\ \bar h\right)\left(\frac{\Delta L}{\bar L}+\frac{\Delta a}{\bar a}+\frac{\Delta h}{\bar h}\right)\left[m^{3}\right]$$

Materiales e Instrumentos

- Escuadras
- Calculadora
- Tacos de madera
- Lápiz

Procedimiento Experimental

1. Dos varillas tienen una longitud igual a $8,4 \pm 0,1[cm]$ y $3,8 \pm 0,1[cm]$ respectivamente. Si se coloca una varilla seguida de la otra, ¿cuál será la longitud que ocuparan las dos?

2. Hallar el volumen de un paralelepípedo sabiendo que:

$$L = 13,70 \pm 0,03[mm]; \quad a = 5,20 \pm 0,03[mm]; \quad h = 5,80 \pm 0,03[mm]$$

3. Hallar el volumen de un cilindro sí: ($V = \pi r^2 h$)

$$r = 5,40 \pm 0,02[cm]; \quad h = 8,80 \pm 0,02[cm]$$

PRÁCTICA Nº 4: CINEMÁTICA. CÁLCULO DE ACELERACIÓN MEDIA

Objetivos:

- Determinar gráficamente:
  - ✓ Vector posición $(\vec{r})$
  - ✓ Vector desplazamiento $(\Delta\vec{r})$
  - ✓ Velocidad media $\langle\vec{v}\rangle$
  - ✓ Aceleración media $\langle\vec{a}\rangle$

Cinemática

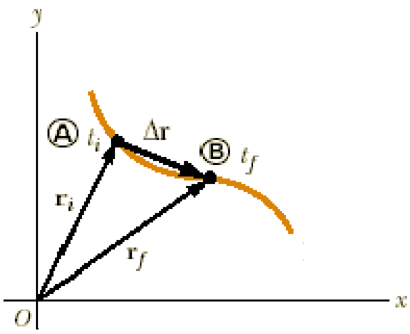
Es el estudio de los movimientos utilizando los conceptos de espacio y tiempo sin considerar las causas que lo originan.

Vector Posición

Para poder ubicar una partícula, se requiere inicialmente de un sistema de referencia y el vector posición es un segmento de recta que tiene dirección y sentido, que va desde el origen del sistema hasta donde está la partícula.

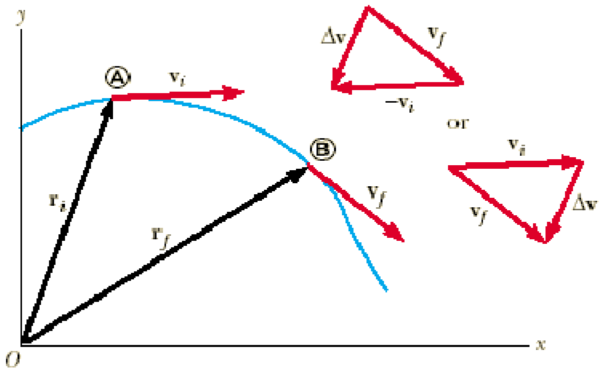
Vector Desplazamiento

Si la partícula se mueve cierta distancia en ese instante se origina un nuevo vector posición, el cual al ser restado gráficamente del primero origina el desplazamiento, este es un segmento de línea recta entre las dos posiciones y no importa la trayectoria.



Velocidad Media

Es la razón del desplazamiento entre el intervalo de tiempo.



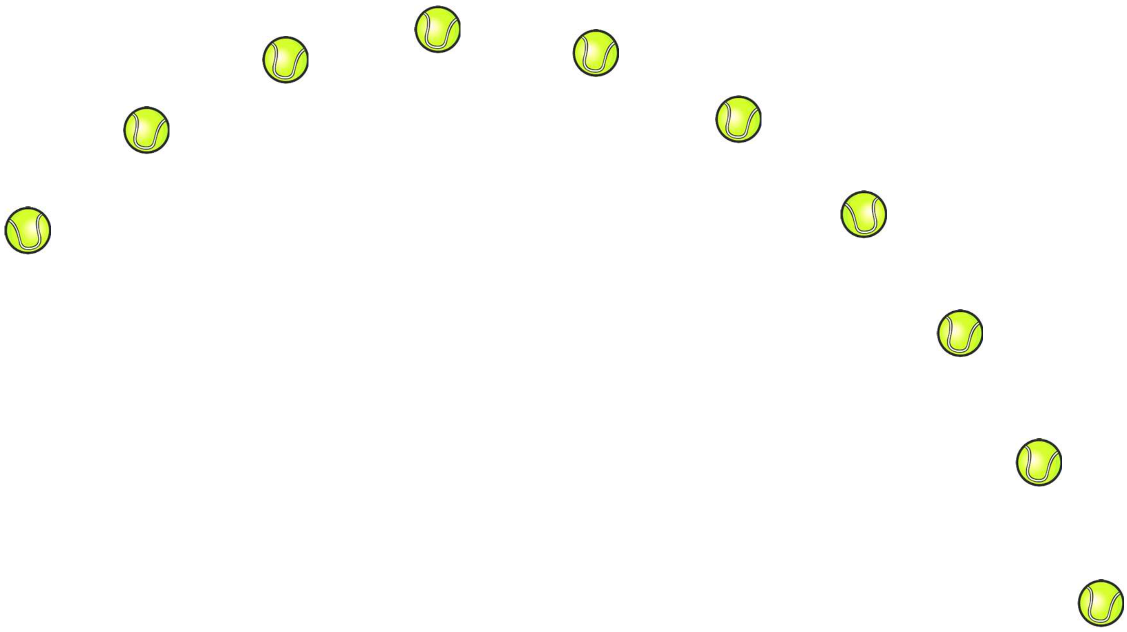
Aceleración Media

Es la razón del cambio de velocidad en un intervalo de tiempo.

El Efecto Estroboscópico

Es un efecto óptico que produce el movimiento ilusorio necesario para la proyección cinematográfica. Este fenómeno está basado en los estroboscopios, empleados para examinar con detalle y sin contacto físico el comportamiento de partes mecánicas en movimiento.

En la figura que se muestra a continuación se representa el movimiento estroboscópico de una pequeña pelota lanzada al aire, en donde aparecen las diferentes posiciones de la pelota a intervalos regulares de tiempo ($1s$).



Materiales e Instrumentos

- Escuadras.
- Calculadoras.
- Colores.
- Lápiz.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Trace un sistema de referencia.

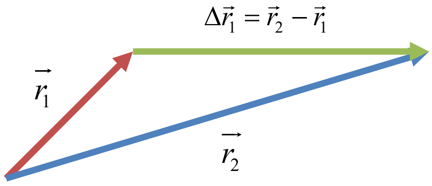
2. Haga un punto en el centro de tres (3) imágenes de la pelota.

3. Trace tres vectores posición.

- El vector posición es una flecha que va desde el origen hasta donde se encuentra la partícula, por lo tanto deberá realizar estos vectores para cada una de las pelotas que eligió.

4. Trace dos vectores desplazamientos

- Una vez dibujado los vectores posición, determine la variación de la posición $\Delta\vec{r} = \vec{r}_f - \vec{r}_0$ el cual se obtiene uniendo las puntas de los vectores posición $\vec{r}_1$ con $\vec{r}_2$ y $\vec{r}_2$ con $\vec{r}_3$, por lo tanto los vectores desplazamientos quedaran: $\Delta\vec{r}_1 = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$ y $\Delta\vec{r}_2 = \vec{r}_3 - \vec{r}_2$ y se mide cada vector directamente sobre el papel con una regla.

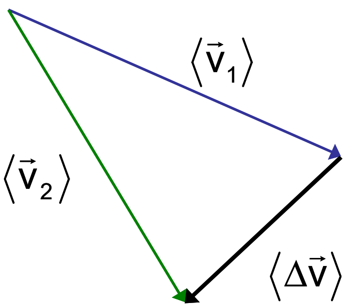


5. Procedemos a calcular la velocidad media $\langle\vec{v}\rangle$

- Finalizadas las mediciones de los vectores desplazamientos, procedemos a calcular la velocidad media, por medio de la ecuación: $\langle\vec{v}\rangle = \dfrac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}\,[m/s]$
- Entre pelota y pelota, transcurrió un intervalo de tiempo el cual llamaremos tic, para conocer el Δt de la ecuación es necesario contar cuantos tic hay entre punto y punto, para luego multiplicarlos por el valor del tic y ahí si sustituir en la ecuación.
- Ya que el vector velocidad media es paralelo al vector desplazamiento tiene su mismo sentido.

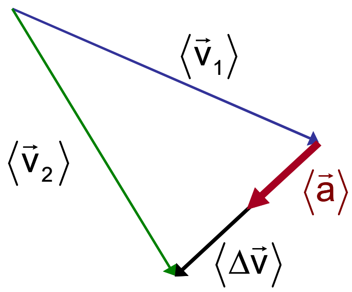
6. La aceleración media $\langle\vec{a}\rangle$

- Para la representación grafica de la velocidad media se debe aplicar una escala a conveniencia, con la finalidad de hacer fácil su manipulación en el papel. Por ejemplo: $1cm \rightarrow 5\,{}^{m}\!/_{s}$
- Después de convertir la velocidad ${}^{m}\!/_{s}$ en cm trazamos unas paralelas a los vectores desplazamientos con estas dimensiones.
- Se determina la variación de la velocidad media $\langle\Delta\vec{v}\rangle$ mediante su diferencia gráfica como se muestra en la figura.



- Luego se obtiene la aceleración media, a través de la ecuación:

$$\langle \vec{a} \rangle = \frac{\langle \Delta\vec{v} \rangle}{\Delta t}\left[m/s^2 \right]$$

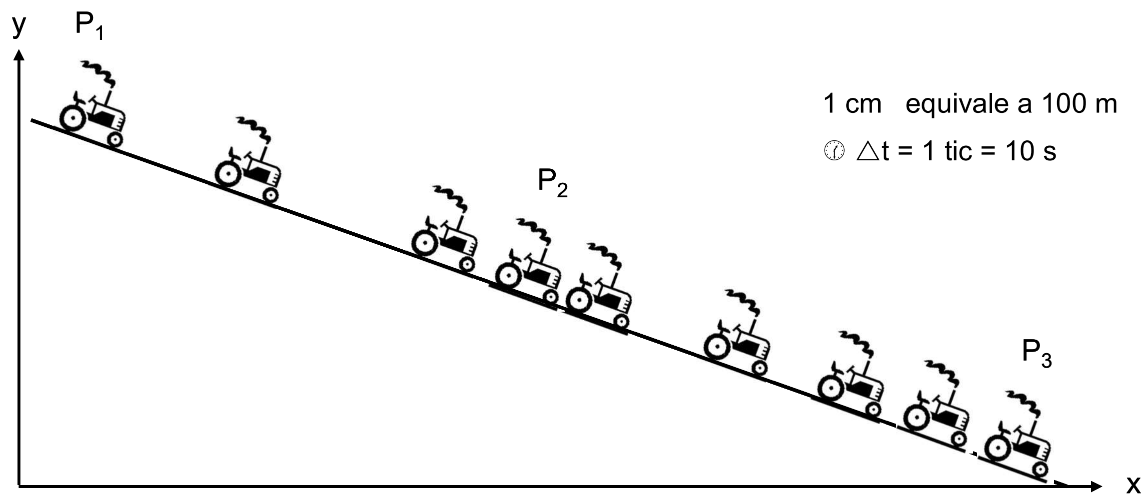


- Para calcular el Δt se debe contar todos los tic desde el primer punto hasta el tercer punto, luego multiplicar por el valor de tic, y dividir entre dos.
- Para la representación gráfica del vector aceleración se lleva el valor obtenido a escala, y se dibuja paralelo al vector variación de la velocidad media.

Ejercicios:

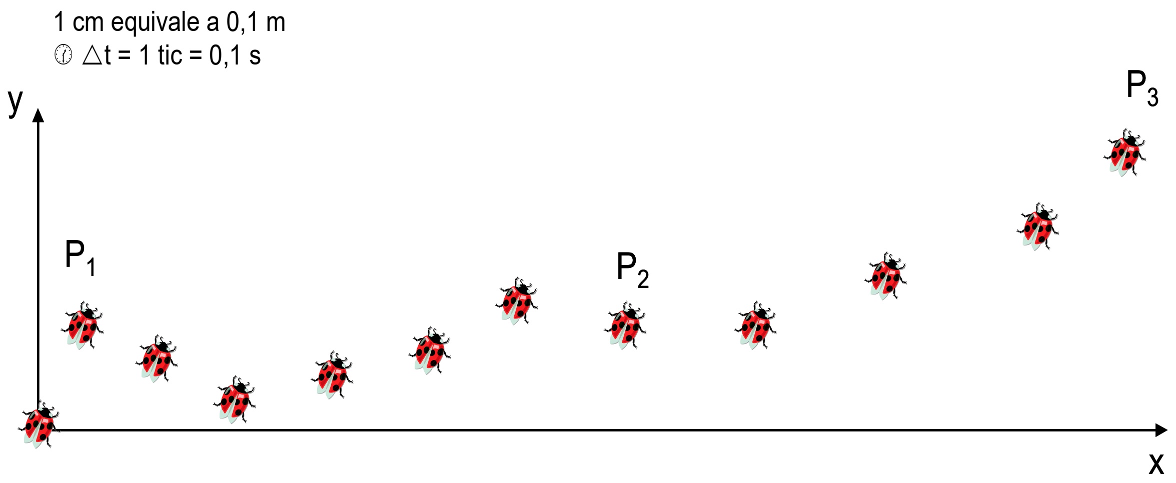
1. Dado el registro estroboscópico del movimiento de una partícula sobre un plano:

- ✓ Obtener la velocidad media de la partícula entre las posiciones P_1 y P_2
- ✓ Obtener la velocidad media de la partícula entre las posiciones P_2 y P_3
- ✓ Obtener la aceleración media de la partícula entre las posiciones P_1 y P_3



2. Dado el registro estroboscópico del movimiento de una partícula sobre un plano:

- Obtener la velocidad media de la partícula entre las posiciones P_1 y P_2
- Obtener la velocidad media de la partícula entre las posiciones P_2 y P_3
- Obtener la aceleración media de la partícula entre las posiciones P_1 y P_3



PRÁCTICA Nº 5: MODELOS MATEMÁTICOS

Mediante el análisis de un experimento el alumno será capaz de observar, medir y registrar los datos obtenidos de dicho experimento, al mismo tiempo se preparará para graficar en papel milimetrado, semilogarítmico y bilogarítmico, finalmente obtendrá el modelo matemáticos que representen el comportamiento de dichos datos y podrá concluir acerca del comportamiento de los mismos.

Objetivos:

- Utilizar papel milimetrado, semi y bilogarítmico.
- Obtener un modelo matemático de una función lineal, exponencial y potencial.

Modelo matemático

Un modelo matemático es la descripción matemática de una situación real, también se define como una traducción de la realidad física para poder aplicar los instrumentos y técnicas de las teorías matemáticas en el estudio del comportamiento de sistemas complejos, y posteriormente hacer el camino inverso para traducir los resultados numéricos a la realidad física. Generalmente se introducen simplificaciones de realidad. Los modelos matemáticos pueden clasificarse de la siguiente manera.

- ✓ *Determinista:* Se conoce de manera puntual la forma del resultado ya que no hay incertidumbre. Además, los datos utilizados para alimentar el modelo son completamente conocidos y determinados.
- ✓ *Estocástico:* Probabilístico, que no se conoce el resultado esperado, sino su probabilidad y existe por tanto incertidumbre.

Modelo Lineal

Es un modelo que puede asemejarse a la ecuación de la recta:

$$y = m\,x + b$$

El modelo puede obtenerse a través de dos puntos de donde se calcula la pendiente y el punto de corte con el eje de las abscisas.

Función potencial

Se llama función potencial a cualquier función de la forma $f(x) = b\,x^{m}$, siendo m la pendiente y b el punto de corte con el eje de las abscisas en un gráfico realizado en papel bilogarítmico.

Función exponencial

Se llama función exponencial a cualquier función de la forma $f(x) = b\,10^{mx}$, siendo m la pendiente y b el punto de corte con el eje de las abscisas en un gráfico realizado en papel semilogarítmico.

Tipos de papel para graficar

Para realizar graficas existen varios tipos de papel, de los cuales se mencionan tres tipos, su uso depende del modelo por el cual se rija el comportamiento del fenómeno en estudio. Estos tipos de papel son:

- ✓ Papel milimetrado: el cual está dividido en cuadros que miden un milímetro por lado, en el se puede representar gráficamente la ecuación de la recta.
- ✓ Papel semilogarítmico: este se caracteriza por tener su lado vertical en escala logarítmica, y su lado horizontal en escala milimetrada, en el se puede representar gráficamente la función exponencial.

- ✓ Papel logarítmico: este se caracteriza por tener ambos lados en escala logarítmica, en el se puede representar gráficamente la función potencial.

Materiales e Instrumentos

- Papel milimetrado, semilogarítmico y bilogarítmico.
- Escuadras.
- Calculadora.
- Colores.
- Lápiz.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Con los datos mostrados a continuación se deberá realizar una gráfica inicialmente en papel milimetrado, de encontrarse una recta el modelo allí hallado sería el de la ecuación de una recta, que es:

$$y = mx + b$$

De no darse una recta, se deberá graficar nuevamente pero en papel semilogarítmico, de hallarse una recta el modelo estaría dado por:

$$\log_{10} = mx + \log_{10} b$$

$$\log_{10} \frac{y}{b} = mx$$

$$quedando\ la\ ecuación: \ y = b(10)^{mx}$$

$$donde\ \ m = \frac{\log_{10} y_2 - \log_{10} y_1}{x_2 - x_1}$$

De no seguir dando una recta en este papel, se pasa al papel bilogarítmico en el cual el modelo estaría dado por:

$$\log_{10} = m \log_{10} x + \log_{10} b$$

$$\log_{10} \frac{y}{b} = \log_{10} x^m$$

$$quedando\ la\ ecuación: \ y = bx^m$$

$$donde\ \ m = \frac{\log_{10} y_2 - \log_{10} y_1}{\log_{10} x_2 - \log_{10} x_1}$$

Ejercicio:

Hallar el modelo matemático de la masa (m) de una substancia en un matraz, en función del tiempo (t).

$t(min)$	2	3	4	5	6	7	8	9
$m(mgr)$	0,12	0,27	0,48	0,75	1,08	1,47	1,92	2,43

Ejercicio:

Hallar el modelo matemático de la temperatura (T) de una taza de té en función del tiempo (t).

$t(min)$	0	4	8	12	16	20
$T(°C)$	40,4	27,0	18,0	12,0	8,1	5,3

PRÁCTICA Nº 6: LEY DE HOOKE

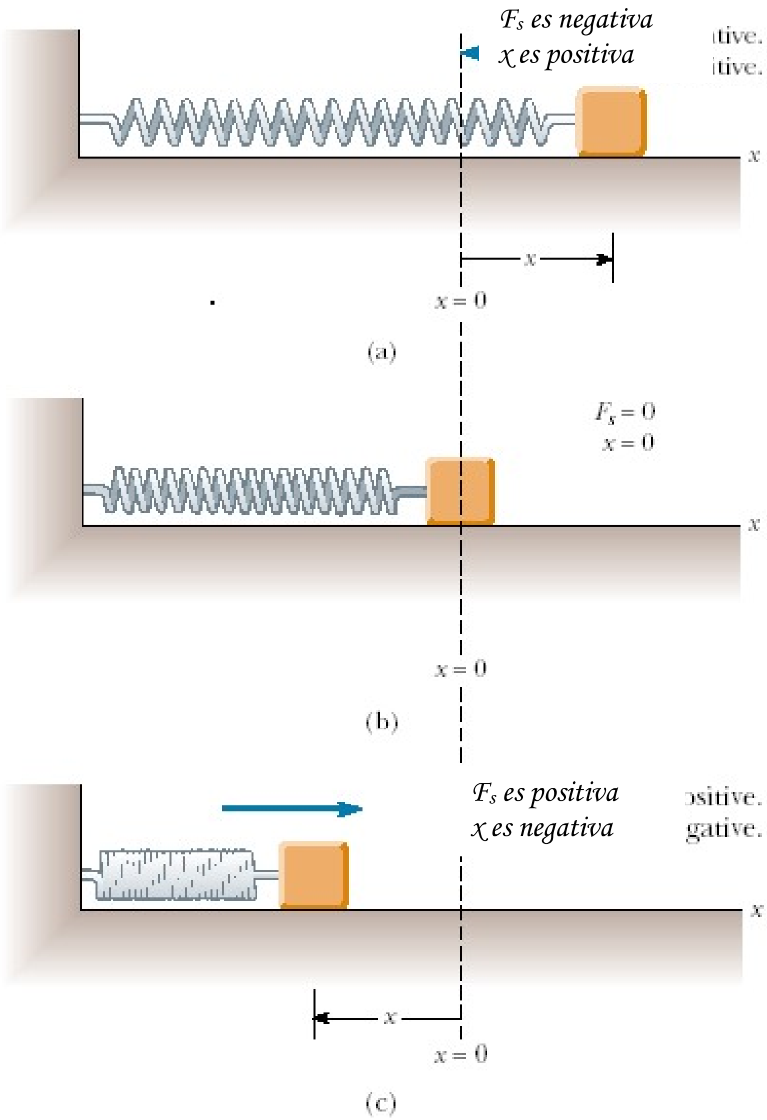
Objetivos

- ❖ Proponer un modelo matemático que relacione la fuerza aplicada a un cuerpo elástico con su elongación.

Ley de Hooke

La fuerza para los resortes se conoce como *Ley de Hooke.* Esta es válida solo en el caso limite de desplazamientos pequeños. El valor de k es una medida de rigidez del resorte.

$$F_s = -kx$$



Materiales e instrumentos

- Portapesas.
- Pesas.
- Resorte.
- Regla.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se tiene un soporte en cuyo extremo cuelga un resorte en forma vertical, en el extremo libre se cuelga un portapesas. Se coloca el indicador del portapesas de manera tal que indique cero en la regla que se encuentra adherida al soporte. Coloque una masa de $20g$ en el portapesas y mida la elongación producida.

Una vez hecho esto, cuelgue pesas sucesivamente y llene la siguiente tabla de datos. No exceda el peso de $12\,N$.

$F(N)$	$x(m)$	$\Delta x(m)$

$$F(N) = \textit{fuerza del resorte}$$
$$x(m) = \textit{posición del portapesas}$$
$$\Delta x(m) = \textit{eslongación del resorte}\ (x_f - x_i)$$

1. ¿Qué observa usted en esa tabla? Razone y justifique su observación.

2. Construya un gráfico de F en función de x ¿Qué resulta?

3. Determine el valor de la pendiente. ¿Cuáles son sus unidades y cuál es su significado físico? Justifique su respuesta.

4. ¿Qué significado físico tiene el área bajo la curva?

5. Proponga un modelo matemático para esta relación, para ello linealice esta curva en el papel que usted considere conveniente. Calcule los parámetros y escriba su modelo matemático.

6. ¿A qué cantidad física corresponde esta ecuación?

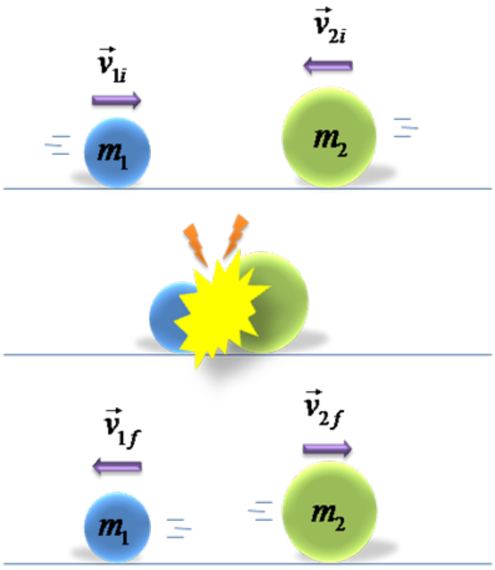
PRÁCTICA Nº 7: CHOQUES O COLISIONES

Objetivos:

- Identificar el tipo de choque.
- Comparar la cantidad de movimiento antes del choque, con la cantidad de movimiento después del choque.
- Comparar la energía cinética antes del choque con la energía cinética después del choque.

Choque o colisión

Es el evento en el que dos partículas están juntas en un intervalo de tiempo muy corto, produciendo fuerzas impulsivas entre sí. Se supone que la fuerza impulsiva debida a la colisión es mucho más grande que cualquier otra fuerza externa presente.



Conservación de la cantidad de movimiento

Para cualquier tipo de colisión, el momento total del sistema justo antes de la colisión es igual al momento total del sistema justo después de la colisión.

$$p_{antes\,del\,choque} = p_{después\,del\,choque}$$

$$donde \quad p = mv$$

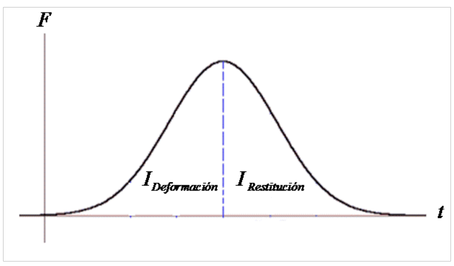
Coeficiente de restitución

Es la relación que existe entre el impulso de deformación y el impulso de restitución,

$$0 \le \varepsilon \le 1$$

$$\varepsilon = \frac{I_{restitución}}{I_{deformación}}$$

$$\varepsilon = -\frac{v_2' - v_1'}{v_2 - v_1}$$



Tipos de Choques

Choque elástico: es cuando se conserva la cantidad de movimiento y la energía cinética. $\varepsilon = 1$

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

$$\frac{1}{2}m_1v_{1i}^2+\frac{1}{2}m_2v_{2i}^2=\frac{1}{2}m_1v_{1f}^2+\frac{1}{2}m_2v_{2f}^2$$
$$v_{1f}=\left(\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\right)v_{1i}+\left(\frac{2m_2}{m_1+m_2}\right)v_{2i}$$
$$v_{2f}=\left(\frac{2m_1}{m_1+m_2}\right)v_{1i}+\left(\frac{m_2-m_1}{m_1+m_2}\right)v_{2i}$$

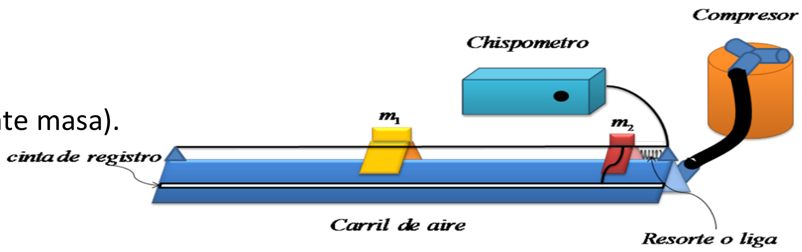
Choque inelástico: es un choque en el cual se conserva la cantidad de movimiento pero la energía no. $0\le\varepsilon\le1$

Choque perfectamente inelástico: es un caso extremo del choque inelástico, en el cual los dos objetos se quedan juntos después de la colisión, por lo que sus velocidades finales son iguales. $\varepsilon=0$

$$m_1v_1+m_2v_2=(m_1+m_2)v_f$$

Equipos y Materiales

- Carril de aire.
- Carritos (de igual masa y de diferente masa).
- Liga.
- Plastilina.
- Cinta de papel.



PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Situación N° 1:

Cuando $m_1=m_2$, es decir se utilizan los dos carritos amarillos, en esta situación ambas masas realizan el registro del movimiento.

Inicialmente m_2 se encuentra en reposo ubicado en el centro del carril de aire, mientras el otro es impulsado con la ayuda de la liga o resorte que se encuentra en el extremo.

Situación N° 2:

Cuando $m_1>m_2$, es decir se utilizan un carrito amarillo que es m_1 y un carrito rojo que es m_2, inicialmente m_2 se encuentra en reposo ubicado en el centro del carril de aire, mientras el otro es impulsado con la ayuda de la liga o resorte que se encuentra en el extremo en esta situación primero m_1 hace el registro y de esta forma se obtiene la velocidad inicial de m_1, luego se repite la experiencia de igual forma, pero en este caso m_2 hace el registro, con el fin de obtener la velocidad final de m_2, ambas experiencias se registran en la misma cinta.

Situación N° 3:

Cuando $m_1=m_2$, es decir se utilizan los dos carritos amarillos y utilizan plastilina en sus extremos, en esta situación sólo una masa realiza el registro, en este caso m_1.

Inicialmente m_2 se encuentra en reposo ubicado en el centro del carril de aire, mientras el otro es impulsado con la ayuda de la liga o resorte que se encuentra en el extremo.

Situación 1

1. ¿Cuál es la velocidad inicial de m_1?____

2. ¿Cuál es la velocidad final de m_2?____

3. ¿Qué tipo de choque es?____

4. ¿Qué sucede con la cantidad de movimiento antes y después del choque?________________________

5. ¿Qué sucede con la energía cinética del sistema antes y después del choque?_____________________

Situación 2

6. ¿Cuál es la velocidad inicial de m_1?____

7. ¿Cuál es la velocidad final de m_2?____

8. ¿Qué sucede con la cantidad de movimiento antes y después del choque?________________________

9. ¿Qué sucede con la energía cinética del sistema antes y después del choque?______________________

Situación 3

10. ¿Cuál es la velocidad inicial de m_1?____

11. ¿Cuál es la velocidad final del sistema?____

12. ¿Qué tipo de choque es?____

13. ¿Qué sucede con la cantidad de movimiento antes y después del choque?_________________________

14. ¿Qué sucede con la energía cinética del sistema antes y después del choque?______________________

PRÁCTICA Nº 8: ROTACIÓN DE UN CUERPO RÍGIDO

Objetivos:

- Realizar la gráfica del torque aplicado a la polea por la cuerda en función de la aceleración angular experimentada por la polea $\tau_A = f(\alpha)$
- Determinar el modelo matemático del torque aplicado a la polea por la cuerda en función de la aceleración angular experimentada por la polea.
- Calcular la masa de la polea.

Cuerpo Rígido

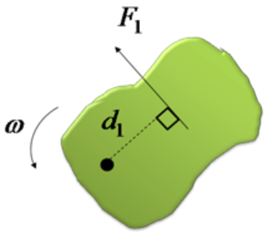
Se define como aquel que no es deformable, o sea en el que la distancia entre todos sus pares de partículas permanece constante. Todos los cuerpos reales en la naturaleza son deformables hasta cierto punto; sin embargo, el modelo de cuerpo rígido que se utiliza es útil en muchos casos en los que la deformación es despreciable.

Inercia

La inercia (I) es la propiedad que tienen los cuerpos de resistirse al cambio de su estado o condición de movimiento de movimiento.

Torque o Momento o de una fuerza

Cuando se ejerce una fuerza sobre un cuerpo rígido que puede girar alrededor de algún eje, el cuerpo tiende a realizar una rotación alrededor de ese eje. La tendencia de la fuerza a hacer girar un cuerpo alrededor de algún eje se mide por una cantidad conocida como momento o torque de fuerza.



$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$

$\tau = r\,F\,sen\theta$

siendo θ el angulo que forma el radio con la fuerza

Momento Cinético

El momento cinético o momento cantidad angular de movimiento L de una partícula respecto del origen O está definido por el producto vectorial de su vector instantáneo de posición y su momento lineal instantáneo p:

$L = r \times p$

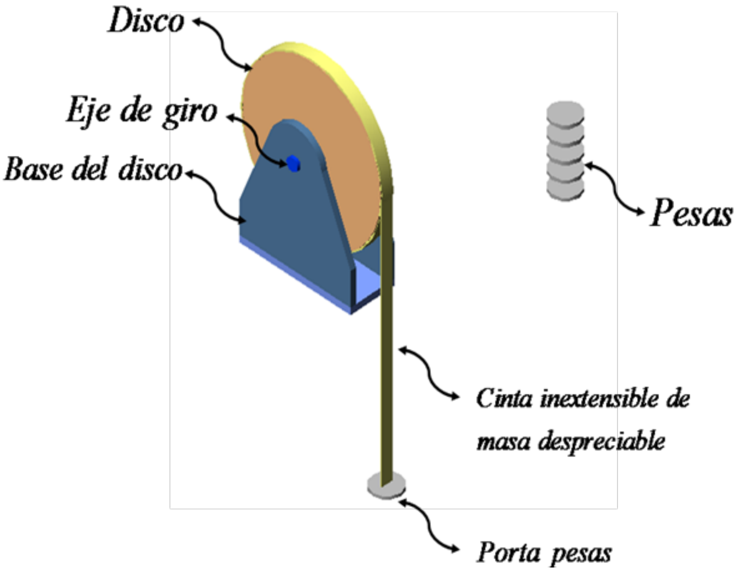
Como $p = mv$, entonces resulta:

- $L = m\,v\,r\,sen\phi$ para cuerpos que se trasladan.
- $L = I\omega$ para cuerpos que rotan respecto de un eje fijo.

El momento cinético total puede variar con el tiempo, sólo si existe un momento de una fuerza externa neta sobre el sistema, por lo que se tiene:

$$\sum \tau_{ext} = \frac{dL}{dt}$$

Materiales e Instrumentos



PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El montaje mostrado en la figura anterior, debe ser ubicado en un lugar alto, para que la cinta logre su recorrido completo, y se le pueda tomar el tiempo en caer. Es por ello que se recomienda colocarlos encima de los estantes del laboratorio. Una vez ubicados, se enrolla en el disco la cinta inextensible de masa despreciable, en cuyo extremo está atado un porta pesas, el cual se ha construido con una masa de $5g$.

Inicialmente el sistema está en reposo, asegurado con el freno que posee el disco, luego se procede a liberarlo, en ese momento se debe empezar a tomar el tiempo hasta que toque el piso. Este procedimiento se debe repetir aumentando las masas en $5g$ hasta llegar a $45g$.

Para la toma de datos necesarios, se debe plantear inicialmente las ecuaciones para tener conocimiento de las incógnitas que se deben encontrar, para el logro de los objetivos se deben seguir los siguientes pasos, desarrolle cada paso en el espacio en blanco.

1. **Realice el diagrama de cuerpo libre del disco y de la masa.**

2. <u>Plantee las ecuaciones necesarias:</u>

Del diagrama de cuerpo libre se tiene que:

- De la ecuación de posición se encuentra que la aceleración tangencial del disco o lineal de la masa.

$$y = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2,\ donde:\ y_0 = 0,\ v_0 = 0$$
$$y = a\ la\ altura\ del\ estante$$
$$y\ el\ tiempo\ se\ mide\ con\ el\ cronómetro$$

- Si se aplica segunda ley en el eje y a la masa, una vez conocida la aceleración tangencial, se puede obtener el valor de la tensión

$$\sum F_y = ma \rightarrow T - mg = ma$$

- Con esta información se puede calcular la aceleración angular.

$$a = \alpha r \rightarrow \alpha = \frac{a}{r},\ el\ radio\ lo\ pueden\ medir\ del\ disco$$

- Si se hace sumatoria de torque al disco

$$\sum \tau = \frac{dL}{dt} \rightarrow \sum \tau = I\alpha,\ tambien\ se\ conoce\ que\ \tau = r\,F\,sen\theta$$

- Sobre el disco sólo hace torque la tensión de la cuerda, por tanto el torque se puede calcular de acuerdo a la ecuación.

$$\tau = r\,T\,sen\theta$$

1. Complete la siguiente tabla de valores:

$m(g)$	$t(s)$	$a(m/s^2)$	$T(N)$	$\alpha(rad/s^2)$	$\tau(N\,m)$
5					
10					
15					
20					
25					
30					
35					
40					
45					

2. Construya una gráfica $\tau_A = f\left(\alpha\right)$ y determine el modelo matemático.

3. ¿Cuál es el significado físico del corte con el eje Y?

4. ¿Cuál es el significado físico de la pendiente?

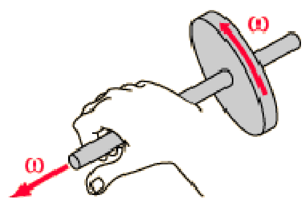
5. ¿Cuál es la masa de la polea?

PRÁCTICA Nº 9: CONSERVACIÓN DEL MOMENTO CINÉTICO

Objetivos:

- ❖ Verificar la conservación del momento cinético.

Momento cinético o momento angular



El momento cinético de un objeto rígido se define como la cantidad de movimiento en forma angular que posee un cuerpo, se obtiene del producto del momento de inercia de un cuerpo y su velocidad angular. Cuando se trata de un sistema de cuerpos rígidos el momento cinético se obtiene con la suma vectorial del momento cinético de cada unos de los objetos que lo componen.

Conservación del momento cinético o momento angular

El principio de conservación de momento cinético se cumple bajo las condiciones análogas de la conservación de la cantidad de movimiento, es decir, en este caso sólo se conservará el momento cinético cuando la sumatoria de torques sobre el sistema considerado sea nula.

$$\text{Si } \sum \vec{\tau} = 0 \text{ entonces } \vec{L} = \text{constante}$$

Materiales e instrumentos

- Banquillo giratorio.
- Pesas.
- Rueda de bicicleta.
- Cronómetro.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Parte 1

Se coloca un estudiante en la silla giratoria con sus brazos extendidos soportando un par de masas iguales, luego se impulsa al estudiante para hacerlo girar respecto al eje de la silla para contabilizar inicialmente la rapidez angular inicial a través del tiempo que tarda en completar una vuelta. Posteriormente se le pide al estudiante que acerque las masas hacia su tronco manteniendo los brazos horizontales para medir inmediatamente la nueva velocidad angular.

1. Realice un diagrama del sistema niño-masas que exprese los momentos cinéticos, uno para el instante inicial y otro para el instante final

Diagrama Inicial	Diagrama final

2. Obtenga los momentos cinéticos tanto al inicio como al final en función del momento de inercia del estudiante.

3. Establezca las condiciones asociadas al movimiento de rotación del estudiante, dado que, respecto al eje de giro del estudiante no existe torque resultante sobre el sistema, se puede decir que: ¿se conserva el momento cinético respecto a ese eje? y se propone la siguiente ecuación:

$$\left[\left(I_{estud}+2I_{masas}\right)\omega_{sist}\right]_{inic}=\left[\left(I_{estud}+2I_{masas}\right)\omega_{sist}\right]_{final}$$

De acuerdo con la primera experiencia, complete la siguiente tabla:

$m(kg)$	
$t_{inicio}(s)$	
$t_{final}(s)$	

PRÁCTICA Nº 10: OSCILACIONES. CASO: MASA RESORTE

Objetivos:

- Determinar para un sistema masa – resorte:
  - El período
  - La frecuencia angular
  - Amplitud
  - La masa
  - Posición de equilibrio (y_0)
  - La constante de elasticidad
  - Velocidad máxima y mínima.

Este tipo de movimiento es un caso particular del movimiento vibratorio. Se dice que un punto sigue un *movimiento armónico simple* (MAS) cuando su posición en función del tiempo es una sinusoide.

Es un movimiento periódico de vaivén, en el que un cuerpo oscila a un lado y a otro de su posición de equilibrio en una dirección determinada y en intervalos iguales de tiempo. Una partícula sometida a este tipo de movimiento tendrá un punto central, alrededor del cual oscilará.

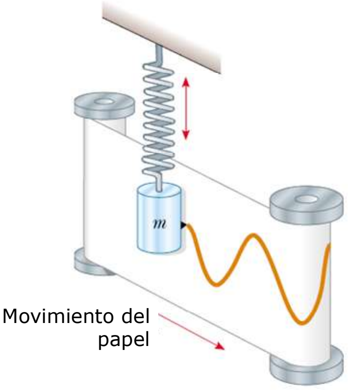
Se puede describir el *Movimiento Armónico Simple* (MAS) como aquel tipo de comportamiento del movimiento periódico que tiene una dependencia senoidal con relación al tiempo (t) de una posición de un objeto en movimiento.

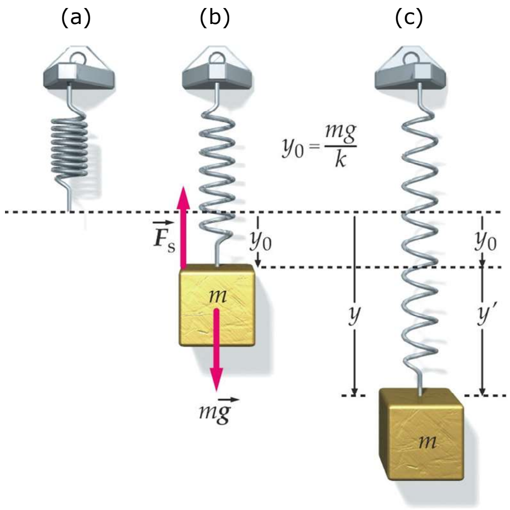
$$x = A\ cos(\omega t + \delta)[m]$$

Donde:

A	Amplitud, desplazamiento máximo respecto a punto de equilibrio, es un valor constante.
ω	Frecuencia angular $(rad/s = s^{-1})$
δ	Constante de fase, es el ángulo por el cual el movimiento esta desplazado de $x = 0\,m$ cuando $t = 0\,s$.
$\omega t + \delta$	Fase del movimiento
x	Posición

Un aparato experimental para demostrar el movimiento armónico simple.





a. Resorte en equilibrio, es decir, sin estirar.
b. Sistema masa – resorte, en equilibrio al colocarse la masa. Resorte estirado en una cantidad $y_0 = \frac{mg}{k}$
c. Objeto oscilando alrededor de la posición de equilibrio, con un desplazamiento $y' = y - y_0$

Conceptos básicos

- Periodo: es el tiempo que tarda en dar una oscilación completa o un ciclo de su movimiento.

$$T = \frac{2\pi}{f} = \frac{2\pi}{\omega}\,(s)$$

- Frecuencia: es el número de oscilaciones que la partícula hace en la unidad de tiempo.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}\left(s^{-1}\right); \quad donde:\ s^{-1} = 1\ Hertz = \frac{1ciclo}{s}$$

Cinemática de la Partícula Sometida a un MAS

Posición

La función general que describe cualquier movimiento armónico simple es:

$$x(t) = A\cos(\omega t + \delta)[m]$$

Velocidad

Se obtiene de derivar la función posición

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = \frac{d\left[A\cos(\omega t + \delta)\right]}{dt} = -A\omega\,sen(\omega t + \delta)[m/s]$$

Aceleración

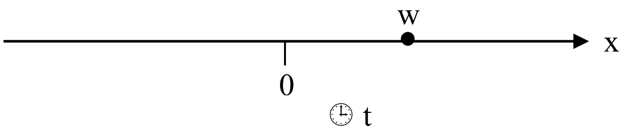
Se obtiene de derivar la función velocidad

$$a(t)=\frac{dv(t)}{dt}=\frac{d\left[-A\,\omega\, sen(\omega t+\delta)\right]}{dt}=-A\,\omega^2 cos(\omega t+\delta)\left[m/s^2\right]$$

Materiales e Instrumentos

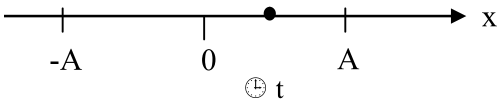
- Computador
- Calculadora
- Escuadras
- Resorte
- Masas
- Porta pesas
- Sensor de movimiento (murciélago)

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL



Definición:

$$x(t)=A\ cos\underbrace{(\omega t+\delta)}_{Fase}$$

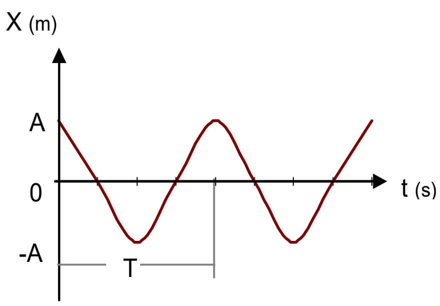


Donde: A = amplitud

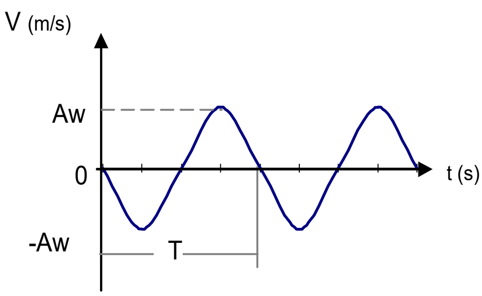
Frecuencia angular $\omega=\frac{2\pi}{T}=2\pi f$

δ = constante de fase

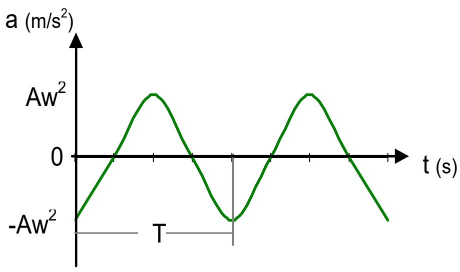
Sea $\delta=0 \quad \therefore \quad \delta = arccos\left(\frac{x_0}{A}\right)$



$$x=A\ cos(\omega t)$$



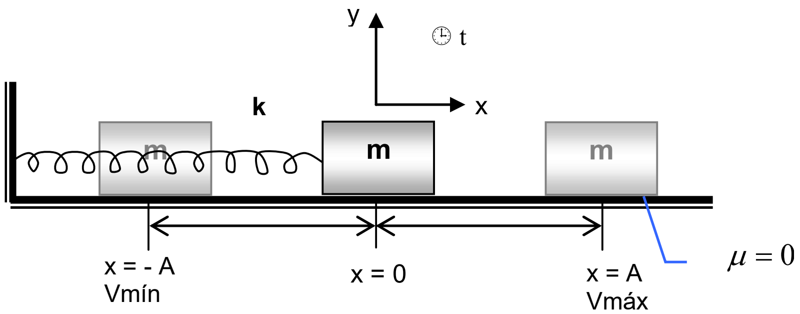
$$v=-A\,\omega\, sen(\omega t)$$



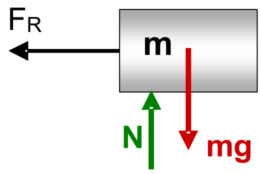
$$a = -\omega^2 x$$

$$a = -A\omega^2 \cos(\omega t)$$

Aplicaciones



DCL



Aplicando II Ley de Newton
$$\sum F = m\,a$$
$$-k\,x = m\frac{d^2x(t)}{dt^2}$$

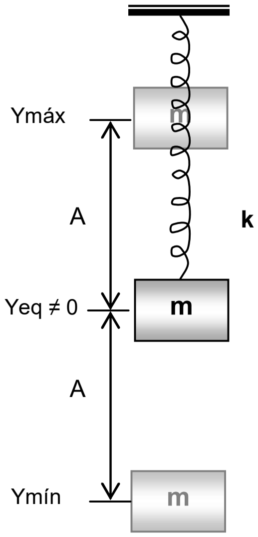
Ecuación Diferencial $\quad m\dfrac{d^2x(t)}{dt^2} + k\,x(t) = 0$ **(1)** $\qquad$ Solución $\qquad x = x(t)$

Sea:

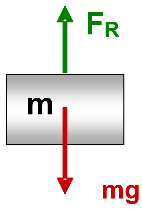
$$\left.\begin{aligned} x(t) &= A\cos(\omega t) \\ \frac{dx(t)}{dt} &= v(t) = -A\,\omega\,sen(\omega t) \\ \frac{d^2x(t)}{dt^2} &= a(t) = -A\,\omega^2\cos(\omega t) \end{aligned}\right\}$$

sustituyendo en (1)

$$-m\,A\,\omega\cos(\omega t) + k\,A\,\cos(\omega t) = 0$$
$$-m\,\omega^2 + k = 0$$
$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

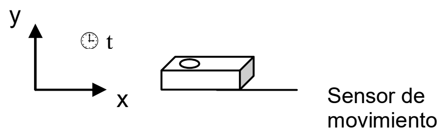


DCL



Aplicando II Ley de Newton, en posición de equilibrio

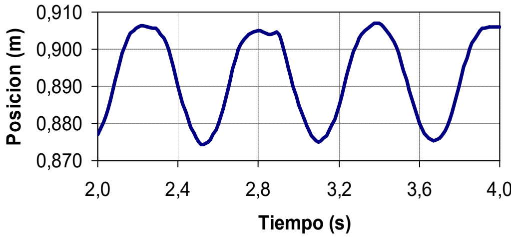
$$\sum F_y = O$$
$$F_R - mg = 0$$

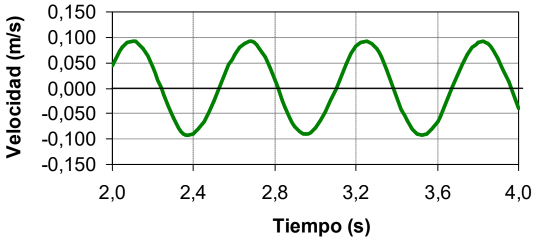


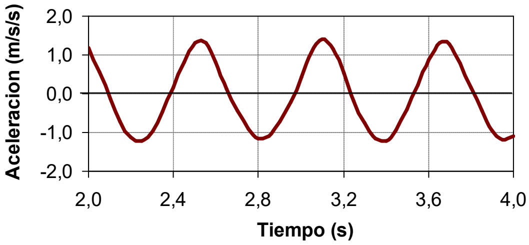
Ejercicios:

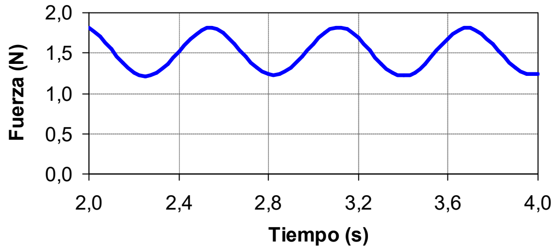
1. Para la tabla de valores dada de acuerdo a la experiencia realizada en el laboratorio, determinar:

- Periodo: 0,6 s
- Frecuencia angular: 10,47 rad/s
- Posición de equilibrio: 0,89 m
- Amplitud: 0,015 m
- Masa del bloque: 0,16 kg
- Constante de elasticidad del resorte: 16,44 N/m
- Velocidad máxima: 0,15 m/s
- Aceleración máxima: 1.64 m/s^2









	Tiempo (s)	Posición (m)	Velocidad (m/s)	Aceleración (m/s^2)	Fuerza (N)
41	2,000	0,877	0,045	1,188	1,81
42	2,050	0,884	0,080	0,552	1,71
43	2,100	0,894	0,093	-0,140	1,55
44	2,150	0,903	0,079	-0,727	1,38
45	2,200	0,906	0,041	-1,125	1,26
46	2,250	0,906	-0,012	-1,228	1,21
47	2,300	0,905	-0,060	-0,976	1,25
48	2,350	0,900	-0,090	-0,460	1,37
49	2,400	0,890	-0,091	0,164	1,52
50	2,450	0,881	-0,067	0,814	1,68
51	2,500	0,875	-0,025	1,322	1,79
52	2,550	0,875	0,023	1,313	1,81
53	2,600	0,880	0,065	0,827	1,75
54	2,650	0,889	0,087	0,136	1,62
55	2,700	0,900	0,089	-0,424	1,46
56	2,750	0,904	0,062	-0,903	1,32
57	2,800	0,905	0,015	-1,165	1,24
58	2,850	0,904	-0,036	-1,097	1,24
59	2,900	0,904	-0,076	-0,728	1,32
60	2,950	0,895	-0,089	-0,207	1,46
61	3,000	0,885	-0,079	0,453	1,62
62	3,050	0,878	-0,047	1,075	1,75
63	3,100	0,875	-0,002	1,416	1,82
64	3,150	0,878	0,047	1,145	1,80
65	3,200	0,885	0,082	0,530	1,69
66	3,250	0,895	0,093	-0,180	1,53
67	3,300	0,903	0,077	-0,756	1,37
68	3,350	0,906	0,037	-1,154	1,26
69	3,400	0,907	-0,015	-1,228	1,22
70	3,450	0,904	-0,063	-0,949	1,26

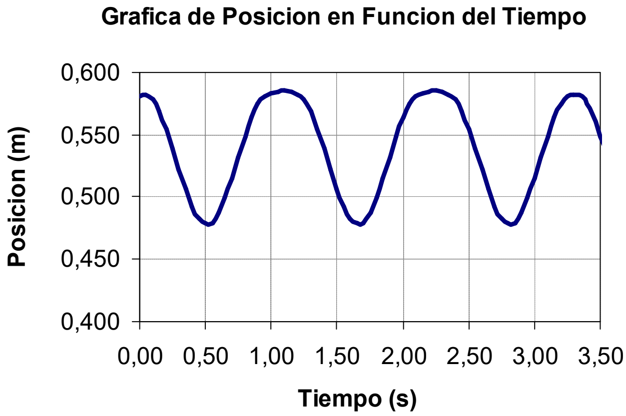
	Tiempo (s)	Posición (m)	Velocidad (m/s)	Aceleración (m/s^2)	Fuerza (N)
71	3,500	0,899	-0,090	-0,414	1,37
72	3,550	0,889	-0,090	0,227	1,53
73	3,600	0,880	-0,065	0,876	1,68
74	3,650	0,876	-0,021	1,300	1,78
75	3,700	0,876	0,026	1,285	1,81
76	3,750	0,881	0,067	0,774	1,74
77	3,800	0,890	0,090	0,148	1,61
78	3,850	0,900	0,088	-0,453	1,46
79	3,900	0,905	0,059	-0,951	1,32
80	3,950	0,906	0,012	-1,196	1,24
81	4,000	0,906	-0,040	-1,105	1,24

2. La siguiente tabla muestra los datos correspondientes a valores de tiempo, posición y fuerza para el movimiento de una partícula.

Calcular el valor aproximado de:

- El periodo del movimiento (en s).
- Frecuencia angular ω del movimiento de esta partícula (en rad/s).
- El punto de equilibrio x_{eq} (en m).
- La amplitud A (en m)
- La masa m del bloque (en kg)
- La constante de elasticidad k del resorte (en N/m)
- La velocidad máxima del bloque $v_{máx}$ (en m/s)
- La aceleración máxima del bloque $a_{máx}$ (en m/s^2)

Tiempo (s)	Posición (m)	Fuerza (N)
2,250	0,574	1,35
2,300	0,581	1,29
2,350	0,582	1,28
2,400	0,578	1,29
2,450	0,569	1,35
2,500	0,555	1,42
2,550	0,539	1,52
2,600	0,522	1,63
2,650	0,506	1,72
2,700	0,492	1,81
2,750	0,483	1,86
2,800	0,479	1,89
2,850	0,479	1,89
2,900	0,488	1,85
2,950	0,500	1,79
3,000	0,515	1,71
3,050	0,532	1,61
3,100	0,549	1,51
3,150	0,564	1,41
3,200	0,575	1,34
3,250	0,581	1,29
3,300	0,582	1,27
3,350	0,578	1,29



PRÁCTICA Nº 11: OSCILACIONES. CASO: PÉNDULO.

El péndulo simple es otro sistema mecánico que exhibe un movimiento periódico y oscilatorio. Consta de una masa puntual suspendida de una cuerda ligera de longitud L, donde la parte superior de la cuerda se encuentra fija.

Objetivos:

- ❖ Demostrar experimentalmente la dependencia del periodo de un péndulo con: la masa, amplitud angular (α), longitud del péndulo.
- ❖ Calcular la aceleración de gravedad.

Materiales e Instrumentos

- Esfera de madera
- Esfera de metal
- Reglas
- Cronometro
- Pedestal
- Cuerdas inextensibles

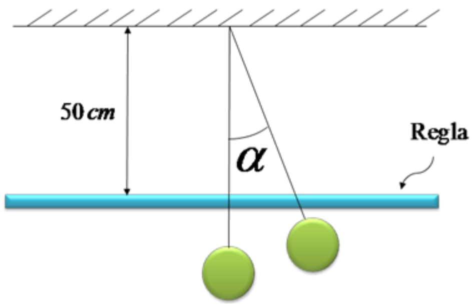
PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

I Parte: Relación periodo-masa

$L = 100cm$

$\alpha = 10°$

$n = 10 \ oscilaciones \ (3 veces)$



$$tg\alpha = \frac{x}{50}$$

$$x = 8,8cm \approx 9\,cm$$

$$T = \frac{t}{n}$$

T = $peridodo$

$t = tiempo$

$n = n°\ de\ oscilaciones$

Complete la siguiente tabla:

	$T_1(s)$	$T_2(s)$	$T_3(s)$	$\overline{T}(s)$
Esfera de madera				
Esfera de plomo				

Conclusión:

II Parte: Relación periodo-amplitud angular

Esfera de metal

$L = 100cm$

$n = 10$ *oscilaciones* $(3\,veces)$

α	10°	15°	20°
$T(s)$			

Conclusión:

III Parte: Relación periodo-longitud

Esfera de metal

$\alpha = 10°$

$n = 10$ *oscilaciones* $(3\,veces)$

$L(cm)$	80	70	60
$T(s)$			

Conclusión:

IV Parte: Construir la gráfica

Graficar $T = f(L)$ y hallar el modelo matemático. Sabiendo que el periodo de un péndulo se calcula por: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

V Parte:

Verificar para dos longitudes tomadas de la tabla, con su correspondiente periodo, el valor de la aceleración de gravedad en el laboratorio.