

52



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

MANUAL DE PRACTICAS ALTERNATIVAS PARA
LA ASIGNATURA DE FISICA EXPERIMENTAL

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
AREA ELECTRICA ELECTRONICA
P R E S E N T A
MARIA DEL CARMEN MELO DIAZ



DIRECTOR:
FRANCISCO MIGUEL PEREZ RAMIREZ

CIUDAD UNIVERSITARIA

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A ING. FRANCISCO M. PÉREZ RÁMIREZ

*A TODOS LOS QUE DE UNA U OTRA
FORMA CONTRIBUYERON EN LA
REALIZACIÓN DE ESTE PROYECTO
GRACIAS*

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN..... I- III

Contexto □ Interacción contexto ingeniería □ Relevancia de la asignatura Física Experimental □
Objetivo de la tesis □ Desarrollo de los capítulos.

CAPÍTULO I

ANÁLISIS DEL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA FÍSICA EXPERIMENTAL1 -12

El programa de asignatura □ Elementos de información general □ Elementos de información
específica □ Objetivo del curso □ Temario □ Antecedentes, objetivos y contenidos de los temas
□ Análisis.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA UTILIZADA Y JUSTIFICACIÓN DEL MANUAL..... 13 -18

Proceso de diseño □ Formulación del problema □ Análisis del problema □ Búsqueda de
soluciones posibles □ La fase de decisión □ Especificación de una solución □ Justificación para
la elaboración del manual.

CAPÍTULO III

SELECCIÓN DE TEMAS Y PRÁCTICAS A DESARROLLAR.....19-23

Metrología □ Dinámica □ Fluidos □ Termodinámica □ Electromagnetismo □ Ondas □ Óptica
geométrica □ Temas y prácticas a desarrollar.

CAPÍTULO IV

EQUIPO Y MATERIAL PROPUESTO PARA CADA PRÁCTICA. DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN..... 24-53

Equipo para la experimentación de la práctica: Calibrador vernier □ Equipo para la
experimentación de la práctica: Dinamómetro □ Equipo para la experimentación de la
práctica: Plano Inclinado □ Equipo para la experimentación de la práctica: Caída libre □
Equipo para la experimentación de la práctica: Manómetro diferencial □ Equipo para la
experimentación de la práctica: capacidad térmica específica □ Equipo para la
experimentación de la práctica: Temperatura de equilibrio □ Equipo para la experimentación
de la práctica: Ondas.

CAPÍTULO V
PRUEBAS A EQUIPOS PROPUESTOS Y RESULTADOS OBTENIDOS.....54-67

Calibrador vernier □ Dinamómetro □ Plano Inclinado □ Manómetro diferencial □ Calorímetro.

CAPÍTULO VI
MANUAL DE PRÁCTICAS.....68-132

**Carátula □ Agradecimientos □ Tabla de contenido □ Instrucciones generales de laboratorio □
Práctica 1 Calibrador Vernier □ Práctica 2 Dinamómetro □ Práctica 3 Caída libre □ Práctica 4
Plano Inclinado □ Práctica 5 Gradiente de presión □ Práctica 6 Manómetro diferencial □
Práctica 7 Capacidad térmica específica □ Práctica 8 Temperatura de equilibrio □ Práctica 9
Ondas □ Apéndice.**

CONCLUSIONES.....133

APÉNDICE.....134-137

Diseño editorial

BIBLIOGRAFÍA.....138-139

INTRODUCCIÓN

CONTEXTO

México es un país que pasa por uno de los periodos más importantes de su historia. La relación que ha adquirido con otros países exige un cambio en la educación, hablando del nivel superior, específicamente en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, se ha requerido modificar incluso planes de estudio para garantizar la competitividad de los profesionistas egresados, no solo en México sino también en EE.UU. y Canadá como lo contempla el Tratado de Libre Comercio (TLC) suscrito por estos países.

Si bien es sabido que nuestro país es potencialmente rico en recursos agrícolas, ganaderos, minerales e industriales, también se reconoce que hace falta mejorar la productividad de éstos. Los retos socioeconómicos a los que se enfrenta el país son enormes y se requiere de profesionistas preparados con convicción y entrega para afrontar dichos retos.

INTERACCIÓN CONTEXTO-INGENIERÍA

El papel de la ingeniería es uno de los más importantes a desarrollar debido al impacto que tiene en la sociedad. Los ingenieros deben ser personas honorables, inteligentes, dispuestos a solucionar problemas con un común denominador en ellos que sea su compromiso con México. Para garantizar un futuro prometedor es necesario que los profesionistas cumplan con el perfil que la misma sociedad impone.

Una sociedad como la nuestra requiere de ingenieros con formación integral. El ingeniero competente debe contar con conocimientos reales en: las ciencias básicas (Física, Química y otras), ciencias físicas aplicadas (Electricidad, Termodinámica, Mecánica de sólidos y otras), aspectos empíricos ordenados (experiencia e inventiva), además de otros en Economía, Humanidades, Sociología, Literatura, Psicología, Filosofía e Idiomas (cultura general); además de poseer destreza y capacidad en las áreas siguientes: *diseño, creatividad, criterio, simulación, experimentación, deducción de conclusiones, computación,*

optimación, búsqueda de información, comunicación, trabajo en común con otras personas, aptitudes para plantear interrogantes y una curiosidad del cómo y el por qué de las cosas; esa actitud le permitirá obtener información útil y numerosas ideas aprovechables. Su objetividad es crucial al hacer frente a prejuicios, presiones y tradiciones en el momento de evaluar y decidir. Como la mayor parte de las obras de un ingeniero afectan directamente el bienestar de mucha gente, sus diseños y trabajos deberán ser seguros y útiles. No basta con cumplir lo mencionado anteriormente, es necesario que cuente con una capacidad de superación que sea continua y le permita la actualización de conocimientos y técnicas.

La solidez de un ingeniero se basa en su manera de pensar ordenadamente y es justamente en las primeras etapas de su formación en las que aprende y desarrolla esta habilidad. Las materias de los primeros semestres no solamente tienen el objetivo de presentar al alumno que se inicia en esta carrera, sino que también es donde obtiene los conocimientos que le dan soporte y fundamento en el quehacer profesional.

RELEVANCIA DE LA ASIGNATURA FÍSICA EXPERIMENTAL

Existen materias como el caso de Física Experimental que tienen incluido per sé un laboratorio cuyos objetivos son: que el alumno aprenda a describir lo más completo posible lo que observa y llevar un registro cuantitativo, claro, preciso y completo de sus observaciones de tal suerte que pueda llegar en un momento dado a emitir juicios y conclusiones.

El contar con material didáctico como un manual de prácticas es de gran ayuda en el proceso de enseñanza-aprendizaje debido a que agiliza el entendimiento y contribuye a proceder adecuadamente en el momento de generar un informe.

OBJETIVO DE LA TESIS

El presente trabajo tiene como propósito aportar una alternativa creativa de un manual de prácticas que contemple el equipo a utilizar cuya característica particular incide en su confiabilidad, fabricación accesible, bajo costo y tecnología propia. En algunos casos sugiere diseños, en otros, rediseños, y en otros más, adecuaciones de equipo ya existente. En cuanto al manual cabe mencionar que se anexa una base teórica en cada una de las prácticas sugeridas, que hasta ahora los manuales existentes no han contemplado.

DESARROLLO DE LOS CAPÍTULOS

En el capítulo 1 de esta tesis se aborda el programa de la asignatura de Física Experimental aprobado por el Consejo Técnico de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, aprobado el 8 de Julio de 1998, en él se mencionan el objetivo principal del curso así como cada uno de los temas que contempla, sus contenidos y horas de clase destinadas para cada tema, incluye también técnicas de enseñanza, elementos de evaluación y bibliografía de apoyo; para analizarlo con relación a los temas que pueden ser llevados al laboratorio en su desarrollo práctico. Una vez terminado el análisis del programa de la asignatura, en el capítulo 2 se expone el proceso de diseño y se desarrollan cada una de sus etapas terminando con la justificación para la elaboración del manual.

En el capítulo 3 se hace una selección de temas, así como de prácticas a desarrollar en esta propuesta alternativa.

Para el desarrollo de las prácticas en el laboratorio se utilizan diversos equipos y materiales, los propuestos en esta tesis se encuentran en el capítulo 4 y son, en algunos casos prototipos construidos y sometidos a prueba en el capítulo 5 para verificar posteriormente los resultados de las mediciones.

Una vez realizado el análisis del temario, metodología y equipo probado se integra el manual de prácticas presentado en el capítulo 6. Finalmente en el último capítulo se presentan las conclusiones y resultados obtenidos durante el desarrollo de esta tesis.

CAPÍTULO I

ANÁLISIS DEL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA FÍSICA EXPERIMENTAL

ANÁLISIS DEL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

EL PROGRAMA DE ASIGNATURA

El programa de asignatura es un documento elaborado para dar a conocer, en primera instancia al profesor y al alumno, la manera de cómo se constituye el curso. Tiene información referente a la División, Departamento, clave, número de créditos, carreras, duración, horas a la semana, semestre, el objetivo general del curso y horas de clase destinadas para cubrir el contenido de los temas. Las técnicas de enseñanza para cada materia pueden diferir así como los elementos de evaluación, en un programa de asignatura son sugeridos los más adecuados; también presenta las asignaturas que son antecedentes y las consecuentes; además, recomendaciones de textos básicos y bibliografía complementaria para los temas.

A continuación se mencionan los elementos que componen al programa de la asignatura.

ELEMENTOS DE INFORMACIÓN GENERAL

Estos elementos ubican en un contexto bien definido a la asignatura y tienen aparición en orden jerárquico:

- Universidad Nacional Autónoma de México
- Facultad de Ingeniería
- División de Ciencias Básicas
- Departamento de Física General y Química
- Se indican las fechas de aprobación por las diferentes autoridades:
 - Consejo Técnico de la Facultad
 - Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las de las Ingenierías.
- Revisión del Consejo Técnico de la Facultad

ELEMENTOS DE INFORMACIÓN ESPECÍFICA

El programa de la asignatura Física Experimental indica la clave (0056), No. de créditos (07) y las carreras de ingeniería que la incluyen en su plan de estudios (I. Civil, I. Computación, I. Eléctrica-electrónica, I. Geofísica, I. Geología, I. Industrial, I. Mecánica, I. Minas y metalurgia, I. Petrotera, I. Topográfica y geodesta). La duración de este curso es 4.5 horas cada semana (con 2.0 horas destinadas a práctica y 2.5 a teoría) haciendo un total de 72 horas que se cubren en 16 semanas. Es una materia de primer semestre, de tipo obligatorio.

OBJETIVO DEL CURSO

En él se especifica lo que se espera del alumno durante y al final del curso.

OBJETIVO DEL CURSO

El alumno desarrollará su capacidad para elaborar modelos (matemáticos, gráficos o icónicos) a partir de fenómenos físicos, que le permitan estudiar dichos fenómenos y determinar su comportamiento bajo diferentes condiciones, estimulando sus actitudes de observación, investigación y creatividad.

El alumno desarrollará sus habilidades en el manejo de instrumentos de medición y de los sistemas de unidades más usuales en ingeniería.

TEMARIO

Es la sección en donde de manera general y ordenada se indican, junto con los temas del curso, las horas destinadas para abordarlos por el profesor.

TEMARIO

Núm.	Nombre	Horas
I	FÍSICA E INGENIERÍA	2.5
II	CONCEPTOS BÁSICOS DE METROLOGÍA	5.0
III	DINÁMICA	5.0
IV	FLUIDOS	5.0
V	TERMODINÁMICA	5.0
VI	ELECTROMAGNETISMO	5.0
VII	ONDAS	5.0
VIII	ÓPTICA GEOMÉTRICA	5.0
IX	SISTEMAS DE UNIDADES	2.5
		40
	Prácticas de laboratorio	32
		72

ANTECEDENTES, OBJETIVOS Y CONTENIDOS DE LOS TEMAS

En esta parte del programa de la asignatura, la que distingue y hace especial al curso que se imparte en la Facultad de Ingeniería porque en ella se indican claramente tanto el enfoque como la profundidad con que serán vistos cada uno de los temas.

I. FÍSICA E INGENIERÍA.

OBJETIVO:

El alumno incrementará su interés por el estudio de la física, a través del conocimiento de la importancia de esta ciencia en las carreras de Ingeniería.

CONTENIDO:

- I.1 Definición de física y su campo de estudio.
- I.2 Clasificación de la física: clásica y moderna.
- I.3 Concepto de Ingeniería.
- I.4 Áreas de la Ingeniería.
- I.5 Método de estudio en la física: el método científico experimental.
- I.6 Método de resolución de problemas en la Ingeniería.
- I.7 Interacción entre la física y la Ingeniería.

Este primer tema sirve como una introducción al curso en donde se definen por un lado la física como ciencia y por otro lado la Ingeniería como disciplinas y sus áreas de aplicación, encontrando la relación entre ellas y haciendo hincapié en la relevancia que tiene para el alumno de Ingeniería una metodología común para la solución de problemas.

II. CONCEPTOS BÁSICOS DE METROLOGÍA.**OBJETIVO:**

El alumno comprenderá la importancia de la medición en el estudio de la física y aplicará algunos de los procedimientos de obtención y manejo de datos experimentales.

CONTENIDO:

- II.1 La importancia de la medición en la física.
- II.2 Conceptos de dimensiones y unidades.
- II.3 Definiciones de unidad fundamental y unidad derivada.
- II.4 Dimensiones de los sistemas de unidades absolutos y gravitatorios. Distinción esencial entre estos tipos de sistemas.
- II.5 Dimensiones, unidades de base, derivadas y suplementarias del Sistema Internacional. Principio de homogeneidad dimensional. Reglas para la escritura de unidades. Prefijos utilizados en las unidades.
- II.6 Mediciones directa e indirecta.
- II.7 Conceptos de error, error sistemático y error aleatorio.
- II.8 Sensibilidad de un instrumento de medición. Obtención experimental de la precisión y de la exactitud de un instrumento de medición. Proceso de calibración.

- II.9 Manejo de datos experimentales, incertidumbre de una medición, análisis estadístico elemental de datos experimentales, ajuste gráfico de curvas y el método de pares de puntos. Método de mínimos cuadrados.

El estudio de la física exige experimentación y junto con ella el hacer mediciones. Se inicia al alumno en la experimentación haciendo uso no solamente de equipo sino también del modelado de fenómenos físicos. La manera de obtener estas mediciones y el proceso de manejo de datos pueden hacer la diferencia entre una experimentación eficiente y una deficiente.

III. DINÁMICA.

OBJETIVO:

El alumno determinará experimentalmente la aceleración de la gravedad local y analizará dinámicamente el movimiento uniformemente acelerado de un cuerpo.

CONTENIDO:

- III.1 Campo de estudio de la dinámica. Conceptos de posición, desplazamiento, velocidad media, velocidad instantánea, aceleración media y aceleración instantánea, masa, fuerza, peso, trabajo, energía potencial gravitatoria y energía cinética. Planeación del experimento.
- III.2 Registro y tabulación de las variables desplazamiento "s" y tiempo "t"; cambio de variable $z = t^2$.
- III.3 Modelo matemático que describe la relación entre el desplazamiento y el cuadrado del tiempo. Significado físico de la pendiente. Modelos matemáticos y gráficos que relacionan la velocidad y la aceleración con el tiempo.
- III.4 Prueba del modelo y su aplicación en la solución de problemas de dinámica.

En este tema se aborda el movimiento uniformemente acelerado, tratando los conceptos básicos del mismo. Haciendo posible la experimentación que permite el modelado de un fenómeno físico de dinámica y su interpretación.

IV. FLUIDOS.

OBJETIVO:

El alumno determinará experimentalmente algunas propiedades de fluidos; obtendrá y comprobará la validez de la ecuación del gradiente de presión.

CONTENIDO:

- IV.1 Campo de estudio de la mecánica de los fluidos. Cuerpo sólido y fluido ideal. Densidad, densidad relativa, volumen específico y peso específico. Medios homogéneos e isotropos. Presión. Planeación del experimento
- IV.2 Registro y tabulación de las variables profundidad "y" y "P". Gráfica de las variables "P" y "y".
- IV.3 Ecuación de una línea recta que representa los valores experimentales. Significado físico de la pendiente de la recta obtenida.
- IV.4 Ecuación del gradiente de presión. Uso del modelo en la determinación experimental de la presión atmosférica. Relación entre presión absoluta, relativa y atmosférica. Aplicación del modelo en la solución de problemas de hidrostática.

Los conceptos de hidrostática se hacen necesarios al diseñar un experimento, modelarlo, interpretarlo y aplicarlo en la obtención de propiedades de fluidos.

V. TERMODINÁMICA.**OBJETIVO:**

El alumno determinará experimentalmente la capacidad térmica específica de algunas sustancias, mediante la aplicación de la primera ley de la termodinámica para sistemas cerrados y aislados.

CONTENIDO:

- V.1 Campo de estudio de la termodinámica. Conceptos de temperatura, equilibrio térmico, energía en forma de calor, energía interna y capacidad térmica específica. Sistemas abierto, cerrado y aislado. Primera ley de la termodinámica. Concepto de potencia. Efecto Joule. Planeación del experimento.
- V.2 Registro y tabulación de las variables: calor "Q" y temperatura "T". Modelo gráfico de la relación entre "Q" y "T".
- V.3 Ecuación de una línea recta que representa los valores experimentales. Significado físico de la pendiente de la recta obtenida.
- V.4 Prueba del modelo y su aplicación en la determinación de la capacidad térmica específica de una sustancia y en la solución de problemas de calorimetría.

La Termodinámica incluye el estudio de los conceptos como: temperatura, equilibrio térmico, energía, entre otros, que son básicos para determinar experimentalmente el modelo que relaciona el calor suministrado a una sustancia con su temperatura.

VI. ELECTROMAGNETISMO.

OBJETIVO:

El alumno obtendrá experimentalmente el modelo matemático que relaciona la fuerza de origen magnético que experimenta una corriente eléctrica en un conductor que se encuentre en un campo magnético.

CONTENIDO:

- VI.1 Campo de estudio del electromagnetismo. Conceptos de carga eléctrica y sus tipos, campo eléctrico, diferencia de potencial, corriente eléctrica y campo magnético. Interacción entre campos eléctricos y magnéticos. Planeación del experimento.
- VI.2 Registro y tabulación de las variables: fuerza de origen magnético "F" y corriente eléctrica "I".
- VI.3 Ecuación de una línea recta que representa los valores experimentales. Significado físico de la pendiente de la recta obtenida. Gráfica de la relación entre "F" y el ángulo entre conductor y campo magnético.
- VI.4 Prueba del modelo y su aplicación en la solución de problemas de electromagnetismo.

El tema de electromagnetismo se centra en el fenómeno físico donde intervienen las variables, fuerza de origen magnético, corriente eléctrica y campo magnético, obteniendo el modelo matemático que lo describe.

VII. ONDAS.

OBJETIVO:

El alumno describirá y analizará el fenómeno ondulatorio estudiando experimentalmente algunas de sus variables físicas relevantes, para establecer su modelo matemático.

CONTENIDO:

- VII.1 Conceptos de onda y onda viajera. Ondas longitudinales y transversales. Onda estacionaria. Movimiento armónico simple. Ondas viajeras unidimensionales armónicas. Amplitud y longitud de onda, número de onda y frecuencia angular. La función de onda para una onda armónica, frecuencia, rapidez de propagación y modos de vibración. Planeación del experimento.
- VII.2 Registro y tabulación de las variables: longitud de onda λ y frecuencia f , cambio de variable $\tau = 1/f$.
- VII.3 Ecuación de una línea recta que representa los valores experimentales. Significado físico de la pendiente de la recta obtenida.
- VII.4 Prueba del modelo y su aplicación en la solución de problemas de movimiento ondulatorio.

El fenómeno ondulatorio es estudiado, obteniendo el modelo matemático que lo describe, pruebas y aplicación del mismo.

VIII. ÓPTICA GEOMÉTRICA.**OBJETIVO:**

El alumno obtendrá experimentalmente la ley de la reflexión y la ley de la refracción o Ley de Snell.

CONTENIDO:

- VIII.1 Campo de estudio de la óptica: óptica geométrica y óptica física. Ondas electromagnéticas. Espectro visible. Frente de onda y rayo de luz. Reflexión y refracción. Índice de refracción. Planeación del experimento.
- VIII.2 Registro y tabulación de las variables: ángulo de incidencia θ_i y ángulo de reflexión θ_r y la tabulación de las variables $\sin \theta_i$ y $\sin \theta_r$ donde θ_t es el ángulo de transmisión.
- VIII.3 Modelo matemático de la relación entre el ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión, y el modelo que relaciona el $\sin \theta_i$ y $\sin \theta_t$, significado físico de la pendiente de la recta obtenida.
- VIII.4 Prueba del modelo y su aplicación en la determinación del índice de refracción en otro dieléctrico transparente y en problemas relativos a refracción.

Se definen los conceptos a partir de los cuales se planea y realiza la experimentación para la obtención del modelo matemático que representa al fenómeno.

IX. SISTEMAS DE UNIDADES.**OBJETIVO:**

El alumno analizará las dimensiones, las unidades fundamentales y las unidades derivadas, de las cantidades físicas que se presentan con mayor frecuencia en la Ingeniería, en los sistemas de unidades más usuales en esta disciplina.

CONTENIDO:

- IX.1 Estructura del Sistema Internacional de unidades. Unidades derivadas involucradas en los fenómenos estudiados.**
- IX.2 Sistemas MKS: gravitatorio y absoluto. Unidades fundamentales y derivadas de las cantidades físicas involucradas en los fenómenos estudiados. Sistemas CGS: gravitatorio y absoluto. Unidades fundamentales y derivadas de las cantidades físicas involucradas en los fenómenos estudiados. Sistemas FPS: gravitatorio y absoluto. Unidades fundamentales y derivadas de las cantidades físicas involucradas en los fenómenos estudiados**
- IX.3 Ecuaciones dimensionales. Teorema π de Buckingham y su importancia en el análisis dimensional. Conversión de unidades y de fórmulas.**

El conocer los diferentes sistemas de unidades más usuales, permite analizar las cantidades físicas de los fenómenos estudiados, análisis dimensional y conversión de unidades.

ANÁLISIS

Del contenido de los temas del programa de la asignatura Física Experimental se puede observar claramente el cometido de ésta; no debe pensarse que se trata solo de un curso en donde se estudian diferentes fenómenos físicos, este curso está diseñado para Ingenieros, el objetivo general es claro: se centra en que el alumno desarrolle su capacidad para elaborar modelos (matemáticos, gráficos e icónicos) además de desarrollar sus habilidades en el manejo de instrumentos de medición y sistemas de unidades; como puede apreciarse la experimentación es el elemento básico de este curso.

Hay que considerar que, como consecuencia de esta época, el Ingeniero tiene el compromiso y la responsabilidad de resolver numerosos problemas y que para poder dar soluciones es necesario el cuantificar las variables involucradas en un problema. Para realizar mediciones confiables deben tenerse conocimientos sólidos en técnicas de medición, instrumentación,

técnicas de análisis de datos y del fenómeno o proceso que se está midiendo. Para que los datos sean significativos se debe acotar el grado de exactitud con que se mide, también se deben conocer las limitaciones de los instrumentos que se empleen así como los posibles errores que puedan ocurrir en la obtención de tales datos.

Durante su formación el Ingeniero debe conocer el manejo de técnicas estadísticas para poder analizar adecuadamente los datos recabados, ya que dichas técnicas hacen posible estimar los errores y las desviaciones con respecto a una medida de referencia. Lo anterior aunado al manejo de instrumentación le permiten al Ingeniero controlar de manera efectiva procesos industriales en su vida profesional.

Es indispensable que en las investigaciones y proyectos se cuente con una *metodología*, se debe saber qué es lo que se busca antes de realizar un experimento; el objetivo del experimento definirá el grado de exactitud en las mediciones, el número de éstas, los instrumentos que se emplearán así como los recursos humanos, incluso financieros, necesarios.

No es fácil encontrar los parámetros adecuados para lograr una experimentación en donde se llegue a un equilibrio entre la parte teórica que se pretende estudiar y el fin práctico al que se desea llegar, no es posible ni costeable para el Ingeniero utilizar el método de prueba y error. La tarea de planear experimentos no debe ser improvisada y menos en un curso como éste. Los alcances de cada práctica deben estar sujetos a los tiempos estipulados no sólo de la clase en el laboratorio sino en el curso en general, de modo que siempre exista la relación entre la parte teórica y la práctica.

El equipo utilizado para la realización de prácticas en el laboratorio es un tema delicado que se nombra rápidamente en el programa, definitivamente es un elemento de gran valor porque sin éste no existe la experimentación, las cualidades que debe reunir dependen del objetivo de la práctica a desarrollar y cabe mencionar que no es vital utilizar equipo moderno y complejo en el curso para garantizar que los alumnos sean capaces de realizar mediciones con la exactitud y precisión que se requiere, ni establecer que tan buena es una medición, o bien el plantear un experimento acorde a las necesidades de una

Investigación en el que los resultados sean comunicados en forma clara y concisa. Es por esto precisamente la importancia de atender con el debido respeto que merece no sólo una metodología que nos guíe durante la experimentación sino del equipo a utilizar para hacer posible el objetivo que se pretende, evitando en la medida que sea posible las distracciones y confusiones que dependan del equipo (armado, calibración y en general problemas técnicos).

Hay que destacar que el laboratorio pretende desarrollar en el estudiante la capacidad de afrontar situaciones nuevas, para resolver problemas en su vida profesional que son diferentes a los que resuelve durante su vida académica y que adquiera las habilidades necesarias para el trabajo experimental. Por lo mismo tener la capacidad para desarrollar modelos es crucial en el Ingeniero, pero ¿qué es un modelo en Ingeniería?. Una vez que se analiza el fenómeno de estudio y se está consciente de las variables significativas, se puede pasar al siguiente nivel, el llevar algo real a la abstracción y estudiarlo de manera conceptual en donde las relaciones existen solo en nuestra imaginación y se usan herramientas distintas como son las definiciones; el razonamiento y comprensión de lo estudiado. Una construcción hipotética e imaginaria de un fenómeno del mundo real es la percepción de cómo lo entendemos, a esta construcción se le denomina modelo de la situación y el uso de modelos es casi universal en nuestro pensamiento porque son los que proporcionan un marco de referencia para el razonamiento y la comunicación.

Los modelos son de muchos tipos diferentes, pero tienen una característica en común: son conceptos inventados. Se construyen con la intención de que correspondan tan exactamente como sea posible con el mundo real. Un modelo resulta útil en la medida en que sus propiedades correspondan con las del mundo real y sea verificable.

Resumiendo, una vez analizado el programa se puede concluir que los alcances de este curso se fundamentan en la experimentación acentuando la parte de modelado y el uso de la instrumentación, así como los principios del método científico experimental, elementos que deberán considerarse en todo momento durante la elaboración de esta tesis.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA UTILIZADA Y JUSTIFICACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DEL MANUAL

METODOLOGÍA UTILIZADA Y JUSTIFICACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DEL MANUAL

PROCESO DE DISEÑO

Si nos enfocamos en el objetivo del curso de la asignatura Física Experimental podemos percatarnos de la importancia que tiene para los futuros ingenieros el saber abordar problemas; por lo tanto, debemos conocer una metodología común que nos permita resolverlos, pero ¿cuál es el procedimiento general más adecuado para resolver un problema en ingeniería? Al procedimiento para resolver problemas en ingeniería también se le llama proceso de diseño, y cuenta con cinco pasos bien definidos a seguir:

- Formulación del problema
- Análisis del problema
- Búsqueda de soluciones
- Decisión
- Especificación

El proceso de diseño abarca actividades y eventos que transcurren entre el reconocimiento de un problema y la especificación de una solución del mismo que sea funcional, económica y satisfactoria. El diseño es el proceso general mediante el cual el ingeniero aplica sus conocimientos, aptitudes y puntos de vista a la creación de dispositivos, estructuras y procesos. Por tanto, es la actividad primordial de la práctica de la ingeniería. Cualquiera cosa que sea lo que diseñe un ingeniero requerirá el mismo proceso básico de diseño.



Fig. II.1 Proceso básico de Diseño

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Se define en forma amplia y sin detalles. Un problema puede definirse con distintos grados de amplitud, pero es precisamente esta amplitud la que sugerirá el alcance de las opciones que pueden considerarse para después depurarlas y entre esta depuración elegir la más conveniente.

ANÁLISIS DEL PROBLEMA

En esta etapa se define con todo detalle. El análisis del problema comprende mucho trabajo de reunión y procesamiento de información. El resultado es una definición del problema en detalle que deberá ayudarnos en el momento de buscar soluciones. Existen restricciones que son características de la solución, éstas pueden ser de tipo legal, de especificación, de dimensiones, económicas y otras dependiendo del tipo de proyecto; sin embargo, no se deben aceptar automáticamente todas las restricciones dadas, en ocasiones una provechosa innovación debe su existencia a un ingeniero que no aceptó a ciegas como sólida e irrevocable cada restricción. Existen también restricciones ficticias que pueden limitar las soluciones, estas restricciones (imaginarias auto impuestas) al ser eliminadas suelen hacer que el problema admita soluciones más ventajosas. A las formas que pueden definir las soluciones de un problema se les llama variables de solución. La solución final de un problema consiste en un valor especificado para cada una de tales variables: un cierto tamaño, una determinada forma, etc. El objeto no es conocer todas las formas de restricción, sino darse cuenta de las formas en que no hay restricción alguna y posteriormente aprovechar esta libertad en la búsqueda de soluciones.

Durante el análisis del problema también deben identificarse los criterios que se utilizarán para seleccionar el mejor diseño.

BÚSQUEDA DE SOLUCIONES POSIBLES

La vasta acumulación del conocimiento humano proporciona soluciones ya hechas para algunas partes de la mayoría de los problemas. El buscar tales soluciones es un proceso relativamente directo, que consiste en explorar nuestra memoria, consultar libros, informes técnicos, y aplicar prácticas existentes. Pero

hay una segunda gran fuente de soluciones: las propias ideas, que son producto del proceso mental llamado invención. Hay que confiar en el ingenio propio para resolver los diversos aspectos de los problemas que no son cubiertos por el saber técnico y científico existente, pero como las ideas generalmente no se presentan de inmediato cuando uno las desea, habrá que dedicar específica atención a mejorar la capacidad inventiva de cada uno.

Un buen método en la búsqueda de soluciones es concentrarse en las variables de solución, considerando una de cada vez y tratando de crear muchas posibilidades para cada una.

LA FASE DE DECISIÓN

Inicialmente, las soluciones se expresan sólo en términos generales. Después de auto eliminarse las soluciones poco factibles por procedimientos de evaluación burdos pero rápidos, se añaden más detalles a las posibilidades restantes, que serán también vueltas a evaluar pero ahora con métodos más refinados. Este proceso de depuración en varias etapas continuará hasta que surja la solución preferible. A medida que se avanza, se evalúan diferentes combinaciones de soluciones parciales para determinar la óptima.

Para decidir respecto a la solución se deben tomar en cuenta los requerimientos y criterios además de pronosticar ciertos comportamientos y funcionamientos, se debe comparar con respeto otras alternativas y verificar efectivamente que la solución por la que nos hemos decidido cumple en mejor medida lo propuesto en el proyecto o problema.

ESPECIFICACIÓN DE UNA SOLUCIÓN

El describir con los detalles necesarios suficientes los atributos físicos y las características de funcionamiento de la solución propuesta para que pueda ser llevada a la realidad o a la comprobación es la parte final en el proceso de diseño y en ella se garantiza por escrito y con ayuda de planos o bocetos, maquetas o modelos, la viabilidad técnica y económica de la solución del problema.

JUSTIFICACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DEL MANUAL

El trabajo de un ingeniero rara vez termina al especificar una solución; su responsabilidad se extiende de la aceptación de su diseño, la vigilancia de su instalación o construcción y su uso inicial, la observación y evaluación del mismo durante su funcionamiento y la decisión de cuando sea aconsejable un nuevo diseño.

El ingeniero debe buscar la *calidad* en todas sus actividades y, con objetividad, buscar la solución más adecuada sin importar que parezca demasiado sencilla, pues cuando una solución propuesta ha alcanzado el estado de *excepcionalmente sencilla*, puede considerarse, en general, que se ha hecho un buen trabajo.

Esta metodología ayuda y conduce en un proyecto de ingeniería y en la solución de problemas en general, el contenido de este proceso de diseño se desarrolla durante la creación del manual de prácticas así como de los diferentes equipos didácticos propuestos.

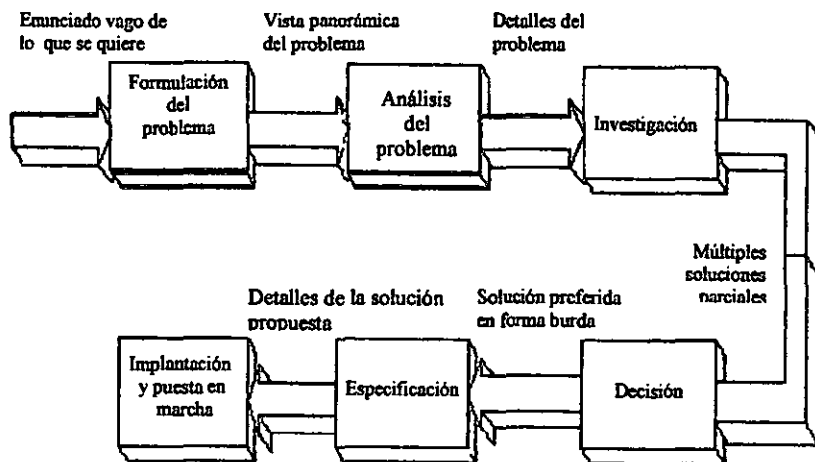


Fig. II.2 Proceso de diseño

Contar con un material didáctico como un manual de prácticas es de gran ayuda en el proceso de enseñanza-aprendizaje, debido a que agiliza el entendimiento y contribuye a proceder adecuadamente en el momento de generar un informe. La elaboración de un manual de prácticas de Física Experimental obedece a la necesidad de disponer de un instrumento didáctico alternativo para la obtención del mejor desempeño del alumno sin perder de vista el temario y la importancia que tiene el modelado de fenómenos físicos en esta asignatura. El propósito es diseñar, rediseñar y/o adecuar el equipo, que sea confiable, de fácil fabricación, bajo costo y tecnología propia, anexando una base teórica, que no se ha contemplado en los manuales existentes.

Para la elaboración del manual de prácticas se hizo uso del diseño editorial. El objetivo es contar con un material didáctico que tenga los elementos necesarios para brindar un apoyo no sólo especializado, sino sencillo, agradable y dinámico para quien lo use.

A continuación se dan los parámetros que se usaron en la elaboración del manual.

La tipografía seleccionada fue la Arial en mayúsculas y minúsculas en tamaños 24 para título, 18 para subtítulo y 12 para texto, se utilizaron los colores negro, blanco y gris, siendo de fácil lectura y tomando en cuenta que es un tipo de letra formal, buscando de esta manera que se perciban dichas características inconscientemente y tomando en cuenta la prueba de diferentes tipografías (ver apéndice). Y como tipografía auxiliar se tiene la Helvética en tamaño 10, para el encabezado y paginación.

Se considera el papel Bond como una buena elección para la impresión, en color blanco, siendo presentable y se encuentra en medidas estándar, considerando de igual modo el costo. En cuanto al formato, se toma el tamaño carta, utilizando una caja tipográfica estándar y considerando el empaste.

La retícula es de tres tercios, tres columnas con subdivisiones, los títulos serán colocados en la primera línea de texto a la izquierda. El texto correrá a lo

ancho de dos columnas, y en el encabezado se mencionará el tema y el experimento o práctica.

Las ilustraciones estarán estandarizadas a los anchos de las columnas y con el espacio que requieran. En la tercera columna se colocarán algunas ilustraciones, se indicará si existe una tabla, precauciones, etc. El folio o número de página se encontrará en la parte inferior derecha.

Como recurso editorial se utilizará un elemento gráfico llamado pleca (línea que puede variar en longitud, ancho y color) en la parte superior a lo largo de la retícula para crear una secuencia estética en la hoja.

CAPÍTULO III

SELECCIÓN DE TEMAS Y PRÁCTICAS A DESARROLLAR

SELECCIÓN DE TEMAS Y PRÁCTICAS A DESARROLLAR

Es importante mencionar que el propósito de selección de temas es sólo para plantear las prácticas a desarrollar, sin intención ni pretensión de modificar el programa de la asignatura sino basarse en él, retomando y modificando las prácticas existentes, dando opciones de diseño, rediseño y adecuación, observando los objetivos correspondientes a cada tema.

Es esencial para poder efectuar una selección el conocer los temas y su contenido, por lo que se hace necesario el mencionar las prácticas que actualmente se realizan y los temas a los que pertenecen, así como sus alcances.

Los temas en los que se considera la realización de prácticas dentro del programa de la asignatura son: Metrología, Dinámica, Fluidos, Termodinámica, Electromagnetismo, Ondas y Óptica Geométrica.

METROLOGÍA

Para el tema de Metrología se realizan dos prácticas: Metrología I.- Caracterización de una balanza y Metrología II.- Caracterización de un voltímetro de carátula. En ambas prácticas el objetivo es la caracterización de un instrumento de medición; es decir, determinar sus características estáticas y dinámicas.

En el caso de la práctica Caracterización de una balanza, el material y equipo a utilizar es: una balanza de triple brazo y un juego de diferentes masas patrón. Al experimentar obtenemos un valor leído y un valor patrón como variables. Para la práctica Caracterización de un voltímetro se cuenta con una fuente de poder, un voltímetro de carátula analógica y cables de conexión.

La realización de estas prácticas permite al alumno uno de sus primeros contactos con la medición, instrumentación y conceptos básicos de metrología, familiarizándose con el manejo de datos experimentales.

La propuesta que se hace para este primer tema es la caracterización de un instrumento que es usado por el ingeniero y que su manejo resulta confuso y en

algunos casos se desconoce; por eso se elige el calibrador vernier para ser caracterizado. Se propone una segunda opción para este tema, la caracterización de un dinamómetro.

Ambos instrumentos de medición cumplen con la cualidad de ser útiles en el trabajo profesional del ingeniero teniendo una aplicación en diferentes áreas, principalmente el área mecánica.

DINÁMICA

Para el tema de Dinámica se cuenta con dos prácticas que son representativas del fenómeno en cuanto a modelado y aplicación, por esto la propuesta que se maneja es la de retomar, rediseñar y adecuar el equipo actual donde se manifiestan algunas dificultades técnicas.

La práctica 3 Modelado del fenómeno de caída libre tiene como objetivo el modelar describiendo la relación entre el desplazamiento "s" y el cuadrado del tiempo "t" para obtener el valor de la aceleración de la gravedad local. El equipo que se utiliza es: una varilla, base universal, placa de contacto, balín, tornillos de sujeción, electroimán, llave morse, fuente de poder, cronómetro analógico, flexómetro y cables de conexión.

Para la práctica 4 Plano inclinado, donde el objetivo es aplicar el modelo del fenómeno de caída de los cuerpos sobre un plano inclinado, tenemos como equipo y material: un riel de aluminio, varilla, base universal, tornillo de sujeción, cronómetro digital, dos interruptores magnéticos, carrete con imán, flexómetro y cables de conexión.

La propuesta para este tema es la implementación de un equipo que sirva para ambas prácticas, que sea versátil y que los sensores no sean ni magnéticos ni mecánicos, que puedan utilizarse diferentes tipos de móviles para verificar el fenómeno, que sea posible variar el ángulo de inclinación y reconocer su magnitud rápidamente, además que la resolución del cronómetro sea la adecuada para las distancias que se manejarán en esta propuesta.

FLUIDOS

En el tema de fluidos se tienen dos prácticas, una de modelado y otra de aplicación del modelo obtenido. En la práctica 5 Modelado del gradiente de presión, cuyo objetivo es obtener la relación entre las variables profundidad "y" y presión "P", el equipo utilizado es un recipiente graduado, una jeringa y un manómetro diferencial con campana de Inmersión. La aplicación del modelo se trata en la práctica 6, Experimento de Torricelli donde el objetivo es la obtención del valor de la presión atmosférica local, el equipo y material utilizado consta de una cápsula de porcelana, una jeringa, un tubo de vidrio (de longitud 70 [cm] y diámetro 0.4 [cm]) sellado en un extremo, un flexómetro y 600 [g] de mercurio.

Para este tema las propuestas consisten en:

1. Realizar el modelado similarmente como hasta hoy se hace, pero mejorando el diseño del manómetro diferencial, de tal manera que se pueden reducir los errores sistemáticos existentes (mala calibración, error de paralaje, etc.).
2. Utilizar un manómetro analógico y un tubo de vidrio en U.

TERMODINÁMICA

El tema de termodinámica cuenta con dos prácticas. En la práctica 7, Capacidad térmica específica se modela la relación del calor "Q" y la temperatura "T", utiliza el siguiente equipo y material: una balanza de triple brazo, dos vasos de precipitados, un termómetro, un calorímetro y su tapa del calorímetro con resistores de Inmersión y un agitador, una fuente de poder, un cronómetro digital, una jeringa y dos cables de conexión.

En este caso la propuesta es diseñar un equipo que utilice energía mecánica para obtener energía en forma de calor. Es una alternativa diferente a la existente, sin perder de vista el objetivo del tema.

La práctica 8, equilibrio térmico es una de aplicación del modelo obtenido a partir de las variables calor "Q" y temperatura "T"; se tiene el siguiente equipo: una balanza de triple brazo, dos vasos de precipitados, un termómetro, un calorímetro con tapa y un agitador, una parilla eléctrica, un agitador magnético, una jeringa, granalla o trocitos de material metálico como sustancia desconocida.

La propuesta para esta práctica es diseñar un o calorímetro que sea resistente y que permita su uso en diferentes experimentos.

ELECTROMAGNETISMO

Para el tema de electromagnetismo se tienen dos prácticas, ambas de modelado. La práctica 9, Modelado de la fuerza de origen magnético que experimenta una corriente eléctrica en un conductor que se encuentre en un campo magnético, utiliza el equipo y material siguiente: balanza de 310 [g], una fuente de poder, dos cables de conexión, un circuito impreso, un imán permanente, un soporte de circuito, una varilla, una base universal y un calibrador vernier.

La práctica 10, Modelado de la fuerza de origen magnético en relación con el ángulo que se forma entre el conductor y el campo magnético, requiere el siguiente equipo: balanza de 310[g], una fuente de poder, dos cables de conexión, una bobina con goniómetro, un imán permanente, un soporte de circuito, una varilla, una base universal y un calibrador vernier.

Para este tema no se da una propuesta alternativa debido a que las prácticas actuales cumplen con objetivo de manera óptima y de igual modo el equipo es difícil de sustituir y mejorar.

ONDAS

En el tema de ondas se tiene sólo una práctica, cuyo objetivo es obtener la relación entre la longitud de onda " λ " y la frecuencia " f ", donde el equipo a utilizar es: un generador de funciones, dos cables de conexión, un impulsor de ondas, una cuerda elástica, un juego de masas, una balanza de tripe brazo, 2 varillas de 1 [m], una varilla de 1.5[m] y una varilla de 0.2[m], 2 bases universales, un flexómetro y 3 tornillos de sujeción.

La propuesta en este tema es adecuar el equipo existente y utilizar en lugar de la cuerda elástica un resorte como medio de propagación de las ondas.

ÓPTICA GEOMÉTRICA

Para el tema de óptica geométrica se manejan 2 prácticas, ambas de modelado. La práctica 11 Reflexión, donde el objetivo es obtener la relación entre

el ángulo de incidencia " θ_i " y el ángulo de reflexión " θ_r ". El equipo a usar es: un banco óptico, un goniómetro, un portacomponentes especial, un espejo de superficie plana, una pantalla milimétrica y una fuente de luz (láser).

La práctica 12, Refracción, tiene el objetivo de obtener la Ley de Snell a partir de la relación entre $\sin \theta_i$ y el $\sin \theta_t$, donde θ_t es el ángulo de transmisión.

Para este tema la propuesta es que se adecuen los bancos ópticos, de tal manera que permita fijar un rayo láser tipo pluma.

TEMAS Y PRÁCTICAS A DESARROLLAR

Los temas seleccionados para proponer prácticas alternativas son: Metrología, Dinámica, Fluidos, Termodinámica y Ondas. A continuación se enumeran las prácticas a desarrollar en este trabajo:

1. Calibrador vernier
2. Dinamómetro
3. Caída libre
4. Plano inclinado
5. Gradiente de presión
6. Manómetro diferencial
7. Primera Ley de la termodinámica
8. Capacidad térmica específica
9. Ondas

CAPÍTULO IV

**EQUIPO Y MATERIAL
PROPUESTOS PARA CADA
PRÁCTICA. DISEÑO Y/O
CONSTRUCCIÓN**

EQUIPO Y MATERIAL PROPUESTOS PARA CADA PRÁCTICA. DISEÑO Y/O CONSTRUCCIÓN

EQUIPO DIDÁCTICO PARA LA PRÁCTICA : CALIBRADOR VERNIER

Objetivo

Utilizando un calibrador vernier como instrumento a caracterizar se diseñarán piezas para medir longitud y diámetro.

Antecedentes

El calibrador estándar es el instrumento que se pretende caracterizar en la práctica de metrología, para esto es necesario comparar sus mediciones contra valores patrón, en este caso se ha pensado en diseñar un par de piezas que permitan hacer

Consideraciones para el diseño.

Dimensiones. Que se puedan medir al menos 10 longitudes diferentes, que tengan la misma proporción entre cada medición, que puedan medirse con el calibrador vernier propuesto.

Forma. Que sea agradable en sus formas procurando usar elementos geométricos..

Acabados. Que sean de calidad y fácil limpieza.

Materiales. Resistentes y de fácil adquisición.

Fabricación. Fácil fabricación y que pueda ser reproducido en los talleres de la Facultad de Ingeniería.

REQUERIMIENTOS	PARÁMETROS	CRITERIOS
Las dimensiones deberán ser adecuadas	0 a 15 cm	
Su fabricación debe ser práctica		<ul style="list-style-type: none"> ▪ maquinado ▪ inyección ▪ moldeo
Materiales accesibles		<ul style="list-style-type: none"> ▪ acrílicos ▪ metal ▪ plásticos
Acabados de calidad		<ul style="list-style-type: none"> ▪ pulido ▪ pintado ▪ anodizado ▪ cromado
Materiales durables y resistentes		<ul style="list-style-type: none"> ▪ aluminio ▪ acero ▪ plásticos

Tabla IV.1 Requerimientos, parámetros y criterios de diseño de piezas para uso del calibrador vernier.

Para las alternativas de diseño se tomó en cuenta la parte formal y el proceso de fabricación, considerando las dimensiones requeridas.

OPCIONES DE DISEÑO

- Piezas para aprender el uso del
calibrador vernier. =

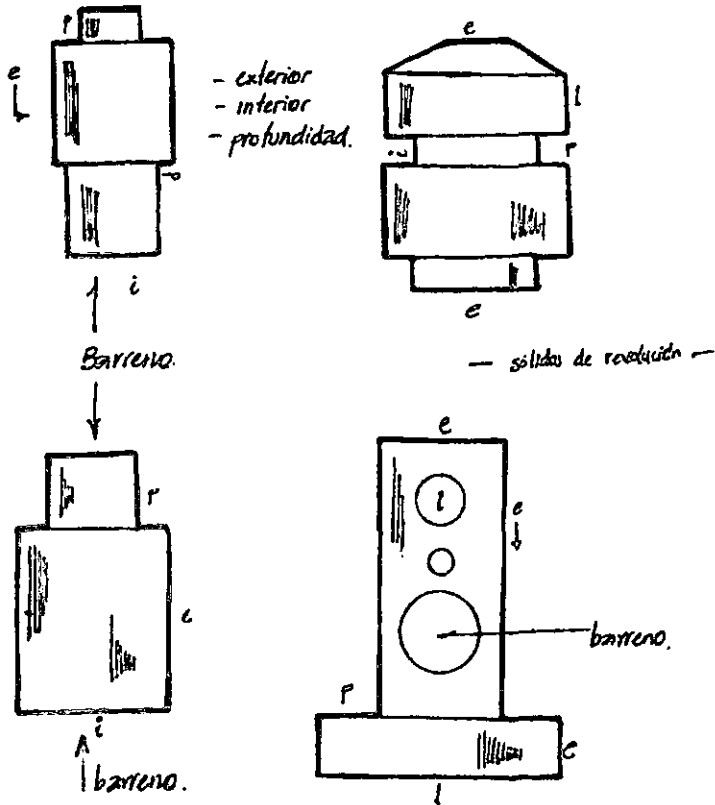
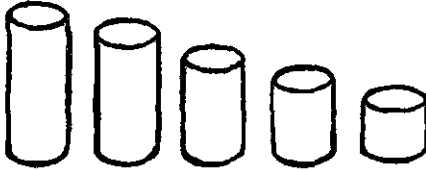


Fig. IV.1 Piezas para la práctica calibrador vernier.

□ *Metrología* □

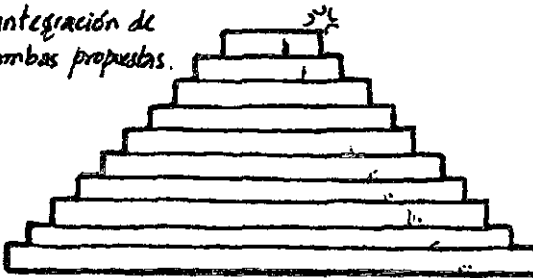
① cilindros de dif. longitudes.



② cilindros dif. diámetro.



③ integración de ambas propuestas.



estado de revolución

con este diseño se pueden medir diámetros y longitudes.

Los "escalones" deben ser constantes

Fig. IV.2 Piezas para la práctica calibrador vernier.

EQUIPO DE EXPERIMENTACIÓN PARA LA PRÁCTICA: DINAMÓMETRO.

Objetivo

Diseñar un dinamómetro, para la práctica de metrología, que permita realizar mediciones y ser caracterizado.

Antecedentes

El dinamómetro es un instrumento de medición que se utiliza para medir fuerzas y su principio de funcionamiento está basado en la ley de Hooke.

Consideraciones para el diseño.

Materiales. Resistentes y de fácil adquisición.

Sujeción. Que pueda sujetarse en su extremo superior y en su parte inferior se pueda colocar la masa cuyo peso se va a medir .

Calibración. Que pueda calibrarse rápidamente.

Acabados. Que sean de calidad y fácil limpieza.

Fabricación. Fácil fabricación.

Mantenimiento. Que se puedan cambiar piezas sin sacrificar todo el equipo.

REQUERIMIENTOS	PARÁMETROS	CRITERIOS
Materiales de fácil adquisición		<ul style="list-style-type: none"> ▪ materiales existentes en el laboratorio ▪ venta de menudeo
Acabados estéticos		<ul style="list-style-type: none"> ▪ pulido ▪ anodizado ▪ cromado
Que pueda ser sujetado en su parte superior		<ul style="list-style-type: none"> ▪ tornillo ▪ gancho ▪ cordón con gasa ▪ argolla
Que se pueda calibrar	$\pm 5 \text{ N}$	<ul style="list-style-type: none"> ▪ mecanismo de émbolo, rosca, desplazamiento
Que sujete masas patrón	0 a 10 masas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ gancho ▪ cordón con gasa ▪ argolla
Reproducible	12 unidades	
De mantenimiento sencillo		<ul style="list-style-type: none"> ▪ desarmable ▪ modular ▪ estándar

Tabla IV.2 Requerimientos, parámetros y criterios de diseño del dinamómetro.

OPCIONES DE DISEÑO

⇒ *Dinamómetro* ⇒

sujeción.

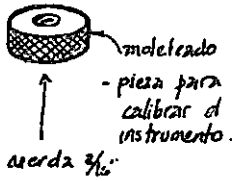
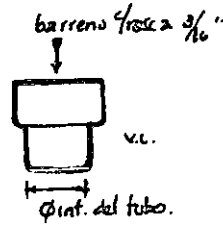
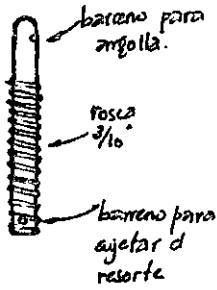
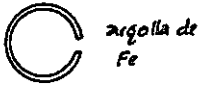


Fig. IV.3 Componentes del dinamómetro.

◻ Dinamómetro ◻

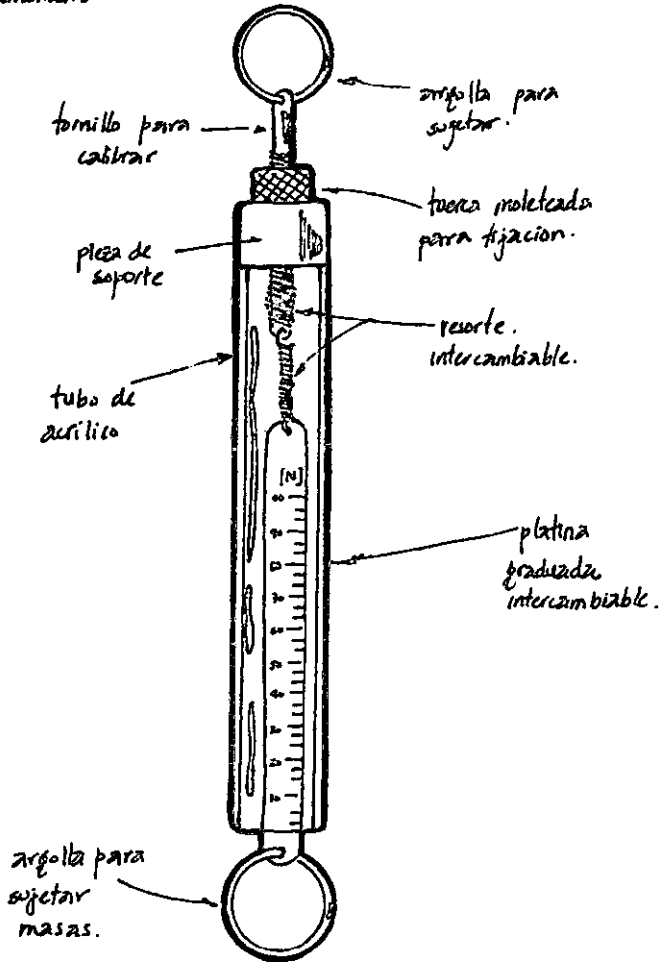


Fig. IV.4 Dinamómetro.

EQUIPO DE EXPERIMENTACIÓN PARA LA PRÁCTICA: PLANO INCLINADO.**Objetivo**

Diseñar un equipo didáctico para estudiar el movimiento de una masa al descender sobre un plano inclinado; este equipo será utilizado en el Laboratorio de Física Experimental y se partirá de una referencia existente. El equipo a diseñar deberá servir para actualizar la enseñanza de la materia y también ser de alta exactitud, además de versátil.

Antecedentes

Uno de los fenómenos físicos que se contemplan en el temario de la asignatura Física Experimental es el movimiento sobre un plano inclinado; el laboratorio cuenta con un equipo para demostrar dicho fenómeno, sin embargo se pretende actualizar el diseño (realizado en la Institución) para alcanzar mejor resolución en la medición.

Análisis de los elementos constitutivos y funcionamiento.

El equipo actual está conformado por un riel de aluminio sujetado por una varilla a un soporte universal en fundición de hierro, los dispositivos para lectura son: interruptores magnéticos que accionan un cronómetro al paso de un carrete acondicionado con un imán en su eje.

Las desventajas detectadas en el equipo actual son:

- Apariencia en color que se pretende mejorar.
- Dificultad en la maniobra de sujeción de los interruptores magnéticos y fragilidad de los mismos.
- El ángulo de inclinación debe determinarse analíticamente (Incremento en el tiempo de armado).

De acuerdo con el trabajo experimental en el laboratorio referido, se pretende alcanzar una mayor exactitud y menor resolución del instrumento en las mediciones, utilizando un cronómetro que registre lecturas de 0.001 [s], mejorando así lo que actualmente se logra con los cronómetros usados, y que son del orden de 0.01 [s].

Consideraciones para el diseño.

Sujeción. Utilizar elementos de sujeción adecuados y de buena calidad.

Congruencia. Utilizar colores adecuados en el equipo y armónicos con su contexto.

Precisión. Utilizar sensores confiables en el proceso de medición.

Ángulo de inclinación. Desarrollar un accesorio que permita medir el ángulo de inclinación de manera práctica y rápida.

Resolución. Disponer del instrumento capaz de registrar intervalos de tiempo menores respecto al instrumento que se usa actualmente.

Versatilidad. Usar diferentes móviles, para demostrar el fenómeno físico.

Acabados. Que tenga buenos acabados que proyecten calidad, orden y limpieza.

Materiales. Integrar propuestas creativas con materiales fuertes y de fácil acceso.

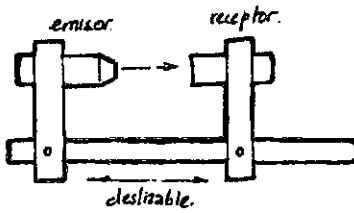
REQUERIMIENTOS	PARÁMETROS	CRITERIOS
El equipo deberá ser estable en sus componentes		<ul style="list-style-type: none"> ▪ conectores y uniones mecánicas ▪ adhesivos
Los colores del equipo deben armonizar con su contexto	Colores serios	<ul style="list-style-type: none"> ▪ blanco, negro, gris ▪ estudio del contexto
Se requiere exactitud en el equipo	0.001 [s]	<ul style="list-style-type: none"> ▪ sensores infrarrojos ▪ sensores ópticos ▪ cronómetro adecuado
Que el ángulo de interés se cuantifique rápidamente	1° hasta 45°	<ul style="list-style-type: none"> ▪ goniómetro ▪ graduación ▪ escapas
Que tenga buena resolución	0.001 [s]	<ul style="list-style-type: none"> ▪ diseño de circuitos ▪ uso de cronómetros existentes
Que tenga varias opciones para comprobar el fenómeno		<ul style="list-style-type: none"> ▪ discos de diferente masa ▪ esferas de diferente masa
Que tenga buenos acabados		<ul style="list-style-type: none"> ▪ anodizado ▪ cromado ▪ serigrafía
Que los materiales sean durables		<ul style="list-style-type: none"> ▪ aluminio ▪ acero ▪ plásticos

Tabla. IV.3 Requerimientos, parámetros y criterios de diseño del equipo y material para la práctica plano inclinado.

OPCIONES DE DISEÑO

= Plano inclinado =

Sensores.



material: aluminio
emisor: led alta eficiencia.
receptor: fotoresistor.

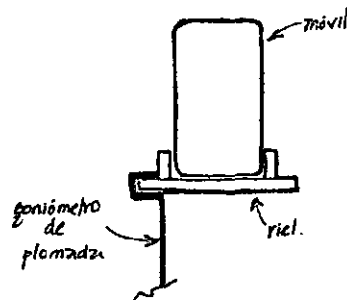
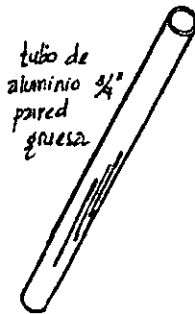
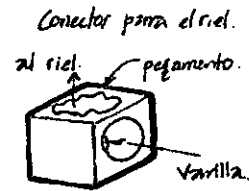
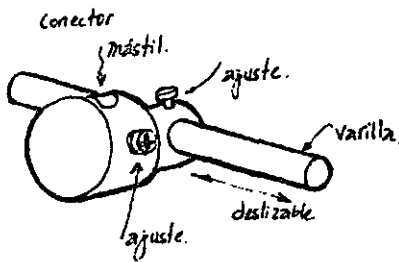


Fig. IV.5 Accesorios del plano inclinado.

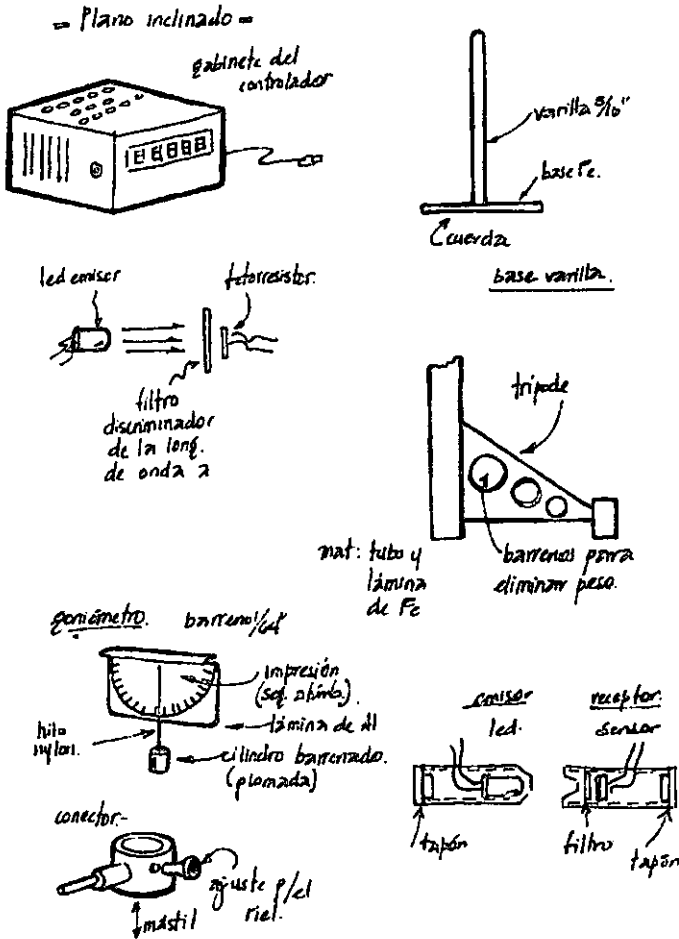
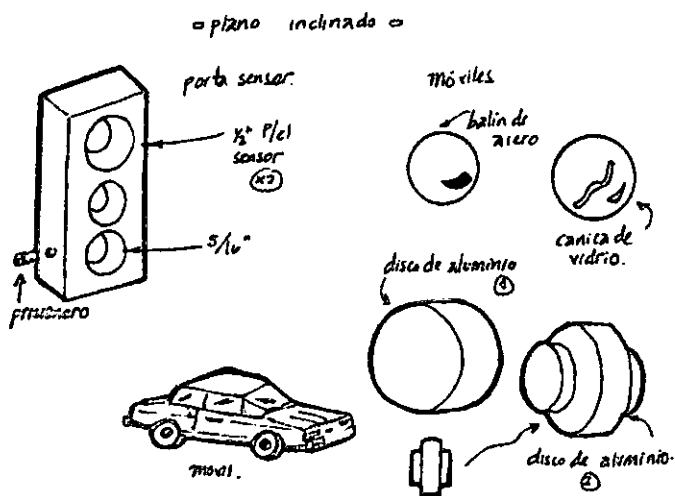


Fig. IV.6 Accesorios del plano inclinado.



Plano inclinado armado.

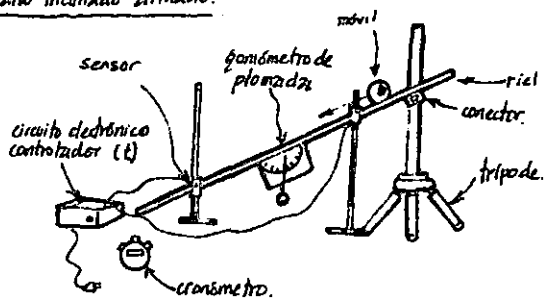


Fig. IV. 7 Accesorios para la práctica plano inclinado.

EQUIPO DE EXPERIMENTACIÓN PARA LA PRÁCTICA: CAÍDA LIBRE.

Objetivo

Diseñar una serie de accesorios para el equipo de plano inclinado ya propuesto que permita desarrollar experimentos en el tema de caída libre.

Antecedentes

El experimento de caída libre se realiza en el laboratorio con un equipo en que se utiliza un balón como móvil. Por medio de un interruptor (llave morse) y un circuito, al que está conectado un reloj analógico, se libera el balón registrando el lapso que tarda en desplazarse a diferentes distancias y se realiza el manejo de datos, generando un modelo matemático.

Consideraciones para el diseño.

Accesorios. Deberán diseñarse accesorios compatibles con el equipo diseñado previamente para el plano inclinado.

Acabados. Deberán ser adecuados para proyectar calidad.

Materiales. El uso de materiales deberá ser congruente con los utilizados en el equipo de plano inclinado.

Adecuación. Deberá tomarse en cuenta el equipo que ya existe en el laboratorio.

REQUERIMIENTOS	PARÁMETROS	CRITERIOS
Que los accesorios sean compatibles		<ul style="list-style-type: none"> ▪ procesos similares ▪ acabados similares ▪ dimensiones
Acabados adecuados		<ul style="list-style-type: none"> ▪ anodizado ▪ pintado ▪ cromado
Materiales que sean congruentes con los ya utilizados		<ul style="list-style-type: none"> ▪ aluminio ▪ acrílico ▪ plásticos ▪ nylon
Que se utilice si es necesario		<ul style="list-style-type: none"> ▪ mordazas ▪ bases y varillas

Tabla IV. 4 Requerimientos, parámetros y criterios.

El modelado para el tema de dinámica puede ser estudiado con el fenómeno de caída libre y el equipo diseñado para el estudio del movimiento sobre un plano inclinado tiene la versatilidad de ser utilizado con ayuda de algunos accesorios.

OPCIONES DE DISEÑO

= caída libre =

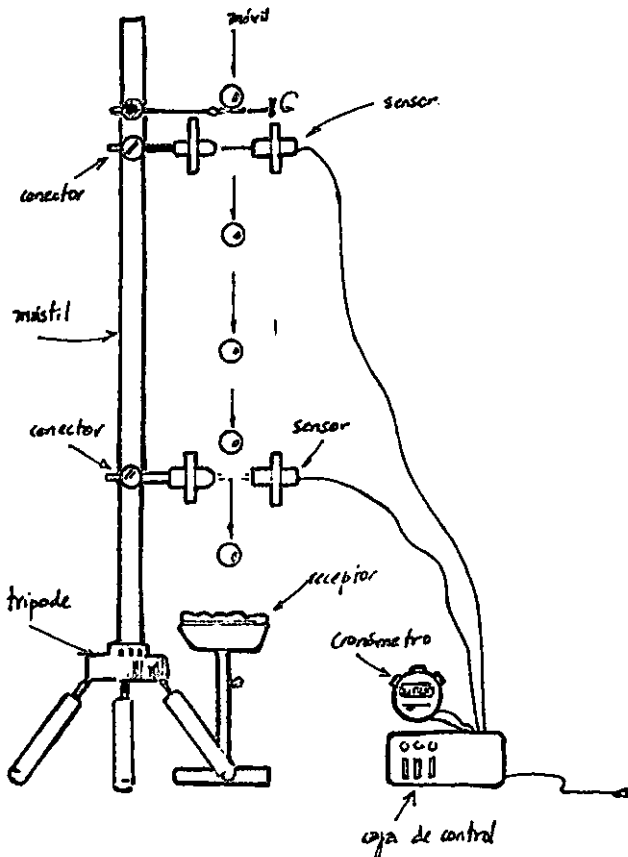


Fig. IV. 8 Caída libre, armado.

EQUIPO DE EXPERIMENTACIÓN PARA LA PRÁCTICA: MANÓMETRO DIFERENCIAL**Objetivo**

Diseñar un manómetro diferencial para realizar experimentos de hidrostática (presión manométrica) partiendo de una referencia existente. El equipo a diseñar deberá ser fuerte, estable y tener un accesorio que permita la calibración.

Antecedentes

El manómetro diferencial es un equipo de funcionamiento sencillo; consiste en un tubo doblado en *u* con un líquido manométrico, al existir una presión en uno de los extremos del tubo el líquido se desplaza hasta un cierto nivel, la diferencia de niveles representa a la presión hidrostática. El equipo con el que cuenta el laboratorio no puede calibrarse rápidamente y se ha pensado en su actualización.

Análisis de los elementos constitutivos y funcionamiento.

El manómetro consta de un tubo de vidrio doblado sujetado con alambre magneto a una placa de acrílico blanco que a su vez está atornillada con pilas a una estructura de madera barnizada, en un extremo del tubo se encuentra una campana de inmersión y la placa de acrílico tiene una graduación fija; la escala es buena pero resulta difícil de calibrar el instrumento de medición.

El problema básico es la calibración por no contar con un dispositivo que pueda desplazarse en la carátula.

Consideraciones para el diseño.

Dimensiones. Que sean adecuadas para la longitud del tubo principal.

Mantenimiento. Que tenga componentes de fácil y rápido reemplazo.

Accesorios. Que cuente con un accesorio que permita su calibración, que se pueda guardar la campana de inmersión sin dañarse.

Forma. Que sea agradable en sus formas y que ayuden a dar estructura.

Acabados. Que tenga buenos acabados que proyecten calidad, orden y limpieza.

Materiales. Que sean resistentes y de fácil adquisición.

REQUERIMIENTOS	PARAMETROS	CRITERIOS
Las dimensiones deberán ser adecuadas	10x10x45, en cm	
Que los componentes se puedan reemplazar rápido		<ul style="list-style-type: none"> ▪ cinturones de nylon ▪ postes de aluminio ▪ tubo de acrílico ▪ acrílico
Accesorios que permitan su calibración	<ul style="list-style-type: none"> ▪ carátula deslizable ▪ tubo deslizable 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ acrílico ▪ corredera ▪ ranura
Que se pueda guardar la campana de inmersión	28x3, en cm	<ul style="list-style-type: none"> ▪ estructura ▪ colgadera ▪ seguro
Que no se dañe o rompa la campana de inmersión durante su transporte	Protecciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ hule ▪ mangueras ▪ esponja ▪ goma ▪ corcho
Que sea de fácil limpieza		<ul style="list-style-type: none"> ▪ acabados lisos ▪ cromado ▪ pintado ▪ pulido
Que sus formas sean agradables y sea fuerte en su conjunto	Trato de los usuarios	<ul style="list-style-type: none"> ▪ dobleces ▪ lámina calibre 20 ▪ acrílico 4 mm ▪ alambrión
Que los materiales sean resistentes y durables		<ul style="list-style-type: none"> ▪ lámina de aluminio ▪ lámina de acero ▪ lámina negra ▪ lámina de acrílico

Tabla IV.5 Requerimientos, parámetros y criterios de diseño del manómetro diferencial.

Para las opciones de diseño se buscó una forma agradable y fuerte tomando en cuenta los requerimientos; los comentarios de profesores y de personal de mantenimiento fueron de gran valor.

La alternativa seleccionada se materializó usando procesos de corte, doblado, ponchado, pintado y punteado para la lámina negra; para el plástico: corte, lijado, pulido, doblado y barrenado.

OPCIONES DE DISEÑO

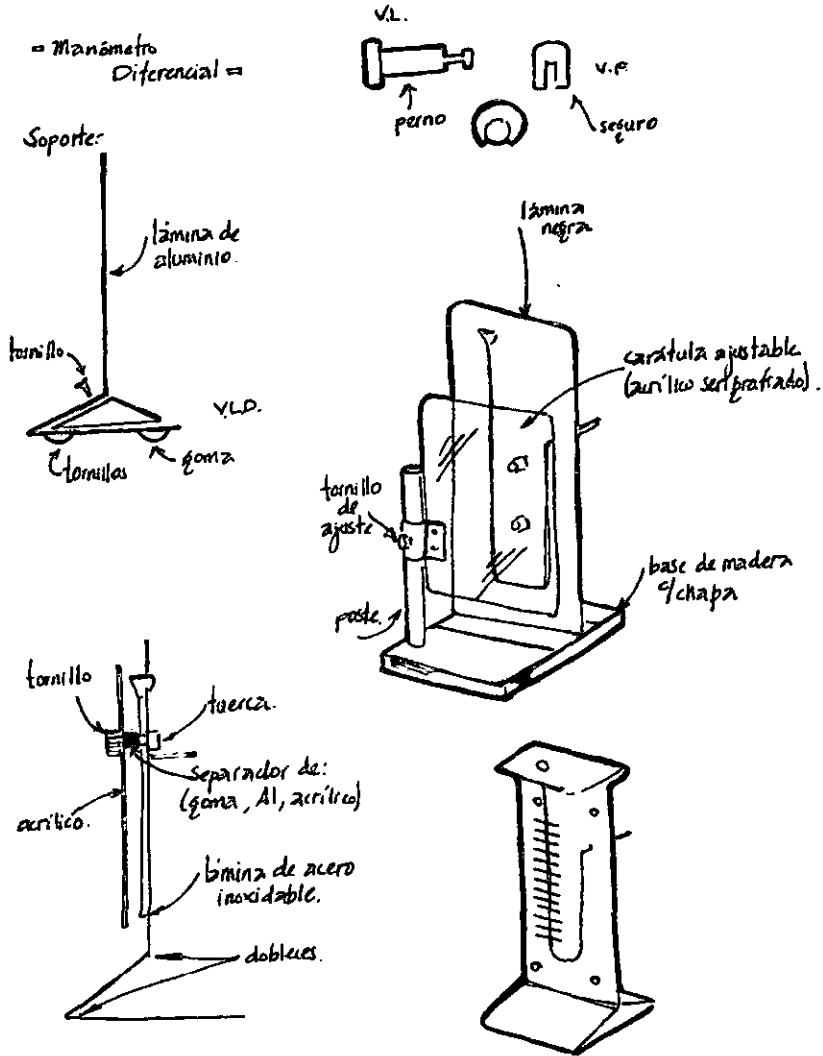


Fig. IV.9 Componentes del manómetro diferencial.

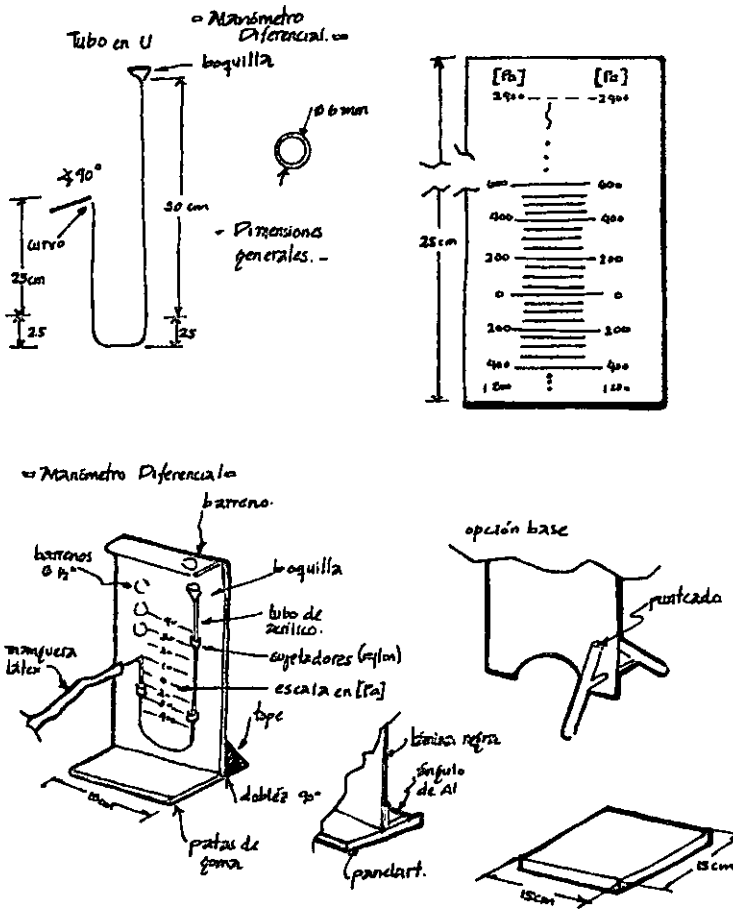
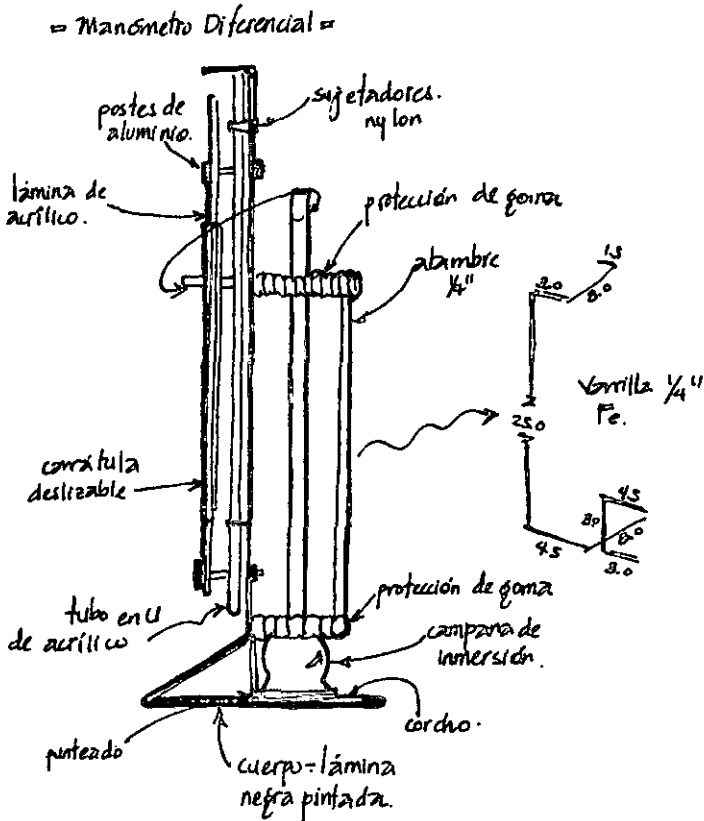


Fig. IV.10 Componentes del manómetro diferencial.



manguera de silicona

dimensiones | base 15 x 10. cm.
altura 50. cm.

Fig. IV.11 Manómetro diferencial.

EQUIPO DE EXPERIMENTACIÓN PARA LA PRÁCTICA PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA.**Objetivo**

Diseñar un equipo para la experimentación en el tema de termodinámica utilizado en el laboratorio de Física Experimental partiendo de referencias existentes. El equipo deberá ser factible de construir con materiales y procesos accesibles.

Antecedentes

El funcionamiento de este equipo es el siguiente: se introduce un poco del fluido en un cilindro y se coloca un termómetro como tapón, se enrolla un cordón en él y se le colocan en un extremo una masa que sirve como tensor, posteriormente se hace girar el cilindro con ayuda de una manivela; con la fricción que se provoca se calienta el cilindro y el fluido, se registran los datos pertinentes y se procede a hacer cálculos para conocer la relación que tiene el calor suministrado con el incremento de temperatura.

Consideraciones para el diseño

Dimensiones. Que sean adecuadas para su función.

Mantenimiento. De fácil acceso y fácil limpieza.

Estructura. Que sea fuerte en su conjunto.

Acabados. Que sean limpios y de calidad.

Materiales. De fácil adquisición y no muy costosos.

REQUERIMIENTOS	PARÁMETROS	CRITERIOS
Las dimensiones deben ser adecuadas para su función	15x15x15, en cm	<ul style="list-style-type: none"> ▪ apoyarse en los equipos existentes en el mercado
Mantenimiento	De fácil acceso y mecanismos sencillos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ piezas sencillas ▪ Independientes
Que sea fuerte	Estructura bien armada y resistente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ dobleces ▪ soldadura ▪ conectores ▪ uniones mecánicas
Que tenga buena apariencia en sus acabados		<ul style="list-style-type: none"> ▪ pulido ▪ no ralladuras ▪ detalles ▪ tratamientos (cromado)
Que sea seguro en su uso	<ul style="list-style-type: none"> ▪ buenas uniones ▪ buenos mecanismos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ distancia ▪ lámina de aluminio
Los materiales deben ser de fácil adquisición		<ul style="list-style-type: none"> ▪ aluminio ▪ acero ▪ nylon ▪ madera ▪ empaques ▪ cuerdas

Tabla IV.6 Requerimientos, parámetros y criterios de diseño para la práctica primera ley de la termodinámica.

OPCIONES DE DISEÑO

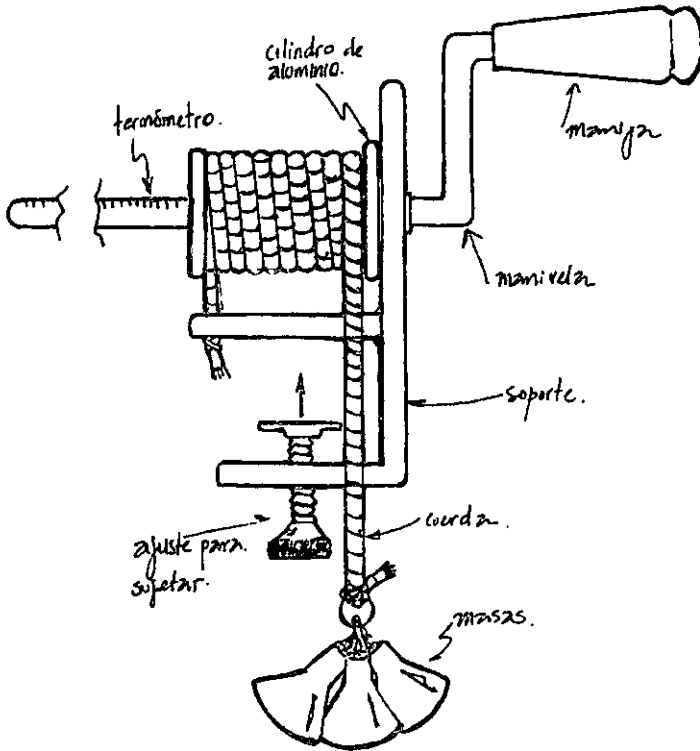


Fig. IV.12 Calorímetro con soporte.

EQUIPO DE EXPERIMENTACION PARA LA PRACTICA CAPACIDAD TERMICA ESPECIFICA**Objetivo**

Diseñar un calorímetro para ser utilizado en la práctica capacidad térmica específica. El equipo deberá ser resistente y seguro durante su manejo.

Antecedentes

El calorímetro o vaso Dewar es un equipo utilizado para realizar experimentos de termodinámica, en este caso se usa para verificar experimentalmente el fenómeno de equilibrio térmico, su característica principal es que no permite el intercambio de energía entre el sistema y el medio ambiente, debido a que posee un aislante térmico.

Consideraciones para el diseño

Estabilidad. Que sea estable y fuerte.

Materiales. De fácil adquisición y resistentes.

Mantenimiento. Que sea fácil de limpiar.

Dimensiones. Que sean adecuadas para su fácil y seguro manejo.

Acabados. Que tenga buenos acabados que proyecten calidad, orden y limpieza.

Colores. Que los colores utilizados sean armónicos con el contexto.

Forma. Contemplar la fortaleza del equipo con su forma final.

REQUERIMIENTOS	PARÁMETROS	CRITERIOS
El equipo deberá ser estable para no arriesgar el recipiente contenedor	Estructura	<ul style="list-style-type: none"> ▪ base amplia ▪ ventosas ▪ patas de goma ▪ otros
El equipo deberá ser construido con materiales accesibles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ pvc espuma ▪ fibra de vidrio 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ plásticos ▪ resinas ▪ pyrex
Deberá ser de fácil limpieza	Acabados lisos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ pulido ▪ abrillantado ▪ dobleses suaves ▪ sin zonas de difícil acceso
Sus dimensiones deben permitir un manejo fácil	De 12 por 15, en cm 10 cm	<ul style="list-style-type: none"> ▪ base ▪ altura
Sus acabados deben ser de calidad		<ul style="list-style-type: none"> ▪ pintura automotiva ▪ pulido ▪ formas
Los colores usados para el equipo deben ser adecuados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ pintura en aerosol ▪ aplicar con compresor 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ colores vivos de uso comercial
La forma del diseño deberá proteger al elemento interior (vaso)	Forma orgánica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ verificar la dimensión del recipiente interno

Tabla IV.7 Requerimientos, parámetros y criterios de diseño del calorímetro.

OPCIONES DE DISEÑO

⇒ Calorímetro. ⇒

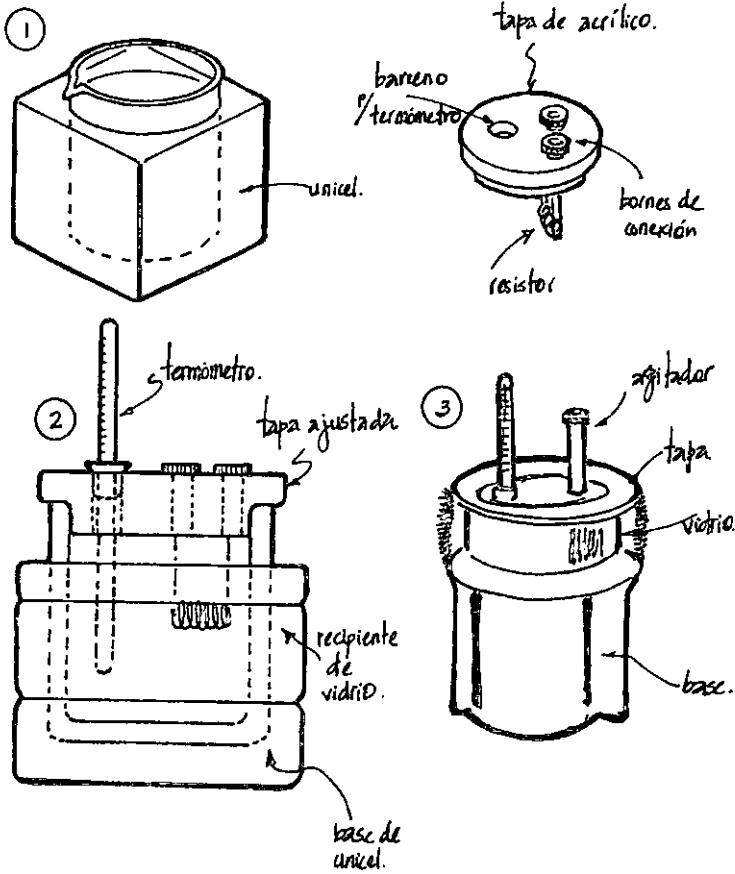


Fig. IV.13 Calorímetro, opciones.

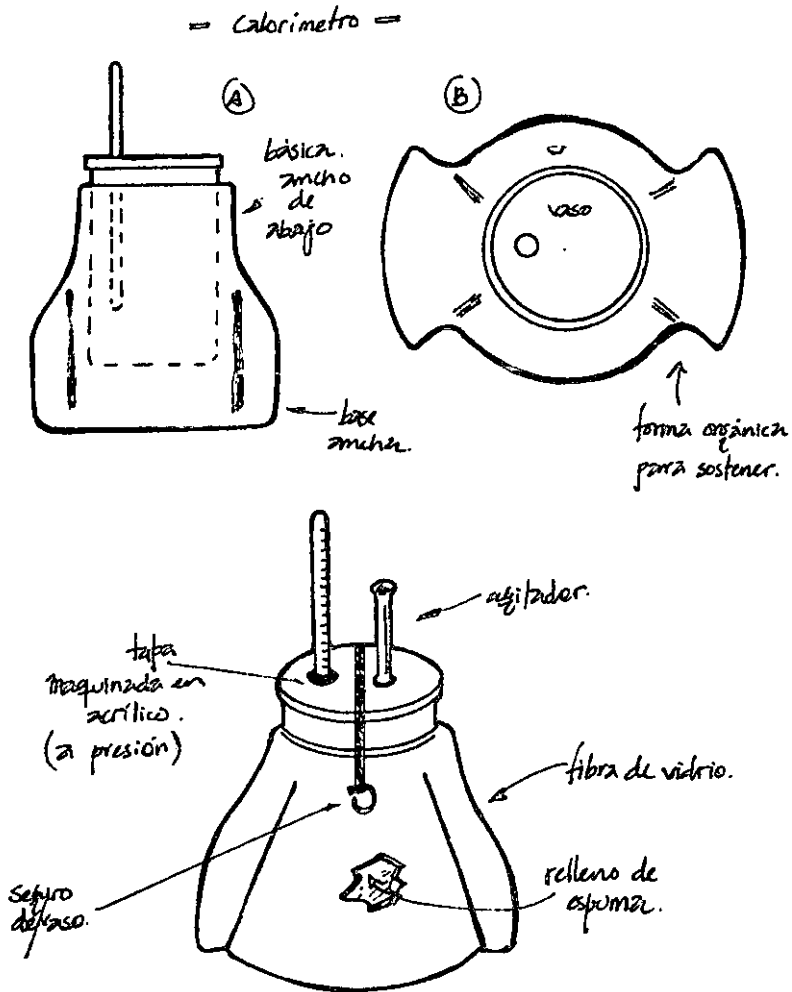


Fig. IV.14 Calorímetro.

EQUIPO DE EXPERIMENTACIÓN PARA LA PRÁCTICA: ONDAS

Objetivo

Diseñar una alternativa creativa para estudiar el fenómeno físico de ondas en el laboratorio, el equipo a diseñar deberá tomar en cuenta la posibilidad de retomar parte del equipo existente para la realización de dicha práctica.

Antecedentes

En el laboratorio se utiliza un equipo que tiene como elemento de visualización un cordón que oscila con la ayuda de un impulsor de ondas, la estructura es armada con varillas de acero y un generador de funciones permite provocar la perturbación, al variar la frecuencia se generan ondas estacionarias de diferentes longitudes de onda que el alumno mide para después obtener un modelo matemático.

Consideraciones para el diseño.

Estabilidad. El equipo debe ser estable durante su uso.

Confiable. La respuesta del equipo debe adecuarse a los objetivos de la práctica.

Acabados. De calidad, que demuestren orden y limpieza.

Materiales. Que sean resistentes y de fácil adquisición.

Versatilidad. Ajustable para diferentes accesorios con que ya se cuenta.

Elementos. Constituido por el menor número de piezas posible, minimizar el tiempo de armado.

REQUERIMIENTOS	PARÁMETROS	CRITERIOS
Equipo estable durante su uso		<ul style="list-style-type: none"> ▪ conectores seguros ▪ base pesada ▪ equilibrio en su conjunto
Equipo confiable	Manejo de frecuencias que permitan visualizar el fenómeno	▪ generador de funciones con el que cuenta el laboratorio
Acabados de calidad		<ul style="list-style-type: none"> ▪ anodizado ▪ cromado ▪ pintado ▪ pulido
Equipo versátil y que se puedan usar elementos de diferente tamaño	10 a 20 en mm	▪ mecanismos de ajuste
Materiales de fácil adquisición		<ul style="list-style-type: none"> ▪ aluminio ▪ acrílico ▪ fierro ▪ nylon
Que el equipo armado tenga la fortaleza para evitar volcaduras		<ul style="list-style-type: none"> ▪ conectores seguros ▪ dimensiones congruentes
Mínimo de piezas		<ul style="list-style-type: none"> ▪ piezas con más de un uso ▪ piezas ya existentes en el laboratorio

Tabla IV.8 Requerimientos, parámetros y criterios de diseño para la práctica ondas.

OPCIONES DE DISEÑO

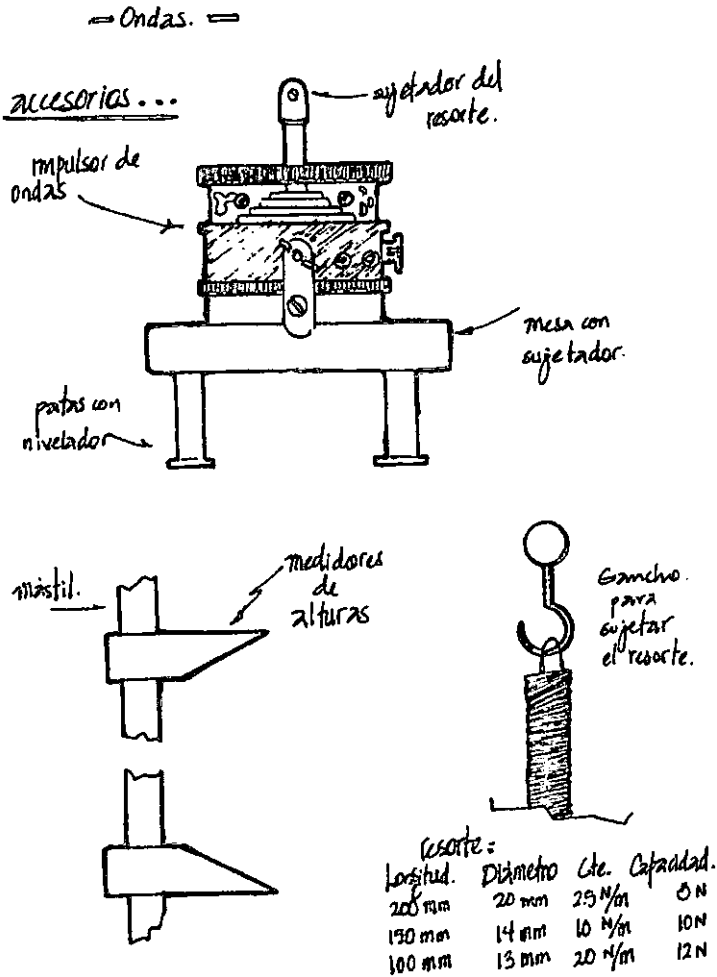


Fig. IV.15 Accesorios para la práctica ondas.

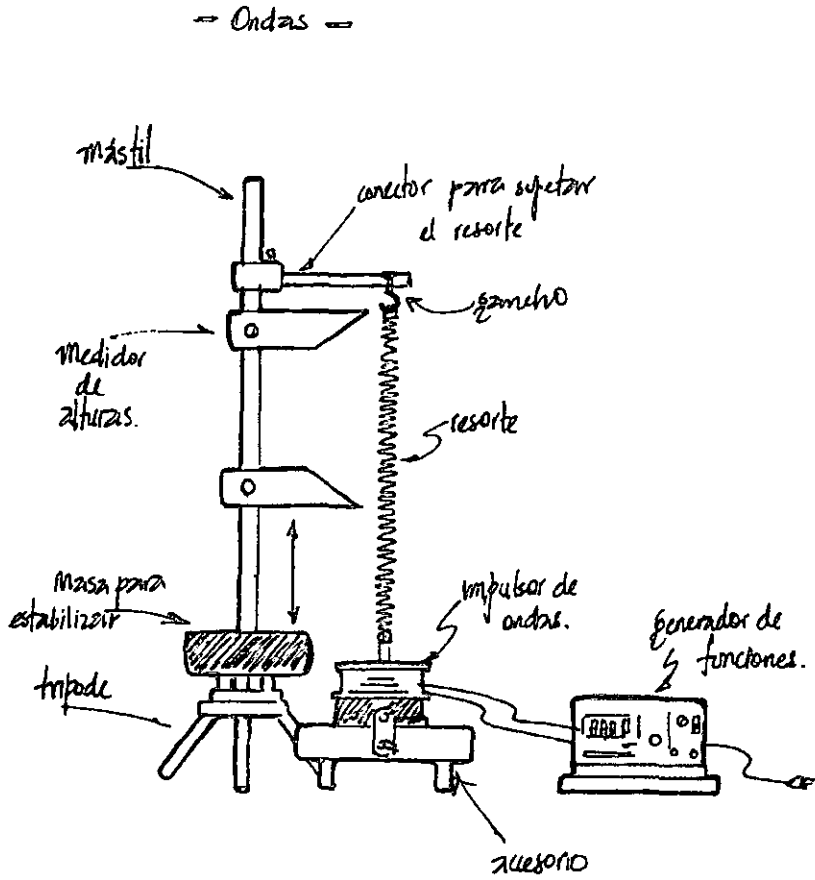


Fig. IV.15 Ondas, armado.

CAPÍTULO V

PRUEBAS A EQUIPOS Y RESULTADOS OBTENIDOS

PRUEBAS A EQUIPOS PROPUESTOS Y RESULTADOS OBTENIDOS

CALIBRADOR VERNIER (ESTANDAR)

Funcional: la prueba funcional de este equipo consistió en reproducir el experimento propuesto en la práctica en donde se caracteriza el instrumento y se obtiene su sensibilidad (en este caso la pendiente m) las mediciones fueron efectuadas por profesores del Laboratorio de Física Experimental, los resultados se muestran a continuación.

CARACTERÍSTICAS ESTÁTICAS DEL INSTRUMENTO Rango----- 0 a 12 [cm]
 Resolución ----- 0.01 [cm]
 Legibilidad ----- buena

TABLA DE DATOS Y RESULTADOS

Dp[mm]	DL1 [mm]	DL2[mm]	DL3[mm]	\bar{D}_L [mm]	%E	%E	%EP	%P
46	46.60	46.55	46.60	46.58	1.27	98.73	0.04	99.96
51	51.60	51.65	51.60	51.62	1.21	98.79	0.06	99.94
56	56.50	56.60	56.75	56.62	1.10	98.90	0.23	99.77
61	61.60	61.70	61.80	61.70	1.15	98.85	0.16	99.84
66	66.60	66.75	66.80	66.72	1.09	98.91	0.12	99.88
71	71.50	71.70	71.50	71.57	0.80	99.20	0.18	99.82
76	76.50	76.60	76.40	76.50	0.66	99.34	0.13	99.87
81	81.50	81.50	81.60	81.53	0.66	99.34	0.08	99.92
86	86.40	86.40	86.55	86.45	0.52	99.48	0.11	99.89
$\bar{D}_p =$ 66.00				$\bar{D}_L =$ 66.59				

OBTENCIÓN DE LA PENDIENTE POR EL MÉTODO DE PARES DE PUNTOS

$$m = \frac{(86.45-66.70)+(81.53-56.62)+(76.50-51.62)+(71.57-46.58)}{(86-61)+(81-56)+(76-51)+(71-46)}$$

$$m = 1.18 \frac{[\text{mm}]}{[\text{mm}]}$$

OBTENCIÓN DE LA ORDENADA AL ORIGEN

$$b = y - mx$$

$$b = -11.29 \text{ [mm]}$$

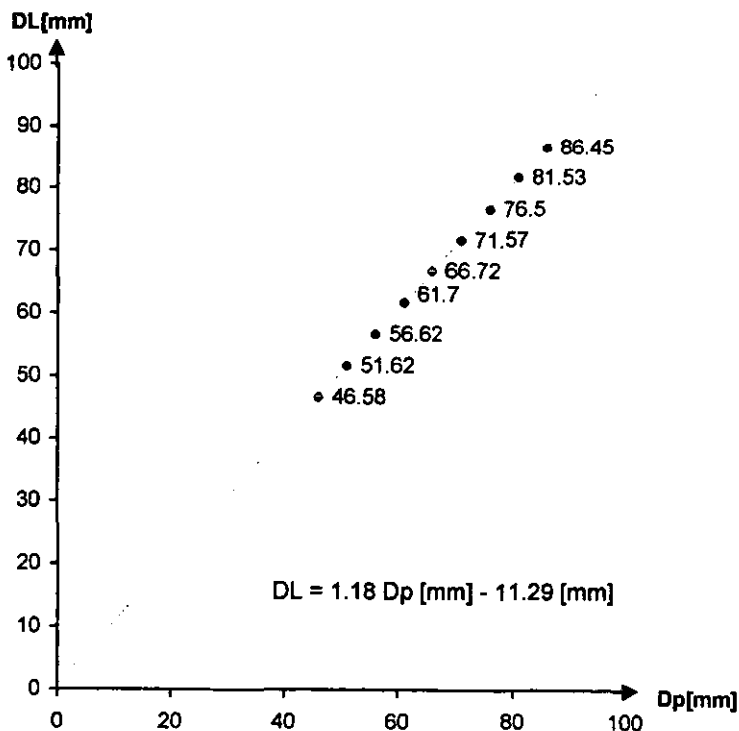
LA SENSIBILIDAD DEL INSTRUMENTO ES

$$s = 1.18 \frac{\text{[mm]}}{\text{[mm]}}$$

Para la materialización de los accesorios de la práctica Calibrador vernier se tomaron las dos propuestas que más se apegaban al objetivo del diseño. Se utilizó aluminio como material en su elaboración, el proceso consistió en torneado, barrenado y pulido de la pieza mientras que en otro caso sólo torneado y pulido.

LA GRÁFICA DEL COMPORTAMIENTO DEL INSTRUMENTO ES:

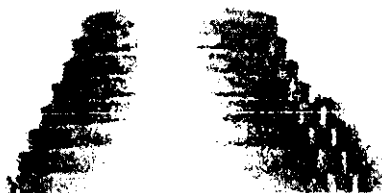
diámetro leído vs diámetro patrón



VALORACIÓN DE CALIDAD DE LOS DISEÑOS

- Las dimensiones son adecuadas para el instrumento a caracterizar
- Se logra una presentación estética
- Buen uso de los materiales y su fabricación
- Limpieza en el uso de los materiales
- Se logró un diseño agradable en términos visuales
- Se logró un diseño de bajo costo factible de reproducir en poco tiempo
- Se utilizaron materiales accesibles que pueden ser trabajados en la F.I.

PIEZA 1



PIEZA 2



DINAMÓMETRO

Funcional: la prueba funcional de este equipo consistió en reproducir el experimento propuesto en la práctica en donde se caracteriza al instrumento y se obtiene su sensibilidad (en este caso la pendiente m) las mediciones fueron efectuadas por alumnos tomados al azar, los resultados se muestran a continuación.

CARACTERÍSTICAS ESTÁTICAS DEL INSTRUMENTO

Rango----- 0-600 [g]
 Resolución ----- 50 [g]
 Legibilidad -----buena

TABLA DE DATOS Y RESULTADOS

Fp [N]	FL1[N]	FL2 [N]	FL3 [N]	FL [N]	%EE	%E	%EP	%P
0	489	0	0	163.00	-	-	-	-
489	978	489	489	652.00	33.33	66.67	25.00	75.00
978	1467	978	978	1141.00	16.67	83.33	28.57	71.43
1467	1712	1467	1467	1548.50	5.56	94.44	10.53	89.47
1956	1956	2445	1956	2119.00	8.33	91.67	0.00	100.00
2445	2445	2689.5	2445	2526.50	3.33	96.67	3.22	96.78
2935	3179	2935	2935	3016.17	2.77	97.23	5.40	94.60
3423	3423	3423	3423	3423.00	0.00	100.00	0.00	100.00
3912	3912	3912	3912	3912.00	0.00	100.00	0.00	100.00
4401	4401	4401	4401	4401.00	0.00	100.00	0	100.00
$V_p = 2200.60$				$V_L = 2290.22$				

OBTENCIÓN DE LA PENDIENTE POR EL MÉTODO DE PARES DE PUNTOS

$$m = 11655/12225$$

$$m = 0.953 \frac{[N]}{[N]}$$

OBTENCIÓN DE LA ORDENADA AL ORIGEN

$$b = F_p - m FL [N]$$

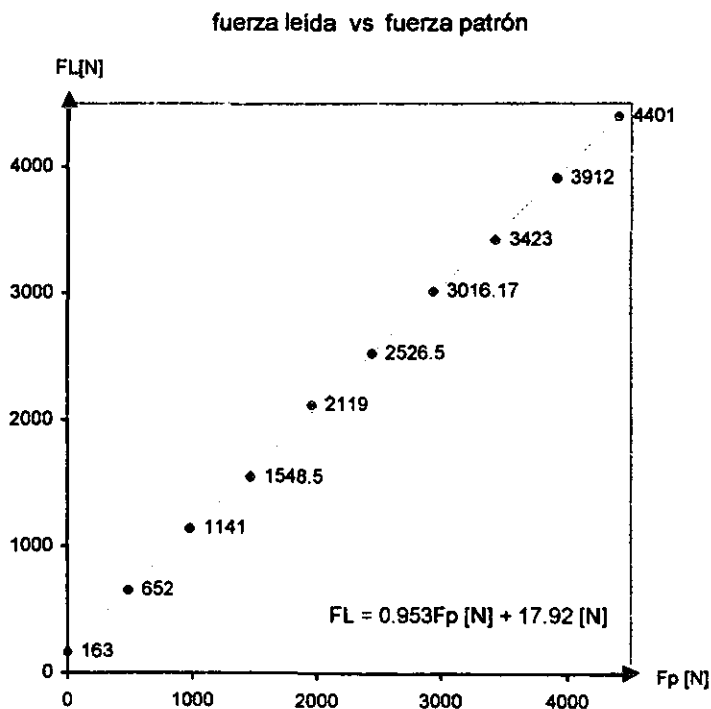
$$b = 17.92 [N]$$

LA SENSIBILIDAD DEL INSTRUMENTO ES

$$S = 0.953 \frac{[N]}{[N]}$$

Para la materialización del modelo funcional se tuvieron que realizar pruebas en los materiales propuestos por el diseño, se tomó un tubo de acrílico de $\phi=3/4$ de pulgada y se cortó a 5 pulgadas de longitud, se tornearon y pulleraron sus extremos después se acoplaron las piezas internas como el sujetador de la estructura, la fuerza de calibración, el resorte y la lámina para la escala, terminando con el ajuste de la carátula en donde se utilizaron valores patrón.

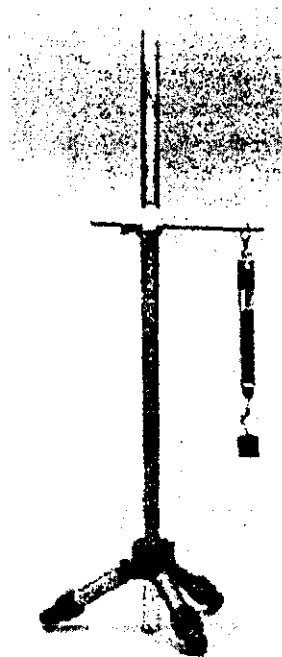
LA GRÁFICA DEL COMPORTAMIENTO DEL INSTRUMENTO ES:



EL RESULTADO EN TÉRMINOS DE DISEÑO FUE:

- Fortaleza en el equipo
- Limpieza en el uso de los materiales
- Mantenimiento sencillo
- Posibilidades de variar el rango (con un cambio de resorte y escala)
- Se logró un diseño agradable en términos visuales
- Se logró un diseño de bajo costo factible de reproducir en poco tiempo
- Se utilizaron materiales asequibles
- El equipo tiene un tamaño adecuado
- Se puede reproducir el diseño a escala para uso del profesor

DINAMÓMETRO



PLANO INCLINADO

Funcional: la prueba funcional de este equipo consistió en reproducir el experimento propuesto en la práctica en donde se obtiene el valor de la aceleración de la gravedad local a partir de una serie de mediciones y su tratamiento estadístico. Las mediciones de este experimento fueron realizadas por alumnos del Laboratorio de Mecánica. Los resultados se muestran a continuación:

TABLA DE DATOS Y RESULTADOS

s [m]	t1 [s]	t2 [s]	t3 [s]	t4 [s]	t5 [s]	t [s]
0.2	0.29	0.288	0.289	0.286	0.289	0.2872
0.3	0.355	0.357	0.358	0.355	0.356	0.3562
0.4	0.409	0.407	0.408	0.409	0.408	0.4082
0.5	0.456	0.455	0.455	0.456	0.457	0.4558
0.6	0.497	0.500	0.499	0.499	0.497	0.4984
0.7	0.540	0.540	0.538	0.537	0.593	0.5388
0.8	0.574	0.576	0.574	0.575	0.575	0.5748
0.9	0.609	0.610	0.608	0.609	0.608	0.6080

$Z=t^2[s]^2$	s [m]
0.0825	0.2
0.1269	0.3
0.1666	0.4
0.2077	0.5
0.2484	0.6
0.2903	0.7
0.3333	0.8
0.3706	0.9

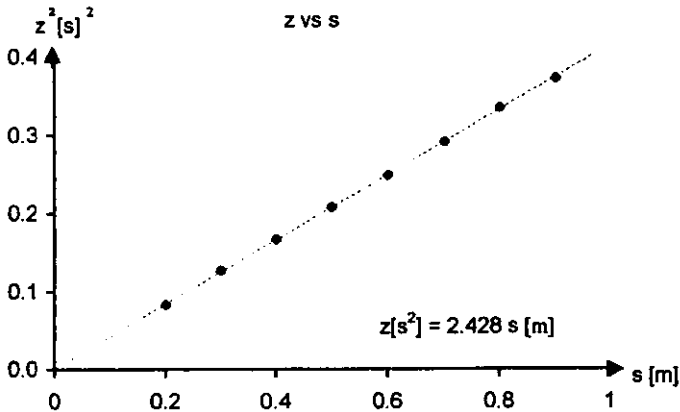
OBTENCIÓN DE LA PENDIENTE

$$m = 2.428 \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

Valor de la aceleración de la gravedad local

$$g = 9.713 \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

LA GRÁFICA DEL COMPORTAMIENTO DEL FENÓMENO ES:

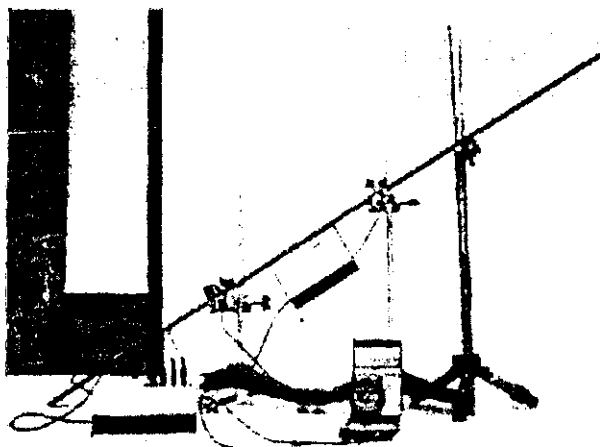


Para la materialización del modelo funcional se tuvieron que realizar pruebas con materiales alternativos y de recuperación con la finalidad de verificar el buen funcionamiento del equipo. Se tomó un riel de aluminio de 1.20 m de longitud al cual se le acopló con soldadura epóxica un accesorio que permite la entrada de la varilla (acero 20 cm $\frac{1}{4}$ " cortada y refrentada) la cual se acopla en un conector (aluminio torneado, barrenado, refrentado y pulido) que funciona como pieza de ajuste del ángulo y es apoyado por un mástil (tubo de aluminio de pared delgada, $\frac{3}{4}$ " que tiene en su base un tripié usado comúnmente para fotografía (con adaptaciones pertinentes). El riel cuenta con un goniómetro (lámina de aluminio cortada, doblada, barrenada y serigrafada) de plomada que sirve para verificar el ángulo de éste. Los sensores (aluminio torneado, barrenado y pulido) son de tipo óptico y se conectan a un circuito electrónico contenido en un gabinete (lámina negra cal. 20 cortada, doblada, barrenada, punteada y pintada) que lo protege y resguarda durante su uso; los móviles de aluminio torneado, refrentado y pulido, vidrio y nylonid, disco (1 y 2) y esfera sirven para verificar la veracidad de los resultados del experimento.

EL RESULTADO EN TÉRMINOS DE DISEÑO FUE:

- Congruencia de colores utilizados
- Estabilidad
- Limpieza en el uso de los materiales
- Mantenimiento sencillo
- Posibilidades de variar el ángulo de inclinación
- Rapidez en la lectura del ángulo deseado
- Versatilidad en los móviles
- Alta precisión y exactitud
- Se logró un diseño agradable en términos formales
- Se logró un diseño de bajo costo factible de reproducir en poco tiempo
- Se utilizaron materiales asequibles
- El equipo tiene un tamaño adecuado

EQUIPO DE PLANO INCLINADO



MANÓMETRO DIFERENCIAL

Funcional: la prueba funcional de este equipo consistió en reproducir el experimento propuesto en la práctica en donde se relaciona la presión con la profundidad; se tomó un recipiente con agua, se fijó la variable independiente p (profundidad) y se utilizó alcohol con anilina como fluido manométrico. Las mediciones fueron efectuadas por profesores del Laboratorio de Física Experimental, los resultados se muestran a continuación.

CARACTERÍSTICAS ESTÁTICAS DEL INSTRUMENTO Rango----- 0 a 2500 [Pa]
Resolución -----50 [Pa]
Legibilidad ----- buena

TABLA DE DATOS Y RESULTADOS

p [m]	PL1 [Pa]	PL2 [Pa]	PL3 [Pa]	PL [Pa]
0	0	0	0	0
0.01	150	100	150	133.33
0.02	250	250	250	250
0.03	350	350	350	350
0.04	450	450	450	450
0.05	550	550	550	550
0.06	650	650	650	650
0.07	750	750	750	750
0.08	850	850	850	850
0.09	950	950	950	950
0.1	1050	1050	1050	1050
p= 0.05				PL= 544

OBTENCIÓN DE LA PENDIENTE POR EL MÉTODO DE PARES DE PUNTOS

$$m = \frac{(1050-500) + (950-450) + (850-350) + (750-250) + (650-150)}{(0.10-0.05) + (0.09-0.04) + (0.08-0.03) + (0.07-0.02) + (0.06-0.01)}$$

$$m = 10091 \frac{[\text{Pa}]}{[\text{m}]}$$

OBTENCIÓN DE LA ORDENADA AL ORIGEN

$$b = P - mp$$

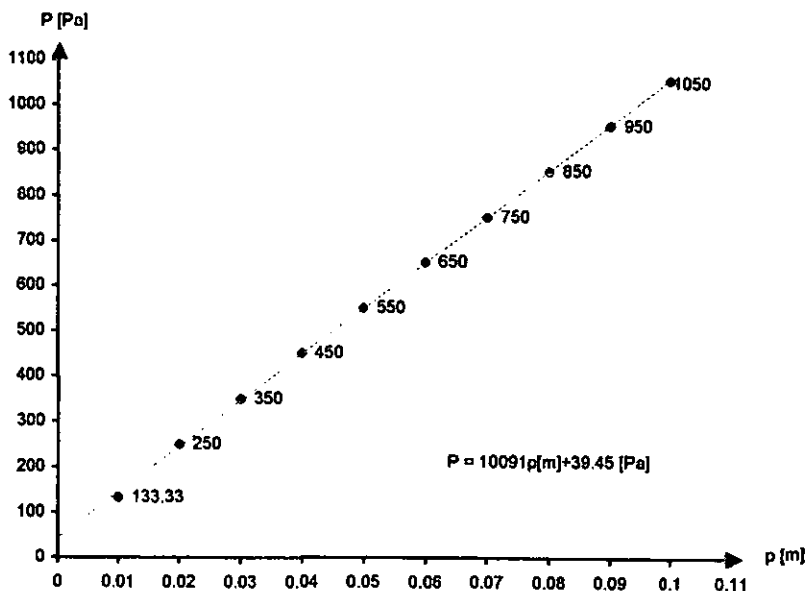
$$b = 39.45 [\text{Pa}]$$

Para la materialización de la alternativa de diseño se buscó una forma agradable tomando en cuenta los requerimientos; los comentarios del personal del laboratorio fueron de gran valor.

La alternativa seleccionada se materializó usando procesos de corte, doblado, ponchado, pintado y punteado para la lámina negra; para el plástico: corte, lijado, pulido, doblado y barenado para posteriormente armar.

LA GRÁFICA DEL COMPORTAMIENTO DEL INSTRUMENTO ES:

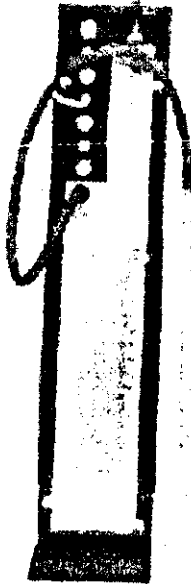
presión vs profundidad



EL RESULTADO EN TÉRMINOS DE DISEÑO

- Las dimensiones son adecuadas para el instrumento a caracterizar
- Presentación estética
- Buen uso de los materiales y su fabricación
- Limpieza en el uso de los materiales
- Se logró un diseño agradable en términos visuales
- Se logró un diseño de bajo costo factible de reproducir en poco tiempo
- Se utilizaron materiales asequibles que pueden ser trabajados en la F.I.

MARÓMETRO DIFERENCIAL



CALORÍMETRO (VASO DEWAR)

Funcional: la prueba funcional de este equipo consistió en mezclar dos masas diferentes de agua a temperaturas distintas, dejamos que se equilibrara el sistema y tomamos la temperatura de equilibrio con ayuda de un termómetro digital después se compararon los resultados obtenidos contra los teóricos. Los resultados se muestran a continuación.

CARACTERÍSTICAS ESTÁTICAS DEL INSTRUMENTO

Capacidad -----250ml

TABLA DE DATOS

	Masa [g]	T [°C]
1	100	93
2	150	14

USANDO EL MODELO

$$\Sigma Q = 0$$

$$Teq = \frac{m_1 \cdot c_1 \cdot T_1 + m_2 \cdot c_2 \cdot T_2}{c_1 \cdot m_1 + c_2 \cdot m_2}$$

SUSTITUYENDO

$$Teq = \frac{m_1 \cdot T_1 + m_2 \cdot T_2}{m_1 + m_2}$$

Teq = 45.6 C, valor teórico

Teq.1[°C]	Teq.2 [°C]	Teq.3[°C]	Teq.[°C]	%EE
46.0	45.0	45.5	45.5	0.22

Para la materialización del modelo funcional se utilizaron materiales alternativos, se modeló en espuma de PVC y se cubrió con resina automotriz para después aplicar pintura, el vaso se escogió comercial y la tapa se fabricó en acrílico torneado pulido y barrenado, como material adiabático se usó espuma de PVC en aerosol.

El resultado en términos de diseño es:

- Estabilidad y estructura
- Estética en su conjunto
- Materiales fáciles de procesar
- Forma orgánica agradable
- Mantenimiento accesible
- Buenos resultados en su uso
- Seguro en su transporte y su manipulación
- Se logró un diseño agradable en términos visuales
- Su costo de fabricación es bajo debido al tipo de materiales y procesos utilizados

CAPÍTULO VI

MANUAL DE PRÁCTICAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA



LABORATORIO DE FÍSICA EXPERIMENTAL

DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS. DEPARTAMENTO DE FÍSICA GENERAL Y QUÍMICA

Manual de Prácticas

MARÍA DEL CARMEN MELO DÍAZ

JUAN ADOLFO RÍOS HACHA

LABORATORIO DE FÍSICA EXPERIMENTAL

Manual de prácticas

© 2000

Ma. del Carmen Melo Díaz
Juan A. Ríos Hacha

AGRADECIMIENTOS

La elaboración de este material obedece a la necesidad de contar con nuevos elementos de apoyo para los alumnos que cursan la asignatura Física Experimental y ayudarios a comprender los temas de ésta.

No obstante que existe una gran bibliografía respecto al tema, las prácticas que se muestran aquí se diferencian por la razón de ser consecuencia de años de experiencia de profesores que han impartido la asignatura, por tal razón nuestro agradecimiento es dirigido especialmente hacia ellos.

El presente material refleja el punto de vista particular de los autores en la forma de cómo se plantearon y retomaron los temas; los comentarios, sugerencias y opiniones de nuestros compañeros profesores, alumnos y amigos fueron de gran valor y utilidad; a todos ellos gracias.

En especial agradecemos al Ing. Francisco Miguel Pérez Ramírez por ceder su experiencia y conocimiento en la dirección de esta obra.

Carmen Melo
Juan R. Hacha

Tabla de contenido

Instrucciones generales de laboratorio	i	Práctica 7	
		Primera ley de la termodinámica	32-37
Práctica 1		Práctica 8	
Calibrador vernier	1-9	Capacidad térmica específica	38-40
Práctica 2		Práctica 9	
Dinamómetro	10-12	Ondas	41-46
Práctica 3		Apéndice	
Caída libre	13-18	Sistema internacional de unidades	47
Práctica 4		Manejo de datos experimentales	49
Plano inclinado	19-22	Ajuste de curvas	54
Práctica 5		La escritura del informe final	60
Gradiente de presión	23-27		
Práctica 6			
Manómetro diferencial	28-31		

INSTRUCCIONES GENERALES PARA EL LABORATORIO

Objetivos

1. Proporcionar experiencia práctica relacionada con los conceptos de la Física Experimental.
2. Desarrollar habilidades para hacer mediciones, registrar datos, organizarlos y analizarlos.

Actitud en el laboratorio y sentido de responsabilidad

Con un poco de sentido común se puede trabajar de forma segura en un laboratorio.

1. No trabajar en el laboratorio sin la supervisión de un profesor.
2. Anotar todas las precauciones que se deben tomar.
3. Usar ropa apropiada para el laboratorio (bata blanca para laboratorio cuando se requiera), evitando ropa suelta o voluminosa. Recoger o atar el cabello, si lo usas largo. Evitar utilizar en la práctica anillos, pulseras y cadenas.
4. Mantener la mesa de trabajo libre de objetos y materiales que no sean necesarios.
5. Utilizar los aparatos como indica el manual o según las instrucciones del profesor.
6. Cualquier daño en el equipo y/o material debe ser reportado de inmediato.



Calibrador vernier

Propósitos

General:

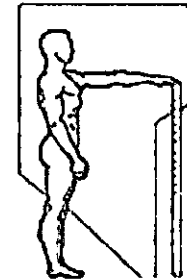
Comprender los conceptos básicos de metrología utilizando un instrumento de medición.

Particulares

Uso y manejo del calibrador vernier (estándar), obtener sus características estáticas y dinámicas, el modelo matemático (curva de calibración) que representa el funcionamiento del instrumento.

Equipo y materiales necesarios

- Calibrador vernier (estándar)
- Piezas cilíndricas de aluminio Pieza 1
Pieza 2



Fundamentos teóricos

La *metrología* es la ciencia que trata de las medidas, de los sistemas de unidades adoptados y los instrumentos usados para efectuar e interpretar dichas medidas.

Medida es la evaluación de una magnitud comparada con otra magnitud de la misma especie adoptada como unidad, también llamada valor patrón o de referencia, generalmente a través de un instrumento.

Un *sistema de unidades* de medida es un conjunto de unidades confiables, uniformes y adecuadamente definidas que sirven para satisfacer las necesidades de medición.

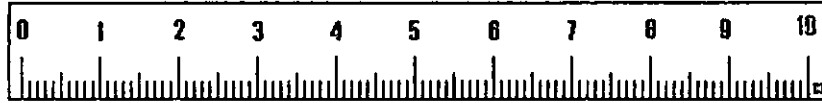
El Sistema Internacional de Unidades es el resultado de un largo trabajo que comenzó en Francia hace más de un siglo y que ha sido aceptada como acuerdo internacional. Está basado en siete unidades fundamentales y dos suplementarias.

Cuando utilizamos un instrumento de medición es necesario definir algunas de sus características:

Estática { El **rango** es el intervalo de medición de un instrumento.
 La **resolución** es el valor mínimo que puede leerse en el instrumento, diferente de cero y sin error.
 La **legibilidad** es la característica que indica la facilidad o dificultad de tomar una lectura.

Dinámicas { La **precisión** es la capacidad del instrumento de repetir una misma lectura sucesivamente.
 La **exactitud** es la capacidad del instrumento de obtener una lectura lo más cercana al valor patrón o de referencia.
 La **sensibilidad** es el valor de la lectura con respecto a la referencia.

Al considerar una regla como la mostrada a continuación se pueden indicar sus características, su rango es de 0 a 10 cm, la resolución es de 0.1 cm, su legibilidad buena.



Para obtener la precisión y la exactitud es necesario tener una serie de mediciones de un valor patrón, si se consideran valores leídos 3.5 cm, 3.4 cm, 3.5 cm, 3.5 cm, 3.6 cm se puede decir que la precisión es buena. Se obtiene un valor promedio leído de 3.5 cm, que comparándolo con el valor patrón de 3.5 cm podemos decir que la exactitud es muy buena.

Al hacer mediciones, las lecturas que se obtienen nunca son exactamente iguales, siempre se presentarán errores, sistemáticos y aleatorios.

Precauciones y sugerencias

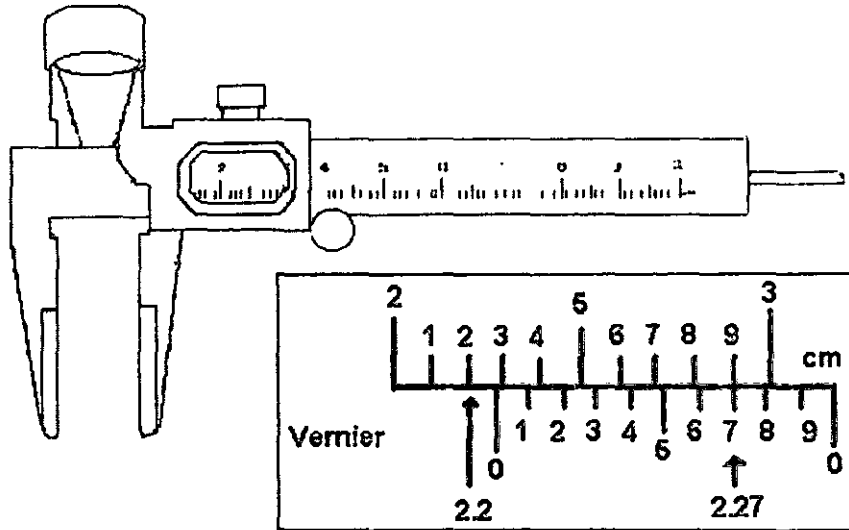
Precauciones

- Al medir, mueva lentamente el cursor mientras presiona con suavidad el botón para el pulgar contra el brazo principal.
- Mida la pieza utilizando la parte de las puntas de medición más cercana al brazo principal.
- Nunca trate de medir una pieza que esté en movimiento.

Cómo medir. Para hacer una lectura en el vernier: Se lee primero la cantidad de unidades enteras que hay comprendidas entre el cero de la regla y el cero del vernier. Para leer la fracción, se busca la raya del vernier que coincida con cualquiera de la regla y el número marcado por dicha raya del vernier indica el valor de la fracción, en décimas de la resolución de la regla. Ejemplo: El calibrador vernier mide cualquier diámetro externo o interno y grosor con una aproximación de décimas de milímetros. El calibrador vernier tiene dos escalas una fija y otra móvil. La fija mide de 10 a 12 cm con dos salientes en su extremo izquierdo, la móvil tiene una ventana, cuya escala mide 9 mm con 10 divisiones, con lo que podemos obtener aproximaciones

de décimas de milímetros en las mediciones. Si se ajustan las salientes del calibre vernier en un anillo que mide 2.27 cm de diámetro interno, esta medida se obtiene como se explica a continuación: la primera línea o cero del vernier (escala móvil) indica el número de centímetros y sus décimos (milímetros): 2.2 cm.

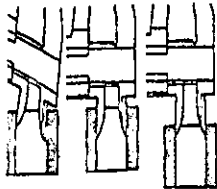
Para determinar los décimos de milímetros se localiza en la escala del vernier su única división, que esté exactamente en línea con una división de la escala fija y como es la séptima, la medida total es de 2.27 cm (como se muestra en la figura).



En las siguientes figuras se indica la forma correcta de utilizar el instrumento.

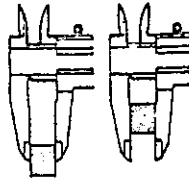
Interiores

No Si No



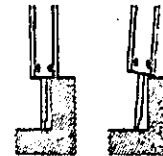
Exteriores

Si No



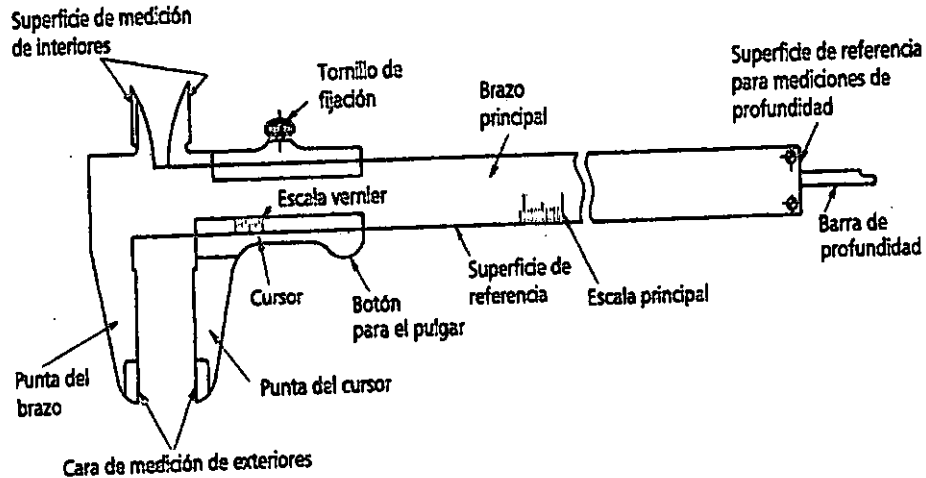
Profundidades

Si No



NOTA: Antes de comenzar el experimento el alumno debe leer la sección de Instrucciones Generales para el laboratorio y principio de funcionamiento del instrumento.

Partes del calibrador vernier



Calibrador vernier

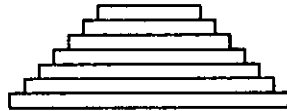
Procedimiento

1. Determinar el rango, resolución y legibilidad del calibrador vernier.
2. Llenar una tabla con las lecturas de cada una de las longitudes y diámetros (interiores y exteriores) de la *pieza cilíndrica 1*.

- Elegir una variable a medir (longitud o diámetro exterior) y realizar lo necesario para llenar la tabla correspondiente.
- Utilizar la *pieza 2* para generar un dibujo técnico indicando todas las dimensiones de la pieza.

Pieza cilíndrica

Pieza 1



Pieza 2



Pieza cilíndrica

Diámetro							Longitud				
Dp [mm]	D1 [mm]	D2 [mm]	D3 [mm]	D4 [mm]	D5 [mm]	\bar{D} [mm]	Lp [mm]	L1 [mm]	...	L5 [mm]	\bar{L} [mm]
46							5				
51							10				
56							15				
61							20				
66							25				
71							30				
76							35				
81							40				
86							45				

Tabla de datos

Donde Dp es el diámetro patrón o de referencia, Di el diámetro leído, Lp es la longitud patrón o de referencia y Li la longitud leída.

5. De acuerdo con la variable elegida seleccione un valor y su conjunto de medidas para determinar los siguientes parámetros:

D_p [mm]	\bar{D} [mm]	%EE	%E	%EP	%P
46					
51					
56					
61					
66					
71					
76					
81					
86					

Tabla de datos

Donde D_p es el diámetro patrón y \bar{D} es el diámetro leído.

5. Con ayuda de algún método de regresión lineal obtener el modelo matemático que representa el funcionamiento del calibrador vernier, y trazar dicha curva de calibración.

Análisis

1. ¿Existe diferencia entre los valores leídos y los valores patrón? ¿Por qué?
2. ¿Cómo expresaría matemáticamente la relación entre los valores leídos y los valores patrón?
3. ¿Cuál es el significado de la pendiente en la gráfica de la curva de calibración?

Conclusiones

Revisar los objetivos planteados y formular sus conclusiones.

Aplicaciones

Investigar qué aplicaciones utilizarían los conceptos vistos.

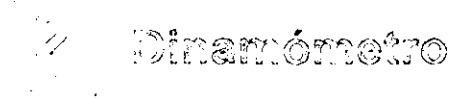
Bibliografía

GONZÁLEZ González, Carlos y Zeleny Vázquez, Ramón: *Metrología*. McGraw -Hill. 1998.

BAIRD D:C:, Experimentación, Prentice Hall hispanoamericana. 1988.

ALONSO M. Y FINN, E.J. *Física*. Adison-Wesley Iberoamericana. México, 1995.

SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL. Sistema general de unidades de medida, norma oficial nom-008-SCFI- 1993.



Propósitos

General

Comprender los conceptos básicos de metrología utilizando un instrumento de medición.

Particulares

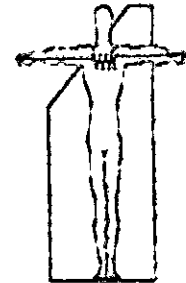
Conocer el uso y manejo del dinamómetro. Obtener sus características estáticas y dinámicas, el modelo matemático (la curva de calibración) que representa el funcionamiento del instrumento.

Equipo y materiales necesarios

- Dinamómetro
- Juego de masas

Fundamentos teóricos

La ley de Hooke establece que las deformaciones que sufre un cuerpo elástico, como consecuencia de la aplicación de fuerzas, son de magnitud proporcional a dichas fuerza; es decir, las deformaciones elásticas son directamente proporcionales a las fuerzas que las producen. Una de las aplicaciones de la ley de Hooke en la práctica se ve en los aparatos para medir fuerzas. El dinamómetro es un instrumento que mide fuerzas por deformación elástica de resortes.



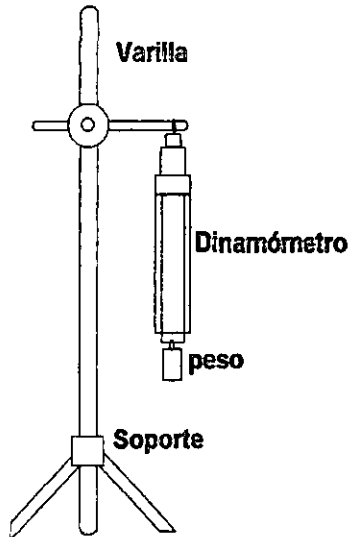
Precauciones y sugerencias

- No aplicar una fuerza mayor a la que el dinamómetro puede registrar.
- Colocar el dinamómetro en forma vertical.

Precauciones

NOTA: Antes de comenzar el experimento el alumno debe leer la sección de Instrucciones Generales para el laboratorio.

Partes del dinamómetro



Procedimiento

1. Calibrar el dinamómetro.
2. Determinar el rango, resolución y legibilidad del dinamómetro.
3. Tomar las lecturas correspondientes y completar la tabla.
4. Determinar el valor de la pendiente, con ayuda del método de regresión lineal o el de pares de puntos obtener el modelo matemático que representa el funcionamiento del instrumento.
5. Trazar la curva de calibración que representa el funcionamiento del dinamómetro, partiendo del modelo matemático obtenido.

Dinamómetro

m[g]	F= mg [N]	F1 [N]	F2 [N]	F3 [N]	F4 [N]	F5 [N]	\bar{F} [N]	%EE	%E	%EP	%P
0											
50											
100											
150											
250											
300											
350											
400											
450											

Tabla de datos

Donde F_p es la fuerza patrón y F_i es la fuerza leída, g = aceleración de la gravedad local, la fuerza: $F = mg$

Análisis

1. Indicar el valor de la sensibilidad del dinamómetro utilizado.
2. ¿Qué otro método de obtención de la mejor recta podría utilizar, por qué?
3. ¿Cuál es la diferencia entre trazar la gráfica usando los datos de la tabla y usando el modelo matemático?

Conclusiones

Revisar los objetivos planteados y formular sus conclusiones.

Aplicaciones

Investigar qué aplicaciones utilizarían los conceptos vistos.

Bibliografía

González González, Carlos y Zeleny Vázquez, Ramón : *Metrología*.

ALONSO M. Y FINN, E.J. *Física*. Adison-Wesley Iberoamericana. México, 1995.

3 Caída libre

Propósitos

General

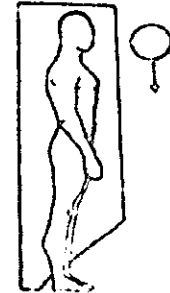
Obtener el modelo matemático que describe la relación entre desplazamiento y tiempo en la caída libre de un cuerpo, el significado físico de la pendiente y el modelo gráfico. Comprender los conceptos de energía potencial y cinética.

Particulares

Determinar experimentalmente la aceleración de la gravedad local.

Equipo y materiales necesarios

- soporte con accesorios
- varilla
- 2 sensores
- base para sensor
- balanza
- flexómetro
- cronómetro
- cables de conexión
- 3 móviles



Fundamentos teóricos

La mecánica estudia el movimiento de los cuerpos.

La cinemática describe el movimiento.

La dinámica relaciona el movimiento con las fuerzas que intervienen en él y con las propiedades de dichos cuerpos.

Nos percatamos de que un cuerpo se mueve cuando en un cierto instante se encuentra en una posición y en otro instante se encuentra en una posición diferente, por lo que decimos que ha experimentado un desplazamiento ($\Delta \bar{P}$).

La velocidad de un cuerpo es el cambio de posición con respecto al tiempo.

La velocidad media (V_m) es aquella en la que no importa la trayectoria seguida por el cuerpo.

$$V_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

La velocidad instantánea sí considera la trayectoria seguida.

$$v = \frac{dx}{dt}$$

La aceleración de un cuerpo es el cambio de la velocidad dividido entre el intervalo de tiempo en que ocurre.

La aceleración media es:

$$a_m = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

La aceleración instantánea se define por la relación:

$$a = \frac{dV}{dt}$$

1. Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU).

La característica de este movimiento es que su velocidad es constante.

La ecuación que define este movimiento es:

$$p = vt + p_0$$

Donde:

p Es la posición final

v Es la velocidad

t Es el tiempo en el que se lleva a cabo el movimiento.

p_0 Es la posición inicial.

2. Movimiento Uniformemente Acelerado (MUA).

La característica de este movimiento es que su aceleración es constante.

Las ecuaciones que definen este movimiento son:

$$v = v_0 + at$$

$$x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

$$v_f^2 = v_o^2 + 2a$$

El ejemplo más común de un movimiento con aceleración constante es el de un cuerpo que cae. Aristóteles afirmaba que "el movimiento de caída de un cuerpo cualquiera dotado de peso es tanto más rápido cuanto mayor sea su tamaño". Galileo Galilei afirmaba que no habiendo resistencia en el aire se encuentra que todos los cuerpos, independientemente de su tamaño, peso, o composición caen con la misma aceleración en el mismo punto de la superficie de la Tierra.

La aceleración de un cuerpo que cae libremente se llama aceleración debida a la gravedad y se representa por el símbolo g .

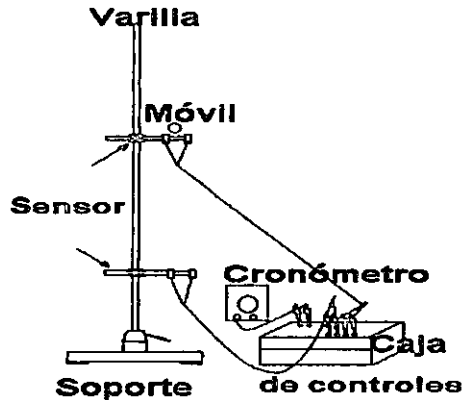
Precauciones y sugerencias

Precauciones

- No golpear los sensores.
- Al conectar y desconectar los cables sujetarlos del borne.
- Restablecer la caja de controles en cada evento o lectura.
- Verificar que el cronómetro se encuentre en lectura cero antes de iniciar cada evento.

NOTA: Antes de comenzar el experimento el alumno debe leer la sección de Instrucciones Generales para el laboratorio.

Partes



Procedimiento

1. Armar el equipo según el diagrama.
2. Tomar las lecturas de desplazamiento (altura) y tiempo para llenar la tabla de datos.
3. Realizar una gráfica considerando el desplazamiento (s) como variable independiente y a t como variable dependiente.
4. Realizar el cambio de variable $z = t^2$.
5. Realizar una gráfica de desplazamiento contra tiempo al cuadrado, considerando al

Caída libre

s [m]	t ₁ [s]	t ₂ [s]	t ₃ [s]	t ₄ [s]	t ₅ [s]	\bar{t} [s]	$z = \bar{t}^2$ s ²

Tabla de
datos

Donde s es el desplazamiento o altura del móvil, t es el tiempo que tarda el móvil en recorrer una cierta altura, z es el tiempo elevado al cuadrado.

- Partiendo del modelo matemático realizar la gráfica que relaciona el desplazamiento y el tiempo al cuadrado.
- Obtener el modelo matemático que relaciona el desplazamiento y el tiempo al cuadrado.
- Considerando los valores de desplazamiento de la tabla elaborar una tabla y una gráfica de desplazamiento vs. energía potencial.
- Con base en el modelo matemático elaborar una tabla y gráfica que relacione velocidad vs. energía cinética.

Análisis

- ¿Cuál es el significado de la pendiente de la gráfica que relaciona el desplazamiento y el tiempo al cuadrado?
- ¿Cuál es el valor de la aceleración de la gravedad local?

Conclusiones

Revisar los objetivos planteados y formular sus conclusiones.

Aplicaciones

Investigar qué aplicaciones utilizarían los conceptos vistos.

Bibliografía

HALLIDAY, D., RESNICK, R., KRANE, K.S. *Física*. CECSA. México, 1992.

ALONSO M. Y FINN, E.J. *Física*. Adison-Wesley Iberoamericana. México, 1995.

WILSON, Jerry D. *Física con aplicaciones*. McGraw Hill. 2ª edición. México, 1990.

7 Plano inclinado

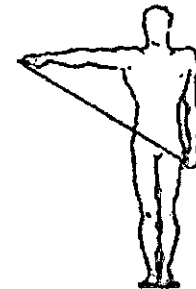
Propósitos

General

Obtener el modelo matemático que describe la relación entre desplazamiento y tiempo, el significado físico de la pendiente y el modelo gráfico del movimiento de un cuerpo sobre un plano inclinado.

Particulares

Determinar experimentalmente el valor de la aceleración de un cuerpo, que desciende en un plano inclinado.



Equipo y materiales necesarios

- 3 móviles
- soporte con accesorios
- varilla
- 2 sensores
- caja de controles
- balanza
- flexómetro
- bases para sensor
- cables de conexión
- riel de aluminio
- goniómetro

Fundamentos teóricos

Galileo Galilei (1564-1642) demostró a través de sus experimentos que una pelota rodando por un plano inclinado, recorría distancias proporcionales al cuadrado del tiempo transcurrido, resultado que es cierto solamente si el movimiento es uniformemente acelerado.

Esto fue muy importante ya que en la época de Galileo no existía equipo alguno para medir el tiempo en la caída libre con suficiente exactitud para obtener datos numéricos dignos de confianza y el experimento con el plano inclinado probó que el movimiento de una bola rodando por un plano inclinado era similar al de la pelota en caída libre. El plano inclinado simplemente servía para reducir la aceleración de la gravedad y por consiguiente para hacer más lento el movimiento. Galileo Galilei demostró que si la aceleración a lo largo de un plano inclinado es constante, la aceleración debida a la gravedad también debe de ser constante; porque la aceleración a lo largo del plano inclinado es simplemente una componente de la aceleración vertical de la gravedad y a lo largo de un plano inclinado de pendiente constante la relación de las dos aceleraciones permanece constante (por ejemplo si el plano inclinado se encuentra a 30° la relación es $a_{\text{plano}}/g = 0.5$).

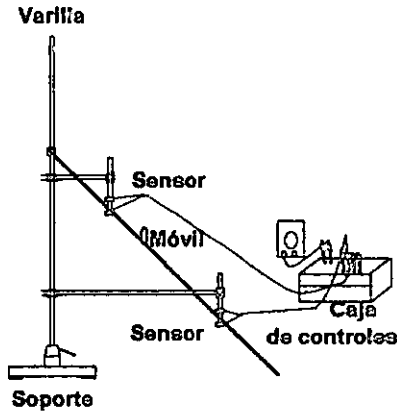
Precauciones y sugerencias

- No golpear los sensores.
- Al conectar y desconectar los cables sujetarlos del borne.
- Restablecer la caja de controles en cada medición.

Precauciones

NOTA: Antes de comenzar el experimento el alumno debe leer la sección de Instrucciones Generales para el laboratorio y principio de funcionamiento del instrumento.

Partes



Procedimiento

1. Armar el equipo según el diagrama.
2. Tomar las lecturas de desplazamiento y tiempo para llenar la tabla de datos.
3. Realizar un cambio de variable $z = \bar{t}^2$.
4. Obtener el modelo matemático considerando el tiempo al cuadrado (z) como variable independiente y al desplazamiento (s) como variable dependiente.
5. Partiendo del modelo matemático realizar la gráfica que relaciona al desplazamiento (s) y al tiempo al cuadrado (z).

Diagrama

s [m]	t ₁ [s]	t ₂ [s]	t ₃ [s]	t ₄ [s]	t ₅ [s]	\bar{t} [s]	$z = \bar{t}^2$ [s ²]

Tabla de datos

Donde s es el desplazamiento, t es el tiempo y z es el tiempo elevado al cuadrado.

Análisis

1. ¿Cuál es el significado de la pendiente del modelo gráfico $s = f(t^2)$?
2. ¿Cuál es el valor de la aceleración de la esfera y cuál es el valor de la aceleración de la gravedad local?

Conclusiones

Revisar los objetivos planteados y formular sus conclusiones.

Aplicaciones

Investigar qué aplicaciones utilizarían los conceptos vistos.

Bibliografía

HALLIDAY, D., RESNICK, R., KRANE, K.S. *Física*. CECSA. México, 1992.

ALONSO M. Y FINN, E.J. *Física*. Addison-Wesley Iberoamericana. México, 1995.

WILSON, Jerry D. *Física con aplicaciones*. McGraw Hill. 2ª edición. México, 1990.

Una propiedad que caracteriza a los fluidos es la densidad (ρ) que se define como la masa en cada unidad de volumen: $\rho = m / v$ [kg/m^3].

Otra propiedad es el peso específico (γ) que se define como el peso en cada unidad de volumen $\gamma = \text{Peso}/v$ [N/m^3].

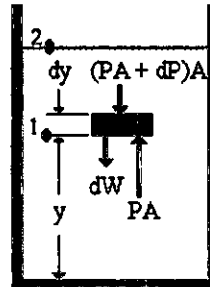
La presión P de un fluido se define como la razón de la fuerza al área: $P = F / A$ [$\text{N/m}^2 = \text{Pa}$].

Si se tiene un fluido en reposo dentro de un recipiente como el que se muestra en la figura y si un cuerpo cilíndrico de sección transversal A y altura dy se encuentra en equilibrio, lo primero que se observa es que todos los puntos a la misma profundidad tienen la misma presión. La fuerza hacia arriba sobre el fondo del cilindro es PA y la fuerza hacia abajo en la parte superior es $(P + dP)A$. El peso del cilindro, cuyo volumen es dV , está dado por $dW = \rho g dV = \rho g A dy$, donde ρ es la densidad del fluido. Ya que el cilindro está en equilibrio, la suma de las fuerzas debe ser igual a cero, por lo tanto:

$$\Sigma F_y = PA - (P + dP)A - \rho g A dy = 0$$

por lo tanto

$$dP / dy = - \rho g$$



Si P_1 y P_2 son las presiones en los puntos 1 y 2 y $y_2 - y_1 = h$, entonces integrando la ecuación anterior, da:

$$P_2 - P_1 = -\rho g(y_2 - y_1) = -\rho gh, \text{ ya que } P_2 < P_1$$

Si el recipiente está abierto de la parte superior, entonces a partir de la última expresión se puede obtener la presión a una profundidad h . Tomando la presión atmosférica como $P_{\text{atm}} = P_2$, se encuentra:

$$P = P_{\text{atm}} + \rho gh = P_{\text{atm}} + P_{\text{man}}$$

donde:

$$P_{\text{man}} = \rho gh \text{ [Pa]}$$

La presión es la misma para todos los puntos que se encuentran a la misma profundidad. Además la presión no se ve afectada por la forma del recipiente.

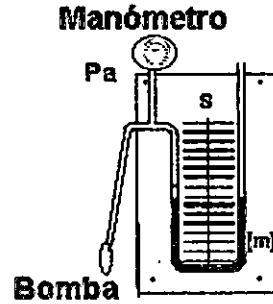
Precauciones y sugerencias

- Bombear cuidando que no se derrame el mercurio.

Precauciones

NOTA: Antes de comenzar el experimento el alumno debe leer la sección de Instrucciones Generales para el laboratorio.

Partes



Manómetro

Procedimiento

1. Armar según el diagrama.
2. Bombear aire en el tubo y registrar lecturas de presión y altura.
3. Obtener el modelo matemático que relaciona la altura s y la presión P .
4. Partiendo del modelo matemático realizar la gráfica que relaciona la altura s y la presión P .

s [m]	P_1 [Pa]	P_2 [Pa]	P_3 [Pa]	P_4 [Pa]	P_5 [Pa]	\bar{P} [Pa]

Tabla de datos

Donde s es la altura y P la presión.

Análisis

1. ¿Cuál es el significado de la pendiente del modelo gráfico $P = f(s)$?
2. ¿Cuál es el valor de la densidad del mercurio?
3. Obtener el porcentaje de error de exactitud en el valor de la densidad del mercurio, considerando como valor patrón el de tablas.

Conclusiones

Revisar los objetivos planteados y formular sus conclusiones.

Aplicaciones

Investigar qué aplicaciones utilizarían los conceptos vistos.

Bibliografía

HALLIDAY, D., RESNICK, R., KRANE, K.S. *Física*. CECSA. México, 1992.

ALONSO M. Y FINN, E.J. *Física*. Adison-Wesley Iberoamericana. México, 1995.

WILSON, Jerry D. *Física con aplicaciones*. McGraw Hill. 2ª edición. México, 1990

1. Manómetro diferencial

Propósitos

General

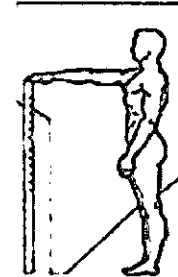
Obtener el modelo matemático que describe la relación entre la presión y la profundidad en un líquido en reposo, significado físico de la pendiente y el modelo gráfico.

Particular

Determinar experimentalmente el valor de la densidad y peso específico del líquido utilizado.

Equipo y materiales necesarios

- Manómetro diferencial
- Campana de inmersión
- Recipiente
- Regleta
- Líquido (agua)



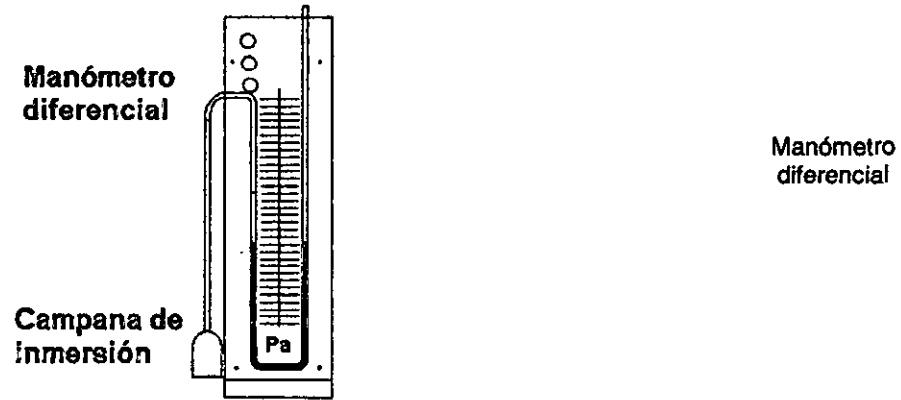
Precauciones y sugerencias

- Hay que cuidar que la campana de inmersión no se golpee.
- Al sumergir la campana de inmersión en el líquido a estudiar hay que hacerlo suavemente y con una ligera inclinación, para que el líquido manométrico no se derrame.

Precauciones

NOTA: Antes de comenzar el experimento el alumno debe leer la sección de Instrucciones Generales para el laboratorio.

Partes



Procedimiento

1. Introducir la campana de inmersión en el agua.
2. Variar la profundidad de la campana e ir realizando las lecturas correspondientes de presión.
3. Obtener el modelo matemático que relaciona a la profundidad p y a la presión P .
4. Partiendo del modelo matemático realizar la gráfica que relaciona a la profundidad p y a la presión P .

p [m]	P_1 [Pa]	P_2 [Pa]	P_3 [Pa]	P_4 [Pa]	P_5 [Pa]	\bar{P} [Pa]

Tabla de datos

Donde p es la profundidad y P la presión.

Análisis

1. ¿Cuál es el significado de la pendiente del modelo gráfico $P=f(p)$?
2. ¿Cuál es el valor de la densidad del agua?
3. Obtener el porcentaje de error de exactitud en el valor de la densidad del agua, considerando como valor patrón el de tablas.

Conclusiones

Revisar los objetivos planteados y formular sus conclusiones.

Aplicaciones

Investigar qué aplicaciones utilizarían los conceptos vistos.

Bibliografía

HALLIDAY, D., RESNICK, R., KRANE, K.S. *Física*. CECSA. México, 1992.

ALONSO M. Y FINN, E.J. *Física*. Adison-Wesley Iberoamericana. México, 1995.

WILSON, Jerry D. *Física con aplicaciones*. McGraw Hill. 2ª edición. México, 1990

Primera ley de la termodinámica

Propósitos

General:

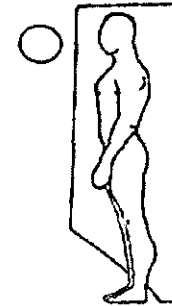
Obtener el modelo matemático que describe la relación entre el calor y la temperatura en un líquido, el significado de la pendiente y el modelo gráfico.

Particular:

Determinar la capacidad térmica de un líquido.

Equipo y materiales necesarios

- calorímetro con bobina de calentamiento
- termómetro
- balanza
- vaso de precipitados
- agua
- masa de 5 [kg]



Fundamentos teóricos

Termodinámica. Parte de la física que trata sobre los fenómenos relacionados con los procesos de transformación e intercambio de energía entre sustancias, así como las propiedades de éstas.

Energía. Es toda aquella capacidad para realizar cambios, ya sea sobre un cuerpo o sobre las moléculas que integran a la sustancia.

En forma general podemos decir que si dos cuerpos A y B están por separado en equilibrio térmico con un tercer cuerpo C, entonces A y B están en equilibrio térmico entre sí. Este enunciado conocido como la Ley Cero de la Termodinámica, aunque parezca obvio, es fundamental, en el campo de la termodinámica, ya que se puede utilizar para definir la temperatura.

Calor es una transferencia de energía que se lleva a cabo como una consecuencia de las diferencias en la temperatura.

La cantidad de calor que se requiere para elevar la temperatura de una sustancia, se denomina capacidad térmica:

$$C = Q/\Delta\theta \text{ [J/}^\circ\text{C]}.$$

La capacidad térmica de cualquier sustancia es proporcional a su masa. Por esta razón, es conveniente definir la capacidad térmica en cada unidad de masa de una sustancia, c , llamada capacidad térmica específica:

$$c = C/m = Q/m\Delta\theta \text{ [J/kg}^\circ\text{C]}.$$

De la definición anterior se puede expresar la energía en forma de calor que se transfiere entre una sustancia de masa m y los alrededores para un cambio de temperatura $\Delta\theta = \theta_f - \theta_i$ [$^\circ\text{C}$], como:

$$Q = mc\Delta\theta \text{ [J]}.$$

La primera ley de la termodinámica es una generalización de la ley de la conservación de la energía que incluye los cambios posibles en la energía interna y se expresa como:

$$\Delta U = U_f - U_i = Q - W \text{ [J]}.$$

donde:

Q es el calor transferido

W es el trabajo realizado por o sobre el sistema

ΔU es el cambio de energía interna.

El calor se considera positivo cuando entra al sistema ocurriendo igual con el trabajo, si este se produce dentro del sistema se considera positivo.

Existen sistemas abiertos, cerrados y aislados. Los abiertos permiten el paso de masa y energía a través de la frontera; los cerrados solo permiten el paso de energía y los sistemas aislados no permiten el paso ni de energía ni de masa a través de su frontera.

Un calorímetro es un instrumento que evita las tres formas de transmisión de calor: conducción, convección y radiación. Como no puede haber entrada ni salida de energía en forma de calor en el calorímetro y debido a la 1ª ley de la termodinámica, se concluye que una vez que se alcanza el equilibrio térmico, el calor total liberado por los cuerpos que se enfrían, es igual al calor total absorbido por los cuerpos que se calientan, o, como suele decirse, en el interior de un calorímetro tenemos que:

$$\text{calor cedido} + \text{calor absorbido} = 0$$

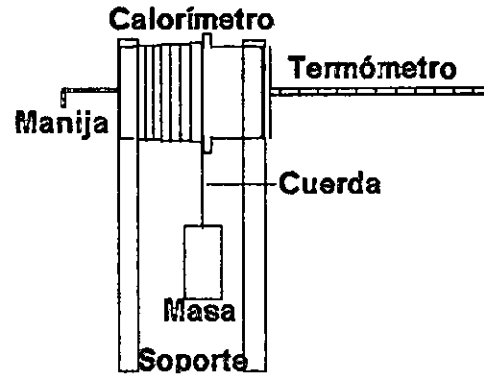
Precauciones y sugerencias

Precauciones

- No golpear el termómetro y enfriarlo bajo el chorro de agua.

NOTA: Antes de comenzar el experimento el alumno debe leer la sección de Instrucciones Generales para el laboratorio.

Partes



Calorímetro
con soporte

Procedimiento

1. Tomar una masa de 100 [g] de agua, a temperatura ambiente, registrar estos valores.
2. Colocar la masa de 5[kg] de modo que la cuerda se tense.
3. Girar la manivela de modo que gire una vuelta a la vez y tomar el valor de la temperatura, para cada vuelta.
4. Obtener el modelo matemático considerando al incremento de temperatura como variable independiente y al calor como variable dependiente.
5. Realizar la gráfica utilizando el modelo matemático.

n	θ_1 [°C]	θ_2 [°C]	θ_3 [°C]	θ_4 [°C]	θ_5 [°C]	$\bar{\theta}$ [°C]

Tabla de datos

Donde:

n, es el número de vueltas que se gira la manivela y que se enrolla la cuerda.

θ , temperatura.

$\Delta\theta$, incremento de temperatura.

W, trabajo mecánico, el realizado al girar la cuerda.

G, peso de la masa suspendida.

d, diámetro del calorímetro.

Q, calor.

c, capacidad térmica específica.

$\Delta\bar{\theta}$ [°C]	Q= W=Gn π d [J]
0	

Análisis

1. ¿Cuál es el significado de la pendiente de la gráfica obtenida?
2. ¿Cuál es el valor de la capacidad térmica específica de la sustancia?
3. ¿Cuál es la diferencia entre calor y temperatura?

Conclusiones

Revisar los objetivos planteados y formular sus conclusiones.

Aplicaciones

Investigar qué aplicaciones utilizarían los conceptos vistos.

Bibliografía

HALLIDAY, D., RESNICK, R., KRANE, K.S. *Física*. CECSA. México, 1992.

ALONSO M. Y FINN, E.J. *Física*. Adison-Wesley Iberoamericana. México, 1995.

WILSON, Jerry D. *Física con aplicaciones*. McGraw Hill. 2ª edición. México, 1990

Objetivo de los Experimentos Propuestos

Objetivos

General

Determinar experimentalmente el valor de la capacidad térmica específica de un material, a través del equilibrio térmico, con la primera ley de la termodinámica.

Particulares

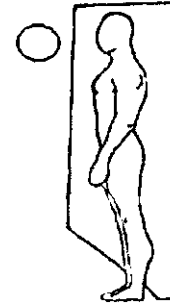
Determinar la temperatura de equilibrio.

Equipo y materiales necesarios

- calorímetro
- termómetro
- balanza
- vaso de precipitados
- agua
- material sólido: cobre, vidrio.
- parrilla eléctrica.

Fundamentos teóricos

Si se mezclan en un recipiente agua fría y caliente, la temperatura de la mezcla tendrá un valor intermedio entre las temperaturas iniciales. Si se arroja un sólido caliente dentro de un recipiente con agua fría, la temperatura del sólido descenderá. La temperatura del agua aumentará.



Cuando un cuerpo es enfriado o calentado su capacidad de absorber calor es proporcional al cambio de temperatura a la masa del cuerpo.

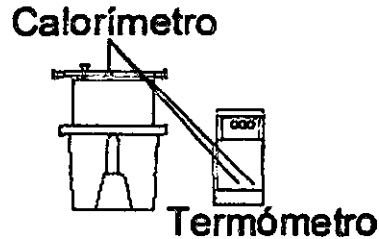
Precauciones y sugerencias

- Cuidar de no quemarse al calentar los elementos usados.
- No golpear el termómetro y enfriarlo bajo el chorro de agua.
- Cuidar de no colocar nada combustible, sobre la parrilla.

Precauciones

NOTA: Antes de comenzar el experimento el alumno debe leer la sección de Instrucciones Generales para el laboratorio.

Partes



Calorímetro

Procedimiento

1. Tomar una masa de 200 [g] de agua a temperatura ambiente, registrar sus valores.
2. Calentar una masa de 100 [g] de cobre, hasta que alcance una temperatura de 30 ° C.
3. Mezclar en el calorímetro hasta obtener un valor de temperatura de equilibrio

4. Repetir el procedimiento para el vidrio.
5. Tomar una masa de 200 [g] de agua a temperatura ambiente. Calentar hasta que tenga 70°C. Mezclar con una masa 100g de cualquiera de los materiales a temperatura ambiente. Obtener la temperatura de equilibrio.

Análisis

1. ¿Cuál es el valor de la capacidad térmica específica de cada uno de los materiales utilizados?
2. Calcular el error de exactitud entre los valores obtenidos de capacidad térmica específica y los valores teóricos, obtenidos de tablas.

Conclusiones

Revisar los objetivos planteados y formular sus conclusiones.

Aplicaciones

Investigar qué aplicaciones utilizarían los conceptos vistos.

Bibliografía

HALLIDAY, D., RESNICK, R., KRANE, K.S. *Física*. CECSA. México, 1992.

ALONSO M. Y FINN, E.J. *Física*. Adison-Wesley Iberoamericana. México, 1995.

WILSON, Jerry D. *Física con aplicaciones*. McGraw Hill. 2ª edición. México, 1990

Objetivo General

Propósitos

General

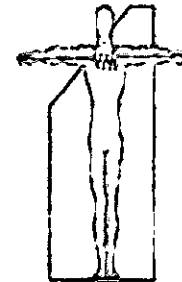
Obtener el modelo matemático que describe la relación entre frecuencia y longitud de onda para una onda, el significado de la pendiente y el modelo gráfico obtenido.

Particulares

Determinar la velocidad de propagación de una onda

Equipos y materiales necesarios

- resorte
- generador de funciones
- impulsor de ondas
- flexómetro
- soporte con accesorios
- varilla
- cables



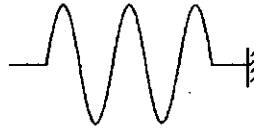
Fundamentos teóricos

Ondas mecánicas.

Una onda mecánica es una perturbación que se propaga en un medio. Una onda transporta energía, pero no hay transporte de materia.

Si se tiene una cuerda fija por uno de sus extremos y estirada en forma horizontal y si se mueve hacia arriba y enseguida hacia abajo, volviendo a la posición inicial, podemos ver que un pulso que se propaga a lo largo de la cuerda a cierta velocidad.

Si el movimiento es continuo, se tendrá una serie de pulsos que constituye una onda que se propaga en la cuerda.



Los puntos más altos de los pulsos o semiciclos positivos se denominan crestas y los puntos más bajos de los pulsos o semiciclos negativos se denominan valles. La distancia entre una cresta y la posición inicial se denomina "amplitud" (A) y la frecuencia es el número de ciclos en la unidad de tiempo.; entendiendo un ciclo como un pulso alto y uno bajo. El periodo es el tiempo que tarda en completarse un ciclo y está relacionado con la frecuencia por medio de la siguiente expresión:

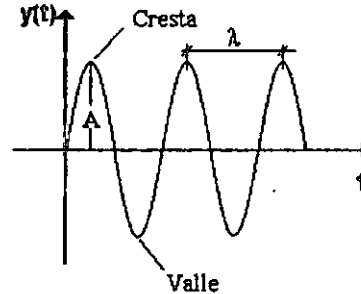
$$f = 1/T \text{ (1 ciclo/s = 1 Hz).}$$

donde: f es la frecuencia
 T es el periodo.

La distancia que recorre la onda durante un periodo recibe el nombre de longitud de onda y se representa por la letra griega λ (lambda). λ también es la distancia entre dos crestas sucesivas o entre dos valles sucesivos.

Si una onda se propaga con velocidad constante se puede escribir:

$$\lambda = v T \quad \text{y como} \quad T = 1/f \quad \text{entonces} \quad \lambda = v/f$$



Una onda donde el desplazamiento de las partículas del medio es en dirección perpendicular a la dirección de propagación, se denomina onda transversal. Las ondas que viajan a lo largo de la cuerda anterior son transversales

Una onda en donde el desplazamiento del medio es en la misma dirección de la propagación, se denomina onda longitudinal. Un resorte que se estira y se comprime genera ondas de este tipo.

La velocidad v de una onda en un medio es la velocidad con la cual los pulsos de la onda se propagan en dicho medio. Para una cuerda la velocidad depende de la tensión a la cual se encuentra sometida la cuerda y de la densidad de masa μ (masa entre la longitud de la cuerda)

$$v = (F/\mu)^{1/2} .$$

Los puntos donde la amplitud es máxima se le denominan antinodos y los puntos en donde la amplitud es mínima se le llaman nodos y están espaciados en media longitud de onda.

Al aplicar frecuencias diferentes a una cuerda sostenida por dos soportes se puede obtener ondas estacionarias con diferentes modos de vibración (n), donde el modo de vibración es el número de nodos menos uno.

Si se cumple que L es la longitud de la cuerda y la distancia que se encuentran separados los soportes, se tiene que $\lambda = 2L/n$. Al medir la frecuencia que causa los diferentes modos de vibración se puede obtener la velocidad de la onda. Si se conoce la tensión F y la densidad lineal de la cuerda también se puede obtener la velocidad y por lo tanto se puede comparar con la anterior.

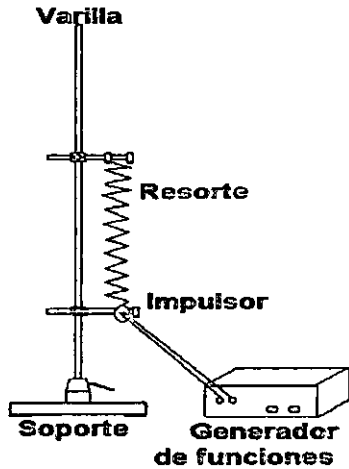
Precauciones y sugerencias.

- Cuidar de que el seguro del impulsor esté en la posición no asegurado (*unlock*) para ponerlo en funcionamiento.
- Asegurar los extremos del resorte.

Precauciones

NOTA: Antes de comenzar el experimento el alumno debe leer la sección de Instrucciones Generales para el laboratorio.

Partes



Procedimiento

1. Variar la frecuencia hasta obtener cada uno de los modos de vibración de las ondas estacionarias registrando el modo de vibración, frecuencia y longitud de onda, que será medida directamente con el flexómetro.
2. Obtener el modelo matemático considerando el periodo como variable independiente y la longitud de onda como variable dependiente.
3. Realizar la gráfica utilizando el modelo matemático.

Resorte

n	f [Hz]	λ_1 [m]	λ_2 [m]	λ_3 [m]	λ_4 [m]	λ_5 [m]	$\bar{\lambda}$ [m]

Donde:
 n, es el modo de vibración de la onda.
 f, frecuencia .
 T, periodo.
 λ , longitud de onda.

Tabla de datos

T [s]	$\bar{\lambda}$ [m]

Tabla de datos

Análisis

1. ¿Cuál es el significado de la pendiente en el modelo gráfico obtenido?
2. ¿Cuál es el valor de la rapidez de propagación de las ondas?

Conclusiones

Revisar los objetivos planteados y formular sus conclusiones.

Aplicaciones

Investigar qué aplicaciones utilizarían los conceptos vistos.

Bibliografía

HALLIDAY, D., RESNICK, R., KRANE, K.S. *Física*. CECSA. México, 1992.

ALONSO M. Y FINN, E.J. *Física*. Adison-Wesley Iberoamericana. México, 1995.

WILSON, Jerry D. *Física con aplicaciones*. McGraw Hill. 2ª edición. México, 1990

Cantidad de	mol (símbolo mol)
Substancia	Es la cantidad de substancia que contiene tantas entidades elementales como existen átomos en 0,012 kg de carbono 12 (14ª. CGPM-1971)
Intensidad luminosa	candela (símbolo cd) Es la intensidad luminosa en una dirección dada de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} hertz y cuya intensidad energética en esa dirección es de 1/683 watt por esterradián (16ª. CGPM-1979)

Las unidades suplementarias son:

Ángulo plano	radián (símbolo rad) El radián es el ángulo plano comprendido entre dos radios de un círculo que interceptan, sobre la circunferencia de este círculo, un arco de longitud igual a la del radio (recomendación ISO-R31/1)
Ángulo sólido	esterradián (símbolo sr) Es el ángulo sólido que tiene su vértice en el centro de una esfera, y que intercepta sobre la superficie de esta esfera un área igual a la de un cuadrado que tiene por lado el radio de la esfera (ISO-R-31/1)

MANEJO DE DATOS EXPERIMENTALES

Todas las medidas están sujetas a errores al azar y éstos dispersan las lecturas alrededor del valor real. Algunas veces la lectura es muy alta, otras veces muy baja. Con la repetición de las lecturas los errores del azar tienden a cancelarse.

En general, si se toman n lecturas, x_1, x_2, \dots, x_n de una misma cantidad física y las lecturas se toman bajo las mismas condiciones experimentales, entonces el mejor estimativo es la media \bar{x} dada por:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Errores al azar en el valor medio

La extensión en la cual las lecturas están dispersas alrededor de la posición media se debe tener en cuenta. Una medida cuantitativa de esta dispersión se puede encontrar en la siguiente forma:

Primero calcule la media \bar{x} . Después calcule los residuos d_1, \dots, d_n , los cuales simplemente se definen como la diferencia entre las lecturas individuales y la media.

El *error del cero* se refiere a cuando se lee la escala de un instrumento, siempre debe cerciorarse que apunte realmente al cero cuando vaya a leer 0. Si no, hay que calibrar el instrumento para la lectura del cero.

La lista de posibles errores sistemáticos es interminable, cada que se monta un experimento. No es posible dar una lista apropiada de errores, distinguiendo aquellos que

son sistemáticos de los que son al azar. Se debe estimar la magnitud de cualquier error probable y remanente y considerarlo en el resultado final

Medida del error

En una serie de lecturas sobre una misma dimensión constante, la inexactitud es la diferencia entre los valores máximo y mínimo obtenidos.

$$\text{Inexactitud} = | \text{valor máximo} - \text{valor mínimo} |$$

El error absoluto es la diferencia entre el valor leído y el valor patrón o de referencia correspondiente.

$$\text{Error absoluto} = | \text{valor leído} - \text{valor patrón} |$$

El error relativo es el error absoluto entre el valor patrón.

$$\text{Error relativo} = \left| \frac{\text{error absoluto}}{\text{valor patrón}} \right|$$

$$\text{Error relativo} = \left| \frac{\text{valor leído} - \text{valor patrón}}{\text{valor patrón}} \right|$$

El error relativo proporciona mejor información para cuantificar el error, ya que un error de un milímetro en la longitud de un rollo de lámina y en el diámetro de un tornillo tiene diferente significado.

Valores porcentuales

$$\%EE = \frac{|V_p - V_L|}{|V_p|} \cdot 100$$

$$\% E = |100 - \% EE|$$

$$\%EP = \frac{|\bar{V}_L - V_{md}|}{V_L} \cdot 100$$

$$\%P = |100 - \% EP|$$

V_L = Valor leído

$\%EE$ = por ciento de error de exactitud

$\%EP$ = por ciento de error de precisión

\bar{V}_L = media del valor leído

V_p = Valor patrón

$\%E$ = por ciento de exactitud

$\%P$ = por ciento de precisión

V_{md} = valor de la desviación máxima

Error humano, puede deberse al descuido, las lecturas repetidas de la misma cantidad a menudo revelan este tipo de error.

Algunos errores que se presentan durante la medición son:

Error de paralaje, ocurre debido a la posición incorrecta de quien realiza la lectura con respecto a la escala graduada del instrumento de medición.

Error por instrumento de medición, puede deberse a defectos de fabricación o desgaste. Existen valores permisibles, establecidos en normas o información técnica del fabricante.

Error por condiciones ambientales, este error se debe a factores como temperatura, humedad, polvo y vibraciones o interferencias electromagnéticas (ruido).

Desviación estándar, que puede interpretarse como una medida de la dispersión del conjunto de lecturas alrededor del valor medio. Para un número reducido de mediciones es conveniente el empleo de la siguiente expresión:

$$S_x = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{1/2}$$

Incertidumbre o error estándar de la media. Es un número estimado que se asigna a una medida, partiendo de que hay errores que pueden estar presentes y no siempre cuantificables

$$S_m = \frac{1}{\sqrt{n}} S_x$$

Los instrumentos tienen sus propias limitaciones inherentes. La exactitud de tales medidas depende de un número de factores. No importa qué tan cuidadosamente haga sus observaciones un científico, *si la muestra en análisis no es representativa, está desperdiciando sus esfuerzos.*

Aun cuando se haya tenido mucho cuidado para excluir las desviaciones, la muestra en estudio está aún sujeta a fluctuaciones estadísticas. La única manera de reducir los errores estadísticos y aumentar la precisión en el resultado final de dicho experimento, es aumentar el tamaño del muestreo.

Proporcionalidad

En la experimentación interesa la forma como varía una cantidad como resultado de un cambio en otra. Existen varios tipos de tal dependencia. Por ejemplo:

$$x = vt$$

x y t se pueden tomar en un intervalo de valores. Cuando dos variables se relacionan de esta forma, decimos que una es *directamente proporcional* a la otra. La constante (v) se dice que es la *constante de proporcionalidad*.

Otro ejemplo es:

$$P = K \frac{1}{V}$$

donde P y V son la presión y el volumen respectivamente y la constante K depende de la naturaleza del gas, su masa y la temperatura. Aquí decimos que una variable es *inversamente proporcional* a la otra.

En la siguiente expresión decimos que P es directamente proporcional a M e inversamente proporcional a V .

$$P = \frac{kM}{V}$$

En cualquier experimento existe una relación de proporcionalidad, la cual es fácilmente interpretada en una gráfica si tomamos la variable independiente en el eje de las abscisas y la variable dependiente en el eje de las ordenadas.

AJUSTE DE CURVAS

En la experimentación obtenemos datos de dos o más variables dependientes entre sí, y se presenta el problema de trazar la línea recta que mejor ajuste a dichos datos, que generalmente no ajustan a una línea recta.

MÉTODO DE PARES DE PUNTOS

Consiste en dividir los datos tabulares en dos grupos, subgrupo mayor y subgrupo menor, considerando las columnas de la variable independiente, y la columna que representa al promedio de la variable dependiente.

Se encuentra la diferencia para cada par entre los valores de x y y , es decir:

$$(x_5 - x_1), (x_6 - x_2) \dots (x_8 - x_4)$$

$$(y_5 - y_1), (y_6 - y_2) \dots (y_8 - y_4)$$

se obtiene la suma de las diferencias y el cociente de las sumas para llegar a la ecuación de la pendiente :

$$m = \frac{(y_8 - y_4) + (y_7 - y_3) + (y_6 - y_2) + (y_5 - y_1)}{(x_8 - x_4) + (x_7 - x_3) + (x_6 - x_2) + (x_5 - x_1)}$$

o bien para cualquier valor de n par

$$m = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{n}{2} + 1\right) (y_i - y_{i - \frac{n}{2}})}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{n}{2} + 1\right) (x_i - x_{i - \frac{n}{2}})}$$

Habiendo calculado m de la aproximación pares de puntos y sabiendo que la mejor línea pasa por el centroide (\bar{x}, \bar{y}) se tiene el valor de la ordenada al origen:

$$b = \bar{y} - m \bar{x}$$

donde:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Si y es una variable directamente proporcional a otra x , entonces existe una relación teórica entre ellas: $y = mx$, donde m es la constante de proporcionalidad. El par de medidas (y, x) debe estar sobre la línea de pendiente m que pasa por el origen, o sea el punto $(0, 0)$. Sin embargo, el procedimiento de *pares de puntos* da una línea que, debido a la imprecisión experimental, no es necesario que pase exactamente por el origen. La cantidad por la cual la línea se aleja del origen, puede contener información acerca de un posible error sistemático del cero en el aparato. Si tal error está presente y se fuerza la línea para pasarla por el origen, reducirá la exactitud en la determinación de la inclinación.

Cuando $x = 0$, y tiene el valor de b . La relación directamente proporcional, $y = mx$, es un caso particular cuando $b = 0$.

La distancia desde el origen al punto donde la línea, o curva corta al eje de ordenadas se llama el intercepto u ordenada al origen en ese eje. Los puntos que están sobre tal línea tendrán el par de medidas y y x relacionadas por la ecuación de la recta ajustada.

$$y = mx + b$$

MÉTODO DE MÍNIMOS CUADRADOS

Se tiene un conjunto n de valores de y en función de x , siendo prácticamente cero la incertidumbre para x . La mayoría de los puntos no se encuentran sobre la recta, sino ligeramente desviados, donde la desviación está dada por:

$$d_i = y_i - (mx_i + b)$$

Si dichas desviaciones se suman, podrían anularse algunas entre sí. El mejor ajuste se logra cuando la suma de los cuadrados de las desviaciones es mínima. Por lo que se requiere minimizar la suma de los cuadrados de las desviaciones o diferencias.

$$d_i^2 = [y_i - (mx_i + b)]^2 = 0$$

para que esto se cumpla es necesario que:

$$\frac{\partial M}{\partial m} = 0 \quad \frac{\partial M}{\partial b} = 0$$

De la primera condición se tiene

$$2m \sum x_i^2 + 2 \sum x_i - 2 \sum x_i y_i = 0$$

Y de la segunda

$$2nb + 2m \sum x_i - 2 \sum y_i = 0$$

Resolviendo las ecuaciones simultáneas se tiene:

$$m = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$b = \frac{\sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum x_i y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

Para finalmente tener los valores para nuestra curva ajustada

$$y = mx + b$$

VARIAS AYUDAS SOBRE CÓMO DIBUJAR GRÁFICOS

- (a) Es usual en un experimento cambiar una cantidad y ver qué efecto se produce en la otra cantidad. Es común dibujar la variable independiente a lo largo del eje horizontal y la variable dependiente a lo largo del eje vertical.
- (b) Escoger las escalas tales que los puntos queden lo más espaciados posible sobre la hoja de papel.
- (c) Escoger en las escalas divisiones simples así que se reduzca la labor de estimar las fracciones de una división (y también disminuir el riesgo de cometer un error
- (d) Para evitar confusión con manchas de polvo, marque los puntos con cruces (+) o círculos (o) y no con puntos.
- (e) Siempre marcar los ejes con el nombre o símbolo de la cantidad que se está colocando a lo largo de ellos y también con las unidades en que se está midiendo.
- (f) Cuando trace la *mejor curva* a través de los puntos, no los una individualmente, sino que trace una curva suave a través de ellos. Apoyándose en el centroide y la ordenada al origen.
- (g) Cuando tome lecturas, en general, dispérselas uniformemente sobre el intervalo de valores de la cantidad que está midiendo.

Papel logaritmico para gráficas

$$y = K \cdot k^x$$

Esta ecuación tiene muy poco en común con la ecuación general para una línea recta: $y = mx + c$. Un gráfico de y contra x no da una línea recta, podemos expresar la ecuación anterior en una forma un poco diferente, tomando logaritmos en ambos lados.

$$\log y = x \log k + \log K$$

$$\log y = mx + c$$

Donde m y c son constantes ($m = \log k$ y $c = \log K$). Entonces si se hace la gráfica x contra $\log y$ en vez de y , resultará una línea recta.

Ahora lo que hay que hacer es buscar los logaritmos de todos los valores de y y hacer el gráfico en un papel ordinario para gráficas. Sin embargo, es más conveniente usar un papel que hace el trabajo por usted. El papel es el llamado *log x 10*. La escala horizontal es una escala ordinaria en la cual las divisiones grandes están subdivididas en 10 partes de igual tamaño. La escala vertical es una escala log, y sus divisiones se van comprimiendo progresivamente a medida que se avanza hacia arriba (en la misma forma que los logaritmos de números crecen más lentamente que los mismos números). Si dibuja, y en esta escala logarítmica, los puntos quedan distribuidos sobre el papel en la misma forma como si hubiera dibujado $\log y$ en un papel para gráficos ordinarios.

ESTE SISTEMA NO SALE
 A BARRA NOTICIA

La escritura del informe final

La importancia de escribir un informe radica en el comunicar los resultados de la experimentación de una manera clara y si es posible atractiva. A continuación se listan las diferentes secciones de un informe:

1. Título
2. Formato
 - Introducción, indicar el tema, revisar la información existente, lo esperado en el experimento.
 - Procedimiento, precauciones, resumen de lo realizado en la experimentación, detalles de medición, diagramas de equipo y material.
 - Resultados, valores medidos, cálculos.
 - Gráficas.
 - Análisis, obtención de un modelo, errores.
 - Conclusiones, comparación de lo esperado y lo obtenido.

Sugerencias para la redacción de un informe

1. Escriba en voz pasiva, tiempo pasado. El uso ocasional de "yo" es aceptable.
2. Escriba un resumen y conclusiones de 20 a 100 palabras.
3. No dé derivaciones teóricas de fórmulas.
4. Dibujar claramente los diagramas de aparatos.
5. Su informe puede tener tablas, gráficos, o dibujos de objetos. Haga referencia de ellos en algún lugar del texto.
6. Toda cantidad física debe tener una unidad, cifras significativas y error estimado.
7. Mencione las precauciones y verificaciones.

CONCLUSIONES

El generar propuestas fundamentadas y concretas de temas de vanguardia siempre resulta bueno debido a que demuestra un interés por el desarrollo, la mayoría de los proyectos en Ingeniería tienen su fundamento en los conocimientos básicos que adquiere el alumno durante su formación. Aunque los conocimientos básicos no cambian, las formas de cómo se adquieren sí lo hacen y lo vemos cotidianamente por ejemplo : el uso de la Internet y otros medios de comunicación que ahora son accesibles para gran parte de la población.

No debemos olvidar que la tecnología requiere un proceso de asimilación y en ocasiones el adaptar tecnologías no resulta lo más conveniente, no podemos tampoco ser renuentes y dejar de aprovechar las bondades de esta; en esta tesis se hizo lo que consideramos más adecuado: generar la tecnología necesaria para nuestro contexto desarrollando material didáctico precisamente en una de esas asignaturas tan importantes en el desarrollo profesional del ingeniero.

Estamos seguros de que existen muchas propuestas respecto al tema, sin embargo la que aquí se expone reúne en gran medida la opinión de personas expertas que desinteresadamente contribuyeron y seguramente seguirán aportando ideas para desarrollar textos y material didáctico, fortaleciendo con esto el pilar de la educación.

La propuesta mostrada en esta tesis representa el punto de vista de los autores, en cuanto a la exposición y alcance de los temas se refiere se llegó a un manual que consta de nueve prácticas en donde se propone en la mayor parte de ellas un equipo de fabricación nacional adecuado para su contexto.

Consideramos necesario el seguir generando material didáctico debido a su importancia en la asimilación del conocimiento y en el desarrollo de los futuros Ingenieros que con su trabajo darán bienestar a nuestro país.

DISEÑO EDITORIAL

PRINCIPIOS BÁSICOS

Se define al diseño editorial como la creación de la forma en que un elemento reproducirá por un medio impreso y más tarde será difundido a través de su publicación. El diseño editorial es la rama del diseño que se encarga de la reproducción de libros, folletos, etc. Para lograr un buen diseño editorial, se debe tomar en cuenta el tamaño final de la obra, el papel, el número de tintas, el sistema de impresión, entre otros. En cuanto al diseño, es conveniente considerar el tipo de letra, el diseño de la red. La caja tipográfica, el cálculo tipográfico, encabezados, capítulos y folios.

La misión del diseño editorial es tomar en consideración y poner en práctica todos los factores necesarios para que un grupo de personas asimile de manera más sencilla y más efectiva una idea presentada en forma de palabras e imágenes impresas.

PAPEL

El papel y sus derivados son los materiales más usados para producir mensajes impresos.

De acuerdo con su uso se divide en:

- Impresión. Por lo general se maneja el couché, bond, litográfico, revolución, etc.
- Expresión. Son más finos, con más textura y normalmente se utilizan para trabajos artísticos.

FORMATO

Se entiende por formato el tamaño que adopta un libro o impreso de acuerdo con sus dimensiones y posición. Para establecer el formato a utilizar, es necesario tomar en cuenta los elementos estéticos y económicos. Basándose en la posición del formato, se clasifica en:

- Vertical.- siendo su alto mayor que su ancho.
- Horizontal o apaisado.- cuando el ancho es mayor que el alto.
- Cuadrado.- siendo el ancho y el alto iguales.

CAJA TIPOGRÁFICA

La caja tipográfica es el cuadro que se tiene al establecer los márgenes en una hoja. Las cajas más usadas son la estándar, la fibonacchi, la algebraica y la áurea.

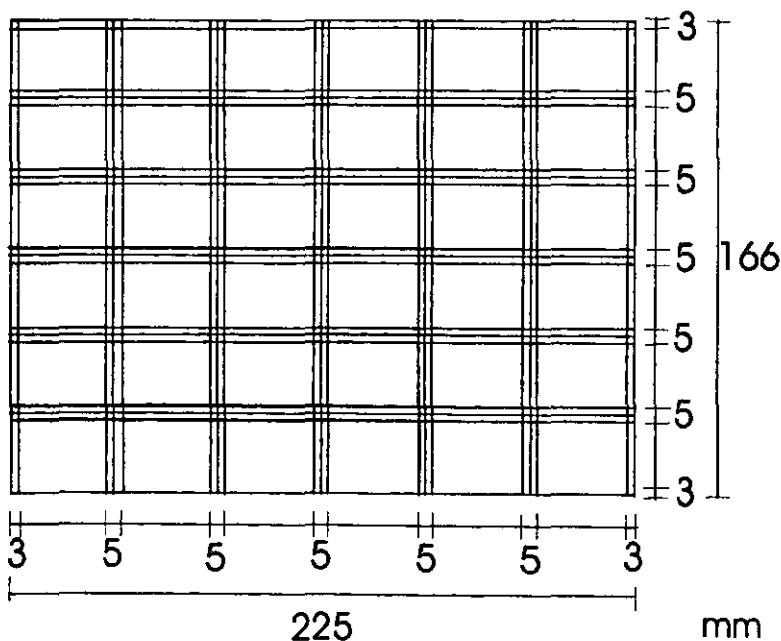
RETÍCULA

La retícula es la división en rejillas de las superficies y espacios; gracias a esto, el diseñador tiene la oportunidad de ordenar los textos, fotografías y demás elementos gráficos, según criterios objetivos y funciones.

La subordinación de los elementos visuales al sistema reticular puede producir la impresión de armonía global, claridad y orden. Una información con títulos, subtítulos, imágenes y textos de éstas, dispuestos con claridad y lógica no sólo se leen con más rapidez y menor esfuerzo, también se entiende mejor y se retiene con más facilidad en la memoria.

Los elementos que se incluyen en una retícula son:

- a. Columna. Son líneas de tipografía acomodada verticalmente, formando un bloque tipográfico.
- b. Interlínea. Es el espacio existente entre dos líneas de tipografía acomodadas horizontalmente.
- c. Márgenes. Es el espacio blanco que rodea una página de tipografía impresa. Éstos deben estar bien proporcionados pues tienen una gran influencia óptica.
- d. Mediantiles. Es el espacio que existe entre columna y columna.
- e. Folio. Es el dígito que indica el número de la página.
- f. Cabezas. Son las frases que se anteponen al texto dando una idea global del contenido de éste.
- g. Ilustraciones. Son los dibujos y fotografías.



TIPOGRAFÍA

La tipografía ha servido como uno de los más eficaces recursos para la comunicación, en virtud de sus múltiples aplicaciones y posibilidades combinatorias, cada una de las cuales permite, según su adecuada elección, acentuar o resaltar el contenido del mensaje, logrando así producir un efecto visual. De esta manera, la tipografía no sólo constituye un sistema reproductor de símbolos, sino que, además, estimula la percepción sensorial. En otros términos, puede afirmarse que la tipografía simboliza su contenido.

Se da una muestra de tipografías en tamaño 12 y 14.

ARIAL	12
ABCDEFGHIJKLMNÑOPQRSTUVWXYZ	14
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz	

AVANTGARDE MD BT	
ABCDEFGHIJKLMNÑOPQRSTUVWXYZ	
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz	

HELVETICA	
ABCDEFGHIJKLMNÑOPQRSTUVWXYZ	
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz	

BOOK ANTIQUA	
ABCDEFGHIJKLMNÑOPQRSTUVWXYZ	
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz	

BIBLIOGRAFÍA

BAIRD, D.C.

El manejo de datos experimentales
Prentice Hall hispanoamericana
México, 1988

BERNARD, Cicero H. EPP, Chitrold D.

Laboratory experiments in college physics
John Wiley and sons Inc. 7a edición
USA, 1995

DALLEY TERENCE

Guía completa de ilustración y diseño
Hermann Blume
España, Madrid, 1992

GUTIÉRREZ A., Carlos

Introducción a la metodología experimental
Limusa
México, 1986

HALLIDAY, D., RESNICK, R., KRANE, K.S.

Física
CECSA
México, 1992

HEWITT, Paul G.

Laboratory manual to accompany conceptual physical science
Harper-Collins college publishers
USA, 1994

HOLMAN, Jack P.

Métodos experimentales para ingenieros
McGraw Hill, 2ª. Edición
México, 1987

KRICK, Edward U.

Introducción a la ingeniería y al diseño en la ingeniería
Limusa
México, 1998

OPEN UNIVERSITY

El manejo de datos experimentales
Mc Graw Hill
México, 1974

BIBLIOGRAFÍA

PÉREZ R., Francisco M., SÁNCHEZ A. P., Pedro
Prácticas de Física Experimental
Facultad de Ingeniería. UNAM
México, 1987

ROSCOE, E. S.
Organización para la producción
CECSA
México, 1984

TAKAHASHI F., Carlos E., ZAMORA F., Alvaro A., JARAMILLO M., Gabriel A.
Apuntes de Física Experimental
Facultad de Ingeniería. UNAM
México, 1989

YURRIETA V., José, ZURITA E., Miguel
Sistemas de unidades, fascículo 2
Facultad de Ingeniería. UNAM
México, 1986

WILSON, Jerry D.
Física con aplicaciones
Mc Graw Hill, 2ª. Edición
México, 1991