
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS

**CUADERNO DE PRÁCTICAS DE
LABORATORIO PARA DINÁMICA**



AUTOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

FÍS. EDGAR RAYMUNDO LÓPEZ TÉLLEZ

EDICIÓN

CÉSAR MANUEL BÁEZ ROJANO

JUNIO DEL 2000

ÍNDICE



| | |
|---|----|
| ALGUNOS ASPECTOS SOBRE EL TRABAJO EN EQUIPO | 1 |
| PRÁCTICA 1 | |
| COEFICIENTE DE FRICCIÓN DINÁMICA (PARTE I) | 3 |
| PRÁCTICA 2 | |
| COEFICIENTE DE FRICCIÓN DINÁMICA (PARTE II) | 8 |
| PRÁCTICA 3 | |
| VIBRACIÓN EN UN SISTEMA MASA-RESORTE (VIBRACIÓN LIBRE) | 11 |
| PRÁCTICA 4 | |
| TRABAJO Y ENERGÍA | 16 |
| PRÁCTICA 5 | |
| CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA | 22 |
| PRÁCTICA 6 | |
| MOMENTO DE INERCIA DE UN CUERPO RÍGIDO | 26 |
| MANUAL PARA IMPORTAR Y GRAFICAR DATOS | 30 |
| BIBLIOGRAFÍA | 36 |

APUNTE:
59-A

2000
G.-612026

FACULTAD DE INGENIERIA UNAM.



G- 612026

PRESENTACIÓN

La Facultad de Ingeniería ha decidido realizar una serie de ediciones provisionales de obras recientemente elaboradas por académicos de la institución, como material de apoyo para sus clases, de manera que puedan ser aprovechadas de inmediato por alumnos y profesores. Tal es el caso del *Cuaderno de prácticas de laboratorio para dinámica*, elaborado por Edgar Raymundo López Téllez.

Se invita a los estudiantes y profesores a que comuniquen a los autores las observaciones y sugerencias que mejoren el contenido de la obra, con el fin de que se incorporen en una futura edición definitiva.

PRÓLOGO

El presente cuaderno de prácticas de laboratorio para Dinámica es producto del proyecto PAPIIME, denominado “Implementación de Prácticas Computarizadas en el Laboratorio de Mecánica, en la Facultad de Ingeniería, UNAM”.

En dicho proyecto se enfatiza el objetivo del Laboratorio de Mecánica dentro del proceso enseñanza-aprendizaje, teniendo como principal fin, el desarrollo de prácticas para la comprobación experimental de los conceptos teóricos de la Mecánica Clásica, y vinculadas con los contenidos de los programas vigentes de las asignaturas Estática, Cinemática y Dinámica.

Sin embargo, no se pueden dejar en el olvido a los principales pilares de que el laboratorio de Mecánica de la DCB exista y permanezca como parte importante de la infraestructura de nuestra Facultad. Empezando por el Ing. Luis Ordóñez Reyna, quien tuvo la fortuna de iniciar la formación del laboratorio, después el Ing. Hugo G. Serrano Miranda se encargó de la creación e implementación de todas las prácticas correspondientes para los laboratorios de Estática, Cinemática y Dinámica, las cuales han permitido cumplir con el objetivo del laboratorio de Mecánica. El gran esfuerzo del Ing. Hugo G. Serrano Miranda, y en colaboración con el Ing. Jaime Martínez Martínez, ha contribuido de manera fundamental para que este trabajo se pueda desarrollar.

Ahora, se presenta este primer cuaderno de prácticas, donde la computadora se utiliza como herramienta para poder observar, analizar y obtener resultados en tiempo real de algunos fenómenos en la Mecánica, pretendiendo así, reforzar los conceptos vistos en clase, de tal manera que se pueda lograr un aprendizaje significativo por parte de los alumnos que cursan la asignatura de Dinámica.

La idea inicial de que se tuvieran este tipo de prácticas fue del Ing. Jaime Martínez Martínez, teniendo el que suscribe, la enorme responsabilidad de desarrollarlas, ponerlas a prueba e implementarlas en el laboratorio, siempre con el compromiso de que éstas dieran a los alumnos el mayor beneficio posible mediante el uso de la tecnología de cómputo.

Además, se contó con el apoyo de la Lic. Claudia Loreto Miranda, quien es una persona especializada en el área de la Pedagogía y forma parte del personal de la Coordinación de Proyectos Académicos de la Facultad, la cual trabajó con el grupo de profesores del laboratorio y analizó el comportamiento de los grupos piloto.

En un principio, la meta era sólo tener tres prácticas de las seis que se presentan; sin embargo, se pudo lograr tener material suficiente para abarcar el semestre. El diseño de las prácticas dan la posibilidad de realizar otros arreglos adicionales para analizar, que permitirían desarrollar la iniciativa y creatividad de los alumnos.

Agradezco profundamente a los alumnos que pertenecieron a los grupos piloto, ya que con ellos se lograron detectar las fallas en la redacción, pasos que se mencionan y deben seguirse en los formatos de las prácticas durante el desarrollo de las mismas.

También doy las gracias a todas las personas que de alguna manera apoyaron el desarrollo de este trabajo. Al Ing. Jaime Martínez Martínez, por la confianza depositada en mí para realizar el producto que ahora se presenta. En la instalación y preparación de equipo a los Ings. Raúl Escalante Rosas y Arnulfo Ortíz Gómez. Para la elaboración del manual de importación y de graficación en Excel, a la Srta. Aida Lumbreras Castro. A los profesores que hicieron correcciones, comentarios y sugerencias a los formatos de las prácticas y observaciones para la implementación de las mismas.

En el diseño de la portada, del formato, captura y edición final del cuaderno al Sr. César Manuel Báez Rojano, estudiante de la facultad y alumno de servicio social, que le llevó horas de trabajo constante y paciencia con un servidor. Gracias por su empeño y dedicación.

A la Lic. Claudia Loreto Miranda, quien ha apoyado al proyecto desde el punto de vista Didáctico, haciendo ver a los profesores aspectos importantes durante el desarrollo de las prácticas, como lo son: el trabajo en equipo, motivación, apoyo a los alumnos, etc. Además, de que le agradezco las sugerencias y comentarios hechos durante el trabajo con los grupos piloto.

Así pues, los mejores críticos a este trabajo serán los alumnos y profesores, para quienes ha sido desarrollado. Por lo tanto, mediante sus comentarios se podrá enriquecer y mejorar el cuaderno de prácticas que hoy se presenta.

Edgar Raymundo López Téllez

ALGUNOS ASPECTOS SOBRE EL TRABAJO EN EQUIPO

El laboratorio de Mecánica de la División de Ciencias Básicas tiene como objetivo general apoyar el aprendizaje significativo de los alumnos que cursan las asignaturas Estática, Dinámica y Cinemática, mediante actividades experimentales, las cuales se encuentran relacionadas directamente con los contenidos de los programas de estudio vigentes de éstas asignaturas.

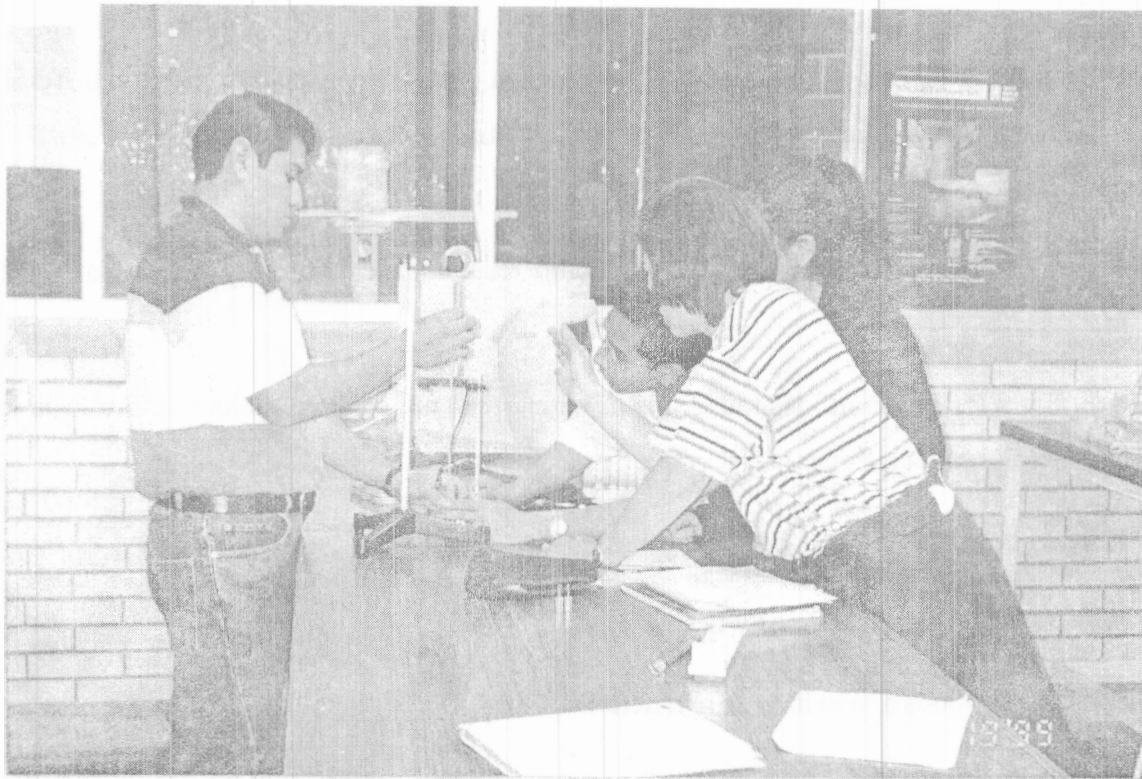
Para lograr este objetivo, el trabajo que desarrollan los alumnos dentro del laboratorio se realiza en equipos integrados por cuatro o cinco estudiantes. Con el trabajo en equipo dentro de este laboratorio, se pretende que los alumnos aprendan a trabajar conjuntamente para fortalecer sus conocimientos, desarrollar su creatividad e intercambiar experiencias y puntos de vista, para llevar a cabo las prácticas.

En este contexto, un equipo de trabajo que se distinga por su adecuado desempeño, deberá reunir las siguientes características en cuanto a su forma de trabajo y de interrelación entre sus miembros:

1. Tener una alta **orientación a la tarea** como resultado de una **intensa motivación de sus integrantes**.
2. **Amplia participación de todos los integrantes**, no solo en la ejecución, sino en las deliberaciones, decisiones y elaboración de conclusiones.
3. **Intenso intercambio** de ideas, opiniones e información.
4. **Tolerancia a las diferencias** y desacuerdos.
5. Apertura de todos a la **crítica constructiva**.
6. Toma de **decisiones por consenso**, mas que por votación o imposición.
7. Desarrollar el trabajo en un **ambiente libre, relajado y espontáneo**, sin negar la disciplina.
8. Presencia de formas de liderazgo compartido y móvil.

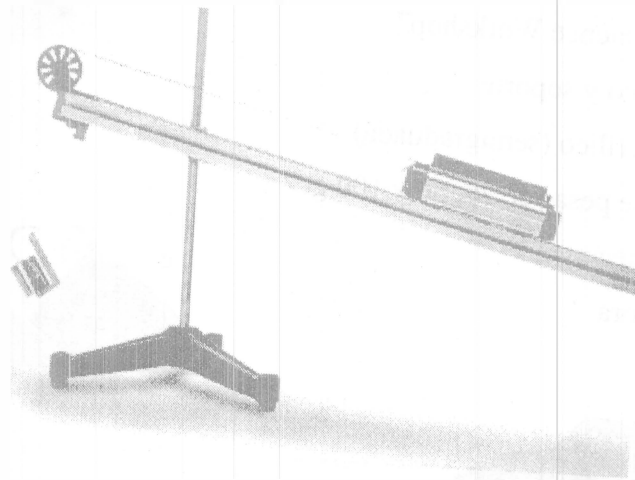
A continuación se presentan algunas ideas que pueden ser de utilidad al iniciar el trabajo de equipo en este laboratorio:

- ✓ Propiciar el conocimiento e integración de los miembros del equipo, teniendo siempre presente que cada integrante debe aportar algo al trabajo conjunto.
- ✓ Tomar un tiempo para revisar de manera conjunta, los objetivos de la práctica y las actividades a realizar, asignando quien se hará cargo de cada una.
- ✓ En las conclusiones de las prácticas, presentar un trabajo conjunto que haga evidente la discusión y análisis que realizaron sus integrantes para elaborarlas.



COEFICIENTE DE FRICCIÓN DINÁMICA

PARTE I



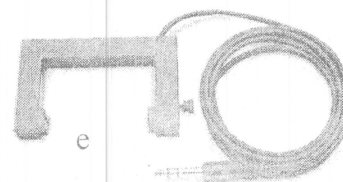
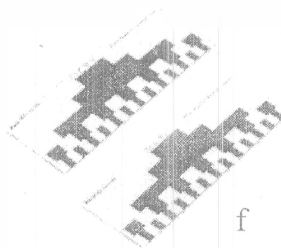
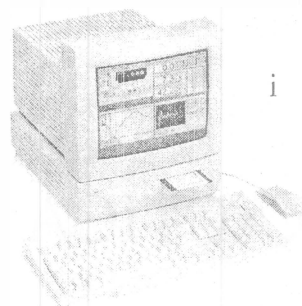
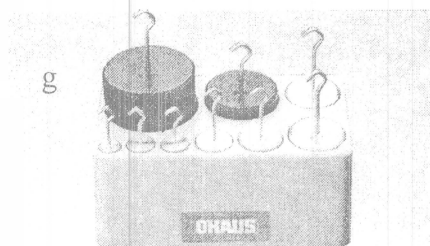
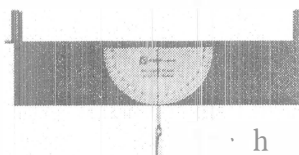
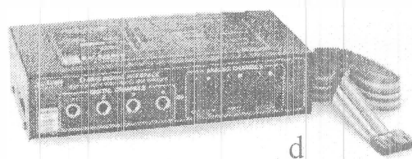
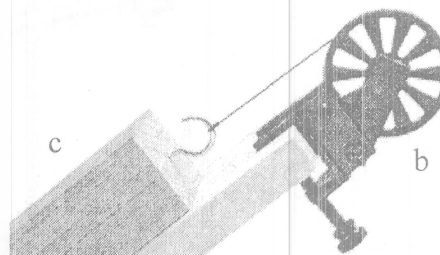
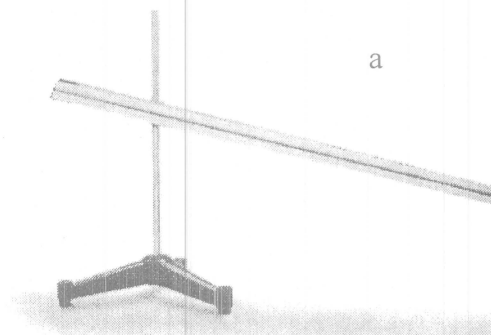
PRÁCTICA 1

OBJETIVOS

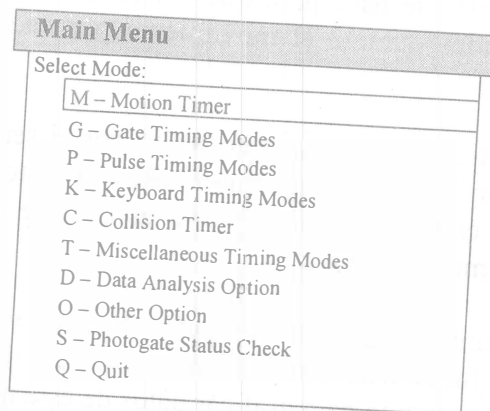
1. Determinar la magnitud de la aceleración de un cuerpo, en trayectoria rectilínea, utilizando equipo de cómputo y software instalado para la realización de la práctica.
2. Obtener el coeficiente de fricción dinámico entre dos superficies en contacto.

EQUIPO A UTILIZAR

- a) Riel con accesorios
- b) Polea ajustable
- c) Bloque de madera
- d) Interfase "Science Workshop"
- e) Sensor óptico y soporte
- f) Placa de Acrílico (semigraduada)
- g) Conjunto de pesas de 20, 50 y 100 gr
- h) Indicador de ángulo
- i) Computadora



- I.1 Verifique, con ayuda de su profesor, que todo el equipo esté conectado adecuadamente.
- I.2 Cerciórese de que el sensor óptico esté conectado en el canal 1 de la Interfase Science Workshop.
- I.3 Encienda la computadora (CPU y monitor), y espere a que cargue totalmente el sistema.
- I.4 Haga doble click en el ícono "Precision Timer" y aparecerá el Menú Inicial.



Menú Inicial

- I.5 Verifique que el sensor óptico se encuentre activado mediante la opción <S> del menú inicial; y en caso de no detectarla, revise las conexiones correspondientes, y con <Esc> regrese al menú inicial.
- I.6 Ajuste el equipo de acuerdo con el arreglo que muestra la figura 1, tal que el ángulo de inclinación θ sea de 10° . Mida la masa del bloque de madera con la placa de acrílico y tome la pesa que le permita que el sistema no permanezca en equilibrio.

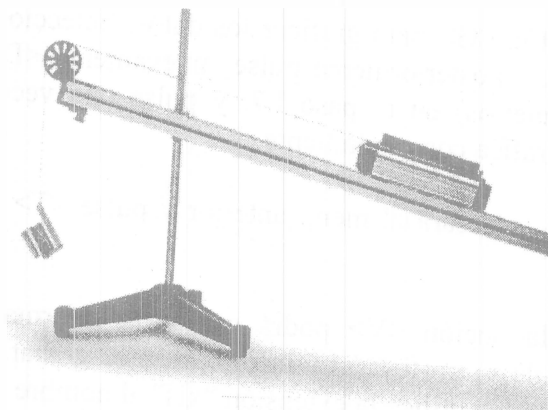


Figura 1

- I.7 En la placa de acrílico mida la longitud que abarcan una franja transparente y una oscura consecutivas. Considere la línea donde se tenga mayor número de ellas.
- I.8 Coloque la placa de acrílico en el bloque el cual se debe ajustar tal que, se detecten las 13 marcas de la placa de acrílico, con el objeto de tener más datos y mejorar el experimento. Esto se verifica contando el número de veces que se enciende y apaga el foco del sensor óptico. En caso de que no suceda esto, se debe nivelar el sensor óptico, hasta lograr la detección correcta.
- I.9 Ya que se tienen los ajustes necesarios, coloque el carrito justo antes de que se detecte la primera marca, seleccione la opción “Motion Timer” del menú inicial y después suelte el carrito. Esto se hace para que por medio del sensor óptico, se registren los tiempos transcurridos durante el movimiento por cada pareja de franjas (oscura y transparente).
- I.10 Pulse <Enter> al terminar de pasar el carrito por el sensor óptico y observe que en la pantalla aparezcan los datos registrados. Realice esto hasta que la variación de los datos registrados entre uno y otro evento no cambie demasiado. Con la tecla <Esc> podrá regresar al menú inicial.
- I.11 Ya que se tenga una mejor precisión, pulse <Enter> y aparecerá el Menú de Análisis de Datos. Con el fin de tener los datos de posición y tiempo durante el movimiento, se tendrá que elegir la opción para graficar datos de este menú.

| Data Analysis Options: |
|----------------------------|
| T - Display Table of Data |
| P - Print Table of Data |
| L - Large Digit Data Table |
| D - Delete Data |
| S - Special Option |
| F - File Option |
| G - Graph Data |
| X - Return to Main Menu |

Menú Análisis de Datos

- I.12 Teclee la opción <G> para graficar los datos. Seleccione <D> para graficar posición contra tiempo, posteriormente pulse nuevamente <D> para especificar la longitud medida (en metros) en el paso I.7, y pulse tres veces seguidas <Enter> para que aparezca la gráfica correspondiente.
- I.13 Con <Enter> regresará al menú anterior y pulse <T> para desplegar los datos de la gráfica.
- I.14 Ahora con la opción <V> podrá grabar la información prestando atención a las indicaciones de su profesor. La información se grabará en un directorio especial y se recomienda que se utilice la extensión “xls” al nombre del archivo.
- I.15. Ya grabados todos los eventos, salga del paquete con la opción <Q> del menú inicial.

PARTE II

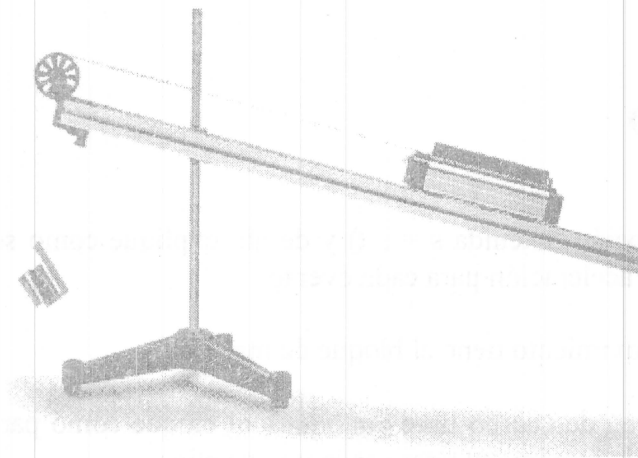
- II.1 Haga doble click en el ícono de Excel y siga las instrucciones de su profesor para importar los datos que fueron grabados.
- II.2 Realice la gráfica posición vs tiempo para el experimento y determine si el comportamiento de ésta es el esperado. Es importante analizar la ecuación de la curva ajustada, así como el factor de correlación que se obtiene, ya que éste permite medir la confiabilidad del experimento. Registre la ecuación en su cuaderno.
- II.3 Grabe su información con la ayuda de su profesor.
- II.4 Si es posible repita el experimento con otra superficie que le pueda proporcionar su profesor.
- II.5 Apague el equipo dando click en el botón Inicio y posteriormente también dé click en la opción "Apagar el sistema".

CUESTIONARIO

1. Reporte la ecuación obtenida $s = s(t)$ y de ahí explique como se obtiene el valor de la magnitud de la aceleración para cada evento.
2. ¿Qué tipo de movimiento tiene el bloque de madera?
3. Haga el diagrama de cuerpo libre tanto para el bloque como para la pesa, y establezca las ecuaciones de movimiento para cada uno de ellos.
4. Obtenga el modelo matemático que determina el valor del coeficiente de fricción entre las superficies de contacto.
5. Con el valor de la magnitud de la aceleración obtenido para cada evento, obtenga el valor del coeficiente de fricción dinámica.
6. Determine las expresiones correspondientes para la rapidez en cualquier instante de cada evento.
7. Elabore sus comentarios y las conclusiones correspondientes de la práctica.

COEFICIENTE DE FRICCIÓN DINÁMICA

PARTE II



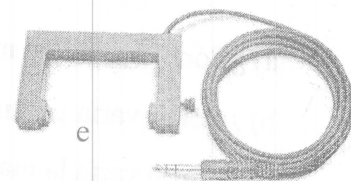
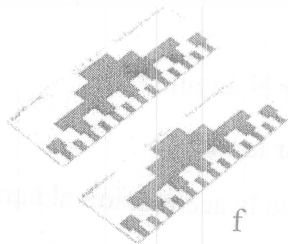
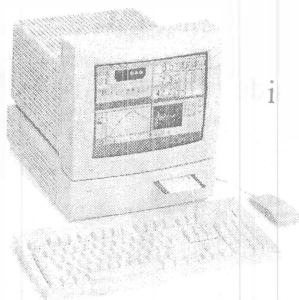
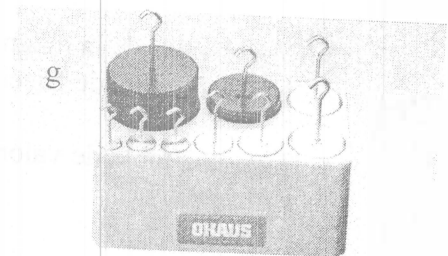
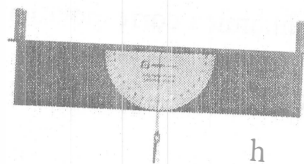
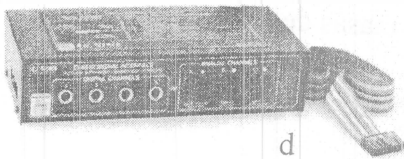
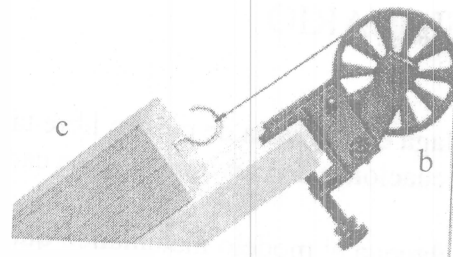
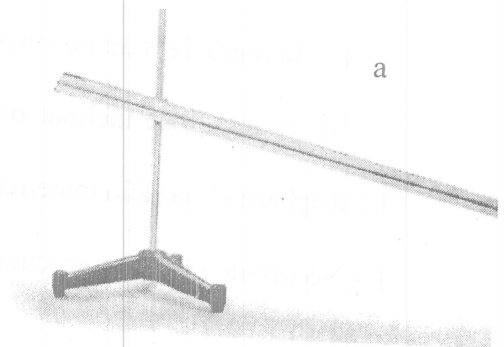
PRÁCTICA 2

OBJETIVOS

1. Obtener el coeficiente de fricción dinámica entre dos superficies en contacto.
2. Comparar el valor del coeficiente de fricción dinámica al variar la magnitud de la aceleración del cuerpo.

EQUIPO A UTILIZAR

- a) Riel con accesorios
- b) Polea ajustable
- c) Bloque de madera
- d) Interfase "Science Workshop"
- e) Sensor óptico y soporte
- f) Placa de Acrílico (semigraduada)
- g) Conjunto de pesas de 20, 50 y 100 gr
- h) Indicador de ángulo
- i) Computadora



PARTE I

I.1 Siguiendo el mismo procedimiento que en la práctica 1, obtenga la magnitud de la aceleración de un cuerpo en movimiento rectilíneo, al desplazarse sobre un plano inclinado.

Nota: utilice 10° como ángulo inicial

I.2 Para variar la magnitud de la aceleración del cuerpo puede modificar:

- a) la masa del cuerpo suspendido, y/o,
- b) el ángulo de inclinación.

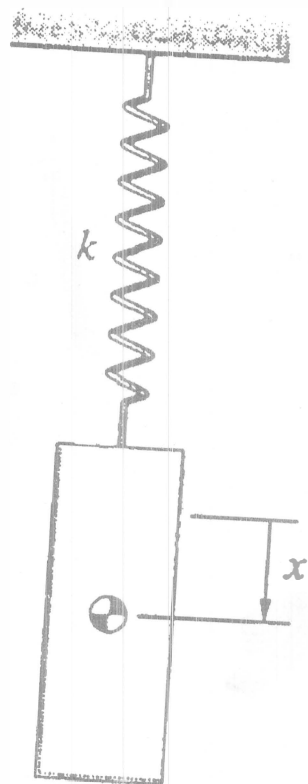
I.3 Registre el modelo matemático que obtenga para cada evento.

I.4 No olvide apagar correctamente el equipo de cómputo.

CUESTIONARIO

1. Haga el diagrama de cuerpo libre tanto para el bloque como para la pesa y establezca las ecuaciones de movimiento para cada uno de ellos.
2. Obtenga el modelo matemático que determina el valor del coeficiente de fricción μ entre las superficies de contacto en función del ángulo y las masas de los cuerpos.
3. Con el valor de la magnitud de la aceleración obtenido para cada evento, obtenga el valor del coeficiente de fricción dinámica correspondiente.
4. Haga una tabla de valores con los coeficientes de fricción obtenidos al aumentar la masa y el ángulo.
5. Elabore sus comentarios y las conclusiones correspondientes de la práctica, con base en lo siguiente:
 - a) ¿Cómo varía μ al modificar el ángulo?
 - b) ¿Cómo varía μ al modificar la masa?
 - c) ¿Cómo varía la magnitud de la aceleración al aumentar el ángulo?
 - d) ¿Cómo varía la magnitud de la aceleración al aumentar la masa?

VIBRACIÓN EN UN SISTEMA MASA-RESORTE (VIBRACIÓN LIBRE)



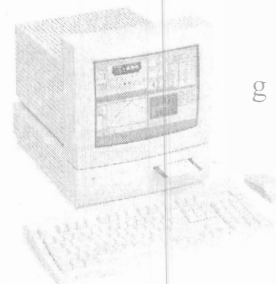
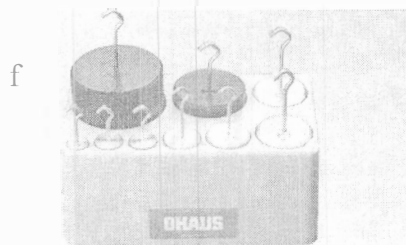
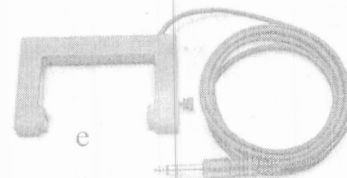
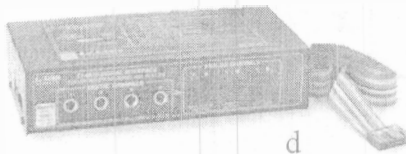
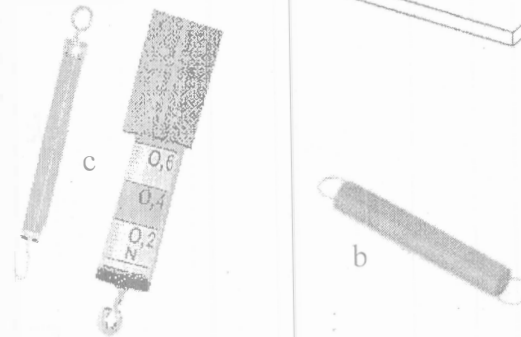
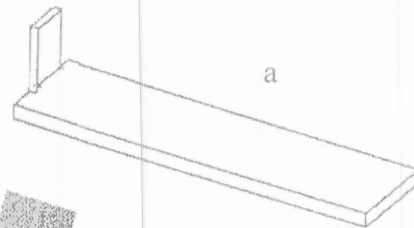
PRÁCTICA 3

OBJETIVOS

1. Determinar la constante de rigidez de un resorte lineal, por dos métodos experimentales y comparar dichos valores.
2. Obtener el periodo de vibración de un sistema masa-resorte considerado como un sistema con vibración libre.
3. Realizar las gráficas que muestren el comportamiento del movimiento en función del tiempo.

EQUIPO A UTILIZAR

- a) Soporte con accesorios
- b) Resorte
- c) Dinamómetro de 1 N
- d) Interfase "Science Workshop"
- e) Un sensor óptico
- f) Conjunto de masas
- g) Computadora



PARTE I

Para obtener la constante de rigidez (1) del resorte:

I.1 Calibre el dinamómetro y sujételo al resorte tal como lo muestra la figura 1.

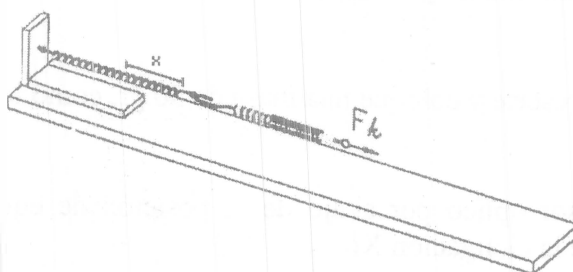


Figura 1

I.2 A partir de la longitud natural del resorte, realice elongaciones al resorte con el dinamómetro y registre en la tabla 1 para cada elongación la correspondiente magnitud de la fuerza aplicada.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| x [cm] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F [N] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 1

I.3 Verifique que todo el equipo esté conectado adecuadamente, encienda la computadora (CPU y monitor), y espere a que cargue totalmente el sistema.

I.4 Realice en Excel la gráfica magnitud de la fuerza F, contra elongación x, y obtenga la ecuación ajustada a una recta.

I.5 Registre en su cuaderno la ecuación que representa la curva obtenida y el factor de correlación.

$$F = F(x) = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$R = \underline{\hspace{10cm}}$$

I.6 De esa ecuación determine el valor de la constante $k(1)$ de rigidez del resorte.

$$k(1) = \underline{\hspace{10cm}}$$

PARTE II

Para obtener la constante de rigidez (2) del resorte:

II.1 Verifique que el sensor óptico esté conectado al canal 1 de la interfase. Active el paquete "Precision Timer" y compruebe que el sensor esté activado.

II.2 Ahora sujete el resorte y coloque una masa de 50 gr. como lo muestra la figura 2.

II.3 Coloque el sensor óptico por abajo de la posición de equilibrio del sistema masa-resorte. Registre la elongación X_0 .

$X_0 =$ _____

II.4 De la posición de equilibrio del sistema masa-resorte, de una elongación hasta la posición donde colocó el sensor y observe el comportamiento de la vibración del sistema.

II.5 Realice los ajustes necesarios para que, al soltar la masa no existan demasiadas perturbaciones durante la vibración y que además, el sensor detecte varias veces la masa.

II.6 Haga oscilar el sistema y pulse <Enter> en la opción <M> del menú inicial.

II.7 Cuando ya no detecte el sensor, pulse <Enter> y aparecerá la lista de datos registrados. Anote el valor promedio del tiempo registrado. Éste valor es el periodo de oscilación del sistema, que le llamaremos $T(\text{exp.})$.

$T(\text{exp.}) =$ _____

II.8 Con ese valor, obtenga la constante del resorte $k(2)$, utilizando la expresión correspondiente para el periodo de oscilación de un sistema armónico simple.

$k(2) =$ _____

II.9 Con los valores de $k(1)$ y $k(2)$, determine el periodo de oscilación para un sistema que tenga una masa de 70 gr, 90 gr y para 100 gr, así como la frecuencia angular y la frecuencia lineal de oscilación. Registre esos datos en la tabla 2.

II.10 Realice nuevamente los pasos II.2 a II.7 para las masas de 70 gr, 90 gr y 100 gr, para obtener los periodos $[T(\text{exp.})]$ correspondientes, y registre las mediciones en la tabla 2.

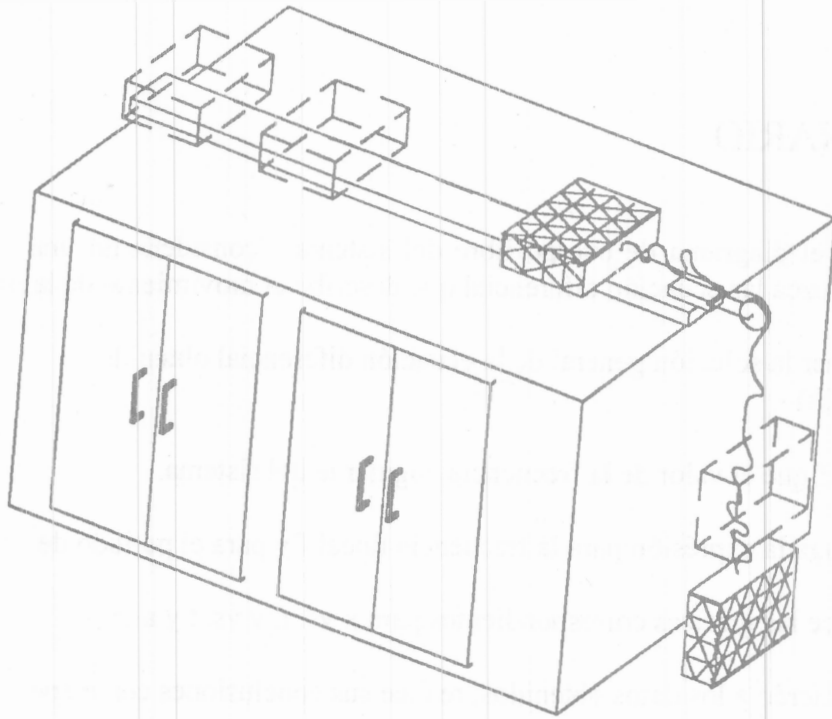
| | X_0 | ω | ω | f | f | T[s] | T[s] | T[s] |
|-----------|-------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|------|
| Masa [gr] | [cm] | de k(1) | de k(2) | de k(1) | de k(2) | de k(1) | de k(2) | exp. |
| 50 | | | | | | | | |
| 70 | | | | | | | | |
| 90 | | | | | | | | |
| 100 | | | | | | | | |

Tabla 2

CUESTIONARIO

- Haga el diagrama de cuerpo libre del sistema (considerando una vibración libre), y establezca la ecuación diferencial que describe el movimiento de la masa.
- Obtenga la solución general de la ecuación diferencial obtenida.
 $X = X(t)$
- Identifique el valor de la frecuencia angular ω del sistema.
- Obtenga la expresión para la frecuencia lineal f y para el periodo de oscilación T .
- Realice las gráficas correspondientes para x vs. t , v vs. t y a vs. t .
- De acuerdo a los datos obtenidos, realice sus conclusiones con respecto a:
 - La diferencia de valores de $k(1)$ y $k(2)$.
 - El periodo obtenido para los diferentes valores de las masas y de las k 's.
 - Si se puede considerar como vibración libre en un intervalo de tiempo resulta ser adecuada.
 - Las perturbaciones que hay que considerar para que el experimento sea lo más preciso posible.
 - Otros aspectos que considere necesario mencionar.
- Comente brevemente, si la práctica le aclaró la teoría vista en clase o si adquirió algunos conceptos que no conocía.

TRABAJO Y ENERGÍA



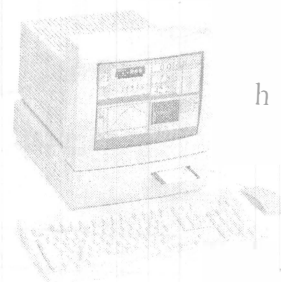
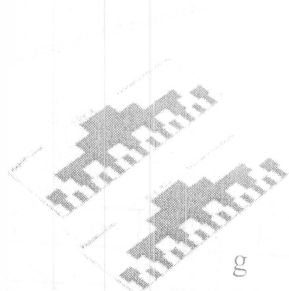
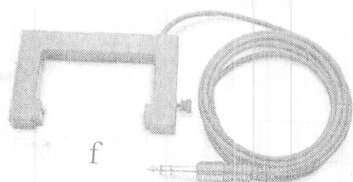
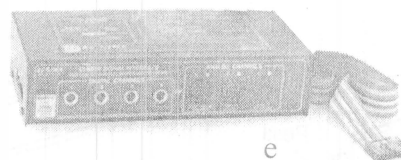
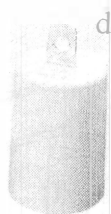
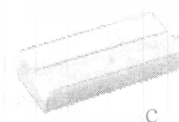
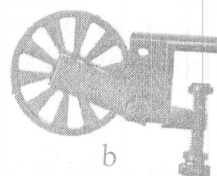
PRÁCTICA 4

OBJETIVOS

1. Determinar la rapidez de dos cuerpos conectados en un punto específico, utilizando el principio de Trabajo y Energía.
2. Obtener el coeficiente de fricción dinámico entre dos superficies en contacto por medio del mismo principio.
3. Obtener el valor de la rapidez de los cuerpos utilizando otra medida experimental y aplicando la 2a. ley de Newton

EQUIPO A UTILIZAR

- a) Riel con accesorios
- b) Polea ajustable
- c) Bloque de madera
- d) Pesa de 100 gr
- e) Interfase "Science Workshop"
- f) Sensor óptico
- g) Placa de Acrílico (semigraduada)
- h) Computadora



PARTE I

I.1 Verifique, que todo el equipo esté conectado adecuadamente.

Cerciórese de que el sensor óptico esté conectado en el canal 1 de la Interfase Science Workshop. Encienda la computadora (CPU y monitor), y espere a que cargue totalmente el sistema.

I.2 Active el paquete "Precision Timer" y verifique que el sensor óptico se encuentre activado mediante la opción <S> del menú inicial; en caso de no detectarla, revise las conexiones correspondientes, y con <Esc> regrese al menú inicial.

I.3 Acorde con el arreglo que muestra la figura 1, coloque el bloque de madera justo antes de ser detectado por el sensor óptico y con la pesa fija mida la distancia h , así como la distancia de dos franjas sucesivas de la placa de acrílico l .

$$h = \text{_____} \text{ [m]}$$

$$l = \text{_____} \text{ [m]}$$

I.4 Seleccione la opción "Motion Timer" del menú inicial y suelte el bloque. Pulse <Enter> al terminar de pasar el bloque por el sensor óptico y observe que en la pantalla aparezcan los datos registrados.

I.5 Registre la distancia x que recorre el bloque de madera (ver figura 3), y repita el punto anterior hasta llenar la tabla 1.

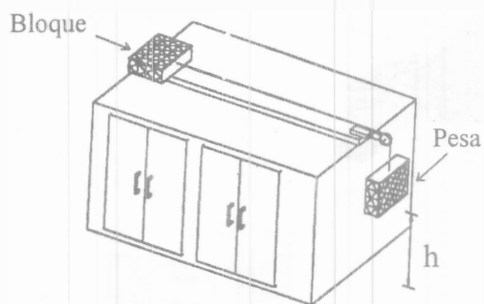


Figura 1

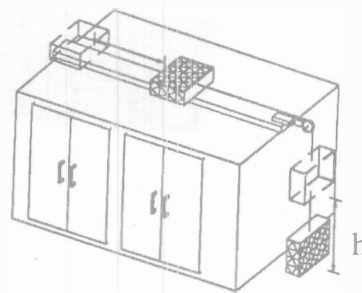


Figura 2

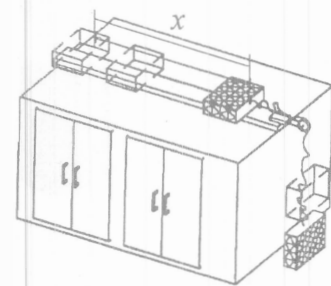


Figura 3

| | | | | | | | | | | | |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | x_{prom} |
| x_i | | | | | | | | | | | |

Tabla 1

I.6 En el último registro pulse <Enter> y aparecerá el Menú de Análisis de Datos. Teclee la opción <G> para graficar los datos. Seleccione <D> para graficar posición contra tiempo, pulse nuevamente <D> para especificar la longitud medida l , y pulse tres veces seguidas <Enter> para que aparezca la gráfica correspondiente.

I.7 Observe que la curva imaginaria que pasa por los puntos corresponde a una parábola, lo cual indica que la aceleración de los cuerpos es constante.

I.8 Con <Enter> regresará al menú anterior. Pulse <T> para desplegar los datos de la gráfica y con la opción <V> grabe la información obtenida.

I.9 Ya grabados todos los eventos, salga del paquete con la opción <Q> del menú inicial.

I.10 Registre las masas del bloque de madera M y de la pesa m .

$M =$ _____ [kg]

$m =$ _____ [kg]



FACULTAD DE INGENIERÍA

PARTE II

II.1 Active el paquete Excel e importe los datos grabados en la Parte I.

II.2 Realice la gráfica correspondiente de posición contra tiempo y registre la ecuación de la recta ajustada.

$s = s(t) =$ _____

G- 612026

II.3 De la expresión anterior obtenga la ecuación correspondiente para la rapidez.

$v = v(t) =$ _____

II.4 Con la expresión $s(t)$, calcule el tiempo para el cual el bloque de madera recorre la distancia h . (ver figura 2).

$t =$ _____ [s]

II.5 Sustituya ese valor y obtenga la rapidez del bloque en ese instante.

$$v' = \underline{\hspace{2cm}} \text{ [m/s]}$$

II.6 Cierre las aplicaciones y apague el equipo.

CUESTIONARIO

1. Por medio del principio de Trabajo y Energía, obtenga las expresiones correspondientes para la rapidez de los bloques, justo cuando el bloque ha recorrido la distancia h . Considerando el movimiento en dos partes.

De la posición inicial $s = 0$ a $s = h$, la expresión es:

$$v = \sqrt{\frac{2gh[m - \mu M]}{M + m}} \quad \dots (1)$$

De la posición $s = h$ a $s = x$, la expresión es:

$$v = \sqrt{\frac{2\mu g M(x - h)}{M + m}} \quad \dots (2)$$

2. Utilizando el mismo principio, pero considerando todo el movimiento realizado por el bloque, determine la expresión para el coeficiente de fricción cinético μ , dado por:

$$\mu = \frac{hm}{xM}$$

3. Con el valor obtenido para μ , calcule la rapidez de cada bloque sustituyendo este valor en las ecuaciones 1 y 2.

¿Cómo deberían ser estos valores?

$$v(1) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ [m/s]}$$

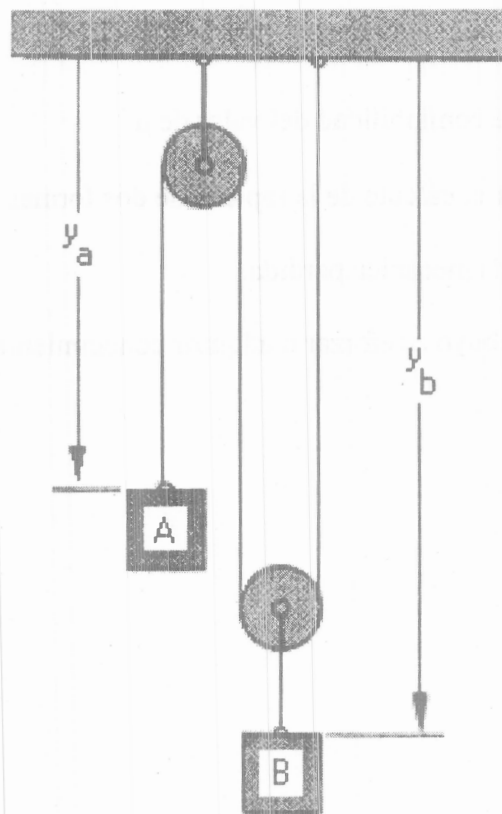
$$v(2) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ [m/s]}$$

4. Calcule el porcentaje de diferencia de entre $v(1)$ y $v(2)$.
5. Obtenga el valor de la energía mecánica perdida debido a la fuerza de fricción durante el movimiento del sistema.

$$U_{\text{per}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

6. Elabore sus conclusiones y comentarios considerando:
- ¿Qué tipo de movimiento tuvieron los cuerpos?
 - La diferencia entre $v(1)$ y $v(2)$.
 - El porcentaje de la diferencia entre v' y $v(1)$.
 - ¿Cómo considera la confiabilidad del valor de μ ?
 - El hecho de realizar el cálculo de la rapidez de dos formas distintas.
 - El valor de la energía mecánica perdida.
 - Si la práctica contribuyó a reforzar o adquirir conocimiento.

CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA



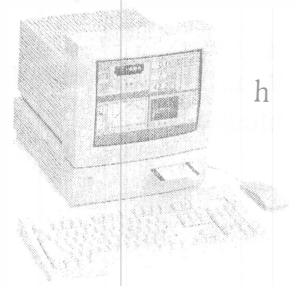
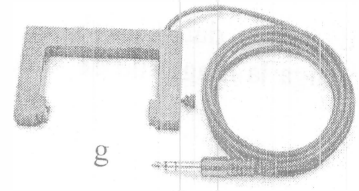
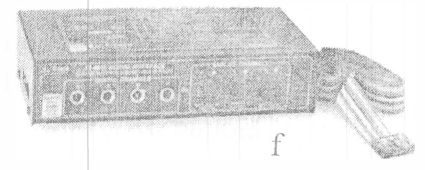
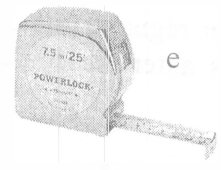
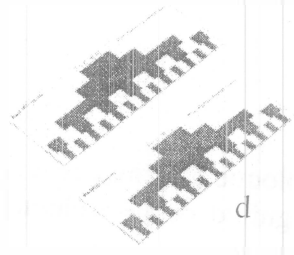
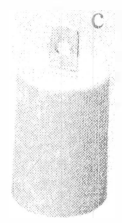
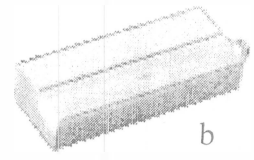
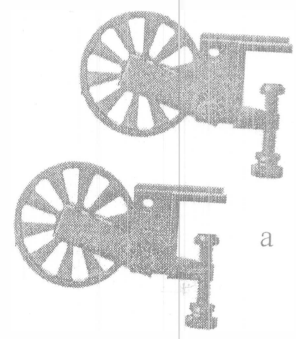
PRÁCTICA 5

OBJETIVO

1. Determinar las rapidezces de dos cuerpos conectados utilizando el principio de conservación de la energía, y comparándolas con mediciones experimentales.

EQUIPO A UTILIZAR

- a) Dos poleas con accesorios
- b) Bloque de madera
- c) Masa de 50 gr
- d) Placa de Acrílico (semigraduada)
- e) Flexómetro
- f) Interfase "Science Workshop"
- g) Sensor óptico
- h) Computadora



PARTE I

- I.1 Verifique, que todo el equipo esté conectado adecuadamente. El sensor óptico debe estar conectado al canal 1.
- I.2 Construya el arreglo que muestra la figura 1, colocando como bloque A una masa de 50 gr, y como bloque B, el bloque de madera con la placa de acrílico. Se pretende que el bloque B sea el que descienda.

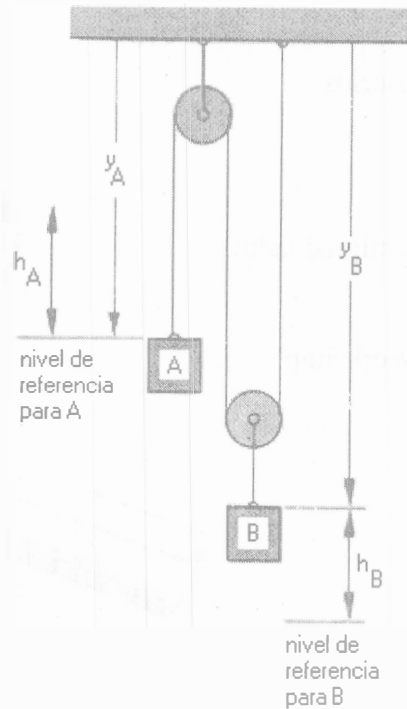


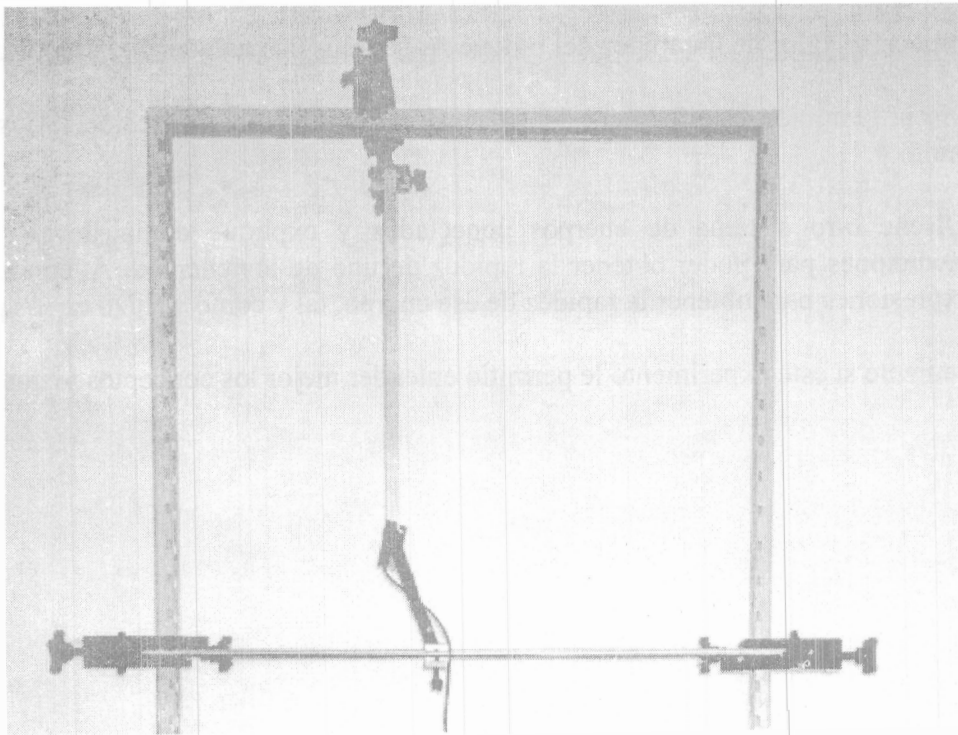
Figura 1

- I.3 Ajuste el sensor para poder registrar los datos al caer el bloque B. Los pasos a seguir son como en las prácticas anteriores para obtener la magnitud de la aceleración del bloque B.
- I.4 Teniendo el sistema en reposo, fije el nivel de referencia para cada bloque, así como la distancia "h" que recorrerá cada bloque.
- I.5 Suelte el sistema y cuando tenga confiabilidad en los datos, grabe la información. Realice la gráfica correspondiente en Excel y obtenga la magnitud de la aceleración del bloque B.

CUESTIONARIO

1. Utilizando el principio de conservación de la energía, obtenga la expresión para la rapidez del bloque B, acorde con las condiciones iniciales de movimiento del sistema.
2. Obtenga también la expresión para la rapidez del bloque B, cuando se considera aceleración constante, un desplazamiento "h", y rapidez inicial nula.
3. Obtenga el valor de la rapidez del bloque B para ambas expresiones, para la distancia recorrida.
4. Compare dichos valores y haga los comentarios correspondientes a la diferencia obtenida entre ellos.
5. Reporte el valor de la rapidez del bloque A, para los dos valores de la rapidez de B.
6. Discuta también la diferencia de esos valores y relacione sus comentarios con los del punto 4.
7. Diseñe otro sistema de cuerpos conectados y explique como llevaría a cabo las mediciones para poder obtener la rapidez de uno de los cuerpos. Además, obtenga las expresiones para obtener la rapidez de ese cuerpo, tal y como se hizo en los puntos 1 y 2.
8. Comente si este experimento le permitió entender mejor los conceptos vistos en teoría.

MOMENTO DE INERCIA DE UN CUERPO RÍGIDO



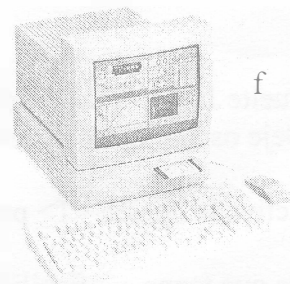
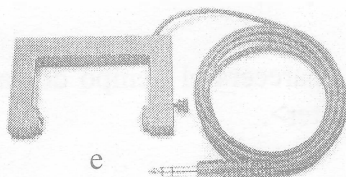
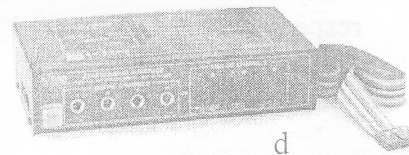
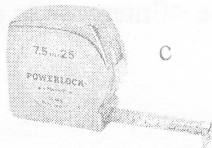
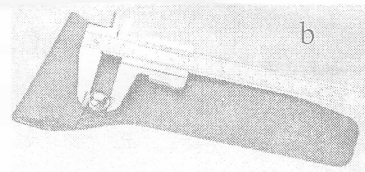
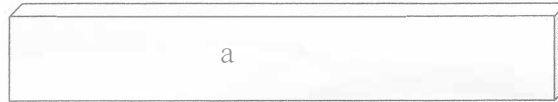
PRÁCTICA 6

OBJETIVO

1. Calcular el momento de inercia de una barra de metal, utilizando dos métodos diferentes.

EQUIPO A UTILIZAR

- a) Barra de metal
- b) Vernier
- c) Flexómetro
- d) Interfase "Science Workshop"
- e) Sensor óptico
- f) Computadora



PARTE I

- I.1 Verifique, que todo el equipo esté conectado adecuadamente. El sensor óptico debe estar conectado al canal 1.
- I.2 Construya el arreglo que muestra la figura 1, y nivele el sensor óptico de tal manera que la barra de aluminio pase por la línea de acción del sensor.



Figura 1

- I.3 Para medir el periodo de oscilación de la barra, active el software "Precision Timer" y del Menú Inicial seleccione la opción <T>, y posteriormente active la opción <P>.
- I.4 Desplace la barra fuera de su posición de equilibrio, de tal manera que tenga con respecto a ésta (ver figura 2), un ángulo pequeño y pulse <Enter> en la opción <N>.

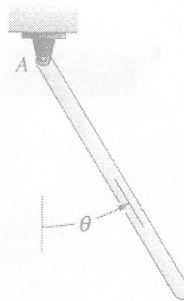


Figura 2

- I.5 Suelte la barra desde el reposo; en la pantalla aparecerá el tiempo de cada oscilación. Deje oscilar cinco veces y entonces presione <Enter>.
- I.6 Active la opción <T> para ver los datos registrados, y repita el proceso nuevamente.
- I.7 Ya que tenga confiabilidad en el registro, anote el periodo promedio de oscilación T .

$T =$ _____

I.8 Salga del paquete y apague el equipo.

I.9 Mida la masa y las dimensiones de la barra. (ver figura 3)

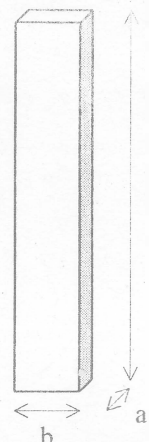
a = _____

c = _____

b = _____

m = _____

Figura 3



CUESTIONARIO

1. Realice el DCL de la barra sin tomar en cuenta la resistencia del aire, ni la fricción en el perno. Considere a la barra como un cuerpo homogéneo.
2. Establezca un sistema de referencia radial-transversal y obtenga las ecuaciones de movimiento. La suma de momentos con respecto al punto A (ver figura 2).
3. De la expresión anterior, determine la ecuación diferencial si se considera un ángulo de desplazamiento pequeño, es decir, $\text{sen}\theta \approx \theta$.
4. ¿Qué tipo de movimiento representa dicha ecuación?
5. Obtenga la expresión correspondiente para el periodo de oscilación de la barra en función del momento de inercia de la barra con respecto a su centro de masa I_G .
6. Despeje de la expresión anterior el momento de inercia I_G y calcule su valor con el periodo de oscilación medido en el punto I.7.

$I_G =$ _____

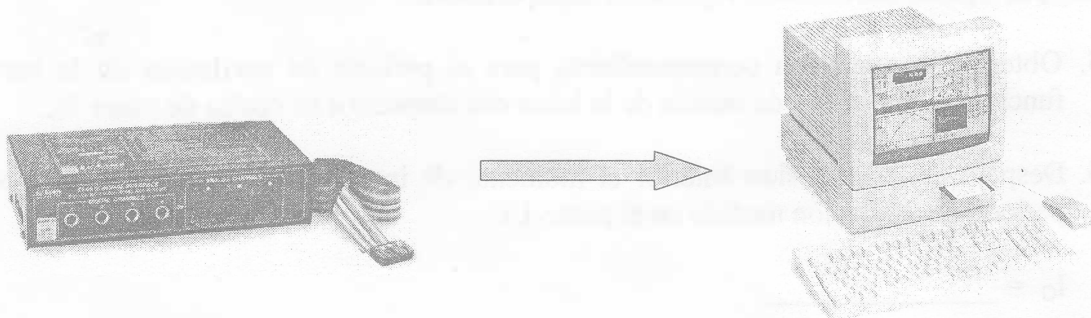
7. Con las dimensiones de la barra obtenga su momento de inercia I'_G , utilizando la expresión teórica correspondiente.

$I'_G =$ _____

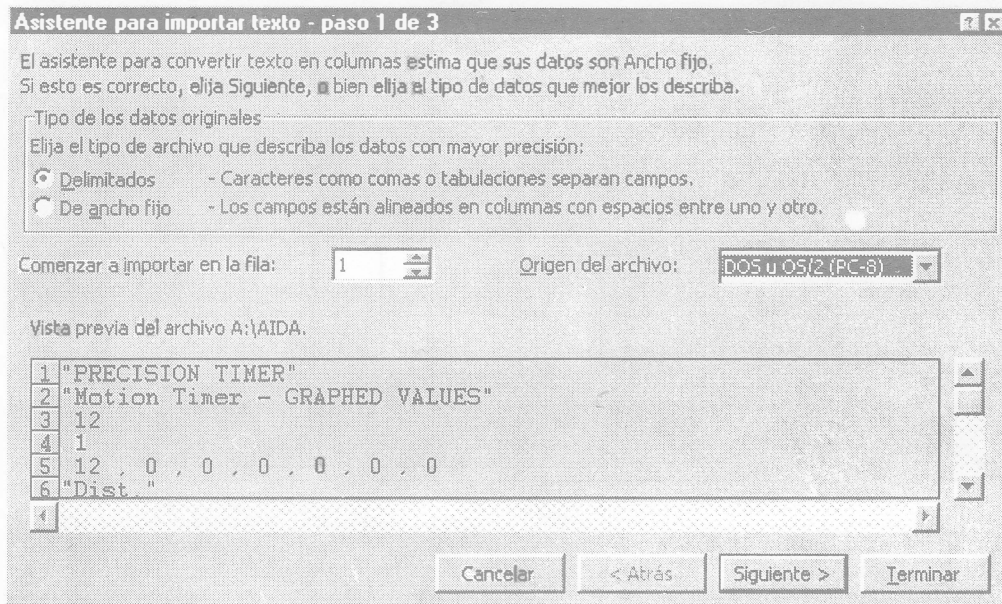
8. Compare los valores de I_G e I'_G y realice sus conclusiones.

9. ¿Diga si esta práctica le permitió reafirmar algunos conceptos teóricos vistos en clase y por qué?

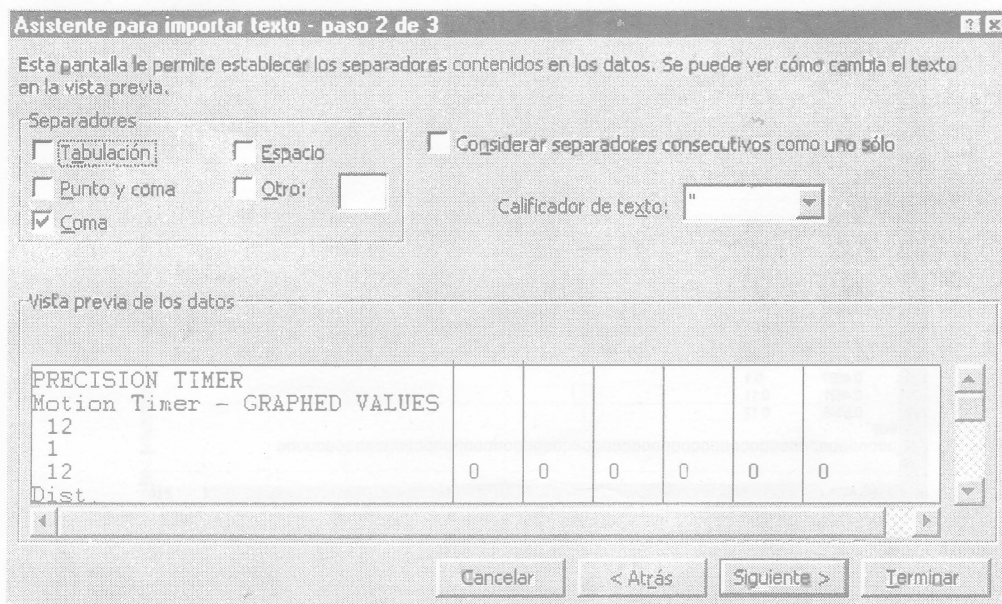
MANUAL PARA IMPORTAR Y GRAFICAR DATOS



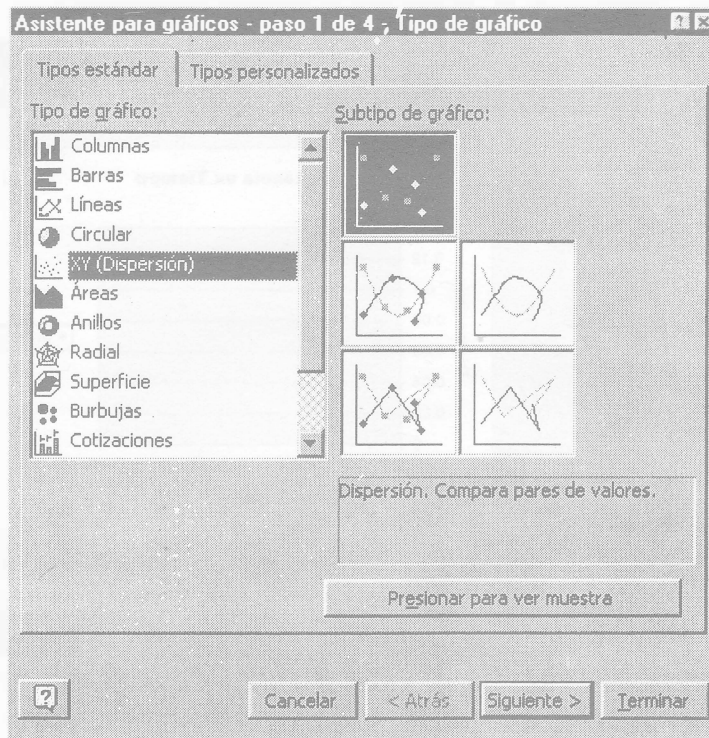
- Active Excel y en el menú **Archivo**, dar la opción **Abrir**, seleccione su archivo y presione **Aceptar**.
- Una vez que aparezca el **Asistente para Importar Texto** seleccione la opción **Delimitados** y presione **Siguiente**.



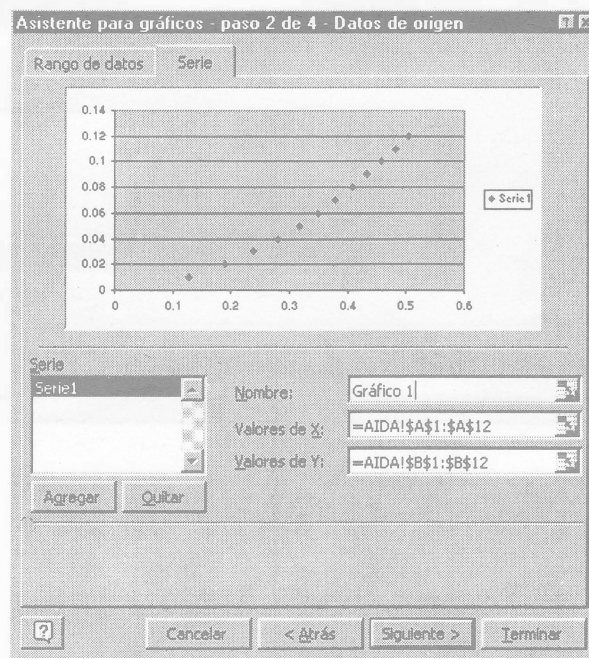
- En el **paso 2 de 3**, en la opción **Separadores** seleccione **Coma** y presione la tecla de **Siguiente**.



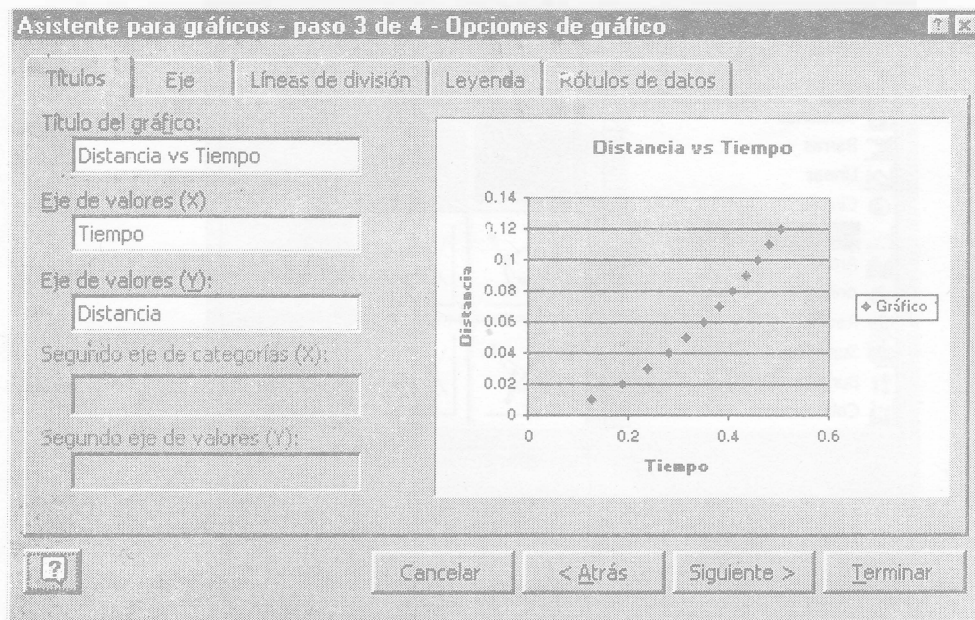
- Abra el **Asistente para Gráficos** y en la opción **Tipo de Gráfico** seleccione **XY(Dispersión)** y presione la tecla de **Siguiente**.



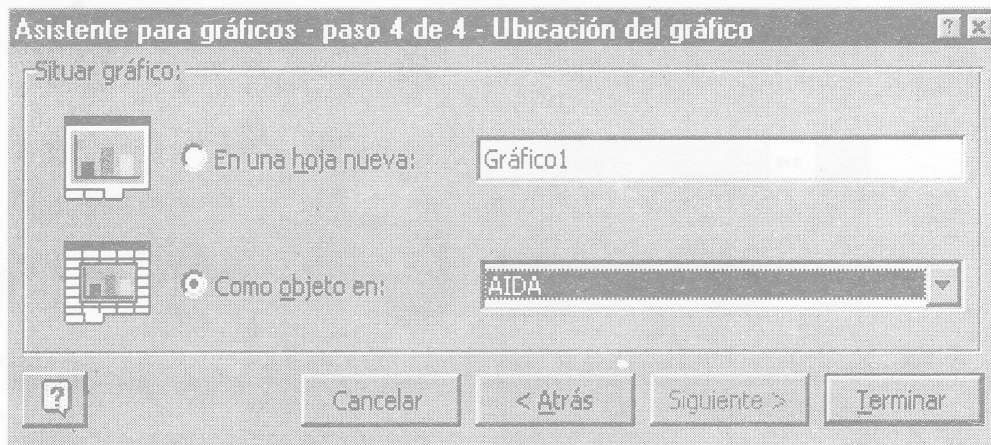
- En el **paso 2 de 4**, seleccione la opción **Serie**, escriba un nombre para su gráfico y presione la tecla de **Siguiente**.



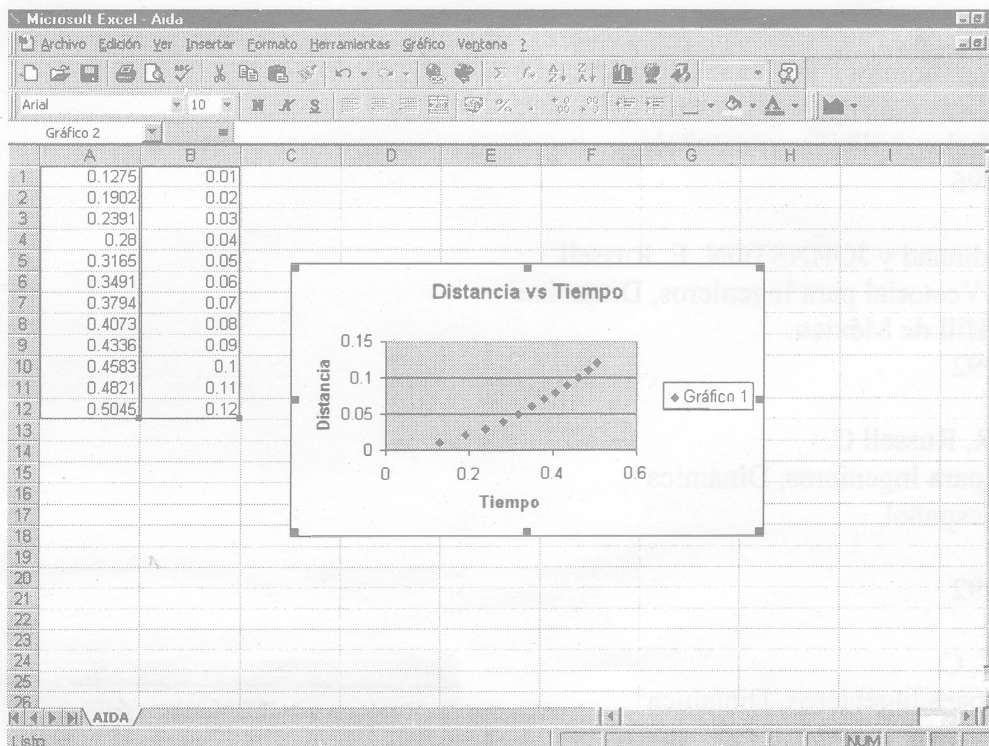
- En el **Paso 3 de 4**, escriba el título para el gráfico así como los nombres para los ejes X, Y, y presione **Siguiente**.



- En el **Paso 4 de 4**, sólo seleccione la opción **Como Objeto en** y presione **Terminar**.



- Finalmente deberán aparecer sus datos y la gráfica obtenida de los mismos.



- De un click con el mouse en alguno de los puntos de la gráfica y observe que todos son resaltados con otro color, posteriormente, de un click con el botón derecho del mouse y seleccione **Agregar línea de tendencia**.
- Seleccione el tipo de tendencia **Polinomial** grado 2, y en Opciones, elija **Presentar ecuación en el gráfico**, así como **Presentar el valor R**, y presione **Aceptar**.
- Aparecerá en pantalla la ecuación a interpretar en las prácticas correspondientes.

BIBLIOGRAFÍA

BEDFORD, Anthony y FOWLER, Wallace L.
"Dinámica, Mecánica para Ingeniería"
Addison Wesley, edición en español
México, 1996

BEER, Ferdinand y JOHNSTON, E. Russell
"Mecánica Vectorial para Ingenieros, Dinámica"
McGraw - Hill de México,
México, 1992

HIBBELER, Russell C.
"Mecánica para Ingenieros, Dinámica"
Versión en español
CECSA
México, 1992

HUANG, T. C.
"Mecánica para Ingenieros, Dinámica"
Versión en español
Representaciones y servicios de ingeniería, S. A.
México, 1984

SOLAR G. Jorge
"Cinemática y Dinámica Básicas para Ingenieros"
Trillas - Facultad de Ingeniería, UNAM, 2a. edición
México, 1998

APUNTE
59-A

2000
G.-612026

FACULTAD DE INGENIERIA UNAM.



612026

FACULTAD DE INGENIERIA

Coordinación de Bibliotecas

AREA DE DEVOLUCION

SE OBLIGA A DEVOLVER
EL LIBRO ANTES DEL VENCIMIENTO
DE PRESTAMO INDICADO POR EL SELLO

COLOCACION:

NUMERO DE ADQUISICION:

Caja 59-A G-612026

ESTE LIBRO
NO SALE
de la Biblioteca

ESTE LIBRO
NO SALE
de la Biblioteca