

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

## COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

### PLANTEL NAUCALPAN SEMINARIO DE FÍSICA, TURNO VESPERTINO

# PRÁCTICAS DE FÍSICA 3-4

#### **Producto colectivo realizado por los profesores:**

Pablo Haendel Álvarez Ortega,

Héctor Cuapio Ortiz,

Enrique Fuentes Mora,

Juan Javier de San José Ramírez,

Rolando Mercado Serna,

Fernando Reyes Leyva,

Fabián Raúl Villavicencio Rojas,

Enrique Zamora Arango.

**Coordinación y compilación del trabajo colectivo:**

**Rolando Mercado Serna**

Naucalpan, Estado de México, agosto de 2012

## ÍNDICE

| TEMA  |  | PÁGINA |
|---|--|--------|
| INTRODUCCIÓN  |  | 2      |
| EL PAPEL DE LOS EXPERIMENTOS EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA |  | 3      |
|   | a) Investigación escolar e investigación científica                                  | 3      |
|   | b) Clasificación de las actividades experimentales                                   | 3      |
|   | c) El papel de los experimentos en el aula-laboratorio                               | 4      |
|   | d) Experimentos de observación   | 5      |
|   | e) Experimentos de prueba  | 5      |
|   | f) Experimentos de aplicación  | 6      |
|   | g) Resumen   | 7      |
|   | h) Tabla: Diferentes tipos de experimentos, sus objetivos y los enfoques pedagógicos | 8      |
|   | i) Colección de prácticas de Física III y Física IV                                  | 10     |

Nota: Los títulos con asterisco corresponden a trabajos cuyo título se cambió

| PRÁCTICA<br>NÚMERO. | TÍTULO DE LA PRÁCTICA                        | PÁG. |
|---------------------|--|------|
| 1                   | REPRESENTACIONES <u>MÚLTIPLES</u>            | 10   |
| 2                   | CONDICIONES DE <u>EQUILIBRIO</u>             | 18   |
| 3                   | LEYES DE NEWTON: FUERZA <u>CENTRÍPETA</u>    | 26   |
| 4                   | <u>HIDROSTÁTICA</u>                          | 31   |
| 5                   | PRINCIPIO DE <u>ARQUÍMEDES</u>               | 39   |
| 6                   | <u>HIDRODINÁMICA</u>                         | 45   |
| 7                   | NÚMERO DE <u>REYNOLDS</u>                    | 53   |
| 8                   | <u>CAMPO</u> ELÉCTRICO Y POTENCIAL ELÉCTRICO | 57   |
| 9                   | <u>CONDUCTORES</u> Y AISLANTES               | 61   |
| 10                  | LEY DE <u>OHM</u>                            | 65   |
| 11                  | <u>INDUCCIÓN</u> ELECTROMAGNÉTICA            | 71   |
| 12                  | <u>REFLEXIÓN</u> Y ESPEJOS                   | 77   |
| 13                  | <u>REFRACCIÓN</u>                            | 81   |
| 14                  | <u>ÓPTICA</u> ONDULATORIA                    | 84   |

## INTRODUCCIÓN

El producto que aquí se presenta es el resultado del trabajo colectivo realizado en el seno del Seminario de Profesores de Física del SILADIN Naucalpan, Turno Vespertino.

Los profesores participantes realizaron tareas diversas, como la búsqueda, selección, traducción, adecuación y presentación de las prácticas. En la realización del producto se consideraron las Orientaciones de los Programas de Física III y de Física IV.

El cuadernillo "PRÁCTICAS DE FÍSICA 3-4" es la continuación del que se desarrolló durante el período 2010-2011 y consiste esencialmente en desarrollar la actividad: "DISEÑO DE PRÁCTICAS Y/O EXPERIMENTOS DE CAMPO O LABORATORIO. RUBRO I-B" atendiendo al Protocolo de Equivalencias del CCH y consiste en

*La concepción de acuerdo al proyecto pedagógico del Colegio, de un conjunto ordenado de técnicas y procedimientos para realizar actividades prácticas, experimentales o de campo, con el propósito de que los alumnos adquieran, amplíen y verifiquen conocimientos.*

---

---

## EL PAPEL DE LOS EXPERIMENTOS EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA:

Traducido y adaptado de

<http://paer.rutgers.edu/ScientificAbilities/Downloads/Papers/TypesofExperimentsTPT.pdf>

E. Etkina, A. Van Heuvelen, D.T. Brookes, D. Mills

### a) Investigación escolar e investigación científica

Este documento se basa en las formas en que trabajan los profesionales de la física y presenta una variedad de maneras de utilizar los experimentos en el aula de física, similar a las formas en que los experimentos se utilizan en la investigación de la física.

Los diversos medios de comunicación (documentos, libros, sitios de internet y talleres) ofrecen una lista numerosa de experimentos para su uso en la enseñanza de la física. ¿Cómo puede un profesor decidir qué experimentos conviene usar? ¿Cómo es posible alejarse de las tradicionales "recetas de cocina" en los laboratorios y de las conferencias demostrativas que se han reportado para lograr el éxito? A continuación se describe un enfoque para experimentos en el aula con el que se intenta un acercamiento al trabajo que realizan los investigadores en Física.

## b) Clasificación de las actividades experimentales

En la historia de la física la mayoría de los experimentos "clásicos" caen en alguno de los tres grupos siguientes:

- **experimentos de observación,**
- **pruebas teóricas de modelos,**
- **experimentos y experiencias de aplicación.**

**Los experimentos de observación** se producen cuando los físicos estudian un fenómeno desconocido para apoyar el desarrollo de un nuevo modelo. Por ejemplo, las observaciones del comportamiento de los gases en el siglo XVII, la observación de los espectros de los gases en el siglo XIX o las observaciones de Becquerel en un papel fotográfico que servía de envoltura a una muestra de uranio. Los físicos no podían hacer predicciones teóricas de lo que iba a suceder antes de realizar estos experimentos,

**Pruebas teóricas de modelos:** La experimentación se lleva a cabo normalmente para probar o refutar una hipótesis determinada, una idea o una predicción. Por ejemplo los experimentos de Hertz prueban las predicciones de Maxwell acerca de las ondas electromagnéticas. El experimento de Stern-Gerlach prueba la idea de la cuantización del espacio. Los físicos que realizaron estos experimentos pudieron haber utilizado un modelo teórico para hacer una predicción sobre lo que ellos esperaban observar si su modelo fuera correcto.

**Los experimentos de aplicación** utilizan y sintetizan conceptos de la física desarrollados y probados con anterioridad, por ejemplo la planificación de una exploración de satélite, de un cometa o un diseño de un método para la detección de glucosa en sangre.

## c) El papel de los experimentos en el aula-laboratorio

Los experimentos en la enseñanza tradicional de la física, se utilizan como conferencias y demostraciones en las aulas del bachillerato y como experimentos en el laboratorio. Hay dos técnicas pedagógicas utilizadas para demostraciones de clase. En un curso tradicional los estudiantes observan un experimento y luego el profesor explica lo que sucedió y por qué. En la nueva escuela los estudiantes predicen lo que va a suceder antes de realizar el experimento y después concilian sus predicciones con las observaciones que siguen. Esta última técnica ha demostrado ser más eficaz que el enfoque tradicional. Los estudiantes hacen predicciones usando sus concepciones ingenuas (preconceptos) y luego modifican estas concepciones basadas en los resultados de los experimentos. Por lo general, los experimentos de laboratorio tradicionales tienen como objetivo comprobar un principio o un concepto que los alumnos ya han aprendido por parte del profesor. El énfasis está en el análisis cuantitativo de datos con una fuerte orientación sobre la forma de ejecutar el experimento. La teoría se proporciona a menudo con las instrucciones del laboratorio.

En algunos cursos de física no tradicionales los experimentos desempeñan un papel diferente. Los estudiantes hacen observaciones y proponen un concepto que las explica. Este enfoque es mucho más cercano al que emplean los físicos en la vida real. Se sugiere que este método pueda ser tomado como modelo.

De acuerdo con lo que se ha expuesto, todos los experimentos de física utilizados en la enseñanza se pueden clasificar de acuerdo con el objetivo del experimento

- 1) Experimento de observación.** El objetivo es observar un fenómeno nuevo. Después los estudiantes idean explicaciones para las observaciones realizadas.
- 2) Experimento de prueba.** El objetivo es comprobar si es correcta la explicación propuesta para algún fenómeno observado. Los estudiantes usan las explicaciones que se han formulado a partir de experimentos de observación para predecir el resultado de un nuevo experimento.
- 3) Experimento de aplicación.** El objetivo es aplicar la explicación que ha sido verificada en un experimento de prueba para explicar nuevos fenómenos o para diseñar dispositivos técnicos.

Este tipo de experimentos permite el empleo de diferentes tratamientos pedagógicos. El profesor puede orientar a los estudiantes de manera que puedan diferenciar la evidencia observacional de las inferencias. Los estudiantes aprenden a probar inferencias experimentales y confirmar la aplicabilidad de sus ideas. Adquieren las habilidades del proceso científico.

El propósito de este trabajo es animar a los profesores a cambiar el enfoque de los experimentos que ya se utilizan en las clases o laboratorios sin necesidad de añadir nuevas actividades. En la siguiente sección se ofrecen ejemplos de cada tipo de experimentos.

#### **d) Experimentos de observación**

El profesor lanza una pelota de baloncesto hacia arriba mientras está de pie y permite que los estudiantes observen el movimiento vertical de los brazos y el balón. El lanzamiento se repite de la misma manera, pero ahora el lanzador está caminando o corriendo o patinando a lo largo de una línea recta con velocidad constante. Los estudiantes observan que la bola que ha sido lanzada verticalmente hacia arriba cae en manos del profesor en un lugar distinto de la horizontal. El experimento se puede repetir con diferentes velocidades al caminar o al correr y con diferentes velocidades verticales iniciales. El mismo experimento se puede hacer con un carro de dinámica que expulsa una pelota verticalmente cuando cruza un disparador electrónico o mecánico. Una posible explicación ideada por los estudiantes es que la bola continuó

moviéndose horizontalmente mientras se movía verticalmente o que el movimiento horizontal y el movimiento vertical son independientes uno de otro.

### e) Experimentos de prueba

#### Tratamiento cualitativo

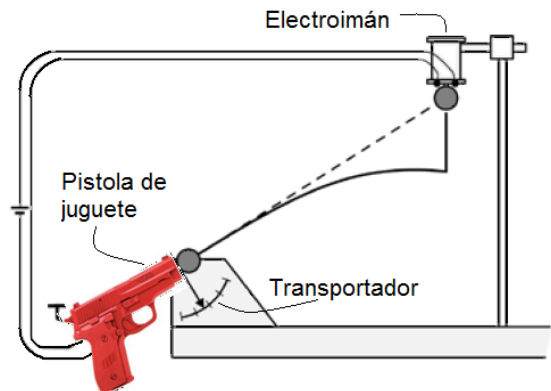
El profesor pide a los estudiantes que diseñen un experimento para probar si la explicación es correcta. Un ejemplo de un experimento de prueba sugerido por los estudiantes consiste en caminar con paso constante o en patines, con rapidez constante sosteniendo una pelota por encima de su cabeza. Si la idea de que los movimientos horizontales y verticales son independientes es correcta, entonces al caer la bola se encontrará junto a sus pies.

El profesor también puede pedir a los estudiantes predecir el resultado de un nuevo experimento con la explicación anterior. Ejemplo: dos bolas están en la misma barra de metal con un resorte comprimido entre ellos. Cuando el resorte se libera, una de las bolas sale volando con cierta velocidad horizontal y la otra bola cae verticalmente hacia abajo. ¿Qué bola cae primero? ¿Tocan el suelo al mismo tiempo?

#### Tratamiento cuantitativo

Después de probar la independencia de los movimientos cualitativamente, los estudiantes pueden comprobar si las ecuaciones de la cinemática para velocidad horizontal constante y la aceleración vertical constante se aplican al movimiento de proyectiles. Por ejemplo, ¿a qué ángulo con el horizonte se coloca una pistola de juguete (con resorte) de manera que cuando se libera, el dardo caiga al primer intento en una caja cuya posición haya sido determinada previamente? No se

ha proporcionado ninguna información sobre las propiedades del resorte. Los estudiantes podrían ofrecer la siguiente solución: en primer lugar, orientar la pistola en dirección vertical, estirar el resorte una cierta distancia y lo liberan. Ellos observan la altura máxima a la que alcanza el resorte después de la liberación. A continuación, predecir el ángulo a que se dispone la pistola para que caiga en la caja al primer intento. Una variante del experimento se muestra en la figura.



## f) Experimentos de aplicación

### Aplicaciones cualitativas

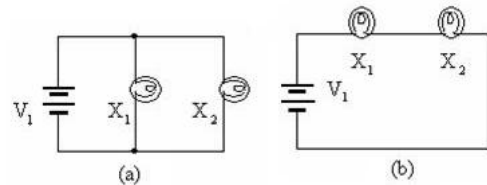
1. Al hacer una demostración a los alumnos, se les pide que expliquen con un concepto que se haya probado antes y decidir cómo se va a poner a prueba su explicación. Ejemplo: Se enciende una vela en un plato con una pequeña capa de agua y luego se cubre con un tarro de cristal. Los estudiantes observan que después de un breve periodo de tiempo, la vela se apaga y el agua entra en el frasco.



2. Se pide a los estudiantes que predigan los resultados de una demostración, antes de que la vean, mediante un concepto que se haya probado con anterioridad y que después concilien su predicción con el experimento real. Ejemplo: a una caja cerrada y con ruedas se le fija un globo flotante de helio con un hilo unido a la parte inferior de la caja de plástico transparente. Los estudiantes deben predecir lo que sucederá cuando la caja es empujada bruscamente (el globo se mueve en la dirección del empuje).



3. Lleve a cabo una demostración. Pida a los estudiantes predecir lo que sucederá si algún parámetro en el experimento se cambia utilizando los conceptos que se han construido antes. Ejemplo: Los estudiantes observan focos de 45 W y 60 W conectados en paralelo a una toma (un foco de 45 W es menos brillante). Luego se les solicita predecir qué lámpara será más brillante si están conectados en serie.



### Aplicaciones cuantitativas

1. Los estudiantes diseñan un experimento para responder a una pregunta. Por ejemplo: ¿cómo determinar si un material es conductor o no conductor eléctrico?
2. Los estudiantes diseñan un instrumento de medición (o un método) e indican los límites de su capacidad de medición. Un ejemplo puede ser el diseño de un método para medir la masa de un objeto en una estación espacial orbitando la Tierra.
3. Los estudiantes hacen una predicción para que algo se produzca con éxito en el primer intento. Por ejemplo cuando necesitan desviar el haz de electrones de un tubo de rayos catódicos a un lugar seleccionado usando una combinación de imanes con polos conocidos.

En la siguiente dirección se encuentra una colección de experimentos que puede ser consultada por alumnos y profesores.

<http://paer.rutgers.edu/pt3>.

### g) Resumen

Este enfoque de la enseñanza de la física mediante experimentos permite a un profesor alejarse del tratamiento de los experimentos que "ilustran" o "verifican" conceptos de la física. El enfoque que se propone ahora se asemeja a la forma en que se hace ciencia en el mundo real. Para su aplicación, el profesor tiene que tomar una decisión si quiere que los estudiantes: (1) **observar un fenómeno** para identificar patrones en los datos y elaborar una explicación, (2) **comprobar la validez de su explicación**; o conscientemente (3) **solicitar una explicación o una ley**. Hemos desarrollado un conjunto de 12 actividades experimentales que pueden servir de guía para la realización de el trabajo en el laboratorio.

---

---

Se puede consultar la página:

<http://paer.rutgers.edu/ScientificAbilities/Design+Experiments/default.aspx>



## h) Tabla: Diferentes tipos de experimentos, sus objetivos y los enfoques pedagógicos

| Tipo de experimento  | Objetivo pedagógico  | Cuándo se debe utilizar en la enseñanza   | Sugerencias para el profesor   | Preguntas para los estudiantes  | Dónde se puede utilizar   |
|--|--|---|--|---|---|
| La observación inicial. Puede ser cualitativa o cuantitativa | Los estudiantes observan un fenómeno para recopilar los datos, encontrar patrones en ellos o idear una explicación | En el inicio de una unidad, como una oportunidad para que los estudiantes desarrollen la comprensión conceptual | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elegir un experimento sencillo con un patrón claro.</li> <li>2. No dar explicaciones, obtener predicciones o usar términos científicos durante el experimento</li> <li>3. Centrar la atención de los estudiantes en la parte necesaria.</li> <li>4. Pedir a los estudiantes lo que vieron. Insistir en que utilicen sus registros y no hacer inferencias. Después de ponerse de acuerdo sobre los resultados de su observación, pedir explicaciones posibles.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Qué observaste?</li> <li>2. ¿Qué registraste?</li> <li>3. ¿Cuáles son las posibles explicaciones de tus observaciones?</li> <li>4. ¿Qué cantidades físicas podría ayudar a entender el fenómeno?</li> <li>5. Mide las cantidades y anota tus observaciones en las tablas de datos.</li> <li>6. Busca patrones graficando los datos.</li> <li>7. Formula una pregunta derivada del patrón y luego propón una hipótesis para responder a esa pregunta</li> </ol> | Conferencia, práctica de laboratorio  |
| Ensayo de un concepto. Puede ser cualitativo o cuantitativo  | Deje que los estudiantes prueben las explicaciones que ellos propusieron para un                                   | Después permita que los estudiantes a construyan explicaciones múltiples, o bien                                | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contarán con un equipo listo para que los estudiantes puedan verlo mientras se están diseñando experimentos de prueba.</li> <li>2. Buscar nuevos expe-</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Cuál es el concepto que deseas probar?</li> <li>2. ¿Qué equipo se necesita?</li> <li>3. ¿Cuál es tu predicción? ¿Se basa en el concepto?</li> <li>4. ¿Por qué hay un desa-</li> </ol>  | Conferencia, práctica de laboratorio, Los estudiantes también pueden diseñar experimen- |

|  |  |   |   |  |  |
|--|--|---|---|--|--|
| vo   | experimento de observación inicial   | diseñar experimentos para probar o predecir los resultados de los experimentos del profesor elegidos en base a sus explicaciones      | rimentos cuyos resultados los puedan predecir los estudiantes con el uso del concepto.<br>3. Que los estudiantes discutan los resultados del experimento en relación con el concepto.   | juste entre la predicción y el resultado del experimento? ¿Es necesario revisar el concepto o el experimento de prueba?<br>5. ¿Qué pasaste por alto en tu análisis que pudo haber causado que tu predicción sea inapropiada?   | tos de prueba como parte de su tarea.  |
| Aplicación de uno o varios conceptos. Puede ser cualitativa o cuantitativa | Deje que los estudiantes apliquen el concepto que ellos propusieron y probado para explicar otros fenómenos, o para diseñar un dispositivo | Después los estudiantes adquieren confianza en la explicación o concepto si está de acuerdo con una explicación científica o concepto | 1. Seleccione experimentos que se basan en la vida real.<br>2. Pida a los estudiantes articular el concepto ellos emplean para explicar o predecir el resultado.<br>3. Pida a los estudiantes evaluar la precisión del dispositivo que van a construir de antemano. | 1. Define un problema.<br>2. Identifica partes más pequeñas del problema (análisis).<br>3. Accede al conocimiento conceptual pertinente.<br>3. Identifica las variables a utilizar en el análisis y las cantidades a medir.<br>Identifica y justifica las aproximaciones.<br>5. Identificar otras soluciones.<br>6. Elige los criterios a utilizar para decidir cuál es la mejor solución.<br>7. Evaluar las soluciones. | Para construir dispositivos los estudiantes necesitan el laboratorio y conferencias para realizar otras tareas |

# Colección de prácticas de Física III y Física IV

## PRÁCTICA 1

### REPRESENTACIONES MÚLTIPLES

#### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA PRÁCTICA:

- 1) Observar, registrar y representar diferentes tipos del movimiento.
- 2) Establecer una regla cualitativa que relacione el cambio del movimiento de un objeto con la fuerza neta que sobre él ejercen otros objetos.
- 3) Representar las ideas de múltiples maneras para facilitar la comprensión de lo que se intenta describir.

#### I. Introducción

En esta práctica describirás el movimiento de un objeto mediante un diagrama del movimiento. También describirás las fuerzas que otros objetos ejercen en el objeto de interés a través del diagrama del cuerpo libre (DCL). Comprobarás entonces que el cambio de velocidad del objeto tiene la misma dirección que la fuerza neta que otros objetos ejercen en él.

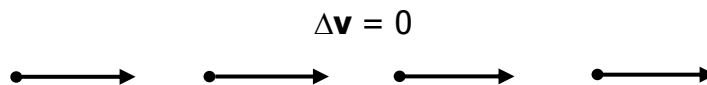
#### II. Teoría

##### *Diagramas de Movimiento*

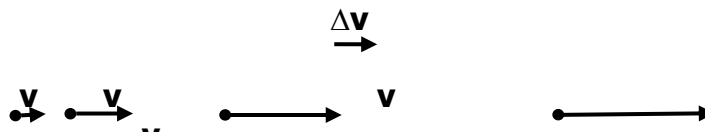
El movimiento de un objeto que se desplaza a lo largo de una línea recta se describe fácilmente con un diagrama de movimiento. La posición del objeto se indica mediante puntos distribuidos en intervalos de tiempo iguales. Las flechas trazadas en cada punto indican la dirección de movimiento y la velocidad relativa del objeto.

##### Comúnmente se presentan tres situaciones:

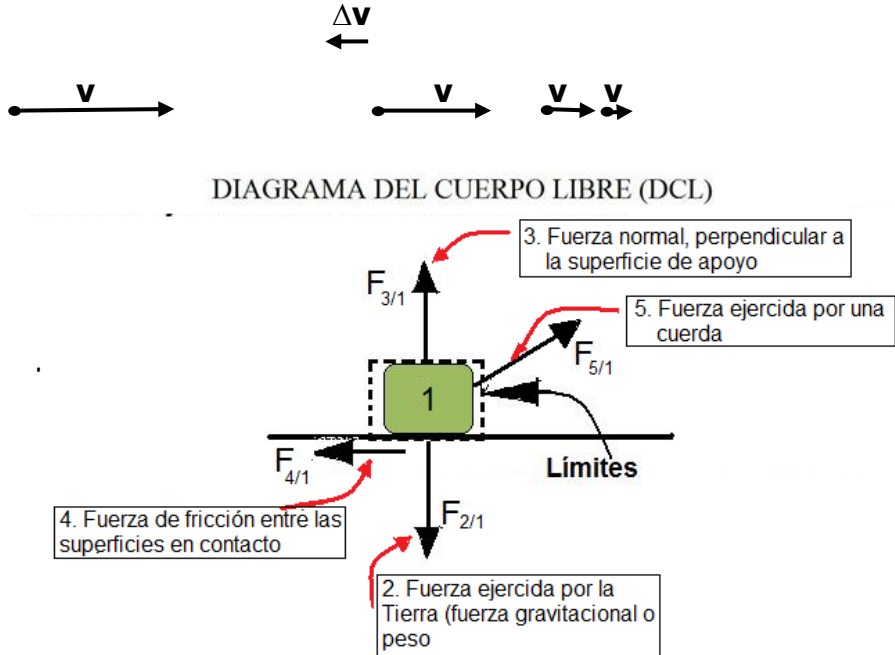
**Movimiento con velocidad constante:** Los puntos son equidistantes y la velocidad se representa con flechas que tienen la misma longitud y en la misma dirección, como se muestra a continuación. No hay cambio de velocidad.



**Movimiento con aumento de velocidad:** El objeto se mueve cada vez más rápido y los puntos se separan más cada segundo. Las flechas que representan la velocidad se trazan con segmentos más largos conforme aumenta el tiempo. Los cambios de longitud de las flechas tienen la misma dirección que la velocidad en cada punto.

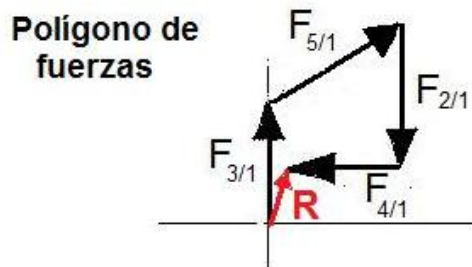


**Movimiento con disminución de la velocidad:** El objeto se mueve cada vez con más lentitud y las distancias entre puntos correspondientes a intervalos iguales de tiempo son cada vez más cortas. Las longitudes de las flechas que representan la velocidad se hacen más cortas conforme aumenta el tiempo.



**SUPERPOSICIÓN DE LAS FUERZAS.**

Se trazan a escala las fuerzas respetando su magnitud y dirección, una a continuación de otra, en cualquier orden, para construir el polígono de fuerzas. La fuerza neta se traza desde el origen de la primera fuerza trazada hasta el extremo de la última



El diagrama de cuerpo libre (DCL) es un esquema que representa las fuerzas que ejercen otros objetos sobre el objeto en estudio. El objeto de interés lo elige el observador e identifica los objetos con los que puede interactuar (las fuerzas que se ejercen sobre el sistema elegido para analizarlo). Cada interacción se representa con una flecha y se simboliza con la letra F con dos subíndices: el primer subíndice representa al objeto que ejerce la fuerza y el segundo subíndice se reserva para el objeto que recibe a acción.

Para trazar el diagrama del cuerpo libre primero se establecen los límites que lo separan del resto del universo. Después se trazan las fuerzas que los sistemas del medio ambiente ejercen sobre el sistema en estudio (sistema 1).

Comprobaremos que la suma de todas las fuerzas ejercidas sobre un objeto tiene la dirección del cambio en su velocidad. Podemos utilizar el diagrama de cuerpo libre y un método gráfico de suma de vectores (el polígono de fuerzas se muestra a continuación del DCL) para determinar la dirección de la fuerza neta (resultante) ejercida sobre el objeto que nos interesa. Para sumar (superponer) los vectores, colócalos uno a continuación de otro. La resultante es el vector trazado desde el origen del primer vector hasta el extremo del último vector trazado. Los vectores se pueden sumar en cualquier orden.

En futuros análisis podremos encontrar que la fuerza neta (la suma de las fuerzas ejercidas sobre el objeto) tiene la misma dirección que el cambio de velocidad, como se muestra en el diagrama de movimiento del objeto.

1. Dibuja la situación descrita en el problema



*Un rectángulo de cartulina se dobla en L. La línea central indica la posición*

### III. Procedimiento

#### A. Construcción de diagramas de movimiento

Materiales: coche de juguete, pelota de tenis, indicadores de posición, regla de metro y cronómetro.

#### ***El movimiento de un carro de juguete***

- El cronómetro permitirá medir intervalos iguales de tiempo. Un integrante del grupo puede medir el tiempo y cada segundo, cuando diga "ya", otra persona inicia el movimiento del coche de juguete de modo que se mueva en línea recta.
- Cuando el coche haya alcanzado una velocidad constante, otra persona camina al lado del coche y marcará las posiciones del coche cuando escuche "ya" cada segundo.
- Repite el proceso hasta obtener una distribución de indicadores que muestre la ubicación del automóvil cada segundo.
- Ahora, traza un eje de coordenadas para representar la posición del coche cada segundo. El eje de coordenadas debe tener un sentido positivo (hacia la derecha en este ejemplo), un origen y una escala (Escala = 10 cm/1 cm).
- Utiliza la regla de metro para medir la ubicación de los indicadores de posición, a intervalos de tiempo de un segundo con respecto a este eje de coordenadas.
- Registra los datos en una tabla de datos con una columna de tiempo en segundos (variable independiente) y la columna de posición en centímetros (variable dependiente).
- Podrás constatar que la distancia entre los indicadores consecutivos es aproximadamente la misma, ya que el coche tiene un movimiento con velocidad constante. ¿Es esto lo que se observa?
- Construye un diagrama para representar este movimiento mediante puntos equidistantes y la velocidad con flechas de la misma longitud.

| Diagrama del movimiento rectilíneo uniforme | Tiempo<br>t (s) | Posición<br>x (cm) |
|---|-----------------|--------------------|
|   |                 |                    |
|   |                 |                    |
|   |                 |                    |
|   |                 |                    |
|   |                 |                    |
|   |                 |                    |

**Movimiento de una pelota tenis**

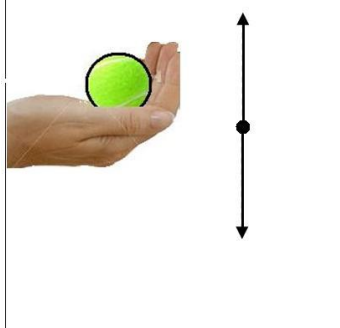
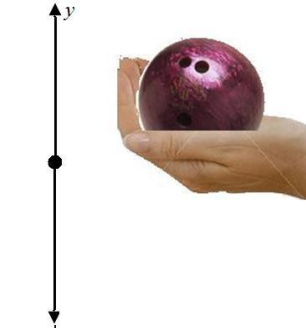
- Una vez más utilizarás el cronómetro para indicar intervalos iguales de tiempo. Otro integrante del grupo indicará de alguna manera el tiempo transcurrido cada segundo (puede dar un golpecito en la mesa o decir "ya").
- Otra persona lanza la bola tenis para que ruede en línea recta.
- Otra persona camina o corre al lado de la pelota y marca la posición cada segundo. Si la pelota se desvía cerca del final de su viaje, se omite esa parte del recorrido y solamente se incluyen las posiciones de la trayectoria rectilínea.
- Repite el proceso hasta obtener la distribución esperada de los indicadores de posición de la pelota cada segundo.
- Utiliza una regla de metro para medir la ubicación de los indicadores en intervalos de tiempo de un segundo .
- Coloca los datos en una tabla. Los datos de tiempo en segundos (variable independiente) y en la columna de posición las distancias en centímetros (variable dependiente).
- ¿Hay alguna relación entre las distancias recorridas cada segundo? ¿Cuántas veces mayor es la distancia recorrida en un segundo con respecto a la distancia recorrida en tres segundos?
- Construye un diagrama para el movimiento de la pelota de tenis. Incluye en cada punto flechas que representen la velocidad y una flecha que represente el cambio de velocidad, suponiendo que la velocidad cambia la misma cantidad en cada intervalo de tiempo, (movimiento con cambio de velocidad constante). Tal vez sea necesario incluir otros datos en la tabla.

| Tiempo (s)<br>t | Posición (cm)<br>x |
|-----------------|--------------------|
|                 |                    |
|                 |                    |
|                 |                    |
|                 |                    |
|                 |                    |
|                 |                    |
|                 |                    |
|                 |                    |
|                 |                    |
|                 |                    |

**B) construir diagramas de cuerpo libre**

Materiales: bola de boliche y una pelota tenis

- Mantén la pelota de tenis inmóvil en la mano. A continuación, coloca la bola de boliche de la misma manera.

| Diagrama del cuerpo libre para la pelota de tenis                                 | Diagrama del cuerpo libre de la bola de boliche                                   |  |
|---|---|--|
|  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Traza un círculo con línea punteada alrededor de la bola para indicar cuál es el objeto de interés en el diagrama de cuerpo libre.</li> <li>• En las partes izquierda y derecha de la figura se ven puntos sólidos. El punto de la izquierda representa la pelota de tenis y el de la derecha representa la bola de boliche.</li> </ul> |

- Coloca una flecha corta hacia abajo en el punto de la izquierda cuya etiqueta es  $F_{TB}$ . Esta flecha representa al peso (fuerza gravitatoria que ejerce la Tierra T sobre la pelota de tenis b).
- Igualmente, traza desde el mismo punto una flecha apuntando hacia arriba con la etiqueta  $F_{Mb}$ . Esta flecha representa la fuerza hacia arriba que ejerce tu mano sobre la pelota. Estos son los dos únicos objetos que interactúan con la pelota de tenis mientras descansaba en tu mano.
- Repite el procedimiento para la bola de boliche y escribe las etiquetas en  $F_{TB}$  y  $F_{MB}$  para las fuerzas. Sin embargo, ahora las longitudes de las flechas son más largas para indicar que las fuerzas que ejercen la Tierra y la mano sobre la bola de boliche son mayores.


**C. La fuerza neta ejercida sobre un objeto es proporcional a su cambio de velocidad**

Materiales: bola de bolos, un mazo, indicadores de posición.


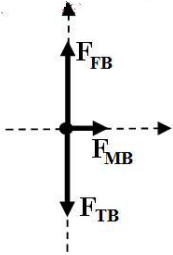
**Comprobar la siguiente regla.**


Regla relativa a la fuerza neta (resultante) y el movimiento: La suma de todas las fuerzas que ejercen otros objetos sobre un sistema en estudio (la fuerza neta que otros objetos ejercen sobre él) se encuentra en la misma dirección que el cambio de velocidad de ese objeto.

Para comprobar esta regla, realiza los siguientes experimentos. Para cada experimento, dibuja un diagrama de movimiento y un diagrama de cuerpo libre de la bola de bolos y decide si los diagramas son consistentes con la regla anterior.

| <p><b>Experimento 1:</b> Coloca la bola en reposo en el suelo. Un diagrama de movimiento de la bola se muestra a la derecha. Dibuja un diagrama de cuerpo libre para la bola. ¿El diagrama de cuerpo libre se dibujó de conformidad con la regla anterior y con el diagrama de movimiento? Explica.</p> | Diagrama de movimiento  | Diagrama del cuerpo libre |
|---|---|---------------------------|
|   |  |                           |

**¿Los diagramas representan la realidad? Explica.**

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p><b>Experimento 2:</b> Se empieza golpeando la pelota con un mazo de goma para que se mueva hacia la derecha cada vez más rápido. Un diagrama de cuerpo libre para la bola se muestra a la derecha (la flecha <math>F_{MB}</math> representa la fuerza media del martillo sobre la bola). Dibuja un diagrama del movimiento de la bola.</p> | <p><b>Diagrama de movimiento</b></p>  | <p><b>Diagrama del cuerpo libre</b></p>  |
| <p>¿El diagrama de cuerpo libre está en concordancia con el diagrama de movimiento y con la regla anterior? Explica.</p>  |  |   |

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p><b>Experimento 3:</b> Deja de golpear una vez que la pelota empiece a moverse rápidamente. Permite que ruede con velocidad constante. Un diagrama de movimiento de la bola se muestra a la derecha. Dibuja un diagrama de cuerpo libre para la bola.</p> | <p><b>Diagrama de movimiento</b></p> <p style="text-align: center;"><math>\Delta v = 0</math></p>  | <p><b>Diagrama del cuerpo libre</b></p> |
| <p><b>¿Los diagramas representan la realidad? Explica.</b></p>  |  |   |

|   |                                      |   |
|---|--------------------------------------|---|
| <p><b>Experimento 4:</b> Por último, empieza a frenar la pelota con el mazo hacia la izquierda, en dirección opuesta al movimiento. Se mueve cada vez más con más lentitud a causa de los golpes. Dibuja un diagrama de movimiento y un diagrama de cuerpo libre de la bola de boliche mientras se está frenando su movimiento.</p> | <p><b>Diagrama de movimiento</b></p> | <p><b>Diagrama del cuerpo libre</b></p> |
| <p>¿Concuerdan los diagramas de movimiento y del cuerpo libre con la regla anterior? Explica.</p>   |                                      |   |

Conclusión: verifica si los diagramas confirman que la fuerza neta que otros objetos ejercen sobre un objeto de interés (por ejemplo, en la bola de boliche) tienen la misma dirección que el cambio en la velocidad de ese objeto. Si no es así, probablemente se inventó una fuerza ficticia.



Recuerda que siempre debes ser capaz de identificar los objetos que ejercen fuerzas sobre el objeto de interés.

| <b>Representa la información de modos múltiples</b>                    |   |  |  |  |   |
|--|---|--|--|--|---|
| <b>Puntos</b>  | <b>Habilidades científicas</b>  | Deficiente<br>0  | Satisfactorio<br>6-7   | Bueno<br>8-9   | Excelente<br>10   |
|  | <b>Extrae correctamente la información a partir de una representación</b>                       | No hace ningún intento para extraer la información del problema. | La información que es extraída contiene errores como la identificación incorrecta de cantidades.                                     | Se extrae correctamente algo de la información . Los números tienen símbolos correctos pero sin unidades.  | Ha sido extraída correctamente toda la información necesaria y se muestra en la representación construida.                    |
|  | <b>Construye nuevas representaciones a partir de representaciones previas</b>                   | No intenta construir una representación diferente.               | Se intentan las representaciones pero emplea información incorrecta o la representación no está de acuerdo con la información usada. | Propone representaciones sin errores pero se omite alguna información, como identificadores, símbolos, etiquetas, variables, etc.  | Las representaciones son construidas con todos los datos y no contiene ninguno de los defectos principales.                   |
|  | <b>Evalúa la consecuencia de representaciones diferentes y las modifica cuando es necesario</b> | No hace representaciones ni evalúa su consistencia               | Al menos hace una representación, pero hay discrepancias importantes entre la representación construida y las dadas previamente.     | Las representaciones creadas están de acuerdo unas con otras, pero pueden tener discrepancias leves con la representación dada. Puede observarse que la representación fue modificada. | Todas las representaciones concuerdan unas con otras.   |
|  | <b>Usa representaciones para solucionar problemas</b>   | No hace ningún intento por resolver el problema                  | La pregunta la contesta en forma incorrecta  | Contesta la pregunta correctamente sin usar alguna representación  | La pregunta es contestada correctamente con el uso de una representación matemática.  |
| <b>Diversos tipos de representaciones que pueden hacer los alumnos</b> |   |  |  |  |   |
|  | <b>Diagrama del cuerpo libre</b>  | No construye ninguna representación                              | Construye el Diagrama del Cuerpo Libre , pero contiene errores importantes, como nomenclatura incorrecta o                           | El Diagrama del Cuerpo Libre no contiene errores en vectores, pero carece de rasgos clave como simbolización de fuerzas  | El diagrama no contiene errores y cada fuerza es etiquetada de modo que se entienda claramente lo que representa cada fuerza. |

|  |                               |                                   |  |  |  |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|--|--|--|
|  |                               |                                   | vectores de fuerza no identificados, la longitud de vectores, dirección incorrecta, se añaden incorrectamente vectores extra o faltan vectores.  | con dos subíndices o los vectores no son dibujados desde un solo punto o faltan los ejes.  |  |
|  | <b>Diagrama de movimiento</b> | No efectúa ninguna representación | El diagrama no muestra el movimiento apropiado, porque las longitudes de flechas son incorrectas o están ausentes y o el espaciado de puntos es incorrecto.                              | El diagrama no tiene errores, pero se pierde un rasgo clave como puntos que representan la posición o flechas de velocidad o flechas de cambio de velocidad. | El diagrama no contiene errores y describe claramente el movimiento del objeto.    |
|  | <b>Cuadros o figuras</b>      | No efectúa ninguna representación | Dibuja el cuadro pero está incompleto, sin cantidades físicas y sin información etiquetada o se pierde lo importante o contiene información incorrecta o faltan los ejes de coordenadas. | El cuadro no tiene información incorrecta, pero tiene muy pocas símbolos de las cantidades dadas. La mayoría de elementos clave está dibujada en el cuadro.  | El cuadro contiene todos los elementos clave con la mayoría de etiquetas presente. |

## PRÁCTICA 2

### CONDICIONES DE EQUILIBRIO

#### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA PRÁCTICA:

1. Predecir el resultado de un experimento de equilibrio estático.
2. Elaborar un modelo de un antebrazo aplicando tus conocimientos de equilibrio estático.
3. Explicar por qué es peligroso inclinarse para levantar un objeto pesado.

#### I. Introducción

Esta práctica consiste en el análisis de los objetos que se encuentran en equilibrio estático. Un objeto está en equilibrio estático, si la suma de las fuerzas que ejercen sobre otros objetos es cero y la suma de los momentos debido a estas fuerzas es también cero. El equilibrio estático nos permite analizar y comprender mecanismos como las palancas de nuestro cuerpo y muchos dispositivos de la vida cotidiana.

#### II. Teoría

Un objeto está en equilibrio estático si cumple las dos condiciones de equilibrio siguientes:

##### Primera condición de equilibrio

Un cuerpo está en equilibrio de traslación (ya sea en reposo o en movimiento con velocidad constante) cuando la suma de todas las fuerzas ejercidas sobre él por otros objetos es cero:

$$\sum F_{n/C} = F_{1/C} + F_{2/C} + \dots + F_{n/C} = 0$$

El subíndice n representa al conjunto de objetos del medio ambiente que ejercen fuerzas sobre el cuerpo C cuyo estado de equilibrio interesa. Si se obtienen las componentes de las fuerzas a lo largo de los dos ejes de coordenadas, la condición anterior se puede reescribir como:

$$\sum F_x = F_{1/Cx} + F_{2/Cx} + \dots + F_{n/Cx} = 0$$

$$\sum F_y = F_{1/Cy} + F_{2/Cy} + \dots + F_{n/Cy} = 0$$

es decir, la suma de las componentes de todas las fuerzas a que está sometido el cuerpo C en dirección del eje x es cero. Esto asegura que el objeto C no se acelerará en la dirección x. De manera similar, la suma de las componentes de todas las fuerzas que ejercen otros objetos en el objeto de interés en dirección del eje y debe ser cero. Esto asegura que el objeto C no se acelerará en la dirección del eje y.

## Segunda condición de equilibrio

Para que un objeto se encuentre en equilibrio estático de rotación, es decir, no tiene aceleración rotacional o de giro (aceleración angular  $\alpha$ ), la suma de todos los momentos (torcas o torques  $\tau$ ) debidos a las fuerzas que ejercen otros objetos en el cuerpo C debe ser cero.

$$\Sigma \tau = \tau_1 + \tau_2 + \dots + \tau_n = 0$$

Esta condición asegura que el objeto no tiene aceleración angular, esto es, que no cambiará su velocidad angular  $\omega$  (no girará ni más rápido ni más despacio). Entonces un cuerpo está en equilibrio de rotación si no gira o lo hace con velocidad angular constante.

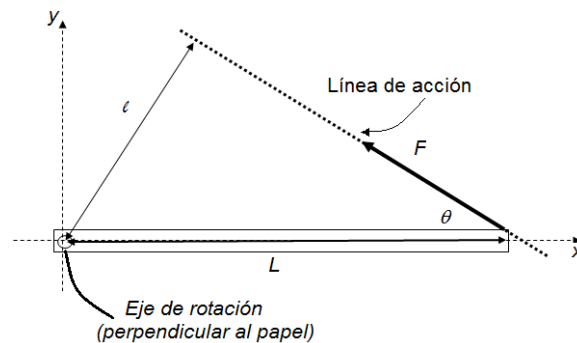
## Momento de torsión

El momento causado por una fuerza que actúa sobre otro objeto es una medida del efecto de giro debido a la fuerza. El momento o torca se puede calcular de varias maneras diferentes.

**Torca  $\tau$  causada por una fuerza:** El momento debido a la fuerza que ejerce un cuerpo sobre otro cuerpo con respecto de un eje de rotación es:

$$\tau = FL \sin \theta$$

donde  $F$  es la magnitud de la fuerza,  $L$  es la distancia desde el eje de rotación hasta la línea de acción de la fuerza, y  $\theta$  es el ángulo entre la dirección de la fuerza y el segmento  $L$ . El momento debido a la fuerza es positivo si tiende a producir un giro en el cuerpo rígido en sentido directo (antihorario) alrededor del eje de rotación y es negativo si tiende a girar el cuerpo en el sentido en que giran las manecillas de un reloj. La unidad métrica para la torca es  $N \cdot m$ . (No es joule)



**Brazo de palanca:  $\ell$ .** El brazo de palanca  $\ell$  de una fuerza que produce un momento de torsión en un cuerpo es la distancia más corta entre la línea de acción de la fuerza y el eje de rotación. La línea de acción es la recta que contiene a la fuerza.

**Otra definición de la torca:** Observa que en la figura anterior  $L \sin \theta = \ell$  (brazo de palanca) es la menor distancia entre el eje de rotación y la dirección de la fuerza. El brazo de palanca  $\ell$  es perpendicular a la línea de acción de  $F$ . Así, la torca es también igual a  $\tau = \ell F$ . La torca es el producto del brazo de palanca por la fuerza.

$$\tau = FL \sin \theta = \ell F$$

## EXPERIMENTO DE PRUEBA I: REGLA DEL PARALELOGRAMO

Es frecuente encontrar sistemas de fuerzas en equilibrio cuyas componentes se encuentran sobre una misma línea de acción: se llaman fuerzas colineales. Por ejemplo, al sostener un objeto en la mano está sometido a dos fuerzas, una es su peso y otra la reacción normal ejercida por la mano hacia arriba. En este caso el objeto se encuentra en reposo o se mueve en línea recta con velocidad constante. La suma de las fuerzas es nula, es decir  $\Sigma F = 0$ . Se dice que el sistema se encuentra en equilibrio.

Si son más de dos las fuerzas ejercidas sobre un cuerpo en equilibrio y son todas colineales, sigue cumpliéndose la expresión  $\Sigma F = 0$ .

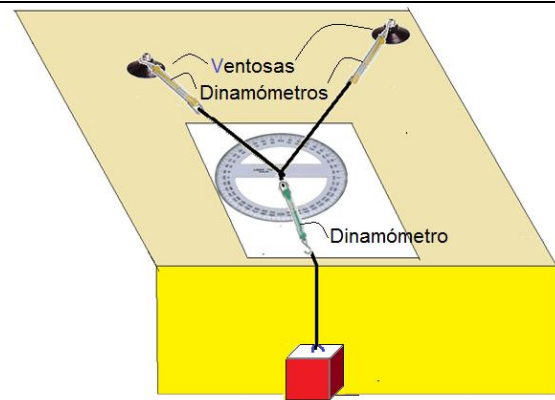
Si las fuerzas en equilibrio no son colineales y están contenidas en un plano la suma de las fuerzas es cero:  $\Sigma F = 0$ , pero el procedimiento para verificar el estado de equilibrio implica el empleo de la regla del paralelogramo.

### PROBLEMA:

Tu tarea consiste en utilizar algunos materiales, cuyo montaje se ilustra en la figura. Probar que la suma de dos fuerzas (resultante) equilibra a la tercera fuerza. Para verificarlo emplearás la regla del paralelogramo.

### Materiales:

- Tres conos de succión (ventosas),
- Tres tramos de hilo,
- Tres dinamómetros
- Dos hoja de papel con transportador impreso
- Compás
- Regla y escuadras



### Incluye lo siguiente en tu informe:

- a) La hipótesis que intentas probar.
- b) Construye un diagrama a escala de las fuerzas eligiendo como eje X la recta cuya orientación está dada por los ángulos  $0^\circ$  y  $180^\circ$ . El eje Y tiene una orientación de  $270^\circ$  a  $90^\circ$
- c) Mide los ángulos entre las líneas de acción de cada fuerza y la rama positiva del eje X
- d) Efectúa una predicción
- e) Mide las magnitudes de las fuerzas en los dinamómetros
- f) Con los datos obtenidos verifica si se cumple la primera condición de equilibrio
- g) ¿Qué suposiciones estás haciendo en tu procedimiento matemático?

- h) ¿Es necesario suponer que la fricción no afecta los resultados esperados del experimento? ¿Cómo se puede evaluar que esta suposición es razonable
- i) ¿Cuáles son tus fuentes de incertidumbre experimental? ¿Qué medidas piensas tomar para minimizar las incertidumbres?
- j) Predecir las lecturas de la escala al girar el transportador de manera que dispongas de un nuevo sistema de referencia
- k) ¿Se verifica la misma predicción para la lectura del dinamómetro que mide el peso colgante?
- l) Dada la consistencia de la predicción y el resultado y los efectos de las suposiciones realizadas, hacer un juicio (opinión, comentario) sobre la hipótesis que se está probando
- m) Establece una conclusión

*Recuerda que una suposición es una simplificación o idealización de la situación real.*

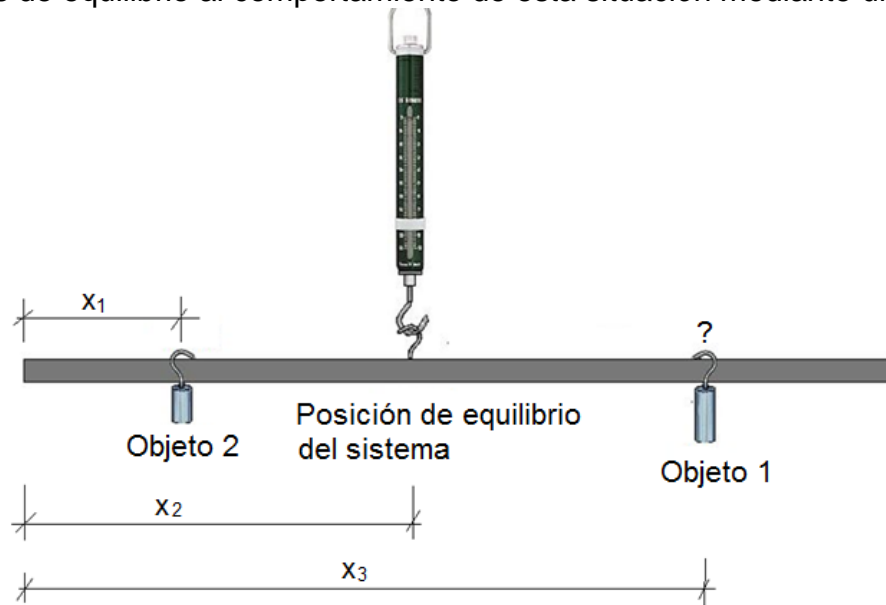
## EXPERIMENTO DE PRUEBA II: EQUILIBRIO EN UNA BALANZA DE MADERA.

### PROBLEMA

Determinar la posición del objeto 2 de peso conocido, si se conoce la posición y el peso de otro objeto 1 en un arreglo como se muestra a continuación: las distancias se indican con relación al extremo izquierdo de la regla.

### MATERIALES

Dispones de una regla de madera graduada, un conjunto de objetos colgantes y de una balanza de resorte (dinamómetro). Tu tarea es comprobar si son aplicables las condiciones de equilibrio al comportamiento de esta situación mediante una predicción:



Recuerda, que este es un experimento de prueba que se requiere hacer para comprobar tus predicciones.

1. Lectura de la escala de la balanza de resorte de la que se suspende todo el aparato.

| Diseñar y llevar a cabo un experimento de prueba (prueba de una idea, hipótesis, explicación o relación matemática) |  |   |  |  |  |
|---|--|---|--|--|--|
| Puntos  | Atributo científico  | Deficiente<br>0   | Aceptable<br>6-7   | Buena<br>8-9   | Excelente<br>10  |
|   | Distingue una hipótesis de una predicción  | No se hace la predicción. El experimento no se trata como un experimento de prueba. | Se hace una predicción, pero es idéntica a la hipótesis.   | Se hace una predicción y se distingue de la hipótesis, pero no describe los resultados del experimento diseñado.                               | Se hace una predicción, es diferente de la hipótesis y describe los resultados del experimento diseñado  |
|   | Identifica los supuestos al efectuar una predicción                                  | No se intenta identificar las suposiciones.   | Se hace un intento de establecer suposiciones, pero no son pertinentes o se confunden con la hipótesis.  | Se identifican suposiciones relevantes, pero no son significativas para hacer la predicción.   | Todas las suposiciones están correctamente identificadas.  |
|   | Determina concretamente la forma en que los supuestos podrían afectar la predicción. | No se intenta determinar los efectos de los su-puestos.                             | Se mencionan los efectos de los su-puestos, pero se describen vagamente.   | Se determinan los efectos de los supuestos pero no se intenta validarlos.  | Se determinan los efectos de los supuestos y estos son validados.  |
|   | Opina sobre el acuerdo entre la predicción y el resultado                            | No se hace mención de el acuerdo entre la pre-dicción y el resultado.               | Hay una decisión sobre el acuerdo o desacuerdo entre la pre-dicción y el resultado pe-ro no es co-herente con los resulta-dos del experimento. | Hay una de-cisión sobre el acuerdo o desacuerdo entre la pre-dicción y el resultado, pero no se tiene en cuenta la incertidumbre experimental. | Hay una de-cisión razonable sobre el acuerdo o desacuerdo entre la pre-dicción y el resultado y se tiene en cuenta la in-certidumbre experimental. |

| Recopila y analiza datos experimentales |   |   |  |   |   |
|---|---|---|--|---|---|
|   | Atributo científico   | Deficiente 0  | Aceptable 6-7  | Buena 8-9   | Excelente 10  |
| 2                                       | <b>Evalúa el efecto de las incertidumbres experimentales sobre los datos.</b> | No hace ningún intento por evaluar incertidumbres experimentales. | Intenta evaluar incertidumbres experimentales, pero la mayor parte están ausentes, vagamente descritas o incorrectas. Solamente menciona errores absolutos. En el resultado final no considera las incertidumbres en los cálculos. | Toma en cuenta en los cálculos finales las incertidumbres identificadas pero no las evalúa correctamente. | Evalúa correctamente las incertidumbres experimentales en los resultados finales. |

**Equipo disponible:** soporte de anillo, báscula de resorte, regla graduada, soportes de pesas, juego de pesas.

**Incluye lo siguiente en tu informe:**

- La hipótesis que intentas probar.
- Dibujar un diagrama señalando elementos de la estructura.
- Construir un diagrama de cuerpo libre usando la regla métrica como el sistema de interés.
- Elaborar un procedimiento matemático que se pueda utilizar para hacer tu predicción.
- ¿Qué pasa si la hipótesis de la ubicación del centro de masa de la regla métrica no es válida? ¿Cómo puede afectar tu predicción? Establece específicamente cómo la predicción se basa en la hipótesis a prueba.  
¿Qué suposiciones estás haciendo en tu procedimiento matemático?

*Recuerda que una suposición es una simplificación o idealización de la situación real.*

- ¿Es necesario suponer que el metro es horizontal en este experimento? ¿Cómo se puede evaluar que esta suposición es razonable?
- ¿Se puede suponer que la regla no tiene masa? ¿Cómo afecta a la predicción esta suposición?
- Para predecir las lecturas de la escala elige las posiciones de los dos objetos tomando como origen el lugar donde se unen la balanza de resorte y la regla. Diseña un procedimiento matemático para efectuar la predicción. A continuación, repite el análisis eligiendo como origen del sistema de coordenadas el lugar donde cuelga uno de los objetos. ¿Se verifica la misma predicción para la lectura de la escala y la ubicación deseada del otro objeto? Si no es así, resolver la inconsistencia.
- ¿Cuáles son tus fuentes de incertidumbre experimental? ¿Qué medidas piensas tomar para minimizarlos?
- Ensambla el dispositivo y realiza el experimento. Registra los datos en un formato apropiado.

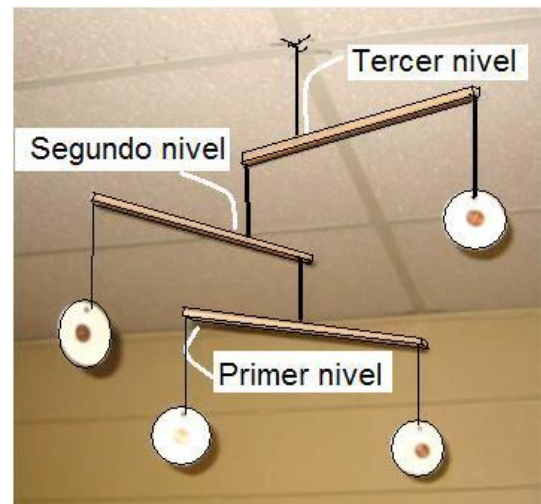


- k) ¿Cuál es el resultado del experimento? ¿Es consistente con la predicción dentro de la incertidumbre experimental? Si no, ¿cómo contribuyen las suposiciones a la diferencia entre la predicción y el resultado?
- l) Mejora tu método matemático haciendo el menor número posible de suposiciones. Utiliza este método mejorado para hacer nuevas predicciones. Repite la parte k).
- m) Dada la consistencia de la predicción y el resultado y los efectos de las suposiciones realizadas, hacer un juicio (opinión, comentario) sobre la hipótesis que se está probando.

*Siempre se puede elegir el origen en el lugar que se desee. Si el origen se elige en un punto por el que pasa una fuerza, su momento (torca o torque) respecto al origen es nulo y no aparece en las ecuaciones. Este es un recurso para simplificar las soluciones del sistema de ecuaciones cuando aparecen torcas (momentos de las fuerzas). Esto es muy útil si no conoces la magnitud o la dirección de una fuerza especial que se ejerce sobre el sistema de interés.*

## II. EXPERIMENTO DE APLICACIÓN: DISEÑO DE MÓVILES

Construir y probar un móvil para explorar los principios del equilibrio rotacional. Hacen predicciones sobre la fuerza en cada uno de los tres niveles del móvil, trabajando en equipos para construir y probar sus predicciones, analizar resultados y comparar los resultados de los equipos con los de la clase. Diseñar el móvil requiere que los estudiantes resuelvan un grupo de dos ecuaciones algebraicas lineales. Los estudiantes resuelven las ecuaciones necesarias para localizar el punto de suspensión de cada nivel.



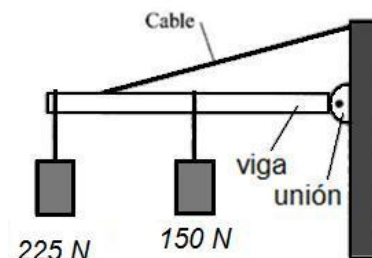
La actividad extraclase se tomó de

<http://www.tryengineering.org/lang/russian/lessons/rotequil.pdf> Julio 5 de 2012

## III. EXPERIMENTO DE APLICACIÓN: EXPLICAR PORQUÉ ES PELIGROSO INCLINARSE PARA LEVANTAR UN OBJETO PESADO.

La figura muestra a una persona levantando una pesa de 150 newton. (Advertencia: no lo intentes sin tomar precauciones). Muchas personas sufren graves lesiones en la espalda, levantando de esta manera.

La siguiente ilustración es un modelo mecánico de la parte superior del cuerpo de la persona. La viga es la columna vertebral y el cable es la musculatura de la espalda (un complejo conjunto de músculos de la



espalda real). La fuerza gravitacional de la Tierra en el centro de masa de la parte superior de la persona es de 150 newton (se incluye la cabeza de la persona, los brazos) y la barra es de 225 newton en el extremo de la viga. Los músculos de la espalda (representados por el cable) se conectan a 0.20 m desde el extremo izquierdo de la viga que mide 0.60 m de largo (la columna vertebral) y forma un ángulo de  $15^{\circ}$  con la viga. Aplicar las condiciones de equilibrio de la viga y usarlas para estimar la fuerza que un músculo de la espalda primaria (que es un sistema complejo) ejerce sobre la columna vertebral y la compresión de la viga en su conjunto en el lado izquierdo.

Tu objetivo es explicar por qué este ejercicio no es bueno para los músculos de la espalda (modelado por el cable) y, aún peor, para los discos de una pulgada de diámetro llenos de líquido en la espalda baja (modelado por la articulación).

Proporcionar un análisis completo, incluyendo:

- a) Un bosquejo
- b) Una lista de las suposiciones
- c) Un diagrama de cuerpo libre
- d) Ecuaciones que representan las condiciones de equilibrio, adecuados a esta situación
- e) Un cálculo de la tensión muscular (la fuerza de tensión en el cable) y la compresión de la viga (la fuerza de contacto) en la articulación.

**Nota:** Debido a que la viga horizontal se conecta a la viga vertical por una articulación, la fuerza normal ejercida por la viga vertical en la viga horizontal, no tiene que ser perpendicular a la viga vertical.

#### IV. ¿POR QUÉ HACEMOS ESTA PRÁCTICA?

1. ¿Qué es un modelo de una situación? Explicar el papel de las hipótesis en la elaboración de un modelo.
2. ¿Crees que las suposiciones son siempre cualitativas o pueden ser evaluadas cuantitativamente? Dar ejemplos de suposiciones que pueden ser evaluados cuantitativamente en esta práctica.

## PRÁCTICA 3

### LEYES DE NEWTON: FUERZA CENTRÍPETA

#### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA PRÁCTICA

1. *Determinar* experimentalmente una cantidad física mediante dos métodos diferentes.
2. Representar esquemáticamente una situación compleja mediante la construcción de un diagrama de cuerpo libre (DCL) para mostrar las fuerzas que ejercen otros objetos en el objeto de interés.
3. Encontrar patrones de comportamiento de las magnitudes al examinar los diagramas de cuerpo libre de objetos que se mueven en una circunferencia con rapidez constante.
4. Proponer una regla sobre la fuerza neta que otros objetos ejercen sobre el objeto de interés, cuando se está moviendo en un círculo a una rapidez constante, utilizando los patrones obtenidos.

#### I. EXPERIMENTO DE APLICACIÓN:

##### Coeficiente de fricción entre el zapato y el azulejo de piso

En la rúbrica se detallan las capacidades científicas que se requieren para diseñar y realizar un experimento de aplicación. En esta práctica se incluye un experimento cuantitativo. Pondrás en juego un conjunto de cinco atributos del científico: ser capaz de hacer un juicio sobre los resultados del experimento; evaluar los resultados mediante dos métodos diferentes; identificar las fuentes de incertidumbre experimental; evaluar específicamente cómo pueden las incertidumbres experimentales afectar a los datos; describir la forma de reducir la incertidumbre experimental.

| Diseña y realiza un experimento de aplicación |   |  |   |  |   |
|---|---|--|---|--|---|
| Puntos  | Atributo científico   | Deficiente<br>0  | Aceptable<br>6-7  | Buena<br>8-9   | Excelente<br>10   |
|   | <b>Emite un juicio sobre los resultados del experimento</b> | No presenta ninguna discusión sobre los resultados del experimento | Emite juicios no razonables ni coherentes sobre los resultados. | Sus juicios sobre el resultado son aceptables, pero el razonamiento es erróneo o incompleto. | Hace juicios aceptables sobre el resultado, con razonamiento claro. Se consideran los efectos de los supuestos y de las incertidumbres experimentales |
|   | <b>Evalúa los resultados mediante un</b>                    | No intenta evaluar la consistencia de los resul-                   | Utiliza un segundo método independiente                         | Utiliza un segundo método independiente para   | Se utiliza un segundo método independiente  |

|  |                             |   |  |   |   |
|--|-----------------------------|---|--|---|---|
|  | <b>método independiente</b> | tados utilizando un método independiente. | para evaluar los resultados. Sin embargo, hay poca o ninguna discusión acerca de las diferencias en los resultados obtenidos con los dos métodos | evaluar los resultados. Aunque los resultados de los dos métodos se comparan con las incertidumbres experimentales, hay poca o ninguna discusión de las posibles razones de las diferencias cuando los resultados son diferentes. | para evaluar los resultados y la evaluación se hace con las incertidumbres experimentales. Se discuten las discrepancias entre los resultados de los dos métodos y las razones posibles |
|--|-----------------------------|---|--|---|---|

| Recopila y analiza datos experimentales |   |  |   |  |   |
|---|---|--|---|--|---|
| Puntos                                  | Atributo científico   | Deficiente<br>0  | Aceptable<br>6-7  | Buena<br>8-9   | Excelente<br>10   |
|   | <b>Identifica las fuentes de incertidumbre experimental</b>                                     | No se intenta identificar las incertidumbres experimentales.   | Se intenta identificar las incertidumbres experimentales, pero la mayoría se pierden, se describen vagamente o son incorrectas.   | Identifica correctamente la mayoría de las incertidumbres experimentales.                                | Identifica correctamente todas las incertidumbres experimentales.                       |
|   | <b>Evalúa específicamente cómo las incertidumbres experimentales pueden afectar a los datos</b> | No se intenta evaluar las incertidumbres experimentales.   | Se hace un intento para evaluar las incertidumbres experimentales, pero la mayoría se pierden, se describen vaga o incorrectamente o sólo se mencionan las incertidumbres absolutas o el resultado final no considera la incertidumbre. | Identifica las incertidumbres y las considera en el resultado final, pero no se evalúa correctamente.    | El resultado final toma en cuenta la incertidumbre experimental y evalúa correctamente. |
|   | <b>Describe la forma de reducir la incertidumbre experimental y de hecho lo hace</b>            | No se intenta describir la manera de reducir la incertidumbre experimental y no está presente ningún intento para reducirla al mínimo. | Está presente una descripción de cómo reducir la incertidumbre experimental, pero no lo hace.   | Se hace un intento para reducir al mínimo la incertidumbre, se hizo, pero el método no es el más eficaz. | La incertidumbre se minimiza de manera efectiva.  |

## PROBLEMA

Idear dos experimentos diferentes para determinar el máximo coeficiente de fricción estática entre el zapato y la muestra de pavimento.

### Materiales.

Balanza de resorte, regla, transportador, piso de azulejo, cinta, cuerda, balanza digital, juego de pesas

## PROCEDIMIENTO

**Incluye en tu evaluación crítica lo siguiente.**

- a) Describe el procedimiento experimental. Incluye un boceto de tu diseño experimental. Explicar los pasos para reducir la incertidumbre experimental.
- b) Decide qué suposiciones necesitas hacer acerca de los objetos, las interacciones y los procesos para resolver el problema. ¿Cómo pueden afectar el resultado estas suposiciones? Especifica. Teniendo en cuenta una de las suposiciones pertinentes, evalúa su efecto en los resultados. Por ejemplo, cómo va a cambiar el coeficiente de fricción estática si se tira el zapato en un ángulo de  $5^{\circ}$  encima de la horizontal en lugar de moverlo horizontalmente.
- c) Dibuja un diagrama del cuerpo libre para el calzado (recupera tus suposiciones). Incluye un conjunto adecuado de ejes de coordenadas. Utiliza el diagrama de cuerpo libre para idear el procedimiento matemático que permita determinar el coeficiente de fricción estática.
- d) ¿Cuáles son las fuentes de incertidumbre experimental? ¿Qué medida es la más incierta? ¿Cómo decidir?
- e) Una de las suposiciones que probablemente propusiste es que el coeficiente de fricción no depende de la fuerza normal que sobre el zapato ejerce la superficie. Con el fin de determinar si este supuesto es razonable, realiza un experimento rápido para evaluar la hipótesis. Decide si el supuesto es o no razonable. Explica cómo lo decidiste.
- f) Presenta dos maneras diferentes para medir un ángulo con el equipo disponible. ¿Qué método puede proporcionar un resultado con menos incertidumbre? Explica tu razonamiento.
- g) Lleva a cabo el experimento y anota tus observaciones en un formato apropiado. ¿Cuál es el resultado del experimento?
- h) Cuando hayas terminado con ambos experimentos, compara los dos valores que se obtienen para el coeficiente de fricción estática. Teniendo en cuenta las incertidumbres y las hipótesis experimentales que has realizado, decidir si estos dos valores son coherentes o no. Si no son coherentes, explicar las posibles razones para obtener valores diferentes.
- i) Describir las deficiencias observadas en los experimentos. Sugerir mejoras específicas.

## II. EXPERIMENTO DE OBSERVACIÓN:

### Objetos que se mueven en un círculo con velocidad constante.

#### PROBLEMA

El objetivo de este experimento es encontrar patrones de comportamiento de magnitudes en diagramas del cuerpo libre (DCL) para diferentes objetos que se mueven en un círculo a velocidad constante. Además probarás si el patrón (modelo) aceptado es válido al emplearlo para hacer una predicción sobre el resultado de un nuevo experimento.

#### Materiales

Bola de boliche, un mazo, una bandeja circular de horno y una pequeña bola que rueda en el interior, un objeto atado al final de una cadena.  
Realizar u observar los siguientes tres experimentos.

**Experimento 1:** Rodar una bola de bolos a lo largo de una superficie lisa. A medida que la pelota avanza, golpearla con un mazo de goma, hasta lograr que se mueva en un círculo. Si no consigues que la bola se mueva en un círculo, ver el vídeo ubicado en <http://paer.rutgers.edu/pt3/experiment.php?topicid=5&exptid=56>

**Experimento 2:** rodar una bola pequeña sobre una superficie lisa en el interior de un aro de madera o de metal de manera que la pelota siempre toque el borde interno del aro.

**Experimento 3:** Girar un objeto en una trayectoria circular con rapidez constante.

Para cada experimento, escribir lo siguiente:

- Bosquejar la situación y señalar el objeto que se mueve en un círculo. Este objeto se llama *sistema*.
- Lista de objetos que interactúan con el objeto que se mueve en un círculo. A estos otros objetos comúnmente se les denomina *medio ambiente o entorno*.
- Dibuja un diagrama de cuerpo libre (DCL) para el objeto que se mueve en un círculo.
- Indica qué fuerzas se cancelan por estar en equilibrio.
- Indica la dirección de la fuerza no equilibrada o la fuerza resultante que el entorno ejerce sobre el sistema.
- Después de haber realizado todos los experimentos, encontrar un patrón para la dirección de la fuerza neta ejercida sobre un objeto que se mueve en un círculo con rapidez constante.

## III. EXPERIMENTO DE PRUEBA:

### Objetos en movimiento en un círculo en con rapidez constante

**PROBLEMA**

El objetivo de este experimento es utilizar el patrón sugerido por los experimentos anteriores para hacer una predicción de los resultados de un nuevo experimento.

**MATERIALES**

Este experimento ha sido grabado en video. Ir a la página web a continuación, pero no veas el video de inmediato. Primero responde las preguntas en la página web. Este es un experimento de prueba, así que asegúrate de hacer una predicción antes de ver el vídeo.

<http://paer.rutgers.edu/pt3/experiment.php?topicid=5&exptid=57>

**IV. ¿Qué relación tiene esta práctica con la vida real?**

1. En tu campo de experiencias, ¿cuándo se podrían observar objetos que se comporten conforme a los patrones observados?
2. Explicar a un amigo ¿por qué fue necesario realizar dos experimentos independientes para encontrar el coeficiente de fricción entre el suelo y el calzado? ¿Por qué es preferible realizar dos experimentos diferentes en lugar de realizar el mismo experimento dos veces?
3. Menciona dos situaciones de la vida real en las que es crucial verificar un resultado con un segundo método.
4. ¿Crees que tu resultado para el coeficiente de fricción es el mismo que cuando calzas el zapato? Piensa en los supuestos relativos al modelo de fricción que utilizaste.
5. Supongamos que estás investigando un nuevo fenómeno por primera vez. ¿Qué tipo de experimento debes realizar en primer lugar (experimento de observación, de prueba o de aplicación) y por qué? ¿Qué debes hacer a continuación?

# PRÁCTICA 4

## HIDROSTÁTICA

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA PRÁCTICA:

Al terminar las actividades experimentales el alumno podrá

1. Explicar el concepto de presión
2. Aplicar los conceptos de densidad y peso específico para establecer el principio fundamental de la Hidrostática.
3. Distinguir la presión absoluta de la presión manométrica.
4. Identificar el modelo matemático para la prensa hidráulica
5. Reconocer el Principio de Pascal en el estudio del Ludió.



### EXPERIMENTO 1: PRESIÓN EN SÓLIDOS

#### MATERIAL:

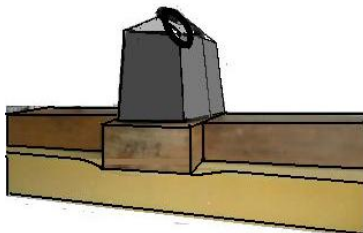
- 3 Bloques rectangulares de madera de dimensiones conocidas
- 2 Pesas de 5 Kg. cada una.
- 1 Panel de hule espuma.

#### PROCEDIMIENTO.

[http://www.cneg.unam.mx/cursos\\_diplomados/diplomados/medio\\_superior/ens\\_3/portafolios/fisica/equipo1/practica2.htm](http://www.cneg.unam.mx/cursos_diplomados/diplomados/medio_superior/ens_3/portafolios/fisica/equipo1/practica2.htm)

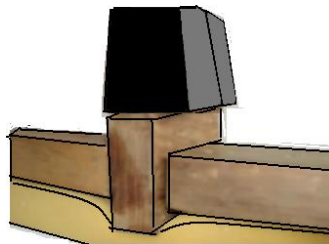
#### ACTIVIDAD 1.

Se colocan los bloques sobre el panel de esponja. El bloque central se pone con su cara de mayor área, como se indica en la figura. Encima del bloque se colocan las dos pesas de 5 kg cada una



#### ACTIVIDAD 2.

Se colocan los bloques sobre el panel de esponja, el central se pone con su cara de área media como se indica en la figura y sobre él se colocan las dos pesas de 5 Kg cada una.



ACTIVIDAD 3. Se colocan los bloques sobre el panel de esponja. El central se pone con su cara de área mínima como se indica abajo y encima se colocan las dos pesas de 5 Kg cada una



Calcula el área del bloque de madera que está en contacto con el hule espuma y mide la profundidad de la deformación.



¿Cómo varía la presión al colocar el mismo peso sobre las diferentes caras de un bloque de madera rectangular?

Anota tu respuesta \_\_\_\_\_

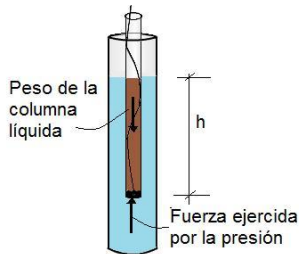
## EXPERIMENTO 2: Principios de la hidrostática.

### ACTIVIDAD I. Principio fundamental de la hidrostática. La presión y la profundidad.

#### PROCEDIMIENTO

**Materiales.** Recipiente con agua, vaso con agua coloreada, tubo abierto con tapa desprendible, gránulos de café soluble para colorear.

Dispón los materiales como se indica en el dibujo



Vierte el agua coloreada en el tubo interior hasta que la tapa se desprenda.

Puedes auxiliarte con el video

<http://web.educastur.princast.es/proyectos/fisquiweb/Videos/Hidrostatica/Index.htm>

Consultado el 8 de julio de 2012

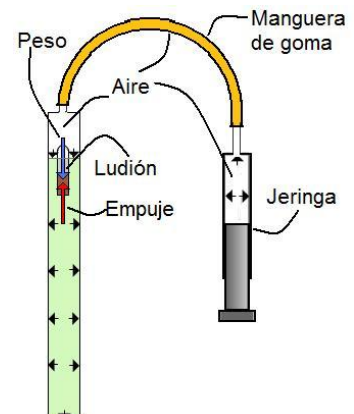
#### Incluye en tu informe lo siguiente:

- ¿Qué fuerzas mantienen en equilibrio a la columna líquida (de color café) antes de que se caiga la tapa?
- Escribe una expresión para calcular el peso de la columna líquida empleando la definición de peso específico.
- Escribe una expresión para calcular la fuerza debida a la presión que se ejerce sobre la tapa.
- Demuestra que la presión es proporcional a la profundidad.

### ACTIVIDAD II. Principio de Pascal. El Ludión

**Materiales:** Botella de plástico de 2 litros, tubo de ensayo pequeño, jeringa de 20 cm<sup>3</sup>, manguera de goma, agua.

El ludión es una excelente aplicación del principio de Pascal. La experiencia que aquí se muestra es una versión ligeramente modificada del experimento clásico. La incorporación de la jeringa con la que se transmite la presión permite que los alumnos perciban con mayor claridad el aumento de presión ejercida y observar que se



transmite de forma inmediata en todas direcciones, incluso *hacia arriba*.

En el video siguiente se puede ver el montaje experimental usado y su funcionamiento.

<http://web.educastur.princast.es/proyectos/fisquiweb/Videos/Ludion/Index.htm>

Consultado el 8 de julio de 2012

La figura, extraída de la página cuya dirección se da en la línea anterior, muestra el montaje y algunos efectos de la presión externa.

### PROCEDIMIENTO:

- El ludió es un dispositivo parcialmente lleno de agua que se coloca con la boca hacia abajo. Inicialmente flota en el agua.
- Conectar el tubo de goma a la tapa de la botella y a la jeringa.
- Introduciendo y extrayendo el émbolo de la jeringa observar las posiciones y movimientos del ludió.
- ¿Cómo se transmite la presión al líquido? ¿Qué cambios se observan en el volumen de líquido dentro del ludió? ¿Qué efectos se producen por los cambios del volumen de líquido en el ludió?

Cuando el émbolo comprime al aire de la jeringa la compresión se transmite al resto del aire y al agua del recipiente en el que se encuentra el ludió, tal y como indican las flechas. La presión hace que penetre en el tubo más agua, aumentando su peso. Por esta razón el tubo se hunde más. Al aumentar el volumen sumergido ( $V_s$ ), aumenta su empuje y el ludió permanece flotando, aunque cada vez a mayor profundidad.

Si se sigue aumentando la presión el ludió se sumerge por completo. A partir de ahí el empuje ya no puede aumentar más. Si penetra más agua en su interior el peso adquiere un valor superior al empuje haciendo que el ludió descienda. El aumento o disminución de líquido en el interior del ludió es fácilmente visible en los cuadros del video, en las que se observa cómo la columna en su interior aumenta o disminuye en función de la presión aplicada.

### ACTIVIDAD III. Jeringa de Pascal

**Materiales:** Jeringa grande ( $20 \text{ cm}^3$ ), agua, aguja, mechero (encendedor).

#### PROCEDIMIENTO:

Separar la aguja y sellar el orificio de salida

Perforar la jeringa con una aguja caliente en diferentes lugares.

Cubrir la jeringa con un globo de hule (para evitar salida de líquido).

Introducir agua a la jeringa

Introducir el émbolo, retirar la cubierta y expulsar el líquido.



**Experimento 3. PRENSA HIDRÁULICA.**

¿Por qué es posible levantar fácilmente un auto de media tonelada por medio del gato hidráulico, con el mínimo esfuerzo?

**EXPERIMENTO. Aplicación del Principio de Pascal****Material:**

- 1 Jeringa de 60 ml
- 1 Jeringa de 20 ml
- 1 Pesa de 2.5 Kg.
- Un pedazo de manguera de látex.
- Agua coloreada.
- Dos soportes universales.
- Dos nueces dobles.

**PROCEDIMIENTO**

1. Se fijan las jeringas en un soporte universal cada una conectada con la manguera de látex.; la jeringa de 20 ml está llena de agua coloreada



2. Se coloca la pesa de 2.5 Kg. Sobre la jeringa de 20 ml que contiene el agua coloreada



3. Se repite el experimento anterior pero a hora colocando la pesa de 2.5 Kg., sobre el émbolo de mayor diámetro



¿Las observaciones de éste experimento confirman tu respuesta a la pregunta inicial? Justifica tu respuesta.

**Experimento 4. PRESIÓN ATMOSFÉRICA.**

1.- ¿Porqué el agua contenida en un recipiente abierto es desplazada fácilmente por medio de una manguera a otro recipiente vacío que se encuentra a una altura menor que el recipiente inicial?

Anota tu respuesta: \_\_\_\_\_

2.- ¿Por qué con un popote podemos absorber el líquido del vaso?

Anota tu respuesta: \_\_\_\_\_

3.- Porqué es posible adherir una ventosa a una superficie lisa?

Anota tu respuesta: \_\_\_\_\_

**Material:**

Un matraz Erlenmeyer ó de balón de vidrio de 250 ml.

Un pedazo de hoja de papel.

Agua coloreada

**PROCEDIMIENTO.**

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p>1.- Se llena de agua coloreada el matraz hasta el borde</p> | <p>2.- Se coloca la cartulina en la boca del vaso o matraz</p> | <p>3.- Después se invierte el matraz presionando con la mano la cartulina contra el borde</p> |
| <p>Vaso o matraz</p> <p>Cartulina</p>                          |  | <p>Vaso o matraz</p> <p>Cartulina</p>   |

¿Tu predicción corresponde a los resultados de los experimentos realizados?  
Para mostrar otro efecto de la presión ver el video siguiente

[http://www.youtube.com/watch?v=N\\_p7\\_QyK1hA](http://www.youtube.com/watch?v=N_p7_QyK1hA)

Consultado el 8 de julio de 2012

## EXPERIMENTO 5. MANÓMETRO.

1.- ¿Porqué se percibe una sensación dolorosa en los oídos cuando nos sumergimos en una alberca?

---



---

2.- ¿Dónde ejerce una presión mayor el agua?

- a) en el fondo de una alberca de 2 metros de profundidad o
- b) en la base del tubo de 8 metros de alto que baja el agua de un tinaco.

Anota tu respuesta \_\_\_\_\_

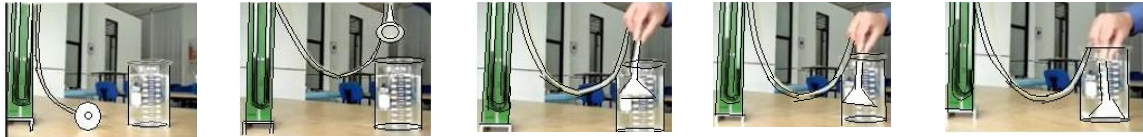
---

**Material:** Manómetro de tubo de vidrio en “U”, manguera de látex, vaso de precipitado de 500 ml, embudo de plástico, agua coloreada

### PROCEDIMIENTO.

[http://www.cneg.unam.mx/cursos\\_diplomados/diplomados/medio\\_superior/ens\\_3/portafolios/fisica/equipo1/practica2.htm](http://www.cneg.unam.mx/cursos_diplomados/diplomados/medio_superior/ens_3/portafolios/fisica/equipo1/practica2.htm)

1. Al manómetro de tubo de vidrio en forma de “U”, se le coloca en uno de sus extremos la manguera de látex y en el otro extremo se le coloca el embudo y calibramos a la misma altura en las dos ramas del tubo en “U” con agua coloreada.
2. La boca grande del embudo se introduce en el vaso de precipitados, que contiene agua, se va sumergiendo lentamente.



### Reporte de la práctica

El informe de la práctica describe las actividades realizadas en el laboratorio y nos permite valorar los aprendizajes obtenidos y debe contener los siguientes puntos:

1. Carátula ( Nombre de la Institución, de la práctica, del profesor, Alumnos participantes, grupo, grado, fecha).
2. Cuadro de Reporte (Tabla con las siguientes columnas: número de la Práctica,

Nombre de la Práctica, fecha de elaboración de la práctica, calificación de la práctica y observaciones)

3. Contenido de la práctica.

- Título de la práctica
- Objetivo de la Práctica
- Consideraciones Teóricas
- Desarrollo de la práctica
- Tabla de resultados, dibujos, gráficas
- Conviene recordarte que tu informe debe incluir el objetivo principal y en forma resumida los contenidos, tabla de resultados, gráficas, las respuestas a las cuestiones planteadas y las conclusiones del desarrollo de una práctica, en general, lo que nos permita valorar los aprendizajes obtenidos

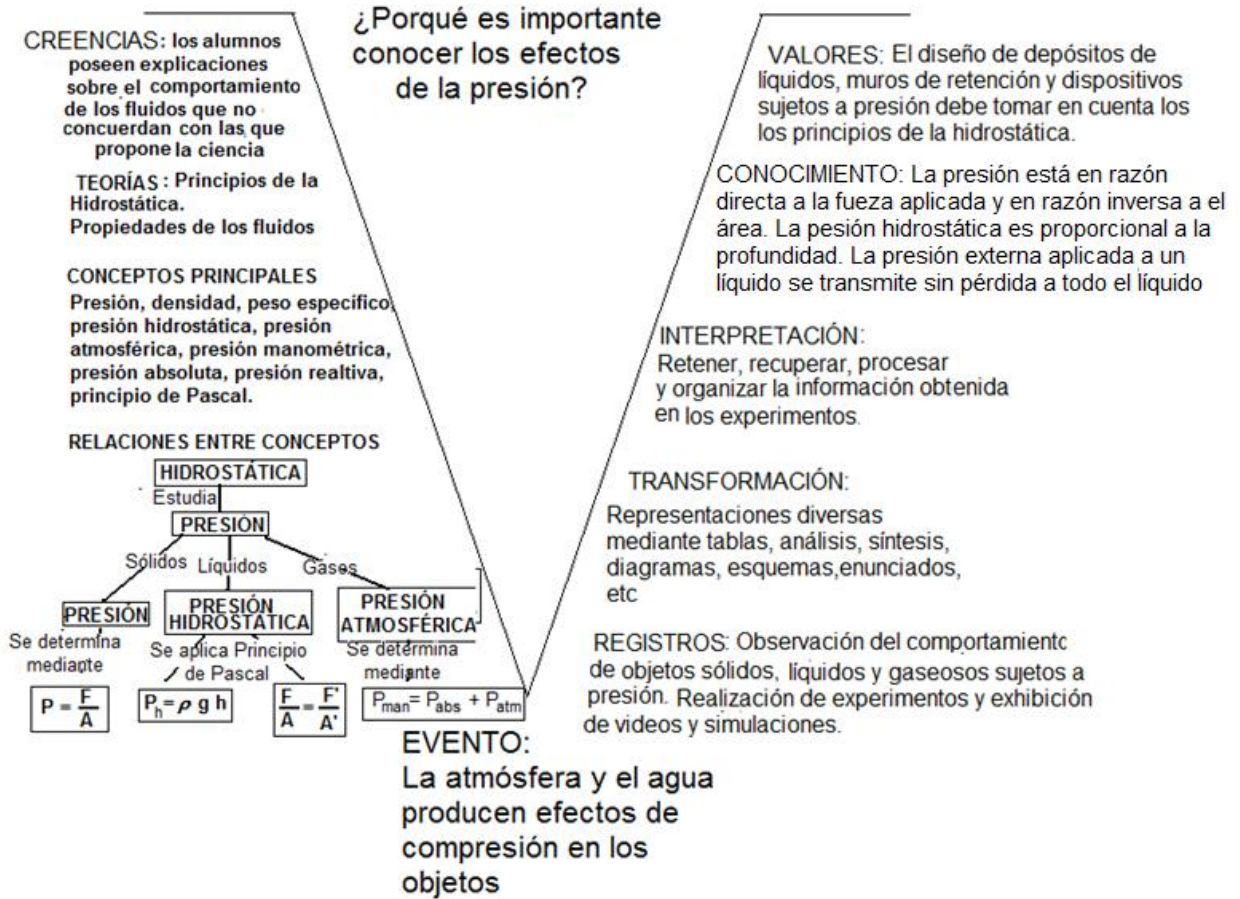
4. Conclusiones: Para evaluar las actividades experimentales (prácticas de laboratorio), se propone la RÚBRICA siguiente.

**RUBRICAS PARA ASIGNAR PUNTUACIÓN**

| <b>Diseñar y conducir un experimento de observación</b> |   |  |   |  |   |
|---|---|--|---|--|---|
| <b>Puntos</b>   | <b>Habilidades científicas</b>  | Deficiente<br>0  | Aceptable<br>6-7  | Buena<br>8-9   | Excelente<br>10   |
|   | <b>Diseñar un experimento adecuado para investigar el fenómeno</b>  | El experimento no permite investigar el fenómeno.                            | El experimento puede no conducir a ningún modelo pertinente.  | Algunos aspectos importantes del fenómeno no serán observables.  | El experimento podría conducir a modelos interesantes, pertinentes a la investigación del fenómeno.             |
|   | <b>Decidir qué parámetros deben ser medidos e identifica las variables dependiente e independiente</b>              | Los parámetros son irrelevantes  | Solamente algunos parámetros son relevantes.  | Los parámetros son relevantes, no obstante, no identifica las variables dependiente e independiente.         | Los parámetros son relevantes e identifica las variables dependiente e independiente.                           |
|   | <b>Describir el uso del equipo disponible para efectuar mediciones.</b>   | Al menos una de las mediciones no puede efectuarse con el equipo disponible. | Se pueden efectuar todas las mediciones pero no especifica cómo lograrlo.   | Pueden efectuarse todas las mediciones pero las especificaciones sobre cómo hacerlo son vagas o incompletas. | Pueden efectuarse todas las medidas elegidas y son expresados claramente todos los detalles de cómo hacerlo.    |
|   | <b>Describir lo que pretende explicar, tanto en palabras como por medio de un esquema del sistema experimental.</b> | No presenta ninguna descripción  | La descripción es incompleta. No está presente ninguna ilustración rotulada o las observaciones son manipuladas para simular que se cumple lo esperado. | La descripción es completa, pero mezclada con explicaciones o con el modelo.                                 | Describe claramente lo que pasa en los experimentos tanto verbalmente como por medio de otras representaciones. |
|   | <b>Identificar los</b>  | No hace intento  | Describe los de-  | No se consideran   | Identifica los defec-   |

|  |   |   |  |   |   |
|--|---|---|--|---|---|
|  | <b>defectos en un experimento y sugerir mejoras</b>                             | alguno para identificar cualquier defecto del experimento.        | fectos vagamente y no ofrece ninguna sugerencia para mejorar el experimento. | todos los aspectos del diseño.                        | tos principales del experimento y ofrece sugerencias razonables para mejorarlo. |
|  | <b>Identificar un modelo en los datos</b>                                       | No hace ningún intento por encontrar un modelo de comportamiento. | El modelo descrito es irrelevante o inconsistente con los datos.             | El modelo tiene pocos errores u omisiones.            | Los modelos representan la tendencia relevante de los datos                     |
|  | <b>Identificar las suposiciones hechas en la presentación de la explicación</b> | No identifica ninguna suposición.                                 | Las suposiciones son irrelevantes o incorrectas.                             | No se mencionan algunas suposiciones significativas . | Se identifican correctamente las suposiciones más significativas.               |

A continuación se presenta un ejemplo del uso de la la V de Gowin, enmarcando los puntos más importantes que debe contener.



## PRÁCTICA 5

### PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

#### Objetivos:

- Determinar la fuerza de empuje que experimenta un cuerpo cuando está sumergido en un líquido, por dos métodos independientes.
- Reconocer que la fuerza de empuje sobre un cuerpo tiene su origen en la diferencia de presión entre los niveles superior e inferior del cuerpo y solo depende de volumen desplazado y del peso específico del líquido.
- Mostrar el fenómeno de flotación.
- Estimular el interés hacia la Física, mediante la exposición de algunas aplicaciones de los conceptos discutidos en esta práctica.

#### Material que puede utilizarse:

- Probeta de vidrio de 100 ml
- Vaso de precipitados de 300 ml
- Cilindros de cobre, estaño y plomo.
- Hilo.
- Cortador de precisión (cutter)
- Balanza y dinamómetro
- Dos vasos pequeños, de plástico, con tapa

#### Substancias:

- Agua ( $1000 \text{ kg/m}^3$ )
- Vinagre.
- Alcohol. ( $783 \text{ kg/m}^3$ )
- Gasolina blanca (benceno:  $720 \text{ kg/m}^3$ ).

#### EXPERIMENTO I: Medición de volúmenes.

##### ACTIVIDAD 1: Medición de volúmenes por métodos geométricos.

- a) Medir la longitud y el diámetro de las muestras metálicas.
- b) Calcular los volúmenes de los cilindros (recordar la fórmula para el cálculo del volumen de un cilindro).

##### ACTIVIDAD 2: Medición de volúmenes por desplazamiento de un líquido.

- a) Verter agua en una probeta hasta la marca 30 ml ( $30 \text{ cm}^3$ ).
- b) Introducir la muestra de cobre y efectuar la lectura del nivel de agua.
- c) Determinar el volumen de la muestra por la diferencia entre ambos niveles (desplazamiento de agua).
- d) Comparar los resultados obtenidos ¿Es confiable el método de medición por desplazamiento de agua?

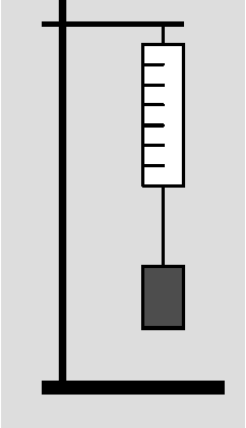
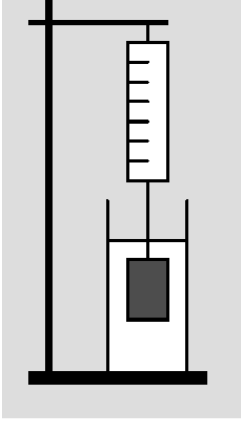


## EXPERIMENTO II: Experimento de Arquímedes.

### Actividad 3.

**Objetivo:** El alumno explicará la disminución del peso de un objeto parcial o totalmente sumergido en un fluido

Dibuja un diagrama de cuerpo libre para los siguientes dos casos:

|  |   |  |
|--|---|--|
| <p><b>Dibuja las fuerzas que actúan en cada caso</b></p> |  |  |
|--|---|--|

¿Porqué es menor el peso aparente de los cuerpos que su peso real?

|  |
|--|
|  |
|  |

### Actividad 4.

¿A qué se debe la disminución del peso de un objeto sumergido en un líquido?

**Pesa el prisma de cobre con el dinamómetro**

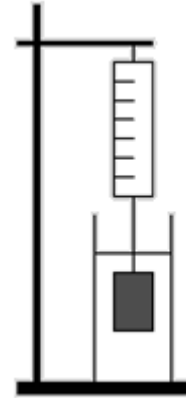
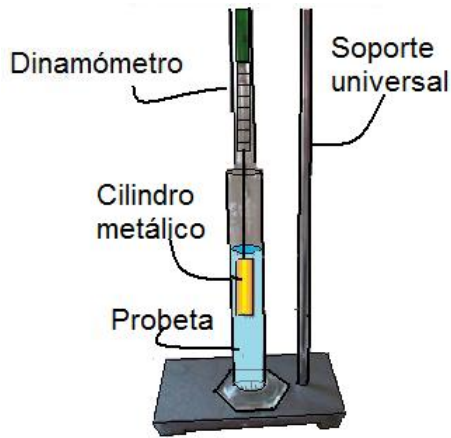
Peso del cobre:  $F_{Cu} =$

**Pesa el prisma de estaño con el dinamómetro**

Peso del estaño:  $F_{Sn} =$

Sumerge el prisma de cobre en una probeta con agua, mide su peso y extráelo.

Después sumerge el prisma de estaño en una probeta con agua y mide su peso.



El peso del hierro sumergido es su peso aparente:  $F'_{Cu} =$

El peso del aluminio sumergido es su peso aparente:  $F'_{Sn} =$

| CONCLUSIONES   |
|--|
| <p><b>Peso en el aire = <math>F_g =</math> ; Peso aparente = <math>F'</math> Esto es</b></p> <p><b><math>F_{Empuje} =</math></b></p> <p><b>Teniendo en cuenta todo lo anterior. ¿De qué depende el empuje?</b></p> |

**Actividad 5.**

**Mostrar que el peso del líquido desplazado es igual a la fuerza de empuje**  
<http://fg-experimentos.blogspot.com/2008/11/principio-de-arquimedes-con-dos-vasitos.html>

Consultada el 8 de julio de 2012

|  |   |
|--|---|
| <p>Material:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Soporte con Dinamómetro</li> <li>- Matraz o vaso de precipitados con agua</li> <li>- Vaso hueco y vaso relleno para el estudio del Principio de Arquímedes.</li> </ul> | <p>Primeramente estableceremos la relación que hay entre el peso real de un cuerpo y su peso al sumergirlo en un líquido. Emplearemos un vaso hueco con colgador y gancho en el que encaja perfectamente otro vaso relleno con algún material sólido (yeso, cemento).</p> |
|--|---|

**Montaje:**

- Prepara un soporte con varilla y dinamómetro
- Suspende los vasos del dinamómetro (el vaso relleno cuelga del vaso hueco)
- Mide el volumen de líquido en la probeta
- Introduce el vaso relleno en la probeta
- Mide la variación de volumen del líquido
- A continuación, llena con agua el vaso hueco.

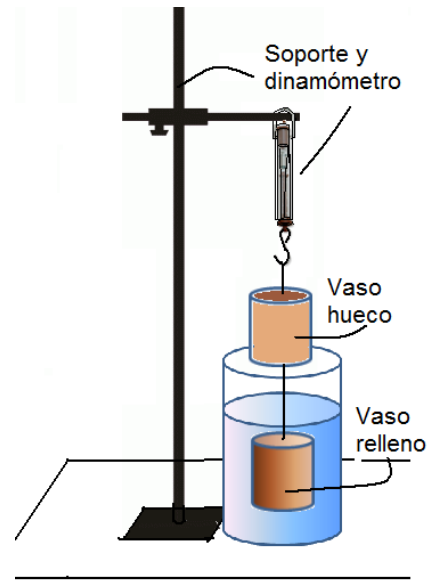
El peso extra del agua hace que descendan los vasos y se restablece el equilibrio.

¿Qué relación hay entre el volumen del vaso relleno y el volumen de agua desplazada?

Explica el estado de equilibrio del sistema antes de sumergir el cilindro en agua

¿Cómo se relacionan el peso del líquido desplazado y la fuerza de empuje?

Registra tus observaciones



La fuerza de empuje es igual al peso del líquido que desaloja el vaso relleno. Es decir, el valor de la fuerza de empuje que experimenta el vaso relleno es igual al peso de un volumen de agua igual al volumen del cilindro macizo. Pero como el volumen del cilindro macizo coincide exactamente con el volumen del cilindro hueco lleno de agua, el peso del agua contenida en el cilindro hueco es igual a la fuerza de empuje que experimenta el cilindro macizo y se restablece el equilibrio.

**CONCLUSIÓN:**

El peso del volumen de agua desalojada por el cilindro macizo se obtiene de:

Peso del agua desplazada =  $\rho_0 g V$

Donde:  $\rho_0$  es la densidad del líquido

$g$  es la aceleración de la gravedad y

$V$  es el volumen del cilindro

Luego:  $F_{\text{empuje}} = E = \rho_0 g V$

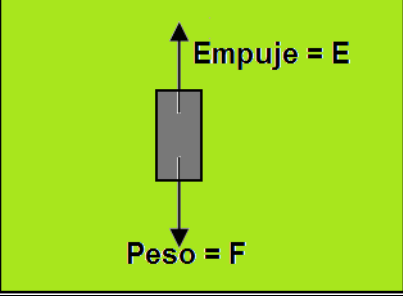
**Principio de Arquímedes: Todo cuerpo sumergido en un líquido recibe un empuje vertical hacia arriba igual al peso del líquido desalojado**

# Flotación

## Actividad 6.

Determinar los empujes que actúan sobre un cuerpo que flota.

Si sumergimos un cuerpo en un líquido, sobre él actúan dos fuerzas, su peso y el empuje, que son de la misma dirección y sentidos contrarios. ¿Qué es lo que sucederá al cuerpo?

|   |   |
|---|---|
|  <p>Empuje = E</p> <p>Peso = F</p> | <p>Hay tres posibilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El cuerpo flotará si <math>F &lt; E</math></li> <li>- El cuerpo se hundirá si <math>F &gt; E</math></li> <li>- El cuerpo se mantiene la misma posición si <math>P = E</math></li> </ul> |
|---|---|

Conclusión: Un cuerpo flota si está parcialmente sumergido. En este caso el empuje iguala al peso:

$$\text{Peso} = \rho_{\text{cuerpo}} g V = \rho_c g V$$

$$\text{Empuje} = \rho_{\text{líquido}} g V_{\text{sumergido}} = \rho_l g V_s$$

$$\text{Entonces: } \rho_c g V = \rho_l g V_s$$

$$\text{Simplificando: } \rho_c V = \rho_l V_s$$

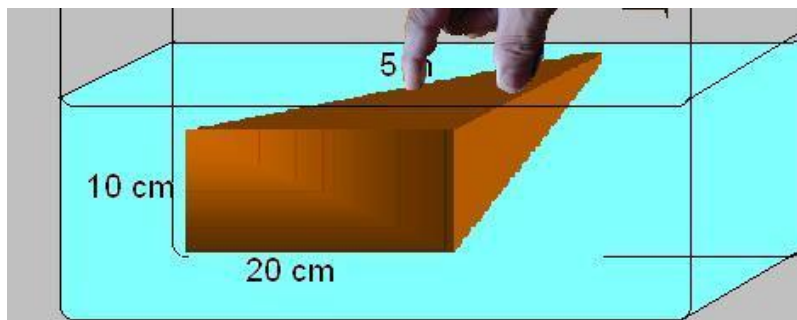
1. Colocar en un recipiente lleno de agua un cuerpo flotante en forma vertical
2. Medir todas las dimensiones del cuerpo sumergido, estableciendo la porción del cuerpo que se encuentra por debajo del agua para determinar el volumen desplazado. (volumen sumergido)
3. Repetir el experimento con un peso adicional al peso propio cuerpo flotante.

#### **INCLUYE EN TU INFORME LO SIGUIENTE:**

1. Determinar los pesos de los cuerpos que se encuentran sumergidos en el agua.
2. Determinar el volumen de agua que desplazan los cuerpos.
3. Comparar el peso de cada uno de los cuerpos sumergidos contra el empuje que ejerce el fluido para mantenerlos flotando.
4. Para el cuerpo que se encuentra flotando verticalmente, calcular cuál sería la profundidad que se hundiría si fuese sumergido en un líquido con una densidad relativa diferente a la del agua:
  - (Vinagre.
  - Alcohol.(783 kg/m<sup>3</sup>)
  - Gasolina blanca (benceno: 720 kg/m<sup>3</sup>).
5. Conclusiones de la realización de la práctica, explicando el porqué de las posibles diferencias entre el empuje ascendente y el peso de cada uno de los cuerpos.

**Actividad 9.**

- El principio de Arquímedes establece que un cuerpo sumergido en un líquido recibe un empuje
  - igual al peso del líquido desalojado
  - igual a su propio peso
  - que aumenta su peso
  - que reduce su densidad
- Si al introducir un cuerpo en un fluido permanece en reposo en cualquier punto que se coloque, es porque:
  - El peso del cuerpo es mayor al empuje.
  - El empuje es mayor que el peso del cuerpo
  - El empuje y el peso del cuerpo están equilibrados
  - No se ejerce ningún empuje sobre el cuerpo
- Una pieza de metal de forma irregular tiene un peso de 120 N en el aire. Al sumergirla en agua su peso se reduce a 90 N ¿Cuál es la densidad de la pieza de metal?
  - $4000 \frac{kg}{m^3}$
  - $30 \frac{kg}{m^3}$
  - $3.06 \times 10^{-3} \frac{kg}{m^3}$
  - $12.24 \frac{kg}{m^3}$
- Un cuerpo en el aire tiene un peso de 20 N y, al introducirlo en un líquido cuya densidad es  $800 \text{ kg/m}^3$ , su peso aparente es de 15 N. ¿Cuál es el empuje que recibe?
  - 5 N
  - 4 N
  - no se puede conocer
  - Cero N
- Un baúl y su contenido están en el fondo de un lago. Si su masa es de 60 kg y su volumen es de  $30\,000 \text{ cm}^3$  ¿Qué fuerza se requiere para levantarlo?
  - 588 N
  - 60 N
  - 294 N
  - Cero
- Un tablón de 20 cm por 10 cm de sección transversal y 5 m de largo tiene una densidad de  $850 \frac{kg}{m^3}$  ¿Qué fuerza se requiere para mantener al tablón sumergido totalmente bajo el agua?
  - 100 N
  - 147 N
  - 85 N
  - Cero

**Fuentes consultadas**

**Mercado S. Rolando. Prácticas de Física 3-4. Publicaciones Cultural, S. A.. México, 1987**

# PRÁCTICA 6

## HIDRODINÁMICA

### PROBLEMA:

A partir de experimentos utilizados tradicionalmente para mostrar las aplicaciones de la Ecuación de Bernoulli, explicar la relación entre la presión y la velocidad de un fluido que se desplaza según el diseño de algunos dispositivos.

### INTRODUCCIÓN

En esta práctica, analizaremos diferentes aplicaciones de los fluidos en movimiento.

La práctica consiste en la realización de una serie de experimentos de observación que nos ayudarán a comprender de una mejor manera las aplicaciones de los principios de la Hidrodinámica en diversos campos de la ingeniería y la ciencia. La aplicación de la ecuación de Bernoulli es fundamental en cada experimento, ya que todas las observaciones se basan en que el aumento de la velocidad de un fluido implica una disminución de la presión y viceversa.

Esta práctica consta de 6 experimentos, los cuales son fácilmente realizables con los materiales propuestos.

- Uno de los experimentos que realizaremos consiste básicamente en comprender el principio en virtud del cual los aviones pueden volar, para esto se observará lo que sucede con el dispositivo proporcionado para la práctica. Se establecerán conclusiones sobre dicho fenómeno.
- El segundo experimento que realizaremos se enfocará en observar qué sucede con las presiones manométricas en las distintas zonas de un tubo de Venturi cuando fluye aire en su interior.
- Asimismo, observaremos lo que sucede a una esfera sometida a un flujo de aire (chorro de aire), a un par de hojas de papel colocadas paralelamente. Igualmente observarás lo que sucede al soplar debajo una hoja doblada para simular un puente.
- Finalmente se hará una comprobación experimental del teorema de Torricelli.

Una vez realizados todos estos experimentos, se discutirán los resultados y conclusiones con respecto a los fenómenos observados.

## OBJETIVOS.

### Analizar aplicaciones de los fluidos en movimiento:

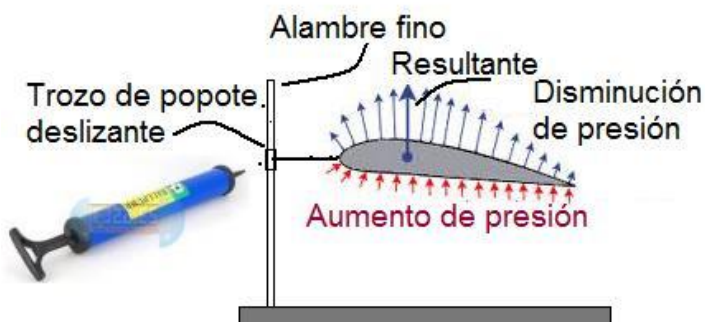
- Ala de avión,
- Tubo de Venturi,
- Esfera sometida a un flujo de aire,
- Paredes paralelas con flujo de aire entre ellas,
- simulación del efecto del viento sobre el techo de una casa,
- Teorema de Torricelli.

## MATERIALES..

Dispones de agua, ventilador o secador de pelo o bomba de bicicleta, dos hojas de papel, tijeras, envase de agua o refresco, clavo, regla, plantilla en forma de ala.

## EXPERIMENTOS.

I. Un diseño simple de **ala de avión** se consigue con una cartulina doblada de manera que la superficie inferior adquiera forma plana y la superior adopte una curvatura. Uniendo el ala con un alambre rígido a un cilindro hueco (un trozo de popote) se monta en una varilla vertical o ligeramente inclinada. Al hacer pasar aire a través del ala deberá elevarse.



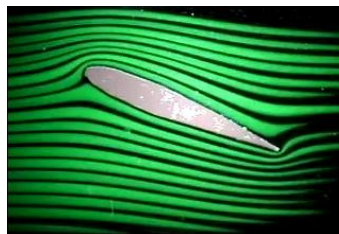
Se recomienda acudir a las páginas de Internet siguientes:

<http://www.youtube.com/watch?v=6UlsArvbTeo&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=JslkmigogKY>

[http://www.youtube.com/watch?v=5wlq75\\_BzOQ&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=5wlq75_BzOQ&feature=related)

(8 de julio de 2012)



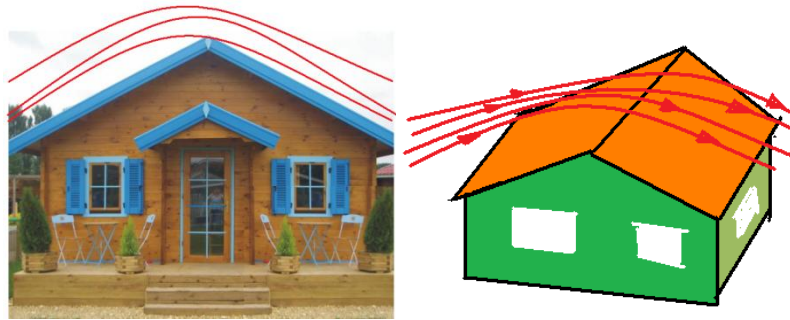
**II. Intenta hacer pasar una ráfaga de aire entre dos hojas de cartulina o entre dos esferas suspendidas, separadas algunos centímetros por medio de hilos. Ver**

[http://www.youtube.com/watch?v=MCDB8RJ7\\_cQ&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=MCDB8RJ7_cQ&feature=related)

Consultada el 8 de julio de 2012



**III. Mediante una bomba de bicicleta, hacer pasar el viento encima de un modelo de casa, como la que se muestra en la figura,. El techo está soportado libremente por los muros de la casa.**



**IV. Hacer levitar una pelota de ping pong al colocarla en una corriente de aire en dirección vertical.**

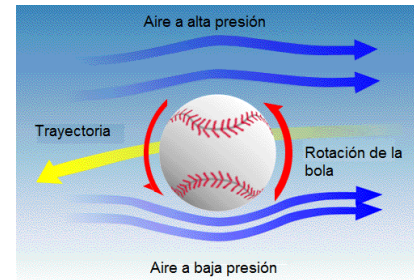


**IV. Observar el funcionamiento de un pulverizador de perfume o de insecticida.**



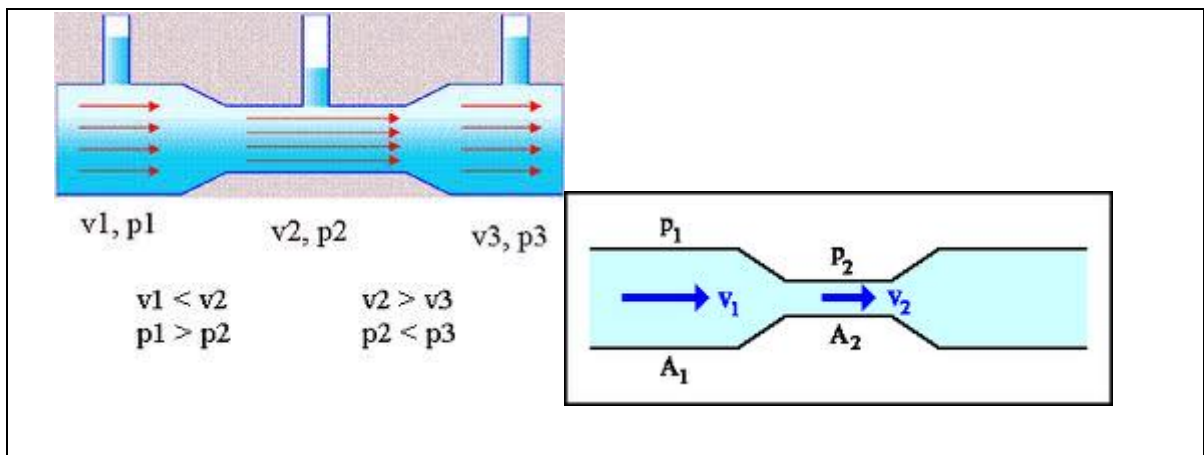


**V. Lanzamiento de una pelota de béisbol**



**Experimento VI: Tubo de Venturi.**

Se sugiere ver el video que se muestra en la siguiente dirección (Julio 8 de 2012) <http://www.vustv.com/4YvIEApgyJcEU>

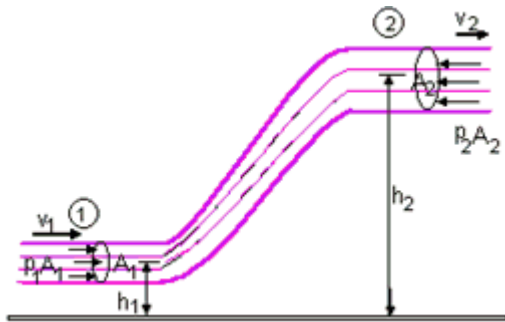


**VII. Experimento de Torricelli.**

En una botella de plástico de dos litros efectúa tres perforaciones con un clavo caliente a diferentes alturas. Tapa los agujeros de alguna manera. Ahora llena el recipiente con agua y permite que el agua salga por el agujero más bajo. Efectúa observaciones y mediciones de las distancias horizontal y vertical con respecto al piso. Repite el experimento abriendo dos hoyos o los tres. En cualquier caso es necesario mantener el nivel de agua en el mismo lugar.



**Pistas: Conservación de la energía**



En la figura se ilustra un líquido en un tubo de sección y altura variables. En algún punto (1) del líquido la energía cinética es  $U_C$ , la energía gravitacional es  $E_g$  y el trabajo realizado por la presión es  $(p_2 - p_1) V$ . Si la energía se conserva:

$$\text{Trabajo} = \text{Energía cinética} + \text{energía potencial}$$

Utilizando los datos de la figura:

La masa de una porción de líquido es  $m = \rho V$ , donde  $\rho$  es la densidad y  $V$  el volumen. Substituyendo:

$$p_1V - p_2V = \frac{1}{2} \rho V (v_2^2 - v_1^2) + \rho gV (h_2 - h_1)$$

Dividiendo entre  $V$  se obtiene la energía por unidad de volumen:

**Ecuación de Bernoulli**

La ecuación de Bernoulli se puede obtener dividiendo la ecuación de la energía entre el volumen. El resultado es la energía por unidad de volumen.

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) + \rho g (h_2 - h_1)$$

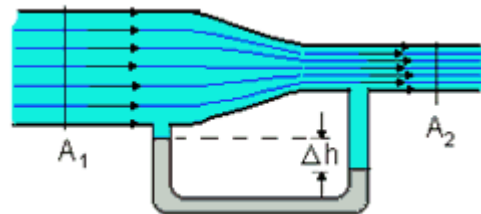
Esta expresión se conoce como **principio de Bernoulli**

**APLICACIONES DE LA ECUACIÓN DE BERNOULLI**

**Tubo de sección transversal variable**

Escribir la ecuación de Bernoulli considerando los términos que varían a lo largo del conducto.

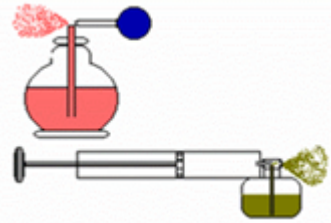
¿Cuánto varía la energía gravitacional?  
 ¿Qué sucede con la presión al aumentar la velocidad?



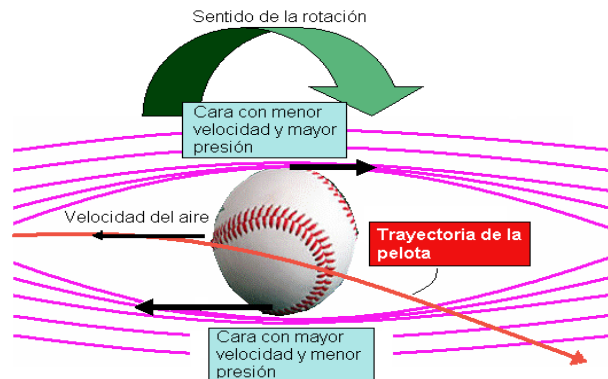
En un tubo horizontal de sección variable la altura permanece constante. Entonces la energía potencial en dos secciones de diferente diámetro es la misma y la ecuación de Bernoulli se reduce a

$$\frac{1}{2} \rho_0 v_1^2 + p_1 = \frac{1}{2} \rho_0 v_2^2 + p_2 = \text{constante}$$

Esta ecuación muestra que si hay un aumento de velocidad la presión debe disminuir para mantener constante la suma de energías. No pueden aumentar simultáneamente la presión y la velocidad. Este hecho permite explicar muchos fenómenos cotidianos. Por ejemplo en un rociador de insecticida o de perfume la presión del aire en la boca del tubo es menor que la que ejerce el aire atrapado en el recipiente, en consecuencia, el líquido es expulsado. El aire a alta velocidad reduce al líquido a partículas pequeñas.



Si una pelota de béisbol es lanzada de manera que no gire en el aire, no se desvía de su trayectoria inicial, salvo por los efectos de la gravedad; pero si al arrojarla se le imprime un efecto de tal manera que la bola vaya girando en su recorrido, la bola se desvía. En una cara la velocidad tangencial y la velocidad del aire se suman mientras que en la cara opuesta se restan. El resultado es que en la cara de alta velocidad la presión disminuye y en la de baja velocidad la presión aumenta. Esto produce una fuerza perpendicular a la trayectoria capaz de desviar la pelota



### Tarea para el alumno: En tu informe escribe:

- Descripción del diseño experimental con un diagrama que indique partes y procesos. Incluye ¿cómo vas a variar y medir la presión y la velocidad?
- ¿Qué suposiciones estás haciendo en tu diseño?
- Menciona cuáles son las variables independiente y dependiente.
- ¿Cuáles son las fuentes de incertidumbre experimental y cómo se pueden minimizar?
- Anota tus observaciones en un formato apropiado.
- Escribe la expresión de la ecuación de Bernoulli
- ¿Aplica la ecuación de Bernoulli en cada experimento.
- Sobre la base de la relación que has desarrollado en G), ¿se puede considerar que el fluido utilizado es incompresible?

**BIBLIOGRAFÍA.**

SERWAY, Raymond. Física, Edic. 5, Pearson Educación, México, 2001.

Giancoli, Douglas C, (1998) Física General Vol I.

**Direcciones de Internet sugeridas**

<http://www.youtube.com/watch?v=JslkmigogKY>

[http://www.youtube.com/watch?v=5wlq75\\_BzOQ&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=5wlq75_BzOQ&feature=related)

[http://www.youtube.com/watch?v=MCDB8RJ7\\_cQ&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=MCDB8RJ7_cQ&feature=related)

<http://www.vustv.com/4YvIEApgyJcEU>

<http://www.slideshare.net/gobad/hidrodinamica-3405823>

**RUBRICAS PARA ASIGNAR PUNTUACIÓN**

| <i>Capacidad de diseñar y conducir un experimento de observación</i> |   |   |   |  |   |
|--|---|---|---|--|---|
| Puntos   | Habilidades científicas   | Deficiente<br>0   | Aceptable<br>6-7  | Buena<br>8-9   | Excelente<br>10   |
|  | <b>Es capaz de diseñar un experimento adecuado para investigar el fenómeno</b>  | El experimento no permite investigar el fenómeno.                 | El experimento puede no conducir a ningún modelo pertinente.  | Algunos aspectos importantes del fenómeno no serán observables.                                      | El experimento podría conducir a modelos interesantes, pertinentes a la investigación del fenómeno.             |
|  | <b>Es capaz de decidir qué parámetros deben ser medidos e identifica las variables dependiente e independiente</b>              | Los parámetros son irrelevantes                                   | Solamente algunos parámetros son relevantes.  | Los parámetros son relevantes, no obstante, no identifica las variables dependiente e independiente. | Los parámetros son relevantes e identifica las variables dependiente e independiente.                           |
|  | <b>Es capaz de describir lo que pretende explicar, tanto en palabras como por medio de un esquema del sistema experimental.</b> | No presenta ninguna descripción                                   | La descripción es incompleta. No está presente ninguna ilustración etiquetada o las observaciones son manipuladas para simular que se cumple lo esperado. | La descripción es completa, pero mezclada con explicaciones o con el modelo.                         | Describe claramente lo que pasa en los experimentos tanto verbalmente como por medio de otras representaciones. |
|  | <b>Es capaz de identificar un modelo en los datos</b>   | No hace ningún intento por encontrar un modelo de comportamiento. | El modelo descrito es irrelevante o inconsistente con los datos.  | El modelo tiene pocos errores u omisiones.   | Los modelos representan la tendencia relevante de los datos   |
| <i>Capacidad para recopilar y analizar datos experimentales</i>      |   |   |   |  |   |
| Puntos   | Habilidades científicas   | Deficiente<br>0   | Aceptable<br>6-7  | Buena<br>8-9   | Excelente<br>10   |
|  | <b>Es capaz de analizar los datos de manera apropiada</b>   | No intenta analizar los datos                                     | Se hace un intento de analizar los datos, pero de manera defectuosa o   | El análisis es adecuado pero contiene leves omisiones o errores.                                     | El análisis es pertinente, completo y correcto.   |

|  |   |  |  |   |   |
|--|---|--|--|---|---|
|  |   |  | inapropiada.   |   |   |
| <b><i>Capacidad para comunicar ideas científicas</i></b> |   |  |  |   |   |
| <b>Puntos</b>  | <b>Habilidades científicas</b>  | Deficiente<br>0  | Aceptable<br>6-7   | Buena<br>8-9  | Excelente<br>10   |
|  | <b>Es capaz de comunicar clara, detallada y completamente un procedimiento experimental</b> | Ausencia de diagramas o de un procedimiento experimental o los presenta vagamente. | Presenta diagramas pero sin claridad. Hay un procedimiento experimental aunque no aparecen los detalles importantes. | Presenta diagramas y un procedimiento experimental pero hay omisiones menores o detalles vagos. | Presenta los diagramas y el procedimiento experimental clara y completamente. |

| V DE GOWIN         |                      |
|--------------------|----------------------|
| DOMINIO CONCEPTUAL | DOMINIO METODOLÓGICO |

**FILOSOFÍA:** El vuelo de las aves ha inspirado al hombre en la búsqueda de medios para imitarlas

**TEORÍA:** Mecánica de fluidos, La Hidrodinámica estudia los líquidos en movimiento. Un fluido tiene régimen laminar o estacionario cuando todas las partículas que pasan por un punto siguen la misma trayectoria

**PRINCIPIOS Y LEYES**

Conservación de la materia, conservación de la energía, principio de Bernoulli, leyes de Newton

**CONCEPTOS CLAVE:**



¿Porqué los aviones vuelan, no obstante que son más pesados que el aire?

**JUICIOS DE VALOR**

Aunque los experimentos seleccionados se han realizado con materiales caseros, muestran cierto grado de originalidad. La utilidad del conocimiento obtenido tiene aplicaciones en la industria. Se reducen costos y han permitido la viabilidad de proyectos que antes no podían llevarse a cabo

**AFIRMACIONES DE CONOCIMIENTO:**

Ecuación de Bernoulli:

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) + \rho g(h_2 - h_1)$$

**TRANSFORMACIONES:**

Conservación de la energía:

$$p_1 V - p_2 V = \frac{1}{2} \rho V (v_2^2 - v_1^2) + \rho g V (h_2 - h_1)$$

**DATOS:**

- a) Ala de avión,
- b) Tubo de Venturi,
- c) Esfera sometida a un flujo de aire,
- d) Paredes paralelas con flujo de aire entre ellas,
- e) Simulación del efecto del viento sobre el techo de una casa,
- f) Teorema de Torricelli.

**EVENTOS:**  
Fluidos en movimiento

# PRÁCTICA 7

## NÚMERO DE REYNOLDS

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA PRÁCTICA:

- 1) Aplicar conocimientos de mecánica para resolver un problema nuevo.
- 2) Utilizar los recursos disponibles para resolver un problema que implica conceptos que no han estudiado antes.

### Estudio del comportamiento de un globo

**Equipos disponibles:** un globo lleno de helio, un globo lleno de aire, regla métrica, cinta métrica, cronómetro, detector de movimiento, dinamómetro, computadora, comunicación vía Internet.

**Versión 1:** Diseñar un experimento para determinar si los coeficientes de arrastre de un globo lleno de helio y un globo lleno de aire son iguales.

*Consejo práctico:* la balanza electrónica se puede utilizar como un dispositivo para medir fuerzas.

**Versión 2:** Diseñar y realizar un experimento para determinar el coeficiente de arrastre de un globo. Usar este resultado para predecir la velocidad del globo de helio justo antes de llegar al techo. Después diseñar y llevar a cabo un experimento para determinar esta velocidad. ¿Tu predicción es coherente con el resultado?

*Consejo práctico:* la balanza electrónica se puede utilizar como un dispositivo para medir fuerzas.

**Versión 3:** Diseñar y realizar un experimento para determinar el coeficiente de arrastre del globo de helio. Usar este resultado para predecir la velocidad del globo de aire justo antes de llegar al suelo. Luego diseñar y llevar a cabo un experimento para determinar esta velocidad.

¿Tu predicción es coherente con el resultado?

*Consejo práctico:* la balanza electrónica se puede utilizar como un dispositivo para medir fuerzas.

### En el informe

- a) describir los experimentos, el análisis y una opinión para que cualquier persona que no haya visto realizar los experimentos pueda entender lo que hiciste y seguir tu razonamiento.
- b) Utilizar los recursos que te hemos proporcionado en las dos páginas siguientes para ayudarte a diseñar el experimento. También puedes utilizar algún libro de texto disponible en la biblioteca.

¿Qué recursos se utilizan para resolver el problema? ¿Cómo te ayudaron? Anota en el espacio de abajo todos los recursos. Si utilizas el Internet como un recurso proporciona referencias de los sitios web que utilizaste.

### Objeto que se mueve en un fluido

**Palabras clave:** fuerza de arrastre, coeficiente de arrastre, turbulencia, número de Reynolds, viscosidad, la ecuación de Stokes.

Cuando se mueven objetos en un medio como el aire o el agua, el medio ejerce una fuerza de fricción que retrasa el avance del objeto, conocida como fuerza de arrastre. Esta fuerza se debe a la viscosidad del fluido y, también, a altas velocidades, a la turbulencia detrás del objeto.

La fuerza de arrastre depende de una manera compleja de la *velocidad* del cuerpo con relación al medio, la *viscosidad* y la *densidad* del medio, la *forma* del cuerpo, y la *rugosidad* de su superficie.

Para caracterizar el movimiento de un objeto con respecto a un fluido es útil definir el número de Reynolds

$$R_e = \frac{v L \rho}{\eta}$$

donde  $\rho$  es la densidad y  $\eta$  la viscosidad del fluido,  $v$  es la velocidad del objeto con respecto al el líquido y  $L$  es la longitud del objeto.

Reynolds (1874) estudió las características del flujo de los fluidos inyectando un trazador dentro de un líquido que fluía por una tubería. A velocidades bajas del líquido, el trazador se mueve linealmente en la dirección axial. Sin embargo a mayores velocidades, las líneas del flujo del fluido se desorganizan y el trazador se dispersa rápidamente después de su inyección en el líquido. El flujo lineal se denomina laminar y el flujo errático obtenido a mayores velocidades del líquido se denomina turbulento

Las características que condicionan el flujo laminar dependen de las propiedades del líquido y de las dimensiones del flujo. Conforme aumenta el flujo de masa  $\frac{\Delta m}{\Delta t}$

aumentan las fuerzas de newton, las cuales son contrarrestadas por la fricción o fuerzas viscosas dentro del líquido que fluye. Cuando estas fuerzas opuestas alcanzan un cierto equilibrio se producen cambios en las características del flujo. En base a los experimentos realizados por Reynolds en 1874 se concluyó que las fuerzas de Newton son función de la densidad, del diámetro de la tubería y de la velocidad media.

Además, la fricción o fuerza viscosa depende de la viscosidad del líquido. Según dicho análisis, el Número de Reynolds se definió como la relación existente entre las fuerzas inerciales y las fuerzas viscosas (o de rozamiento).

$$N_{Re} = \frac{\text{Fuerzas inerciales}}{\text{Fuerzas viscosas}} = \frac{\rho D v}{\mu}$$



Este número es adimensional y puede utilizarse para definir las características del flujo dentro de una tubería.

El número de Reynolds indica la pérdida de energía causada por efectos viscosos. Observando la ecuación anterior, cuando las fuerzas viscosas tienen un efecto dominante en la pérdida de energía, el número de Reynolds es pequeño y el flujo se encuentra en el régimen laminar. Si el Número de Reynolds es 2100 o menor el flujo será laminar. Un número de Reynolds mayor de 10 000 indica que las fuerzas viscosas influyen poco en la pérdida de energía y el flujo es turbulento.

Cuando el número de Reynolds es pequeño, menor a 2100, el flujo alrededor de un objeto es esencialmente laminar. Se ha comprobado experimentalmente que la fuerza de arrastre viscoso es directamente proporcional a la velocidad del objeto:

$$F = k v$$

La magnitud de  $k$  depende de la *viscosidad* del fluido y del *tamaño* y *forma* del objeto.

Para una esfera de radio  $r$  este parámetro es  $k = 6 \pi r \eta$ .

Para números de Reynolds mayores la fuerza de arrastre está determinada principalmente por la turbulencia detrás del cuerpo y depende de muchos factores y aumenta con el cuadrado de la velocidad del objeto. Experimentalmente se ha determinado que la fuerza de arrastre se puede obtener con la ecuación:

$$F_d = \frac{1}{2} C_D A \rho v^2$$

donde  $C_D$  es el coeficiente de arrastre y  $A$  es el área transversal del objeto perpendicular al flujo.

Cuando el número de Reynolds se acerca a un valor de  $10^6$  la fuerza de arrastre se incrementa abruptamente. Por encima de este valor existen turbulencias no sólo detrás del objeto, sino también en la capa de líquido se extiende al lado del cuerpo (la capa límite).

Para calcular el Número de Reynolds se puede usar la calculadora que se encuentra en la siguiente dirección:

<http://es.easycalculation.com/physics/fluid-mechanics/reynolds-number.php>

Página consultada el 14 de agosto de 2012

Tablas

**Cuadro 1: Densidad de las sustancias**

| Sustancia          | Densidad, kg/m <sup>3</sup> |
|--------------------|-----------------------------|
| Hierro             | $7.8 \times 10^3$           |
| Agua               | $1.00 \times 10^3$          |
| Aire               | 1.29                        |
| Helio              | 0.179                       |
| Dióxido de carbono | 1.98                        |
| Agua (vapor)       | 0.598                       |

**Tabla 2: Coeficiente de viscosidad para varios fluidos y gases a temperatura ambiente**

| Sustancia | viscosidad, Pa · s     |
|-----------|------------------------|
| Glicerina | $1500 \times 10^{-3}$  |
| Agua      | $1.00 \times 10^{-3}$  |
| Aire      | $0.018 \times 10^{-3}$ |

**Tabla 3: Valores típicos del coeficiente de arrastre**

|                     |           |
|---------------------|-----------|
| Cuerpo aerodinámico | 0.1       |
| Coches Deportivos   | 0.2 a 0.3 |
| Esfera              | 0.47      |
| Coches típicos      | 0.5       |
| Cilindro            | 0.7-1.3   |
| Corredor ciclista   | 0.9       |
| Motociclista        | 1.8       |

## PRÁCTICA 8

# CAMPO ELÉCTRICO Y POTENCIAL ELÉCTRICO

### Objetivos:

- Determinar experimentalmente la relación entre el potencial y la posición para diferentes configuraciones de electrodos.
- Obtener experimentalmente las superficies equipotenciales para diferentes configuraciones de electrodos.
- Determinar el campo eléctrico en diferentes configuraciones de electrodos.

### Introducción

#### Campo eléctrico

Existe un campo eléctrico  $\vec{E}$  en una región del espacio cuando una carga de prueba  $q_0$ , queda bajo la acción de una fuerza eléctrica dada por  $\vec{F} = q_0\vec{E}$ .

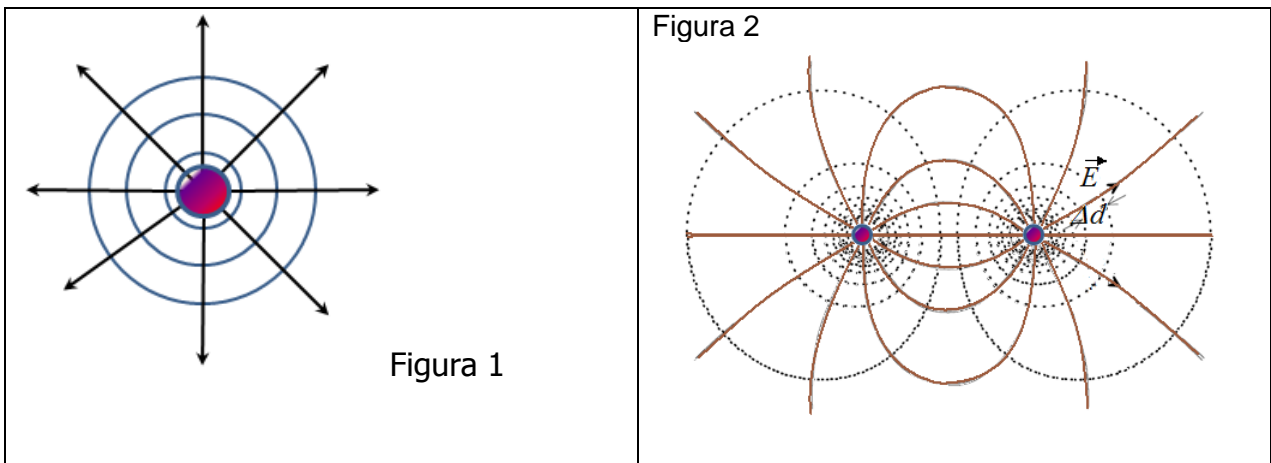
Aquí,  $F$  es la fuerza de Coulomb:  $\vec{F} = k \frac{qq_0}{r^2}$

El campo eléctrico se origina en cargas eléctricas, ya sean cargas puntuales o distribuidas. El campo eléctrico es la región que rodea a una o más cargas. La presencia de cargas altera las propiedades del espacio que las circunda.

El campo está dado por la Ley de Coulomb y es proporcional a la carga que lo produce e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. Su dirección es radial.

$$E = k \frac{q}{r^2}$$

donde  $q$  se mide en Coulomb (C),  $r$  en metros (m) y  $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$



En la figura 1 está representado el campo eléctrico en forma de líneas radiales orientadas hacia fuera y en la figura 2 se muestra la forma que tiene el campo eléctrico (línea continua) entre dos cargas de igual magnitud y signos opuestos. El potencial es otra forma de describir y estudiar los fenómenos eléctricos. El potencial es una magnitud que está relacionada con la energía (energía potencial eléctrica) y es un escalar.

Además, el campo eléctrico y el potencial están relacionados entre sí, de hecho, el campo eléctrico es siempre perpendicular a las superficies o líneas de igual valor del potencial o equipotenciales (líneas punteadas en la figura 2), apunta en la dirección en que el potencial decrece. La magnitud del campo eléctrico es igual a la razón entre la diferencia de potencial entre dos equipotenciales muy cercanas y la distancia que las separa, esto es:

$$E = \frac{\Delta V}{\Delta d}$$

El campo eléctrico es difícil de medir experimentalmente, pero el potencial se mide con un instrumento muy común, el *voltímetro*.

## Materiales

Papel conductor  
Electrodos (moneditas)  
Fuente de poder o baterías  
Cables con caimán y punta (plug)  
Papel cuadriculado  
Voltímetro  
Punta de exploración

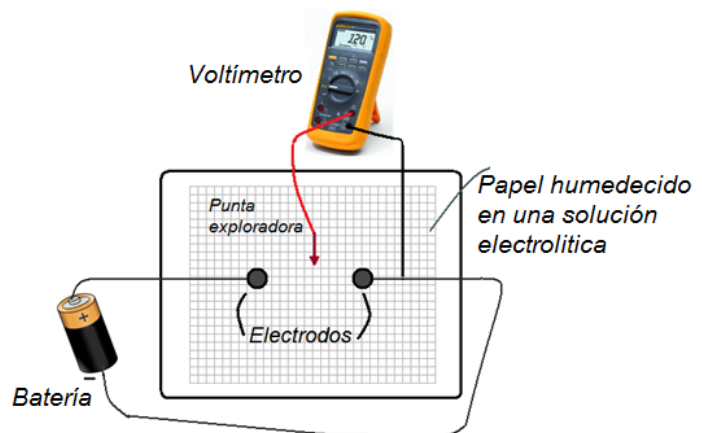


Figura 3. Ensamble de las partes

## Montaje 1

El dispositivo de trabajo está representado en la figura 3, en la que se muestran una carga positiva a la izquierda y una negativa a la derecha. La punta de prueba (sonda indicada como una flecha) permite medir el potencial en el punto donde se ubique sobre la superficie conductora.

Una vez montado el experimento, para familiarizarse con el procedimiento de medición se sugiere recorrer con la punta de exploración la superficie donde se efectuarán mediciones. También es conveniente medir la diferencia de potencial que entrega la fuente de poder (pila).

## Procedimiento experimental:

### I. Electrodos planos.

Arma el circuito de la figura; realiza un muestreo del potencial en función de la posición.

- a) Dibuja el circuito utilizado
- b) Con la sonda conectada al voltímetro mide potenciales a una misma distancia respecto a una de las placas. Completa la tabla.

|             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| V (voltios) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

- c) Mide los potenciales, con respecto a la placa negativa, en una dirección perpendicular a las placas. Completa la tabla y construya la grafica (V, X)

|          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| X(cm)    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| V (volt) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

- d) A partir de la grafica obtenida, escribe la función potencial eléctrico (relación funcional)
- e) Calcula el vector campo eléctrico.
- f) Dibuja las líneas de fuerza y el sentido del vector E.

**II. Electrodo cilíndricos coaxiales (Cortar dos trozos de tubo de diferente diámetro)**

Cambia los electrodos planos por electrodos cilíndricos y realiza un análisis según el modelo anterior de la situación planteada.

- a) Dibuja el circuito utilizado
- b) Mide valores de potencial a lo largo de una recta radial en la región interior del anillo pequeño, entre los anillos y en la región del anillo grande.

|          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| r(cm)    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| V (volt) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

- c) Construye la gráfica V contra r
- d) Rectifica la gráfica anterior aplicando logaritmo natural de r (ln r). Completa la tabla y construye la gráfica.

|             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Ln (r) (cm) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| V (volt)    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

- e) A partir de la gráfica rectificada determina la función potencial eléctrico y la función campo eléctrico en el interior del anillo pequeño, entre los dos electrodos y en el exterior del anillo grande.
- f) Dibuja las líneas de fuerza en la región entre los dos electrodos e indica el sentido del vector campo eléctrico.

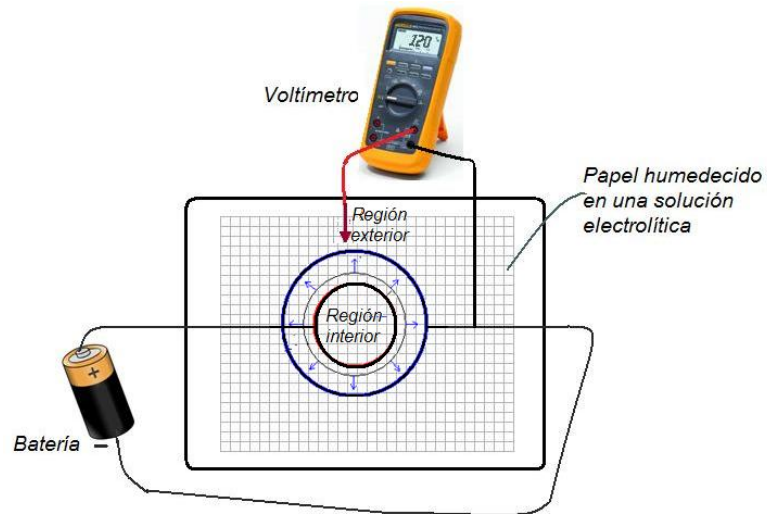


Figura 4 . Electrodo cilíndrico

Adicionalmente, si dispone de tiempo cambia uno de los electrodos planos por uno circular y estudia particularmente lo que ocurre en el interior de éste último

### Conclusiones

Finalmente, escriba las conclusiones de sus experimentos.

## PRÁCTICA 9

### CONDUCTORES Y AISLANTES

Esta actividad se divide en tres partes que se consideran de observación, prueba y aplicación ya que mediante ellas se detectarán conductores y aislantes así como construir explicaciones con base en el modelo de la carga eléctrica en el interior de los cuerpos así como la aplicación de los conocimientos adquiridos en las primeras actividades.

#### CONOCIMIENTOS PREVIOS.

- 1- Carga eléctrica.
- 2- Formas de cargar eléctricamente a los cuerpos.
- 3- El modelo de carga eléctrica en los cuerpos.
- 4- Funcionamiento del generador Whimshurt.
- 5- Funcionamiento de la “lamparita” detectora de carga eléctrica.

#### Parte 1.

**1.1- Objetivo:** Distinguir un conductor de un aislante mediante la lamparita y explicarlo por medio del modelo de la carga interior de los cuerpos.

**1.2- Materiales:** Del equipo ESA 1 de los laboratorios curriculares: una placa de inducción, una varilla de PVC, papel periódico o de estraza y la lamparita detectora del tipo de carga.

#### 1.3- Descripción de la actividad experimental:

1.3.1- Para observar los destellos de la lamparita, hay que oscurecer el laboratorio. Enseguida, frotar enérgicamente la varilla de PVC con el papel en toda su longitud é inmediatamente tocarla con un extremo de la lamparita en toda su longitud. ¿Qué observaste?-----  
-----

1.3.2- Frotar nuevamente la varilla de PVC de la misma forma y después frotarla en toda su longitud con la placa de inducción y enseguida tocar a la placa en varios puntos con la lamparita. ¿Qué observaste?-----  
-----

1.4- Con base al modelo de la carga eléctrica, explica lo que observaste en 1.3.1 y en 1.3.2.-----  
-----

1.5- Con base a lo anterior, explica cuál es la diferencia entre un conductor y un aislante (dieléctrico), utilizando el modelo de carga eléctrica

| Habilidad  | 0 - 5   | 6 - 7   | 8 - 9  | 10   |
|--|---|---|--|--|
| Es capaz de identificar el fenómeno a investigar.                  | No lo menciona                                    | La identificación es confusa.                   | La identificación es incompleta.                         | La identificación es clara y completa          |
| Es capaz de describir el uso del equipo y hacer las observaciones. | No puede distinguir las observaciones a realizar. | Elige todas las observaciones pero sin detalle. | Describe las observaciones y los detalles no son claros. | Las observaciones están claramente detalladas. |
| Es capaz de representar lo que se observa.                         | No hay representación.                            | La representación es incompleta.                | La representación es completa, sin explicaciones         | La representación es completa.                 |
| Es capaz de identificar un modelo ó patrón.                        | No hay intentos de encontrar un modelo.           | El patrón es inconsistente con lo observado.    | El modelo tiene mínimos errores.                         | El patrón representa totalmente lo observado.  |
| Es capaz de deducir una explicación del modelo observado.          | No hay una explicación.                           | La explicación es vaga ó incongruente.          | La explicación contradice conocimientos previos.         | La explicación es razonable.                   |

## Parte 2.

**2.1 Objetivo:** Comprobar el modelo de carga de los cuerpos y que permita predecir el resultado del experimento.

**2.2 Materiales por equipo:** un vaso de unicel de un litro, una lata vacía de aluminio, una botella de plástico, un disco de unicel recubierto de papel aluminio, hilo de cáñamo, un soporte universal con pinza y el generador Whimshurt.



**2.3. Descripción del experimento.**- Sobre una base formada por el vaso de unicel invertido, colocar la botella de plástico horizontalmente sobre el vaso de unicel. Por otro lado colgar el disco de unicel recubierto con papel aluminio de tal forma que toque a un extremo de la botella de plástico.

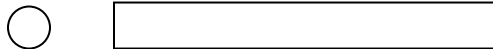
2.3.1. Predecir que le sucederá al disco al acercarle al otro extremo de la botella , una de las esferas (electrodos) cargadas del Whimshurt.-----  
-----

2.3.2. Repetir el procedimiento con la lata de aluminio y predecir que le sucederá al disco.-----  
-----

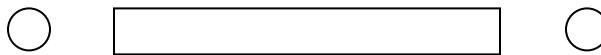
2.3.3. Explicar con base al modelo de carga de los cuerpos, lo sucedido en 2.3.1. y 2.3.2.-----  
-----

2.3.4- Resolver esquemáticamente la distribución de cargas eléctricas en una barra de metal para las siguientes situaciones:

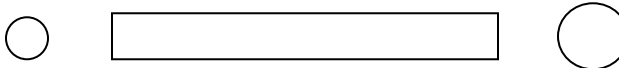
(a) Un cuerpo positivamente cargado, que se acerca a un extremo de una barra metálica:



(b) Dos objetos positivamente cargados se acercan, uno a cada extremo de una barra metálica:



(c) Dos objetos positivamente cargados se acercan, uno a cada extremo de una barra metálica, pero una de ellos tiene una carga mayor que el otro.



**RUBRICA: Habilidades para conducir un experimento de prueba.**

| Habilidad                              | 0 - 5                      | 6 – 7  | 8 - 9  | 10  |
|--|----------------------------|--|--|---|
| Puede distinguir entre una hipótesis y | No hace ninguna predicción | Se hace una predicción pero es idéntica a la | Se hace una predicción y es distinta de la hipótesis | Se hace una predicción distinta a la hipótesis y se |

|  |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
| una predicción   |  | hipótesis.  | pero no describe el resultado del experimento.   | da el resultado del experimento                                    |
| Puede hacer una predicción basada en una hipótesis                           | No se hace ninguna predicción.                 | Se hace una predicción sin basarse en la hipótesis.                       | Se hace una predicción basándose en la hipótesis, sin suposiciones                                     | Se hace una predicción basándose en la hipótesis con suposiciones. |
| Puede identificar las suposiciones hechas en la elaboración de la predicción | No se hace ninguna tentativa de identificarlas | Se hace una tentativa de identificarlas pero no son aplicables.           | Se identifican las relevantes pero no ayudan a hacer la predicción                                     | Se identifican todas correctamente.                                |
| Puede hacer un juicio razonable sobre la hipótesis                           | No se hace ningún juicio                       | Se hace un juicio pero no es consistente con el resultado del experimento | Se logra un juicio consistente con el resultado del experimento pero no se consideran las suposiciones | Se hace un juicio razonable, incluyendo las suposiciones           |

### Parte 3.

**Objetivo.-** Diseñar un experimento para determinar si los siguientes objetos son conductores ó aislantes eléctricos: un peine de plástico, un marcador, un tenedor metálico, una espátula de aluminio, una espátula de madera, una regla de plástico, una regla de metal y una hoja de papel.

**Equipo disponible:** El que se menciona en las partes 1 y 2.

# PRÁCTICA 10

## LEY DE OHM

### OBJETIVOS:

- Explorar la relación entre corriente, voltaje y resistencia.
- Deducir la Ley de Ohm.
- Justificar el uso de resistencias de carbón contra focos en un circuito eléctrico.
- Distinguir entre elementos *Óhmicos* y *no Óhmicos*

### INTRODUCCIÓN:

Una corriente eléctrica es el paso de portadores de carga a través de un material conductor. La corriente eléctrica se puede producir por la acción de un campo eléctrico dentro del conductor. El campo eléctrico puede existir dentro del conductor debido a que las cargas eléctricas están en movimiento. Considera un conductor eléctrico de área de sección transversal  $A$  que conduce una corriente  $I$ . La densidad de corriente  $J$  en el conductor se define como la corriente por unidad de área, es decir

$$J=I/A. \quad (1)$$

La densidad de corriente también es directamente proporcional al campo eléctrico  $E$  producido en un conductor cuando se conecta a una diferencia de potencial, esto es

$$J=\sigma E \quad (2)$$

La constante de proporcionalidad  $\sigma$  se conoce como la conductividad eléctrica. La ecuación 2 se conoce como la ley de Ohm, los materiales que se comportan de acuerdo a esta ley se llaman materiales óhmicos.

Una forma de la ley de Ohm que tiene muchas aplicaciones es

$$V=I R \quad (3)$$

Donde  $V$  es el potencial que produce la corriente eléctrica.  $I$  es la corriente eléctrica que pasa por el conductor y  $R$  es una propiedad del material que se conoce como resistencia eléctrica.

La resistencia eléctrica depende de varios factores, la temperatura es uno de ellos. Cuando la temperatura de un conductor cambia, también lo hace su resistencia. La resistencia varía de acuerdo con la temperatura de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$R = R_0 [ 1 + \alpha(T-T_0)] \quad (4)$$

$R_0$  y  $T_0$  son la resistencia y temperatura de referencia.

En esta práctica vamos a explorar la relación entre el voltaje y la corriente en circuitos que tienen resistencias de carbón, es decir, exploramos materiales óhmicos.

### Actividad 1.

#### VOLTAJE, CORRIENTE Y RESISTENCIA:

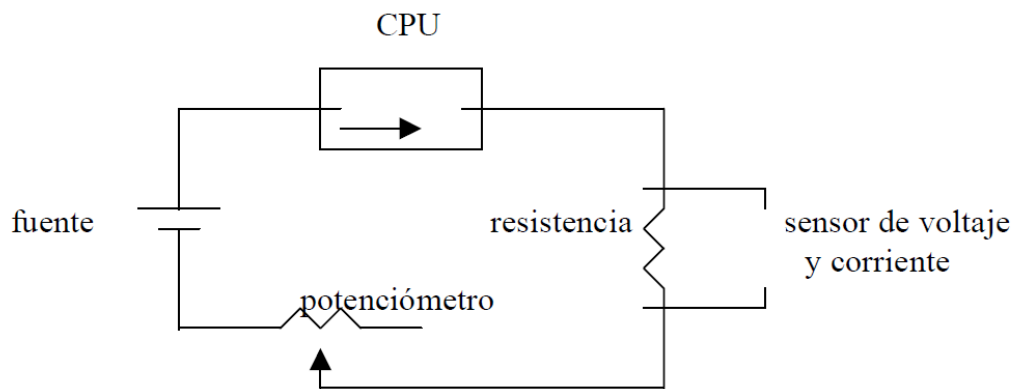
¿Cómo afectan entre sí los cambios en  $\Delta V$ ,  $I$  y  $R$ ? Hasta el momento, ya eres capaz de medir  $\Delta V$  e  $I$ , por lo tanto, vas a diseñar un experimento para estudiar la relación entre estas dos variables para una resistencia de carbón

Es indispensable el uso de un interruptor para minimizar la fuga en las baterías. Para el siguiente experimento necesitas:

- Una computadora con ratón ("mouse")
- Tarjeta U.L.I. o caja serial con sus aditamentos
- Pilas de 1.5 V
- Potenciómetro
- Un sensor de corriente
- Un sensor de voltaje
- 5 resistencias de carbón

**1. Relación Experimental entre  $I$  y  $\Delta V$ .** Si mantienes la resistencia constante, haz una predicción sobre lo que sucederá a la corriente del circuito a medida que  $\Delta V$  aumenta. Dibuja la gráfica mostrando la relación de tu predicción.

**2. Arma el circuito.** Es importante que tu profesor lo revise antes de pasarle corriente.



**3. Abre el programa *Electricity*.** Al inicio habrá dos gráficas  $I$ -Tiempo y  $V$ - $T$ . Cierra una gráfica (**Display, One Graph**). Mueve el cursor hacia los ejes y modifícalos para que quede una gráfica  $V$ -  $I$ .

**4. Presiona el botón Start.** Mueve lentamente el potenciómetro de tal forma que  $\Delta V$  se vaya incrementando. De ser necesario presiona **Autoscale**, del menú **Display** cuando la máquina termine de tomar lecturas.

**NOTA: Al trabajar con la U.L.I. nunca debes exceder de 4.5 V**

¿Qué tipo de relación se observa entre las dos variables ¿Concuerda con tu predicción? Explica :

|  |
|--|
|  |
|--|

**5. Del menú Analyze, selecciona Analyze Data A.** En la gráfica aparecerá una línea vertical, muévela lentamente a lo largo de la curva experimental. En la parte inferior de la gráfica verás desplegados los valores correspondientes al segmento de curva sobre que está la línea de análisis. Copia 10 pares de datos (I, V) en la siguiente tabla, **no olvides poner unidades.**

| Intensidad             | Voltaje                |
|------------------------|------------------------|
| (                    ) | (                    ) |
|                        |                        |
|                        |                        |
|                        |                        |
|                        |                        |
|                        |                        |
|                        |                        |
|                        |                        |
|                        |                        |
|                        |                        |
|                        |                        |
|                        |                        |
|                        |                        |
|                        |                        |
|                        |                        |
|                        |                        |

**Trabajo en casa .** Explica el procedimiento y da un ejemplo de cómo realizar un ajuste por Mínimos Cuadrados sin utilizar la computadora.

- 6. Desactiva la modalidad **Analyze Data A**, y en el mismo menú **Analyze** selecciona **Fit**. De la ventana de opciones escoge *Linear* y despues **Try Fit**. Por último presiona **Keep as Fit**.
- 7. En la esquina superior derecha de la gráfica aparece una ecuación, resultado del ajuste que acabas de realizar. Escríbela.

¿Qué tipo de curva representa ‘?’

¿Cuál es el coeficiente de la X? Compara éste con el valor teórico (del código de colores) de la resistencia. Explica tus observaciones.

8. Repite el mismo procedimiento para las otras cuatro resistencias y llena la siguiente tabla. Si es posible, imprime tus gráficas y la tabla de datos o bien, copia algunos datos para reproducir más tarde las gráficas.

| Resistencia | Secuencia de colores | Valor del código $\Omega$ | Coefficiente de X | Porcentaje de discrepancia |
|-------------|----------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|
|             |                      |                           |                   |                            |
|             |                      |                           |                   |                            |
|             |                      |                           |                   |                            |
|             |                      |                           |                   |                            |
|             |                      |                           |                   |                            |

9. Al coeficiente de la X se le conoce como pendiente de la recta. Explica entonces cuál es el significado físico de la pendiente en las gráficas que acabas de obtener.
10. En el punto 6 se pidió que utilizaras la modalidad *Linear*, explica ampliamente el porqué. **Sugerencia** : Encuentra el valor del coeficiente de correlación (Si tienes dudas consulta el manual de operación), ¿Cuál es su significado?

### LEY DE OHM:

Combinando los resultados de tu estudio experimental sobre la variación de la corriente con el voltaje, para una resistencia dada, debes ser capaz de definir la Ley de Ohm.

Enuncia con tus propias palabras la Ley de Ohm.

Escribe a continuación la expresión matemática que enuncia la Ley de Ohm

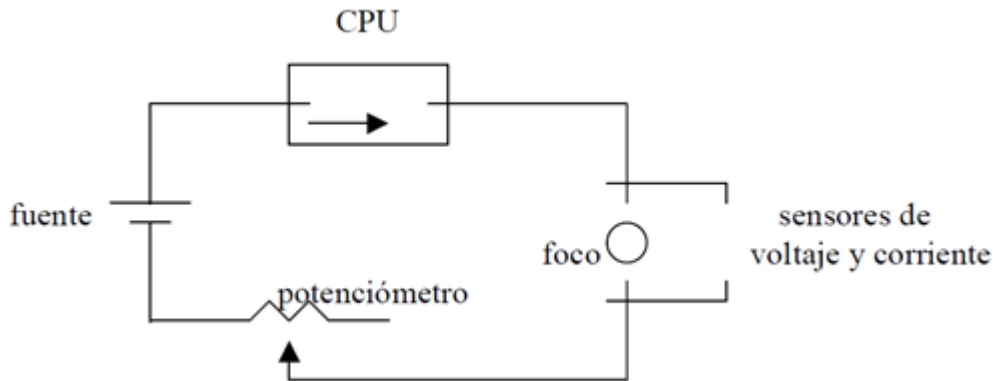
**Actividad 2.****VOLTAJE, CORRIENTE Y ENERGÍA CALORÍFICA:**

En esta actividad vamos a estudiar la variación de corriente, voltaje y temperatura. Para este experimento se sustituye resistencia de carbón por una lámpara incandescente.

Material :

- El mismo de la actividad anterior (excepto las resistencias).
- Un foco de linterna con soporte.

1. Diagrama del circuito..



2. Conecta tu circuito. **No pases corriente hasta que tu profesor lo revise.** Enciende la computadora y la U.L.I., selecciona una grafica y conviértela en una grafica I - V.

3. Presiona **Start** cuando esté todo listo. Gradualmente aumenta el Voltaje.

**NOTA: Al trabajar con la U.L.I. nunca debes exceder de 4.5 V.**

4. ¿,Qué sucede con la gráfica ? ¿Existe una relación lineal ? Explica ampliamente

Explica el por qué en circuitos eléctricos se utilizan resistencias en lugar de lámparas.

Investiga que son elementos Óhmicos y no Óhmicos. Explica cuáles de los elementos estudiados cumplen con estas características.

## SUGERENCIAS PARA EL MAESTRO:

- En ésta práctica se pretende que el alumno encuentre la Ley de Ohm a partir de investigar la relación  $I - V$ .
- Se le pide que varíe los voltajes, pero hay que recordar que las U.L.Is no aceptan voltajes mayores a 4.5V.
- A partir del ajuste lineal se le pide al alumno que compare el coeficiente de la  $X$ , con el valor del código de la resistencia, para que así concluya sobre el significado físico de la pendiente.
- Se puede utilizar el archivo (**V-I**) del menú **File**, seleccionar **Open** y aparece una gráfica de  $V - I$ , que el alumno puede analizar.
- En la segunda actividad, se sustituye un foco por la resistencia y la dependencia entre las 2 variables se vuelve no lineal. Lo anterior se puede visualizar mejor al inicio de la gráfica cuando el cambio no es proporcional

Voltaje (Volts]

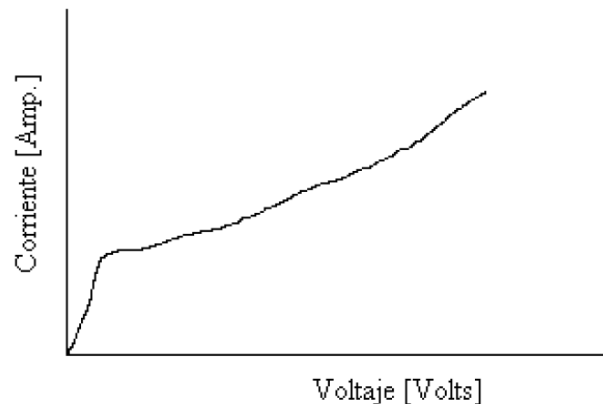


Fig. 1. Gráfica de  $V$  Vs.  $I$  utilizando foco en lugar de resistencia.

- Los alumnos pueden discutir sobre lo que sucede con las resistencias, a diferencia del foco, y determinar cuáles elementos son Óhmicos y no Óhmicos.

En las siguientes páginas, consultadas el 14 de agosto de 2012, encontrarás el software que permite determinar los valores de las resistencias mediante el código de colores.

<http://www.pagaelpato.com/tecno/resistencias/resistencia.htm>

<http://www.ucm.es/info/electron/laboratorio/componentes/resistencias.html>

<http://www.electronicafacil.net/tutoriales/Codigos-colores-resistencias.php>



# PRÁCTICA 11

## INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

### 1) Imán, la bobina y el galvanómetro. Experimento de observación

#### Objetivo

Idear una regla relativa a la aparición de una corriente en la bobina (registrada por un galvanómetro) al pasar un campo magnético a través de la bobina.

#### Conocimientos previos

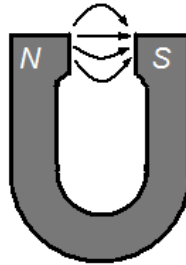
1. El campo magnético y el campo de un imán.
2. Las ideas sobre el movimiento relativo

#### Descripción del experimento

El dispositivo consta de una bobina conectada a un galvanómetro y un imán. El galvanómetro es capaz de registrar la cantidad de corriente que fluye por la bobina. El imán y la bobina se mueven uno respecto al otro de diversas maneras. Observe lo que ocurre a la aguja del galvanómetro.

#### Información complementaria

Aquí hay un diagrama simplificado del campo magnético producido por un imán de herradura. puede ayudar a entender lo que está pasando.



Experimento:

Advertencia: Para todas las películas se requiere descargar el programa Quick Time.

<http://paer.rutgers.edu/pt3/movies/induction1.mov>

Una bobina se mueve dentro y fuera de un imán, también el imán se mueve dentro y fuera de la bobina hecha de alambre.

### Preguntas

1. ¿Importa si la bobina se mueve y el imán está en reposo, o si la bobina está fija y el imán en movimiento?
2. Mover la bobina con respecto al imán o viceversa. ¿influye en la observación de la corriente que se genera en todos los casos? Si no, proporcione ejemplos que muestren lo contrario.
3. Cuando ni la bobina ni el imán está en movimiento, ¿hay alguna corriente en la bobina?

Ahora plantea una regla general que represente las observaciones hechas hasta ahora.

## 2) La dirección de la corriente inducida. Experimento de observación.

### Objetivo

Determinar cómo el cambio en el campo magnético a través de la bobina está relacionado con la dirección de la corriente inducida en la bobina.

### Conocimientos previos

1. Campo magnético de un imán de barra.
2. El fenómeno de la inducción electromagnética.

### Descripción del experimento

En este experimento se tiene que prestar atención a la dirección de la corriente inducida para encontrar un patrón entre la dirección de la corriente en la bobina y los cambios del campo magnético externo a través de él. Note cómo está conectada la bobina. Esto ayudará a determinar la dirección de la corriente en la bobina. Observe cada experimento. Dibuje las líneas del campo magnético del imán y las líneas del campo magnético debido a la corriente inducida en la bobina. Registre si el campo magnético a través de la bobina está aumentando o disminuyendo. Esta información le ayudará a encontrar un patrón.

### Experimento:

[http://paer.rutgers.edu/pt3/movies/induction\\_final.mov](http://paer.rutgers.edu/pt3/movies/induction_final.mov)

### Preguntas

1. ¿La dirección de la corriente depende de la dirección del movimiento del imán?
2. Identifique los casos en los que el imán se mueve en la misma dirección pero la dirección de los cambios cambia.
3. Identifique los casos en los que el imán se mueve en direcciones diferentes. pero con la misma orientación. la dirección de los cambios actuales.

4. Para cada Lino de los casos. trace las líneas del campo magnético del imán y las líneas del campo magnético creado por la corriente inducida.
5. Elabore una regla general que relacione el sentido de la corriente inducida con los cambios en el campo magnético externo a través de la bobina.

### **3) Imán, bobina y galvanómetro: magnitud de la corriente. Experimento de observación**

#### **Objetivo**

Encontrar un patrón entre la magnitud la dirección de la corriente inducida en una bobina y la velocidad del imán.

#### **Conocimientos previos**

1. El funcionamiento de un galvanómetro y la dirección de la corriente a través de ella.
2. Inducción electromagnética

#### **Descripción del Experimento**

Vea el experimento. Encuentre un patrón que relacione el movimiento del imán y la magnitud de la corriente inducida.

#### **Experimento:**

<http://paer.rutgers.edu/pt3/movies/inductionspeed.mov>

#### **Preguntas**

1. Para cada uno de los experimentos. haga un dibujo que represente la dirección del campo magnético del imán y la dirección de la corriente en la bobina.
2. Añada, a la imagen. la dirección del campo magnético creado por la corriente en la bobina.
3. Indique si el campo magnético externo que pasa a través de la bobina está aumentando o disminuyendo en cada experimento.
4. Describa el patrón de comportamiento que identifique.
5. ¿Cómo depende la magnitud de la corriente inducida de la velocidad del imán?
6. ¿Por qué cree que la magnitud de la corriente es mayor cuando el imán se mueve más rápido? Al responder a esta pregunta hable sobre los cambios en el campo magnético externo a través del área de la bobina.

## 4) Dos bobinas, batería y un galvanómetro. Experimento de prueba

### Objetivo

Predecir la lectura en el galvanómetro dadas las seis situaciones descritas a continuación.

### Conocimientos previos

1. Campo magnético.
2. Modelo basado en observaciones anteriores.

### Descripción del Experimento

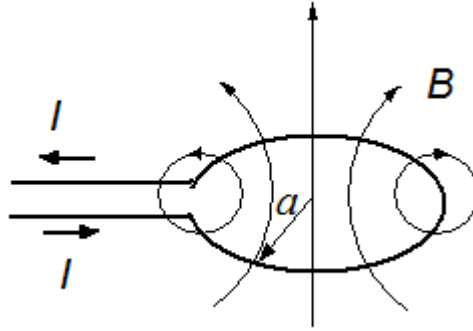
El experimento consiste en dos bobinas. Una bobina está conectada a un galvanómetro que registra las corrientes que fluyen a través de la bobina. La otra bobina está conectada a un interruptor y una batería de 9 V que hará que una corriente fluya a través de dicha bobina cuando el interruptor está cerrado.

El experimento consta de seis diferentes formas en que interactúan las dos bobinas. Para cada situación, prediga la lectura del galvanómetro.

1. Las bobinas se colocan sobre la mesa a varios centímetros de distancia. El interruptor conectado a la bobina de la derecha se cierra y se abre. Prediga qué va a pasar a la corriente en la bobina de la izquierda (que está conectada al galvanómetro).
2. La bobina conectada al galvanómetro se coloca en la parte superior de la bobina conectado al interruptor y la batería, ¿qué sucede a la corriente en la bobina superior cuando el interruptor se abre y se cierra? ¿Qué sucede cuando el interruptor permanece cerrado?
3. La bobina conectada al galvanómetro se coloca verticalmente en el centro de la bobina conectada al galvanómetro y a la batería que se extiende horizontalmente sobre la mesa. ¿Qué le sucede a la corriente en la bobina orientada verticalmente cuando el interruptor se abre y se cierra?
4. El interruptor conectado a la bobina sobre la mesa está cerrado, de manera que una corriente constante está fluyendo a través de la bobina. La bobina conectada al galvanómetro se mantiene por encima y se gira sobre un eje horizontal. Prediga lo que ocurrirá a la corriente en la bobina conectada al galvanómetro cuando se hace girar.
5. De nuevo, una corriente constante está fluyendo a través de la bobina que descansa sobre la mesa. La bobina conectada al galvanómetro se eleva rápidamente hacia arriba y hacia abajo por encima de la primera bobina. Prediga qué va a pasar a la corriente en la bobina conectada al galvanómetro.
6. La situación anterior se repite pero la bobina se mueve hacia abajo muy lentamente hacia la bobina que descansa sobre la mesa. Prediga qué va a pasar a la corriente en la bobina. Compare con la situación en la que se mueve la bobina rápidamente.

### Información complementaria

Abajo está un diagrama simplificado del campo magnético producido por una bobina circular con una corriente que fluye en ella, que puede ayudarle a entender lo que está pasando.



### Experimento:

<http://paer.rutgers.edu/pt3/movies/induction2.mov>

### 5) Bulbo de la bobina y la luz. Experimento de prueba

#### Objetivo

Usa tu conocimiento de la inducción para explicar lo que se ve en el video

#### Conocimientos previos

- Campo magnético.
- Corriente alterna.

#### Descripción del Experimento

El montaje experimental consta de una bobina conectada a una fuente de 120 V que proporcionará una corriente alterna. Una segunda bobina está conectada a una bombilla. Haz una predicción sobre lo que sucederá a la bombilla, si la bobina a la que está conectada se coloca abajo y alrededor de la primera bobina. También predice lo que sucederá a la bombilla, si la segunda bobina se mantiene justo por encima de la primera bobina. Compara esta situación con la primera.

### Experimento.

<http://paer.rutgers.edu/pt3/movies/induction3.mov>

### 6) La inducción con núcleos diferentes. Experimento de aplicación

#### Objetivo

Utiliza tu conocimiento de la inducción para explicar lo que se ve en el video

#### Conocimientos previos

- Inducción electromagnética.
- Las propiedades magnéticas de los materiales.

#### Descripción del experimento

Observa el experimento. Usa tu conocimiento de la inducción electromagnética y las propiedades magnéticas de los materiales para explicarlo.

### **Información complementaria**

La varilla amarilla está hecha de un cierto número de varillas de hierro pegadas con cinta adhesiva. La segunda varilla está hecha de madera.

### **Experimento:**

[http://paer.rutgers.edu/pt3/movies/induction\\_coil\\_suck.mov](http://paer.rutgers.edu/pt3/movies/induction_coil_suck.mov)

## **7) La inducción en un circuito de corriente alterna: Experimento de aplicación**

### **Objetivo**

Use su conocimiento de la inducción para explicar lo que se ve en el video

Conocimientos previos

- La inducción y la auto-inducción.
- Circuitos AC

### **Descripción del Experimento**

Una bombilla está conectada en serie a un inductor y a una fuente de alimentación que está conduciendo corriente alterna en el circuito. Observa lo que ocurre con la bombilla cuando un núcleo de hierro se introduce en el inductor y cuando un núcleo de madera se inserta en el inductor. ¿Puedes utilizar tu conocimiento de los circuitos de inducción y de CA para explicar lo que ves?

### **Experimento:**

[http://paer.rutgers.edu/pt3/movies/induction\\_core.mov](http://paer.rutgers.edu/pt3/movies/induction_core.mov)

# PRÁCTICA 12:

## REFLEXIÓN Y ESPEJOS

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA PRÁCTICA:

1. Probar hipótesis experimentalmente
2. Comprender que cada punto sobre una fuente de luz emite luz en todas direcciones (envía un infinito número de rayos).
3. Comprender que dibujar una línea perpendicular al punto de incidencia de un rayo de luz sobre un espejo (conocida como línea normal) es fundamental para encontrar la trayectoria del rayo reflejado.

**Prueba experimental: ¿Dónde está la imagen formada en un espejo plano?**

| <b>RUBRICA: HABILIDAD PARA REPRESENTAR INFORMACIÓN EN FORMAS MÚLTIPLES</b> |                   |                                    |  |   |   |
|--|-------------------|------------------------------------|--|---|---|
| <b>Habilidad Científica</b>  |                   | <b>Errónea</b>                     | <b>Inadecuada</b>  | <b>Necesita mejorar</b>   | <b>Adecuada</b>   |
|  | Diagrama de rayos | No construye representación alguna | Los rayos usados en la representación no siguen la trayectoria correcta. El objeto o la imagen son colocados en forma incorrecta | A los diagramas les faltan figuras claves pero no contiene errores. Un ejemplo puede ser que el objeto es dibujado con el espejo/lente correcto pero los rayos no son dibujados para mostrar la imagen. O los rayos están tan lejos del eje principal para tener una buena aproximación de ángulos pequeños | El diagrama contiene la imagen y objeto localizados en el lugar correcto y propiamente etiquetados. Los rayos son correctamente dibujados con flechas y contiene al menos dos rayos |

| <b>RUBRICA: HABILIDAD PARA DISEÑAR Y CONDUCIR UNA PRUEBA EXPERIMENTAL (PROBAR UNA IDEA/EXPLICACIÓN/HIPÓTESIS O RELACIÓN MATEMÁTICA)</b> |   |   |  |   |   |
|---|---|---|--|---|---|
| <b>Habilidad Científica</b>   |   | <b>Errónea</b>  | <b>Inadecuada</b>  | <b>Necesita mejorar</b>   | <b>Adecuada</b>   |
|   | Es capaz de distinguir entre una hipótesis y una predicción     | No se hacen predicciones. El experimento no se considera como prueba experimental | Se hace una predicción pero es idéntica a la hipótesis                                 | Se hace una predicción y es distinta de la hipótesis pero no describe los resultados del experimento diseñado | Se hace una predicción y es distinta de la hipótesis y describe los resultados del experimento diseñado |
|   | Es capaz de hacer predicciones razonables con base en hipótesis | No se hace ningún intento de elaborar predicciones                                | Se hace una predicción que es distinta de la hipótesis pero que no está basada en ella | Se hace una predicción que se sigue de la hipótesis pero no incorpora suposiciones                            | Se hace una predicción que se sigue de la hipótesis pero incorpora suposiciones                         |

|  |   |   |  |   |   |
|--|---|---|--|---|---|
|  | Es capaz de decidir cuando la predicción y el resultado están de acuerdo/desacuerdo | No menciona cuando la predicción y el resultado están de acuerdo/desacuerdo | Se toma una decisión de acuerdo/desacuerdo pero no es consistente con el resultado del experimento | Se toma una decisión razonable de acuerdo/desacuerdo pero no se consideran las incertidumbres experimentales            | Se toma una decisión razonable de acuerdo/desacuerdo y se consideran las incertidumbres experimentales            |
|  | Es capaz de hacer juicios razonables en relación con la hipótesis                   | No hace juicios en relación con la hipótesis                                | Se elabora un juicio pero no es consistente con el resultado del experimento                       | Se elabora un juicio que es consistente con los resultados del experimento pero no se toman en cuenta las suposiciones. | Se elabora un juicio que es consistente con los resultados del experimento y se toman en cuenta las suposiciones. |

Su amigo(a) Noelia sugiere la hipótesis siguiente: “La imagen de un objeto formada por un espejo plano se forma en la superficie del espejo.” Diseña un experimento para probar la hipótesis de Noelle.

**Equipo disponible:** Espejo plano, objeto, cinta adhesiva, papel, regla.

Diseña y describe el experimento que planeas realizar. Recuerda que tu predicción del resultado del experimento debe obtenerse de la hipótesis que estás probando. Después realiza el experimento y registra el resultado. Explica el resultado usando un diagrama de rayos. Discute si el resultado está de acuerdo o discrepa con la predicción. ¿Si discrepa, cómo convencerías a Noelia de que su idea ha sido desaprobada?

### I. EXPERIMENTO DE PRUEBA: ¿EL TAMAÑO DE LA IMAGEN DEPENDE DEL TAMAÑO DEL ESPEJO?

Tu amigo José sugiere la hipótesis siguiente: “La fracción de la imagen que es visible en un espejo plano depende de cuánto del espejo se cubra.” Diseña un experimento para probar la hipótesis de José.

**Equipo disponible:** Espejo plano, objeto, cinta adhesiva, papel, regla.

Diseña y describe el experimento que planeas realizar. Recuerda que tu predicción del resultado del experimento debe seguirse de la hipótesis que estás probando. Después realiza el experimento y registra el resultado. Explica el resultado usando un diagrama de rayos. Discute si el resultado está de acuerdo o discrepa con la predicción. ¿Si discrepa, cómo convencerías a José de que su idea ha sido desaprobada?

### II. EXPERIMENTO DE APLICACION: AHORRE DINERO AL COMPRAR UN ESPEJO

Te han trasladado recientemente a un nuevo departamento y necesitas comprar un espejo para tu pared. No tienes ningún compañero de cuarto y eres la única persona que va a utilizar el espejo. Quieres saber las respuestas a las dos siguientes preguntas antes de hacer tu compra.

1. ¿Cuáles son las dimensiones (altura y anchura) del espejo plano más pequeño



que puedes comprar de modo que puedas ver todo tu cuerpo manteniendo la cabeza fija?

2. ¿En qué posición debes colocar el espejo en la pared?

**Equipo disponible:** Espejo de pared de altura variable, papel para cubrir el espejo, cinta métrica y cinta adhesiva.

Primero, utiliza tu comprensión de la reflexión para contestar a estas dos preguntas. Una vez que hayas hecho eso, utiliza el equipo disponible para ver si su espejo funciona según lo diseñado. Incluye lo siguiente en tu informe<sup>1</sup>:

- a) Dibuja un diagrama de rayos para ayudarte a determinar cuantitativamente cómo el tamaño y la posición del espejo se relacionan con su altura, la anchura y otras cantidades medibles. (Recuerda, necesitas poder ver desde la parte superior de tu cabeza hasta la parte inferior de tus pies, y ambos brazos simultáneamente).
- b) ¿Qué suposiciones hiciste en el dibujo del diagrama?
- c) Decide qué cantidades necesitas medir y qué cantidades necesitas calcular. Considera algún procedimiento matemático para hacer esos cálculos. Recoge los datos, realiza los cálculos y contesta las dos preguntas. También, determina si las dimensiones o la posición del espejo dependen de la distancia entre tu y el espejo.
- d) Estima la incertidumbre en sus resultados.
  
- e) Realiza el experimento montando el espejo en la manera que hayas determinado. Si no puedes ver tu cuerpo entero, haz los ajustes al espejo de modo que puedas hacerlo. Registra las dimensiones y la posición del espejo que permitió que vieras tu cuerpo entero. Eran estas medidas constantes con...(SIC)
- g) ¿Puedes ver tu cuerpo entero en diversas distancias? Si no, intenta explicar por qué. Verifica si tus suposiciones fueron razonables. Examina cada suposición. Determina específicamente cómo la suposición afecta a las dimensiones y posición del espejo (es decir, hacer el supuesto aumenta, disminuye o afecta aleatoriamente a esas cantidades). Intenta estimar cuantitativamente el efecto de la suposición que piensas que parecía la más significativa.

#### IV. ¿POR QUÉ HICIMOS ESTA PRÁCTICA?

- a) *Escribe un párrafo corto que describa cómo los experimentos realizados abordaron el aprendizaje del objetivo número 2.*
- b) Discute si para ti tiene sentido que el tamaño del espejo que necesitas comprar

---

<sup>1</sup>Nota: Aunque un experimento de aplicación requiere normalmente dos métodos independientes, para este experimento se necesita diseñar y realizar solamente un método.

no depende de la distancia a que te colocas del espejo. ¿Por qué este resultado parece contradecir tu experiencia diaria?

- c) Imagínate que tienes una explicación acerca de por qué sucede algo y quieres probarla experimentalmente. Enumera los pasos que seguirás para hacerlo.

**V. TAREA:** Describe un método para medir pequeños ángulos (alrededor de  $1^{\circ}$ ). Utiliza algunos valores razonables y estima la incertidumbre en esta medida. ¿Qué precauciones puedes tomar para reducir al mínimo las incertidumbres en esta medida? (Sugerencia #1: Considera una situación particular donde usted querría poder medir ángulos muy pequeños. Sugerencia #2: Utiliza una regla en vez de un transportador.)

# PRÁCTICA 13:

## REFRACCION

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

1. Determinar el índice de refracción de un material desconocido en forma experimental.
2. Dibujar un diagrama de rayos para la reflexión interna total.
3. Estimar la distancia focal de una lente convexa sin hacer un experimento complicado.

### I. EXPERIMENTO DE APLICACIÓN: ÍNDICE DE REFRACCIÓN

El objetivo de este experimento es aprender cómo determinar el índice de refracción de un material transparente desconocido. Diseña dos experimentos independientes para determinar su índice de refracción. Sugerencia: Un método puede implicar ideas sobre la reflexión total interna.

**Equipo disponible:** Muestra de material transparente desconocido, regla, fuente de luz, soporte giratorio, papel.

### RÚBRICA

| RÚBRICA: HABILIDAD PARA REPRESENTAR INFORMACIÓN EN FORMAS MÚLTIPLES |                          |                                    |  |   |   |
|---|--------------------------|------------------------------------|--|---|---|
| Habilidad Científica  |                          | Errónea                            | Inadecuada   | Necesita mejorar  | Adecuada  |
|   | <b>Diagrama de rayos</b> | No construye representación alguna | Los rayos usados en la representación no siguen la trayectoria correcta. El objeto o la imagen son colocados en forma incorrecta | A los diagramas les faltan figuras claves pero no contiene errores. Un ejemplo puede ser que el objeto es dibujado con el espejo/lente correcto pero los rayos no son dibujados para mostrar la imagen. O los rayos están tan lejos del eje principal para tener una buena aproximación de ángulos pequeños | El diagrama contiene la imagen y objeto localizados en el lugar correcto y propiamente etiquetados. Los rayos son correctamente dibujados con flechas y contiene al menos dos rayos |

| RUBRICA: HABILIDAD PARA DISEÑAR Y CONDUCIR UN EXPERIMENTO DE APLICACIÓN |         |            |                  |          |
|---|---------|------------|------------------|----------|
| Habilidad Científica  | Errónea | Inadecuada | Necesita mejorar | Adecuada |
|   |         |            |                  |          |

|  |  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|--|---|
|  | <b>Es capaz de diseñar un experimento confiable que resuelva el problema</b>               | El experimento no resuelve el problema   | El experimento intenta resolver el problema pero debido a la naturaleza del diseño los datos no darán una solución confiable   | El experimento intenta resolver el problema pero debido a la naturaleza del diseño existe una posibilidad moderada de que los datos no den una solución confiable  | El experimento resuelve el problema y tiene una alta probabilidad de que los datos den una solución confiable   |
|  | <b>Es capaz de hacer juicios razonables en relación con los resultados del experimento</b> | No se presenta ninguna discusión acerca de los resultados del experimento                    | Se elabora un juicio en relación con los resultados pero este no es razonable o coherente  | Se elabora un juicio en relación con los resultados pero el razonamiento es erróneo e incompleto   | Se elabora un juicio aceptable en relación con los resultados con claros razonamientos. Se consideran los efectos de las suposiciones y de las incertidumbres   |
|  | <b>Es capaz de evaluar los resultados por medio de un método independiente</b>             | No hace intentos de evaluar la consistencia de los resultados usando un método independiente | Se usa un segundo método independiente para evaluar los resultados. Sin embargo existe poca o ninguna discusión acerca de la diferencia en los resultados debida a los dos métodos | Se usa un segundo método independiente para evaluar los resultados. Los resultados de los dos métodos son comparados usando incertidumbres experimentales. Sin embargo existe poca o ninguna discusión de las posibles razones acerca de la diferencia cuando estos son diferentes | Se usa un segundo método independiente para evaluar los resultados y la evaluación es hecha con las incertidumbres experimentales. Se discuten la discrepancia entre los resultados de los dos métodos y posibles razones |

| <b>RÚBRICA: HABILIDAD PARA REPRESENTAR INFORMACIÓN EN FORMAS MÚLTIPLES</b>                                     |  |   |   |   |
|--|--|---|---|---|
| <b>Habilidad Científica</b>  | Errónea  | Inadecuada  | Necesita mejorar  | Adecuada  |
| <b>Es capaz de evaluar específicamente cómo las incertidumbres identificadas pueden afectar el experimento</b> | No hace intentos de evaluar la incertidumbres experimentales | Hace intentos de evaluar las incertidumbres experimentales pero la mayoría son erróneas, descritas vagamente o de forma incorrecta. O el resultado final no toma en cuenta la incertidumbre | El resultado final toma en cuenta la incertidumbre identificada pero no está correctamente evaluada | La incertidumbre experimental del resultado final está correctamente evaluada |

**Para cada experimento, incluye lo siguiente en tu reporte:**

- Idear y trazar un esquema de tu procedimiento. Incluir un diagrama de tu dispositivo experimental y un diagrama de los rayos.
- Describe el procedimiento matemático que utilizarás para determinar el índice de refracción.
- Enumera las suposiciones que estás haciendo. ¿Por qué piensas que estas suposiciones son válidas? Explica cómo cada suposición podría afectar al resultado (hará el índice de refracción más pequeño, más grande, o aleatoriamente diferente del valor real?)
- Enumera las fuentes de incertidumbre experimental. ¿Cuál es la fuente más grande de la incertidumbre en el resultado? ¿Cómo puedes reducirla al mínimo?
- Realiza el experimento. Cerciórate de tomar medidas para reducir al mínimo incertidumbres. Registra tus observaciones en un formato apropiado. Haz una tabla en caso necesario.

f) ¿Cuál es el resultado de tu experimento? Cuando hayas acabado con ambos experimentos, compara los dos valores que obtuviste para el índice de refracción. Decide si son constantes o no. Si no son constantes, discute las razones posibles (explica la diferencia en términos de las suposiciones que hiciste).

## II. EXPERIMENTO DE PRUEBA: LA ECUACIÓN DE LAS LENTES DELGADAS

Diseña y realiza un experimento para probar la ecuación de las lentes delgadas.

**Equipo disponible:** 2 lentes convexas con diversas longitudes focales, regla, patrón de retículos (el objeto), fuente de luz, pantalla de visión.

**Para el experimento, escribe lo siguiente en tu informe:**

- a) Primero, recuerda la ecuación de las lentes delgadas. Describe qué cantidades relaciona. ¿Qué suposiciones son inherentes en la ecuación?

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

- b) Diseña tres experimentos para probar la hipótesis. Describe su procedimiento para cada uno
- c) ¿Qué resultado predice la hipótesis para cada experimento?
- d) Conduce los experimentos y registre los datos.
- e) ¿Los resultados coincidieron con sus predicciones? Recuerde considerar incertidumbres.
- f) ¿Cuál es tu opinión acerca de la hipótesis que estás probando?

## III. ¿POR QUÉ HICIMOS ESTA PRÁCTICA?

1. Escribe un párrafo breve que describa cómo puedes utilizar tus suposiciones para analizar la discrepancia entre dos resultados contrarios.
2. ¿Cuál es el porcentaje aceptable para la discrepancia entre dos resultados?

## IV. TAREA

Tienes una lente cóncava, un objeto y una pantalla. Donde debes poner el objeto de modo que su imagen sea:

1. Invertida y más pequeña que el objeto
2. Invertida y más grande que el objeto
3. ¿Vertical y más grande que el objeto? Apoya cada una de tus respuestas con un diagrama de rayos.

## PRÁCTICA 14: ÓPTICA ONDULATORIA.

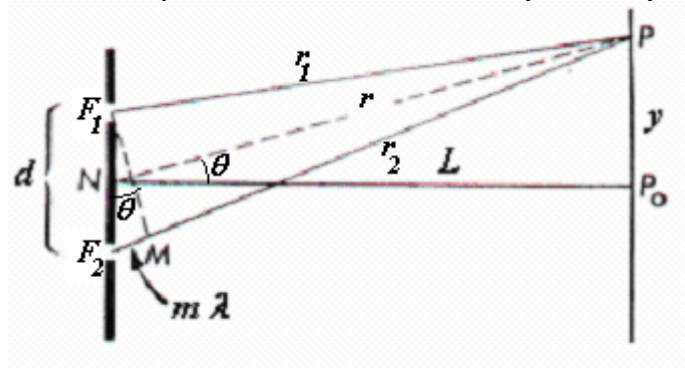
### Metas que se desean lograr:

1. Probar una relación matemática compleja.
2. Aplicar habilidades científicas y conocimientos físicos para resolver un problema práctico de forma experimental.

### Experimento de prueba: interferencia en rendija doble.

La óptica ondulatoria predice un espectro de franjas oscuras y luminosas alternativas si un rayo luminoso monocromático se hace pasar a través de dos rendijas paralelas que se proyecta sobre una pantalla. Este espectro se representa matemáticamente mediante una expresión que involucra la separación entre las rendijas, su distancia a la pantalla, la posición de los máximos y mínimos, la longitud de la onda utilizada y el número de orden de cada máximo o mínimo.

La relación usada para los máximos es  $m\lambda L = dy$  donde  $m$  es el número de máximo contado a partir del máximo central,  $\lambda$  la longitud de onda de la luz,  $L$  la distancia entre las rendijas y la pantalla,  $d$  la separación entre las rendijas y  $y$  la distancia entre el máximo central y el máximo considerado (Anexo 2).



Para el caso de usar los mínimos la ecuación correspondiente es  $(m + \frac{1}{2})\lambda L = dy$ .

Diseñe dos experimentos para probar si esta ecuación es aplicable al mundo real. Pruebe dos aspectos diferentes de esta relación, esto es, analice experimentalmente la variación de una de las variables con respecto a otra.

Equipo: lámpara láser, doble rendija, cinta métrica, pantalla.

- a. Primero, use el modelo ondulatorio de la luz para explicar porqué se forma el patrón de franjas oscuras y luminosas, porqué no se forma simplemente una imagen con dos zonas brillantes.
- b. Precise cuales variables de la relación se van a probar y cuales se deben mantener constantes mientras se prueban las demás.
- c. Realice una lluvia de ideas en relación a las pruebas de la expresión que se desea probar, haciendo hincapié en aquellos aspectos que dicha expresión predice. Decidan en grupo cuales son los procesos experimentales más convenientes para probar la expresión.
- d. Describa cada uno de los diseños elegidos, incluya esquemas y los pasos que deben seguirse para minimizar los errores experimentales.
- e. Piense en qué datos deben tomarse inicialmente para hacer predicciones cuantitativas para el desarrollo del experimento elegido. Esto no significa hacer el experimento todavía, solo anote cuales medidas deberán realizarse para hacer las predicciones que espera. Anote los datos en un formato apropiado.
- f. Lleva a cabo una predicción del resultado de cada experimento. Incluye una discusión acerca de cualquier supuesto adicional.
- g. Ejecuta el experimento. Reporta los resultados. Compara tus resultados con las predicciones.
- h. Decide si los resultados experimentales están de acuerdo con las predicciones, tomando en cuenta los efectos de los supuestos y de las incertidumbres.

### **Experimento de observación: difracción por una rendija.**

Se ha aprendido que cuando la luz interactúa con objetos cuyo tamaño es comparable (en un factor de 100 aproximadamente) con la longitud de onda de la radiación, el comportamiento ondulatorio de la luz se hace significativo. Un ejemplo es la interferencia en una rendija doble. Ahora usted ha decidido investigar el comportamiento de la luz cuando pasa a través de una rendija única.

Diseñe un experimento para investigar cuantitativamente como afecta una rendija el patrón que se puede ver en una pantalla.

### **Equipo disponible.**

Rendija simple de ancho variable, puede ser un vernier, lámpara láser, cinta métrica, pantalla de proyección.

- a. ¿Cuáles serían los pasos principales que permitan llevar a cabo esta tarea? (¿Qué tipo de experimento es éste?)
- b. Ideé, describa y lleve a cabo el experimento de acuerdo a los pasos que ha descrito.
- c. ¿Qué suposición esta usted haciendo acerca de cómo varía el ancho de la rendija?
- d. Describa claramente la relación que ha encontrado, tanto con palabras como matemáticamente.

- e. Use el modelo ondulatorio de la luz para explicar porqué aparece un patrón. ¿Por qué no se ve una línea brillante únicamente?

### ¿Por qué se hizo éste trabajo?

- a. En el primer experimento, para probar la relación entre dos variables, se tenía control sobre las demás variables. (Por ejemplo, para hacer una predicción sobre cómo varía el patrón de interferencia con la distancia a la pantalla se tuvo que tomar la distancia entre las rendijas y la longitud de onda como constantes). Busque una situación en su campo de estudio en la que se pueda controlar una o más variables para probar una hipótesis sobre la relación matemática entre dos variables de interés.
- b. Dé un ejemplo de una afirmación ridícula que aparezca en los medios de información de la que no pueda probarse su validez. ¿Qué aspecto de la afirmación hace imposible su evaluación? (tome como ejemplo el anexo 1).
- c. ¿Cuál es el propósito de la presente sección ¿Por qué se hizo éste trabajo? Al final de cada actividad. Estas son preguntas conocidas como *preguntas de reflexión*.

### Anexo 1.

#### **SE HA PROBADO QUE EL PAN ES PELIGROSO.** Sin referencia a algún partido.

Considere los hechos probados científicamente que se dan a continuación. Ellos prueban que el pan es peligroso y debería controlarse o, incluso prohibirse.

Más del 98 % de los delincuentes convictos son consumidores de pan.

Casi la mitad de los chicos que han crecido en familias consumidoras de pan tienen una puntuación por debajo de la media en pruebas estandarizadas.

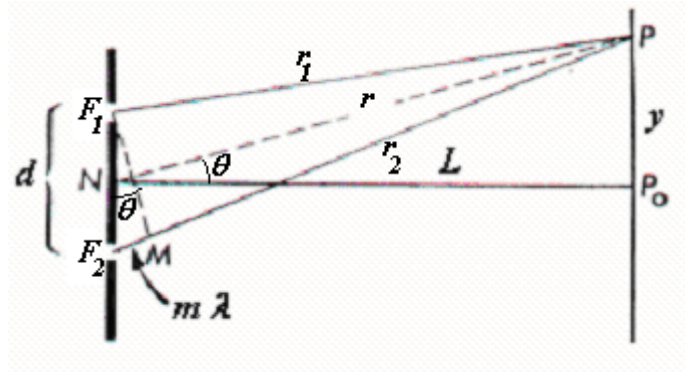
1. En el siglo XVIII, cuando virtualmente todo el pan se cocinaba en casa, la expectativa de vida era menor a 50 años; las tasas de mortalidad infantil eran inaceptablemente altas; muchas mujeres morían al dar a luz y enfermedades como la tifoidea, fiebre amarilla e influenza assolaban todas las naciones.
2. Más del 90 % de los crímenes violentos se cometen dentro de las 24 horas siguientes al consumo de pan.
3. El pan se hace de una sustancia llamada masa. Se ha probado que una cantidad tan pequeña como 500 gr. de masa son suficientes para sofocar a un ratón. El promedio de la población toma una mayor cantidad de pan al mes.
4. En las sociedades tribales primitivas en las que no había pan, se ha mostrado que tenían una incidencia muy baja de cáncer, Alzheimer, enfermedad de Parkinson y osteoporosis.
5. Se ha probado que el pan es adictivo. Sujetos experimentales a quienes se les priva de pan y se les proporciona solo agua, suplican por el pan en menos de dos días.



6. Se ha probado que el pan absorbe agua. Ya que el cuerpo humano está formado en casi un 90 % de agua, se sigue que el consumo de pan puede ser un factor de peligro en el balance de agua en el cuerpo.
7. Los bebés recién nacidos puede asfixiarse con pan.
8. El pan se cocina a temperaturas tan altas como 150 °C, ésta temperatura puede matar a un adulto en menos de un minuto.

¿Le convencen estos hechos? Justifique su respuesta.

### Anexo 2. Deducción de la expresión para el patrón de doble rendija.



Supongamos que la onda luminosa incide desde la parte izquierda en el esquema anterior en forma de un frente de onda plano y con dirección perpendicular a la doble rendija, en  $F_1$  y en  $F_2$  tenemos dos fuentes de onda en fase. En cada foco las ondas se difractan e interferirán en la zona entre la rendija y la pantalla, representada por la línea  $PP_0$ , para que en el punto  $P$  exista un máximo, las ondas procedentes de  $F_1$  y de  $F_2$  deben llegar en fase y la condición para que se de un máximo en  $P$  es que  $r_2 - r_1 = m\lambda$ , de igual manera, la distancia  $F_2M$  debe ser también  $m\lambda$ .

Para distancias  $L$  muy grandes podemos considerar que los ángulos  $\theta$  mostrados en el esquema son efectivamente, iguales. Formalmente el ángulo  $F_2F_1M$  es igual al ángulo formado por  $r_2$  y una línea paralela a  $L$ , sin embargo, por la distancia entre las rendijas y la pantalla es justificable la aproximación mencionada. Además, usaremos el hecho que, para ángulos pequeños  $\text{sen}\theta \approx \theta \approx \tan\theta$ .

En el triángulo  $F_2F_1M$  tenemos  $\text{sen}\theta = \frac{m\lambda}{d}$  y, en el triángulo  $PNP_0$  tenemos que  $\tan\theta = \frac{y}{L}$ , como la tangente y el seno son casi iguales para ángulos pequeños, podemos establecer que.

$$\frac{m\lambda}{d} = \frac{y}{L}$$

Esto es:

$$m\lambda L = yd$$

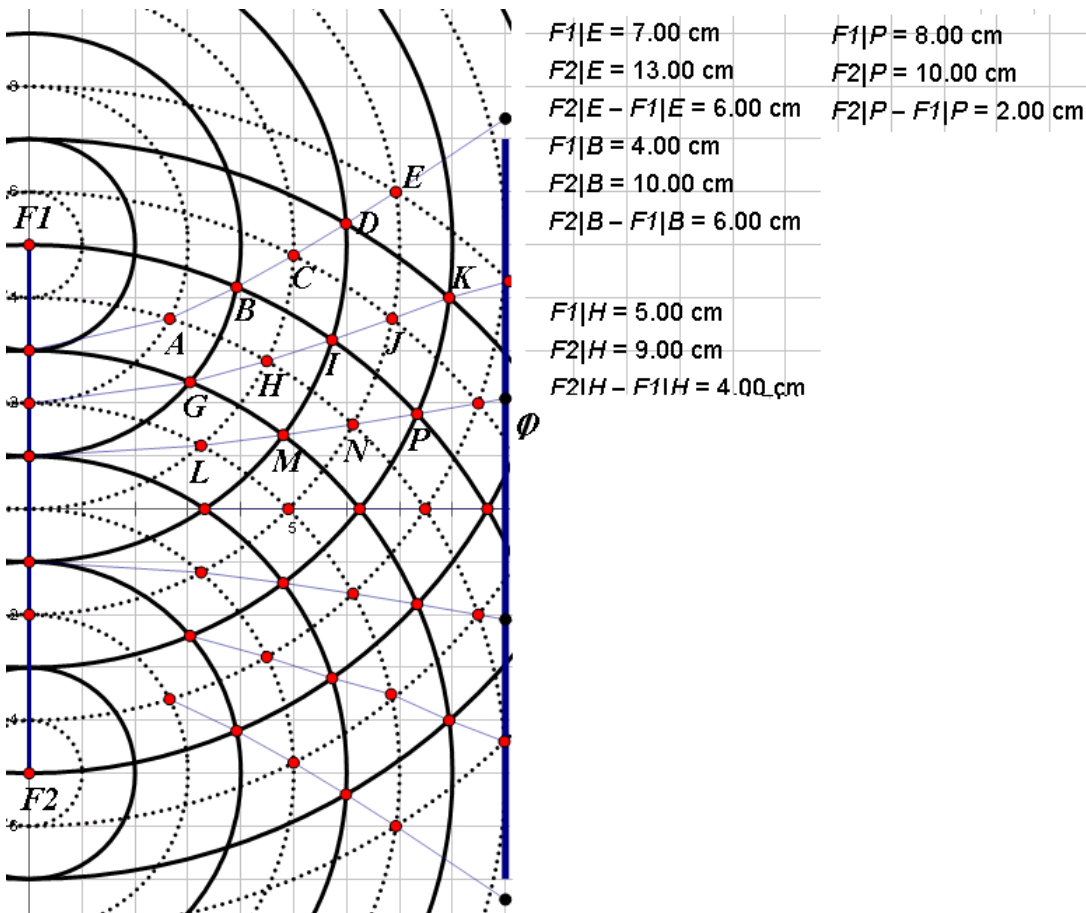
Que es la ecuación que relaciona la distancia entre máximos en el espectro con la distancia entre las rendijas, la distancia entre la pantalla y las rendijas, la longitud de onda y el número de orden de los máximos.

**Extensión a Física IV.**

Se dijo que, para los máximos, la condición de interferencia es  $r_2 - r_1 = m\lambda$ , pero el conjunto de puntos en que la diferencia de distancias a dos puntos fijos es constante es la definición de la hipérbola, entonces la líneas de máximos para una  $m$  dada debe de ser una hipérbola y no una recta como se predice en el modelo.

Para distancias muy cortas, del orden de unas cuantas longitudes de onda, entre las rendijas y la pantalla, tenemos de forma evidente los puntos de máximos (y de mínimos) agrupados en curvas que corresponden a hipérbolas, en la figura se supusieron las crestas de la onda como líneas llenas y los valles como líneas punteadas.

Se calcularon las diferencias de distancias de varios puntos correspondientes a máximos a los focos emisores de las ondas, se puede ver que los resultados corresponden a la expresión  $r_2 - r_1 = m\lambda$ , donde  $m$  es un número entero.



La expresión que corresponde a una hipérbola es

$$\frac{y^2}{a^2} - \frac{x^2}{b^2} = 1$$

La distancia focal es la distancia entre los focos emisores de las ondas y, físicamente corresponde a la distancia entre las dos rendijas o al diámetro del obstáculo, que hemos llamado  $d$ , la diferencia entre las distancias de un punto de la curva a los focos es  $2a$  y corresponde a  $m\lambda$ . Por lo tanto, tenemos las siguientes igualdades:

$$a = \frac{m\lambda}{2}$$

$$c = \frac{d}{2}$$

$$b = \frac{1}{2}\sqrt{d^2 - 4m^2}$$

De donde:

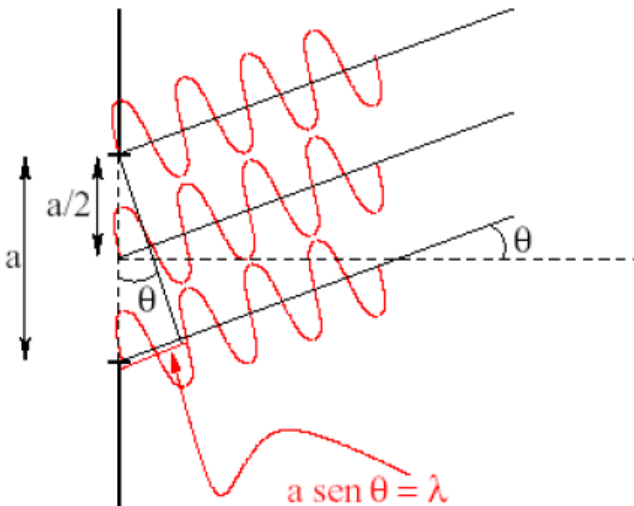
$$y = \frac{m\lambda}{2} \sqrt{\frac{x^2}{\frac{1}{4}(d^2 - m^2\lambda^2)} + 1}$$

Haciendo uso de esta expresión es posible calcular las coordenadas de los puntos sobre las líneas de máximos y, en general cualquier punto sobre las líneas de máximos.

**Ejercicio.** Muestra que, al tomar la asíntota de la hipérbola se llega a la misma expresión deducida previamente.

**Anexo 4.** Deducción de la expresión para una ranura.

Tenemos ahora una rendija de anchura  $a$  pequeña pero no despreciable que se encuentra iluminada por una luz de longitud de onda  $\lambda$ . Como la rendija tiene una anchura finita, la difracción ya no provocará frentes de onda cilíndricos. De acuerdo con el principio de Huygens puede suponerse que hay muchos focos emisores que, al superponerse dan como resultado un patrón de difracción.



Nuevamente, para un punto muy alejado, los rayos que proceden de éstos emisores llegan prácticamente paralelos. Supongamos tres focos emisores, situados dos en los extremos de la rendija y uno en el centro. Como puede verse en la figura anterior hay ciertos ángulos para los que los rayos interfieren destructivamente. Para la condición  $a \sin\theta = \lambda$  el rayo difractado en el borde superior de la rendija interfiere destructivamente con el rayo difractado en la mitad de la rendija y con el de la parte inferior. Lo mismo ocurrirá para  $a \sin\theta = 2\lambda = 3\lambda\dots$  En general, para una rendija de anchura  $a$  tenemos que hay mínimos luminosos en:

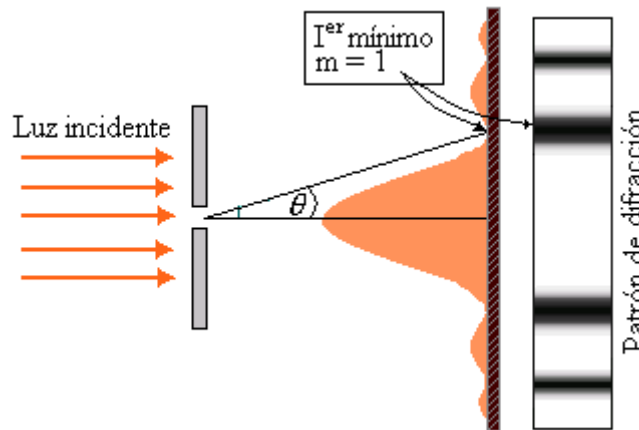
$$a \sin\theta = m\lambda, \text{ con la condición } m = 1, 2, 3, \dots$$

A gran distancia de la rendija podemos aproximar  $\sin\theta = \tan\theta = y/L$  y obtendremos los mínimos

$$y = m \frac{\lambda}{a} L \quad \text{o}$$

$$ya = m\lambda L$$

El patrón obtenido se muestra esquemáticamente en la siguiente figura.



**Anexo 3.**

Rúbricas.

| RÚBRICA B: Habilidad para diseñar y llevar a cabo un experimento observacional. |   |  |  |  |  |
|---|---|--|--|--|--|
| Habilidad científica.   |   | No existe                                | Inadecuada.                                    | Necesita mejorar                                     | Adecuada.  |
| B2  | Es capaz de diseñar un experimento realizable que permita investigar el fenómeno. | El experimento no investiga el fenómeno. | El experimento no arroja patrones importantes. | Algunos aspectos del fenómeno no serían observables. | El experimento puede arrojar patrones interesantes, relevantes para la investigación del fenómeno. |

|    |   |   |  |  |  |
|----|---|---|--|--|--|
| B7 | Es capaz de identificar un patrón en los datos.                               | No hay intento por buscar un patrón.                          | El patrón descrito es irrelevante o inconsistente con los datos. | El patrón contiene pequeños errores u omisiones.   | El patrón encontrado presenta tendencias relevantes respecto a los datos.  |
| B8 | Es capaz de representar un patrón matemáticamente (en caso de ser aplicable). | No reporta intentos de representar matemáticamente un patrón. | La expresión matemática no representa la tendencia.              | No hay análisis de cómo la expresión esta de acuerdo con los datos obtenidos, o algunos rasgos del patrón se omiten. | La expresión representa completamente la tendencia y se incluye un análisis del acuerdo de la expresión con los datos. |

**RÚBRICA G: Habilidad para recolectar y analizar datos experimentales.**

| Habilidad científica.   | No existe   | Inadecuada.   | Necesita mejorar  | Adecuada.   |
|---|---|---|---|---|
| G2<br>Es capaz de evaluar de forma específica como identificar las incertidumbres en los datos que pueden afectar los resultados. | No hay intento de evaluar las incertidumbres experimentales.      | Existen intentos para evaluar las incertidumbres experimentales, pero no son explícitos o describen muy vagamente o de forma incorrecta. Solamente se mencionan las incertidumbres absolutas. O el resultado final no toma en cuenta dichas incertidumbres. | El resultado final toma en cuenta las incertidumbres pero no se calculan adecuadamente.                         | Las incertidumbres experimentales se evalúan correctamente en el resultado final. |
| G4<br>Es capaz de recopilar y representar los datos de manera significativa.  | No se encuentran datos o son recopilados de forma incomprensible. | Algunos datos importantes no se encuentran o son incomprensibles.   | Los datos importantes se encuentran pero se presentan de forma que se requiere mucho esfuerzo para entenderlos. | Se presentan todos los datos, organizados de forma clara.                         |