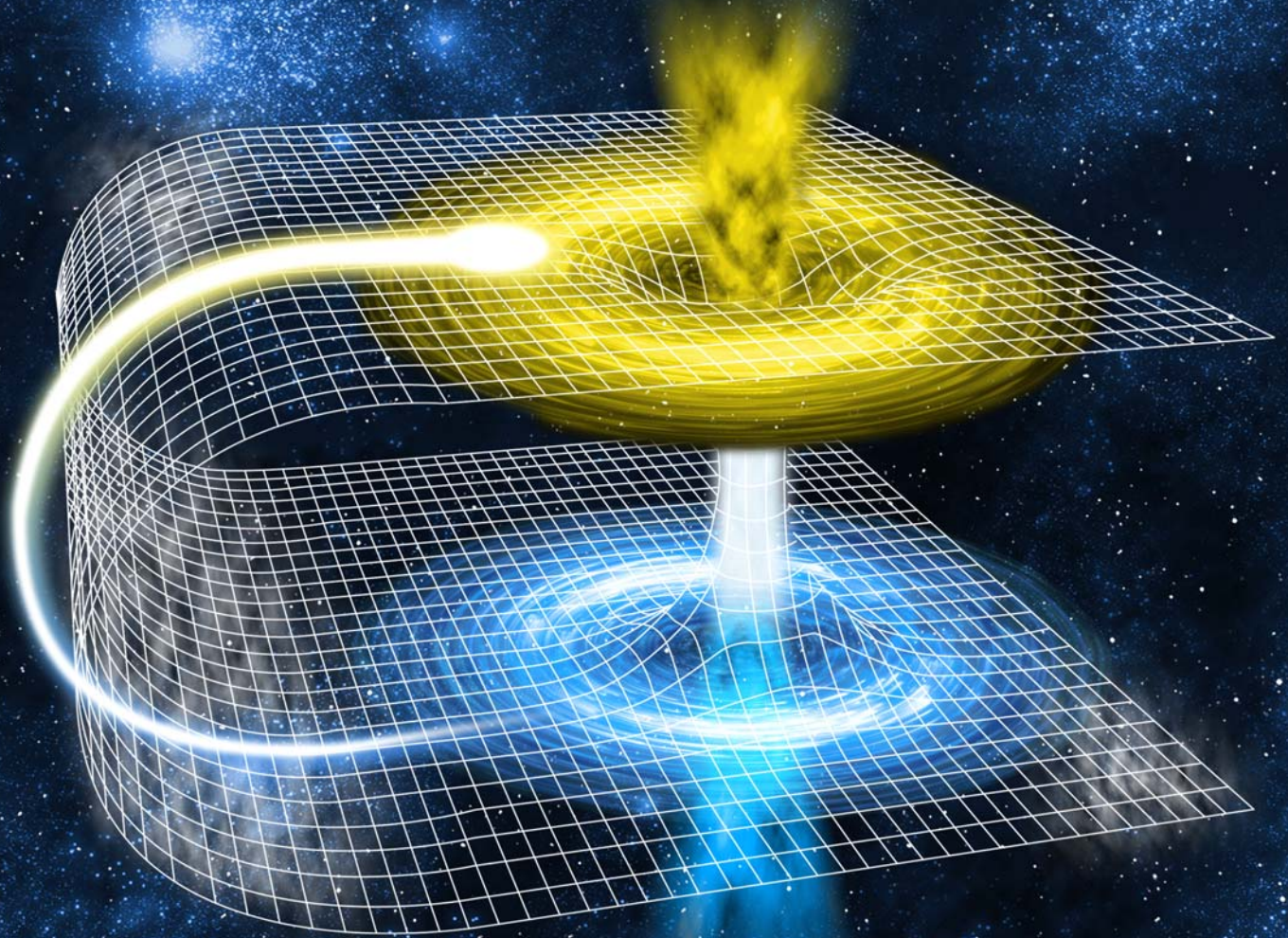


EXPERIMENTOS DE FÍSICA

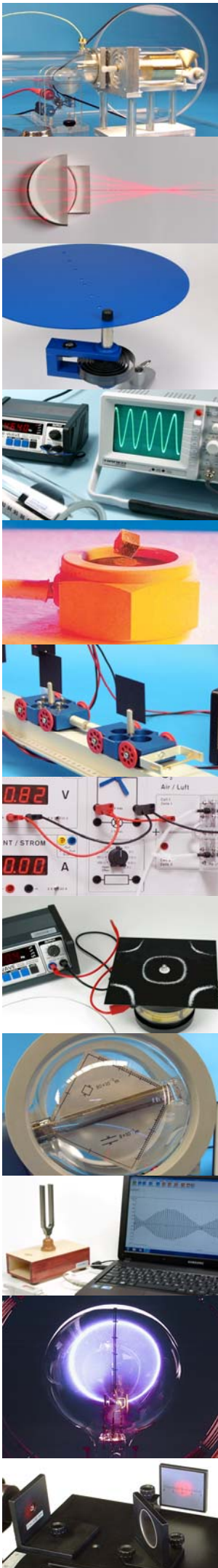


MECÁNICA - TERMOLOGÍA - ENERGÍA - ÓPTICA
ELECTRICIDAD - FÍSICA ATÓMICA - FÍSICA ESTADO SÓLIDO



MARCA LAB

RELACIÓN DE EXPERIMENTOS



MECÁNICA	Pág.
10127 Determinación constante de gravitación	3
10132 Ley de Hooke	4
10144 Plano inclinado	5
10154 2ª Ley de Newton. Carril de dinámica	6
10157 Choques. Carril de dinámica	7
10162 Movimiento unidimensional. Carril de aire	8
10170 Caída libre	9
10178 Movimiento bidimensional. Mesa neumática	10
10185 Fuerzas centrales	11
10190 Momento de inercia	12
10194 Movimiento circular	13
10214 Péndulo matemático	14
10217 Péndulo de Foucault	15
10223 Péndulo de torsión de Pohl	16
10234 Vibraciones y ondas	17
10236 Oscilaciones libres y forzadas	18
10242 Cubeta de ondas	19
10244 Ondas sonoras acopladas	20
10248 Figuras de Lissajous	21
10250 Ultrasonidos con ecógrafo	22
10266 Velocidad del sonido	23
10268 Resonancia en el tubo de Kundt	24
10270 Determinación densidad líquidos y sólidos	25
10272 Determinación densidad del aire	26
10274 Principio de Arquímedes	27
10277 Viscosidad	28
10280 Tensión superficial	29
10281 Tensión superficial en función temperatura	29
10285 Aerodinámica	30

TERMOLOGÍA Y ENERGÍA	Pág.
10315 Dilatación térmica de sólidos I	31
10316 Dilatación térmica de sólidos II	32
10325 Dilatación térmica de líquidos	33
10331 Anomalía térmica del agua	34
10380 Calor específico	35
10390 Conversión de energía mecánica en calor	36
10391 Conversión de energía eléctrica en calor	36
10425 Temperatura crítica	37
10440 Leyes de gases	38
10444 Exponente adiabático del aire	39
10455 Motor Stirling I. Cálculo de eficiencia	40
10457 Motor Stirling II. Diagrama PV	41
10465 Bomba de calor	42
10471 Energía solar térmica	43
10473 Energía fotovoltaica	44
10477 Energía Fotovoltaica sobre panel	45
10482 Energía eólica	46

10492 Pila Combustible de Hidrógeno I	47
10493 Pila Combustible de Hidrógeno II	48
10494 Pila Combustible de Hidrógeno III	49
10496 Integración de Energías Alternativas	50

ÓPTICA	Pág.
10514 Óptica geométrica sobre panel	51
10518 Óptica geométrica sobre banco	52
10531 Interferencia espejos de Fresnel	53
10543 Difracción en rendijas	54
10546 Óptica ondulatoria sobre mesa	55
10551 Interferometría	56
10572 Ley de la radiación	57
10587 Velocidad de luz	58
10593 Espectroscopia	59

ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA	Pág.
10602 Electrostática	60
10608 Líneas equipotenciales	61
10626 Ley de Ohm	62
10628 Leyes de Kirchhoff	63
10635 Electrolisis del agua	64
10637 Electroquímica	65
10651 Ley de Laplace I	66
10652 Ley de Laplace II	66
10675 Leyes del transformador	67
10732 Microondas	68
10755 Desviación electrones campos eléct./mag.	69

FÍSICA ATÓMICA Y NUCLEAR	Pág.
10805 Experimento de Millikan	70
10808 Determinación de e/m	71
10811 Efecto Fotoeléctrico	72
10828 Experimento de Franck Hertz	73
10844 Física de Rayos X	74
10870 Laboratorio radiactividad básico	75
10872 Laboratorio radiactividad completo	76
10877 Deflexión de partículas Beta	77
10883 Visualización de partículas radiactivas	78
10886 Resonancia de espín electrónico	79
10888 Resonancia magnética nuclear	80
10893 Espectroscopia nuclear avanzado	81

FÍSICA DEL ESTADO SÓLIDO	Pág.
10934 Módulo de Elasticidad de Young	82
10954 Superconductores I	83
10955 Superconductores II	83
10956 Superconductores III	83

Sistemas adquisición de datos

EASYSense 
DATALOGGER

De gran calidad, fáciles de usar y a un precio asequible. Con ellos se pueden realizar prácticamente todos los experimentos que hasta ahora se han llevado a cabo en el laboratorio además de muchos otros que sin la ayuda del ordenador sería imposible o de gran dificultad.

Con el uso de esta nueva herramienta despertará el interés y la curiosidad de los estudiantes, que verán con nuevo interés las prácticas de laboratorio. El profesor no encontrará ninguna dificultad en el manejo del EasySense ni en el del software. Todo ello unido al gran ahorro que supone el adquirir una consola con varios sensores (sonido, voltímetro, luz, etc...) antes que un aparato individual para cada medida (sonómetro, voltímetro, luxómetro, etc...)

Las consolas reconocen los sensores y realizan una calibración automática de los mismos.



CONSOLAS

- **Q5+**: dispone de display para mostrar el valor medido por los sensores así como memoria para almacenar datos y volcarlos posteriormente a un PC para su análisis.

- **VISION**: dispone de pantalla táctil con software instalado, por lo que no es necesario el uso de un ordenador para usar todas las funciones de análisis.

- **LINK**: es una versión más económica que no dispone de display ni memoria interna por lo que está pensada para trabajar siempre conectada al ordenador. En el modelo 3LINK se pueden conectar tres sensores y en el 1LINK sólo uno.



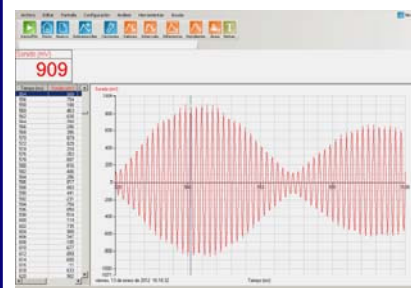
SENSORES



- Sensor fotopuerta
- Pulsador
- Sensor de impulsos
- Adaptador tacómetro/contador
- Sensor de fuerza
- Sensor para balanza
- Sensor de movimiento
- Sensor de rotación/desplazamiento
- Sensores Acelerómetro 3 y 2 ejes
- Sensor de sonido
- Sensor flujo de calor
- Sensor de infrarrojos
- Sensor ultravioleta
- Sensor de luz
- Sensores presión absoluta y relativa
- Sensores de voltaje
- Sensores de corriente
- Sensor de carga eléctrica
- Sensores campo magnético
- Sensor campo electromagnético RF
- Sensor Geiger Muller
- Sensores de temperatura
- Sensor de humedad
- Sensor anemómetro
- Sensor pluviómetro
- Sensor de pH
- Sensor de conductividad
- Sensor de oxígeno
- Sensor de CO₂
- Sensor Colorímetro
- Sensor espirómetro
- Sensores ritmo cardiaco
- Sensor electrocardiograma
- Sensor ritmo respiratorio
- Sensor fonendoscopio

SOFTWARE EasySense

Está incluido en cada consola. De fácil instalación y uso, el software permite la medición en tiempo real de la consola conectada al PC. También permite almacenar y procesar los datos con múltiples funciones: Gráficos (de líneas, barras, con tabla de datos), Herramientas de análisis (área bajo la curva, gradiente, valores, intervalo, curvas de ajuste, funciones matemáticas), Medidas de tiempo (tiempo, velocidad, aceleración, momento, energía cinética), Osciloscopio, Cortar y pegar, Imprimir, Guardar, Autoescala, Ajuste límites de ejes, Configuración del intervalo entre mediciones y tiempo total de medición, Función trigger (25%, 50%, 75% y 100% de un valor dado), Alisamiento, Inserción de títulos y textos, Zoom, Predicciones, Exportar a Excel, Copiar gráficos a Word. El software es compatible con Windows 98SE, 2000, XP, Vista (32 y 64 Bit) y 7.



EXPERIMENTO

DETERMINACIÓN CONSTANTE DE GRAVITACIÓN 10127

Consiste en una balanza de torsión según Cavendish con la que se puede determinar la constante de gravitación y la demostración de la atracción entre las masas de dos cuerpos.

La balanza tiene una bola de plomo de 15gr en el extremo de cada brazo, que está suspendido por el centro mediante un hilo de tungsteno con longitud variable con un diámetro de 25 μm . El periodo de oscilación corto de 2-4 minutos. El brazo está montado dentro de una caja metálica de aluminio con cristal para evitar corrientes de aire, que permite que oscile entre dos bolas de plomo de 1 kg cada una, y además el brazo está suspendido entre las placas de un condensador del transductor SDC que también está montado en la caja de aluminio.

El transductor SDC tiene dos sensores para eliminar el ruido debido al movimiento oscilante. La salida es proporcional al desplazamiento angular y tiene una resolución de $<100 \mu\text{rad}$. Este diseño único del transductor mide solamente el movimiento rotatorio y reduce al mínimo el componente indeseado del movimiento.

Características principales:

- Electrónica completamente digital
- Conexión del USB, no necesita fuente de alimentación
- Mide capacitancia directamente
- 24 bit de resolución.
- Utilizando un ordenador le permite conseguir 5% de precisión en los resultados en una sola sesión de laboratorio.
- Periodos de oscilación corto de 2-4 minutos usando un hilo de tungsteno de $\varnothing 25 \mu\text{m}$ con longitud variable.
- Sin fluctuaciones de la palanca óptica gracias a la tecnología del detector SDC (Control Capacitivo Diferencial).
- Software para registrar los datos, incluido con la unidad.

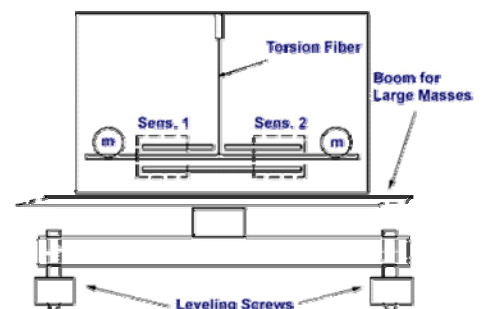
EXPERIMENTOS:

- ✓ Calibración del detector angular.
- ✓ Determinación del tiempo de oscilación de un péndulo de torsión sin amortiguación.
- ✓ Determinación de la constante de gravitación.



COMPONENTES:

- ◆ Unidad Balanza Cavendish, conexión USB
- ◆ Bolas de plomo de 56mm \varnothing , 1 kg (2x)
- ◆ Bolas de plomo de 13,4mm \varnothing , 15g (2x)
- ◆ Espiga de calibración
- ◆ Hilo de Tungsteno 25 μm \varnothing , 1,7m
- ◆ Nivel de burbuja
- ◆ Software para toma de datos



EXPERIMENTO

LEY DE HOOKE

10132

Toda fuerza aplicada a un muelle produce una deformación. Cuando esta deformación es proporcional a la fuerza aplicada decimos que se verifica la ley de Hooke. Esta ley expresada matemáticamente es $F = k\Delta x$, que nos dice que la fuerza F aplicada a un muelle, produce un incremento en su longitud Δx proporcional a dicha fuerza. La cte. de proporcionalidad del muelle es k y nos indica lo rígido que es dicho muelle. Todo muelle real tiene un límite de deformación en el que pierde esta proporcionalidad (límite elástico), no cumpliendo en ese momento la ley de Hooke.

En este montaje experimental contamos con dos muelles de diferentes constantes que hay que determinar. Dichos muelles se encuentran en el interior de un tubo de metacrilato transparente que contiene una escala serigrafiada en mm. Aplicaremos diferentes pesas y mediremos la elongación sufrida por el muelle verificando la ley de Hooke y calculando la constante del muelle.

En un segundo experimento analizamos el comportamiento dinámico del muelle. El periodo de la oscilación es

$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, en donde k es la constante del muelle. Midiendo el periodo de las oscilaciones podremos calcular la constante k y compararla con la obtenida anteriormente.

COMPONENTES:

- ◆ Dispositivos para la ley de Hooke con muelle de 10N/m
- ◆ Dispositivos para la ley de Hooke con muelle de 20N/m
- ◆ Porta-pesas
- ◆ Pesa de 10g (8x)
- ◆ Pesa de 20g (5x)
- ◆ Cronómetro digital
- ◆ Trípode con varilla
- ◆ Nuez con gancho

EXPERIMENTOS:

- ✓ Ley de Hooke.
- ✓ Oscilaciones armónicas.



EXPERIMENTO

PLANO INCLINADO

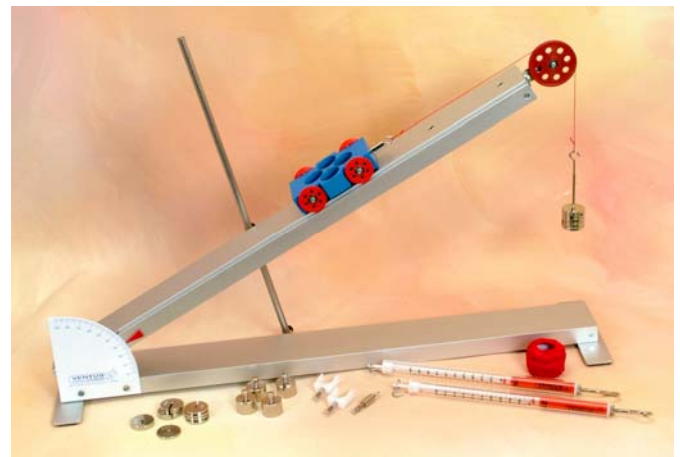
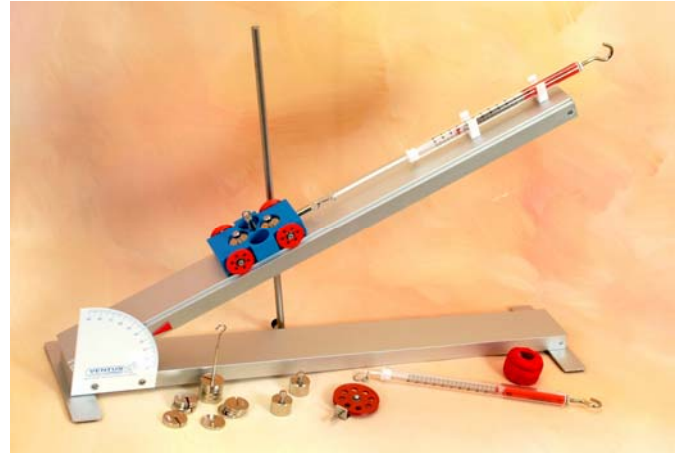
10144

Robusto y con gran estabilidad. Realizado en aluminio con sistema de bisagra y varilla de fijación que permite un ajuste de los ángulos con gran precisión desde 0 hasta 90°. Ideal para experimentos cuantitativos de estática.

En el primer experimento usamos dos dinamómetros para medir la fuerza tangencial (F_t) y normal (F_n) al plano en función del ángulo (α) de inclinación desde 0 hasta 90° manteniendo constante la masa del carro. Se verifica $F_t = P_c \text{sen}(\alpha)$ y $F_n = P_c \text{cos}(\alpha)$ en donde $P_c = m_c g$ es el peso del carro y m_c la masa.

En el segundo experimento usamos un dinamómetro para medir la fuerza tangencial F_t en función de la masa del carro m_c manteniendo constante el ángulo de inclinación. Se verifica $F_t = \text{sen}(\alpha) g m_c$. Si fijamos $\alpha = 30^\circ$ entonces $F_t = (g/2) m_c$. La masa del carro se varía introduciendo pesas en su interior. De la representación gráfica de F_t en función de m_c podemos verificar el valor de g .

En el tercer experimento usamos la polea y un juego de pesas con portapesas y medimos, para cada masa suspendida del portapesas, el ángulo al que se equilibran las fuerzas, manteniendo constante la masa del carro. Esa medida de α es tal que la componente tangencial del peso del carro $F_t = P_c \text{sen}(\alpha)$ se iguala al peso del portapesas $P_p = m_p g$ en donde m_p es la masa aplicada con el portapesas. Se trazaré la gráfica de P_p en función de α y se comparará con la realizada en el primer experimento. En este experimento se analiza el porqué el plano inclinado actúa como máquina simple ya que siempre $P_p < P_c$ excepto en $\alpha = 90^\circ$.

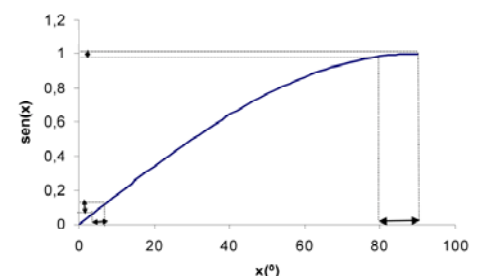


COMPONENTES:

- ◆ Plano Inclinado de 60 cm de longitud con escala 0-90°
- ◆ Polea de bajo rozamiento
- ◆ Clip fijación dinamómetro (2x)
- ◆ Carro de 180g con ruedas que incorporan microrodamientos de bajo rozamiento
- ◆ Pesa adicional de 50g para introducir en el carro (4x)
- ◆ Gancho de 10g con banana para carro (2x)
- ◆ Portapesas de 50g
- ◆ Pesa de 5g (2x)
- ◆ Pesa de 10g
- ◆ Pesa de 20g (9x)
- ◆ Hilo
- ◆ Dinamómetros de 2N. Resolución 0,02 N (2x)

EXPERIMENTOS:

- ✓ Fuerzas en el plano inclinado en función del ángulo.
- ✓ Fuerzas en el plano inclinado en función de la masa.
- ✓ Plano inclinado como máquina simple, equilibrio de fuerzas.



EXPERIMENTO

2ª LEY DE NEWTON - CARRIL DE DINÁMICA 10154

Mediante el uso de un carrito de bajo rozamiento y un sistema de contador digital con fotopuertas mediremos con precisión las posiciones y velocidades del carrito. En una primera serie de experimentos analizamos la dinámica en un plano inclinado y medimos:

- Relación entre espacio recorrido y tiempo empleado para un ángulo de inclinación (α) fijo: $s(t) = \frac{1}{2}(g \operatorname{sen} \alpha)t^2$,
- Relación entre el ángulo de inclinación y el tiempo empleado en recorrer una distancia fija: $\operatorname{sen} \alpha = \frac{2s}{g t^2}$.

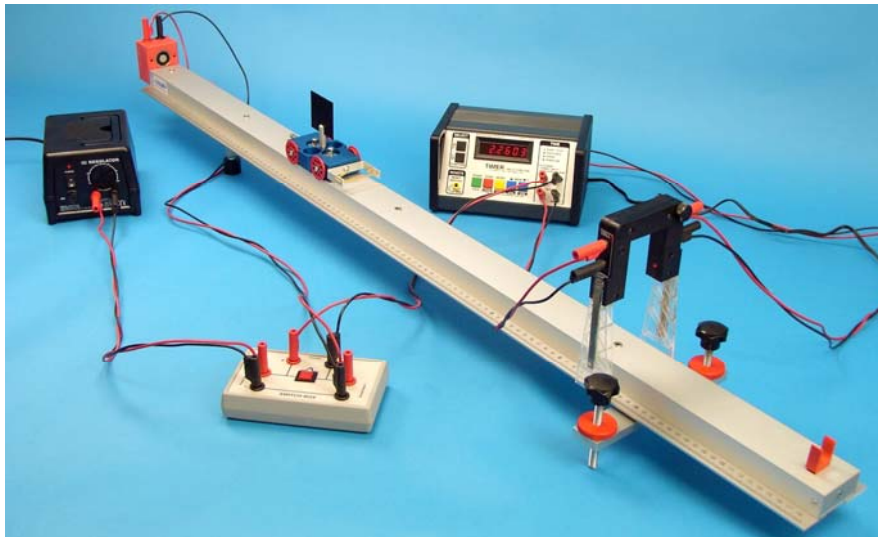
En otra serie de experimentos usamos adicionalmente una polea y un juego de pesas para acelerar el carro y realizaremos las siguientes mediciones:

- Distancias recorridas y velocidades en función del tiempo para masa del carro (M) y masa impulsora (m) constantes:

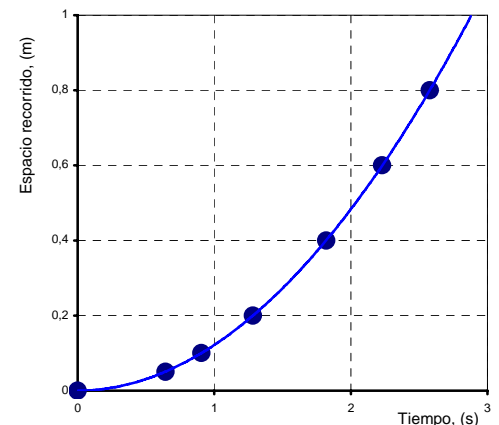
$$s(t) = \frac{1}{2} \left(\frac{m}{m+M} \right) g t^2, \quad v(t) = \left(\frac{m}{m+M} \right) g t,$$

- Aceleración en función de la masa inercial ($m+M$) para una fuerza aceleradora (mg) constante: $a = mg \left(\frac{1}{m+M} \right)$,

- Aceleración en función de la fuerza aceleradora para una masa inercial constante: $a = \left(\frac{1}{m+M} \right) mg$



Espacio recorrido en función del tiempo en el plano inclinado



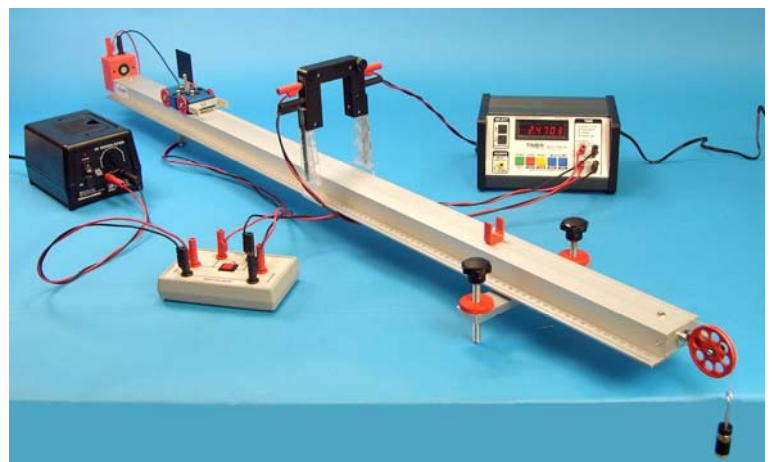
COMPONENTES:

11532 Riel de dinámica:

- ◆ Riel de aluminio de 120 cm con escala y patas niveladoras
- ◆ Tope en forma de "U" con banana (2x)
- ◆ Juego de 4 bloques diferente altura para inclinación
- ◆ Polea con micro-rodamiento
- ◆ Carrete de hilo
- ◆ Juego de pesas con portapesas para aceleración: 2-21g
- ◆ Carro con micro-rodamientos, masa: 180g
- ◆ Pesa adicional para carro, masa: 50g (4x)
- ◆ Pantalla interrupción 50mm, masa: 10g
- ◆ Horquilla en U con goma y banana, masa: 10g

11537 Sistema cronométrico para riel:

- ◆ Electroimán y accesorios para lanzador electromagnético
- ◆ Fuente de alimentación regulada y variable
- ◆ Módulo con pulsador
- ◆ Fotopuerta adaptable a riel (2x)
- ◆ Contador digital con memorias, res. 0,1ms
- ◆ Juego de cables



EXPERIMENTOS:

- ✓ Leyes de Newton.
- ✓ Movimiento uniforme.
- ✓ Movimiento uniformemente acelerado.
- ✓ Estudio dinámico del plano inclinado.

EXPERIMENTO

CHOQUES - CARRIL DE DINÁMICA

10157

Mediante el uso de dos carritos de bajo rozamiento de masas m_1 y m_2 y un sistema de contador digital con fotopuertas mediremos con precisión las velocidades de los carros antes y después de cada colisión. La masa del carrito 1 (m_1) será siempre constante mientras que la del carrito 2 (m_2) la iremos variando. El carrito 1 tendrá una velocidad inicial siempre constante, mientras que la velocidad inicial del carrito 2 será siempre nula. En un primer experimento estudiaremos los **choques elásticos**, realizaremos las siguientes gráficas y verificaremos la conservación del momento y la energía: Momentos iniciales y finales en función del cociente m_1/m_2 . Ídem para las energías iniciales y finales. Comparación con los

valores teóricos: $p_{1f} = -\frac{1}{2}\left(1 - \frac{m_1}{m_2}\right)p_{2f}$, $p_{2f} = \frac{2}{1 + \frac{m_1}{m_2}}p_{1i}$, $E_{1f} = \frac{p_{1f}^2}{2m_1}$ y $E_{2f} = \frac{p_{2f}^2}{2m_2}$

En un segundo experimento estudiaremos los **choques inelásticos**, realizaremos las siguientes gráficas y verificaremos la conservación del momento pero no de la energía: Momentos iniciales y finales en función del cociente m_1/m_2 . Ídem para

las energías iniciales y finales. Comparación con los valores teóricos: $p_{1f} = \frac{1}{1 + \frac{m_2}{m_1}}p_{1i}$, $p_{2f} = \frac{1}{1 + \frac{m_1}{m_2}}p_{1i}$, $E_{1f} = \frac{p_{1f}^2}{2m_1}$ y $E_{2f} = \frac{p_{2f}^2}{2m_2}$

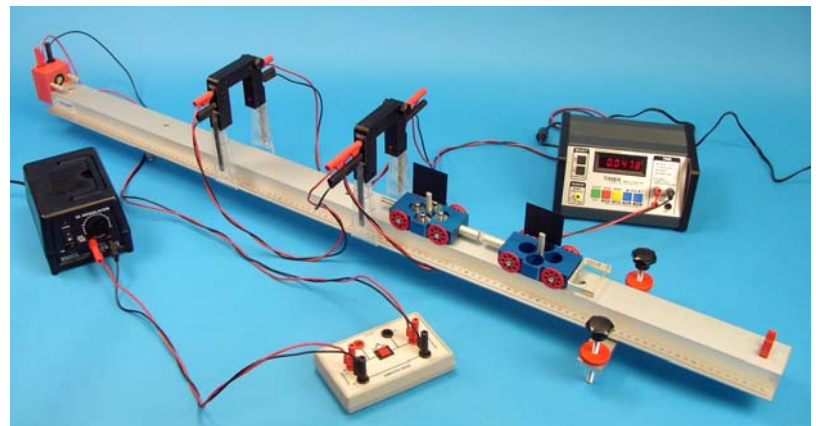
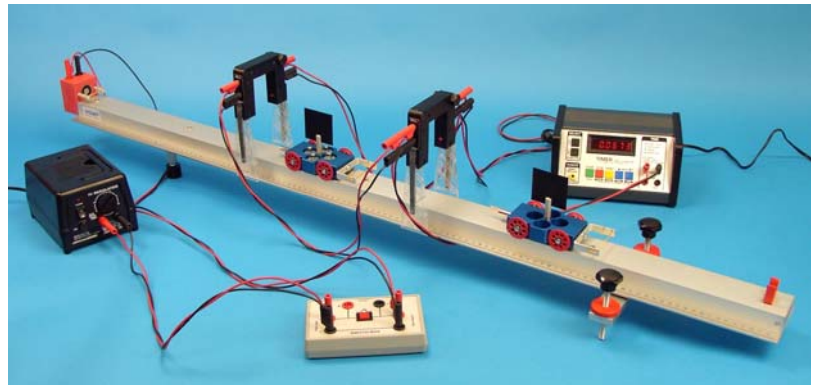
COMPONENTES:

11532 Riel de dinámica + 11535 Ampliación:

- ◆ Riel de aluminio con escala y patas niveladoras, 120cm
- ◆ Tope en forma de "U" con banana
- ◆ Juego de 4 bloques diferente altura para inclinación
- ◆ Polea con micro-rodamiento
- ◆ Carrete de hilo
- ◆ Juego de pesas con portapesas para aceleración: 2-21g
- ◆ Carro con microrodamientos, masa: 180g (2x)
- ◆ Pesa adicional para carro, masa: 50g (8x)
- ◆ Pantalla interrupción 50mm, masa: 10g (2x)
- ◆ Horquilla en U con goma elástica y banana, masa: 10g (2x)
- ◆ Placa rectangular con banana, masa: 10g
- ◆ Aguja con banana, masa: 10g
- ◆ Cilindro con plastilina y banana, masa: 10g
- ◆ Pantalla interrupción con ventana 10mm, masa: 10g
- ◆ Gancho con banana, masa: 10g

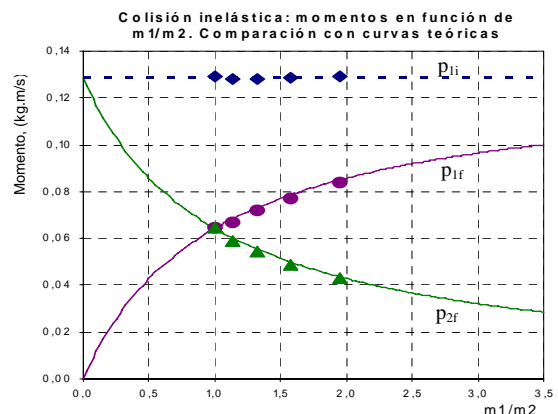
11537 Sistema cronométrico para riel:

- ◆ Electroimán y accesorios para lanzador electromagnético
- ◆ Fuente de alimentación regulada y variable
- ◆ Módulo con pulsador
- ◆ Fotopuerta adaptable a riel (2x)
- ◆ Contador digital con memorias, res. 0,1ms
- ◆ Juego de cables



EXPERIMENTOS:

- ✓ Choques elásticos. Análisis de momentos y energías.
- ✓ Choques inelásticos. Análisis de momentos y energías.

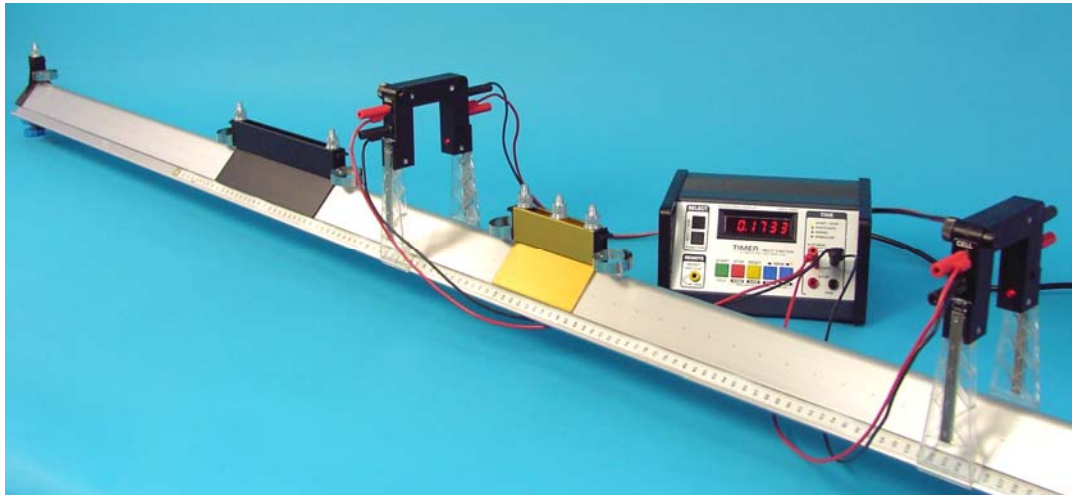


EXPERIMENTO

MOVIMIENTO UNIDIMENSIONAL

10162

Con el carril de aire se pueden realizar multitud de experimentos de forma fácil y precisa debido al rozamiento prácticamente nulo. Se trata de un perfil de aluminio de 2m. de longitud con regla de medición y orificios por los que fluye el aire suministrado por un soplador de potencia regulable. Los deslizadores (2x de 200 mm y 2x de 100 mm) y los accesorios (muelles, imanes, pantallas interruptoras, pesas adicionales, etc.) tienen una relación de peso conocida para facilitar los cálculos. Las medidas de velocidad o tiempos de tránsito se realizan con un contador digital (resolución 0,1 ms) y dos puertas fotoeléctricas que se acoplan directamente al perfil de aluminio.



COMPONENTES:

- ◆ Carril de aire de 2m
- ◆ Accesorios (deslizadores, muelles, pantallas, pesas, etc.)
- ◆ Soplador regulable
- ◆ Contador digital 0,1 ms
- ◆ Puertas fotoeléctricas con soportes para fijar al carril
- ◆ Cables de Conexión



EXPERIMENTOS:

- ✓ Movimiento rectilíneo uniforme y acelerado. Leyes de Newton.
- ✓ Conservación de la cantidad de movimiento.
- ✓ Choques elásticos e inelásticos. Momento y energía.
- ✓ Plano inclinado. Transformación de la energía potencial gravitatoria en energía cinética.
- ✓ Movimiento armónico simple de dos masas unidas entre sí por un muelle.
- ✓ Oscilaciones de un sistema múltiple de masas unidas entre sí por muelles.

EXPERIMENTO

CAÍDA LIBRE

10170

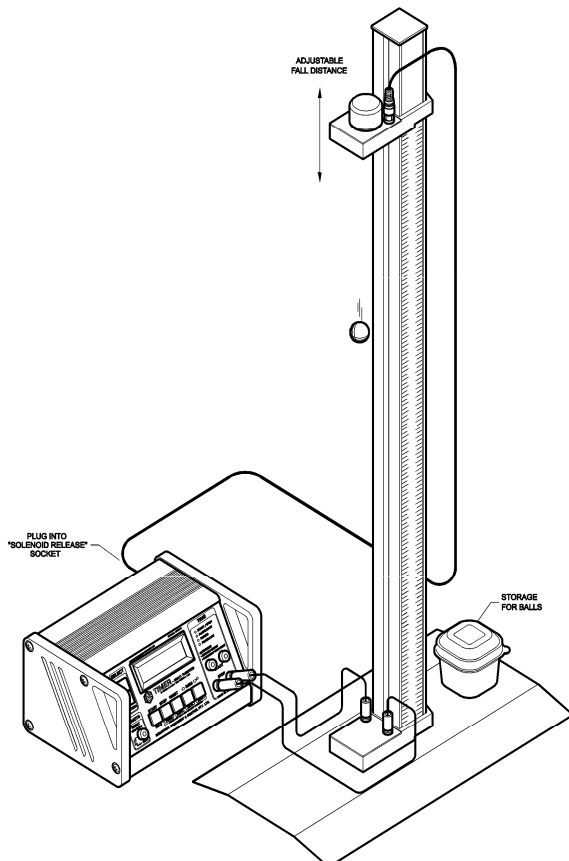
Equipo Para obtener unos resultados excelentes en la medida de la aceleración de la gravedad "g".

Base soporte con un riel graduado de 1m de longitud. En la plataforma superior está situado un electroimán que es el que retiene o desprende la bola de acero. La altura de dicha plataforma se puede variar a lo largo del riel graduado con gran precisión. En la parte inferior está situada otra plataforma con un sensor de contacto. Con ayuda del contador digital se mide el tiempo de caída de la bola con gran precisión (precisión del contador 0,1 ms) desde la plataforma superior a la inferior. El propio contador dispone de una salida para alimentar el electroimán y un interruptor para soltar la bola y empezar a contar automáticamente. El contador dispone de memoria para almacenar medidas consecutivas y tiene una función que realiza la media de dichos valores.

Se incluyen dos bolas de diferentes diámetros para demostrar que la aceleración no depende de la masa del objeto.

COMPONENTES:

- ◆ Aparato de caída libre de 1m. con electroimán
- ◆ Bola de acero (2x)
- ◆ Contador digital 0,1 ms
- ◆ Cables de conexión



EXPERIMENTOS:

- ✓ Medición de la aceleración de la gravedad "g".
- ✓ Estudio de la dependencia de "g" con la masa .

EXPERIMENTO

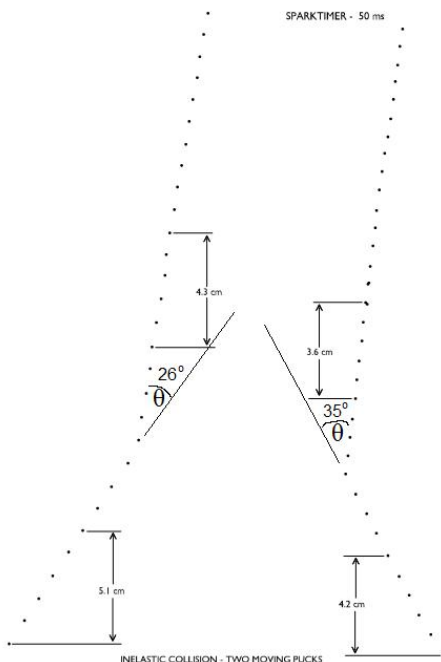
MOVIMIENTO BIDIMENSIONAL

10178

La mesa neumática consiste en una superficie de vidrio sobre la que se mueven sin apenas fricción unos deslizadores neumáticos posibilitando todo tipo de estudios de dinámica en dos dimensiones.

El generador de chispas digital posibilita la elección de la frecuencia de las chispas que harán una marca sobre el papel de registro que ocupa la superficie de la tabla. Después se analizan los datos sobre el papel de registro. El lanzador eléctrico permite la impulsión de un deslizador con una fuerza constante y variable en ángulos (90°) permitiendo experimentos reproducibles.

Los diferentes accesorios permiten realizar todo tipo de choques elásticos, inelásticos y semi-elásticos, medida de la aceleración de la gravedad "g", trayectorias elípticas gravitacionales, así como el estudio de diferentes movimientos: acelerado, rectilíneo, armónico, parabólico, etc...



EXPERIMENTOS:

- ✓ Movimiento uniforme y acelerado.
- ✓ Masa gravitacional e inercial.
- ✓ Conversión de energía potencial y cinética.
- ✓ Fuerza centrípeta.
- ✓ Movimiento parabólico.
- ✓ Tiro parabólico de proyectiles.
- ✓ Movimiento armónico simple.
- ✓ Centro de masas de un sistema de partículas.
- ✓ Explosiones.
- ✓ Colisiones elásticas, semi-elásticas e inelásticas.

COMPONENTES:

- ◆ Mesa de experimentación con superficie de vidrio de 58x58cm, con patas niveladoras, brazo en ángulo, cabeza distribuidora de aire con tubos flexibles con conexiones eléctricas
- ◆ Deslizadores metálicos 550g (2x)
- ◆ Generador de chispas digital con interruptor de pedal
- ◆ Compresor de aire
- ◆ Accesorios: Pesa suplementaria para deslizador, postes con rosca (4x), poste para movimiento circular con ventosa, polea con soporte, muelles (2x), ganchos dobles para muelles (2x), lanzador manual de deslizadores, bandas elásticas (2x) y collarín con velcro
- ◆ Guía para limitar movimiento deslizadores
- ◆ Hojas de papel de carbón (2x)
- ◆ Hojas de papel de impresión (100x)



EXPERIMENTO

FUERZAS CENTRALES

10185



Se trata de un carrito con ruedas que desliza sobre un riel de aluminio graduado que a su vez rota sobre un eje fijo. La rotación se realiza mediante un motor eléctrico de velocidad variable. La fuerza centrípeta F_c que actúa sobre el carrito se mide con la ayuda de un dinamómetro situado en el eje fijo. Se realizan las mediciones del valor de la fuerza centrípeta en función de la masa del carrito y de la velocidad de rotación para verificar la relación $F_c = m\omega^2 r$.

Para calcular la velocidad angular se mide con un cronómetro el tiempo empleado en realizar por ejemplo 5 vueltas del riel (opcionalmente se podría usar una fotopuerta) y dividiendo entre 5 obtenemos el periodo de rotación T . La velocidad angular es

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

EXPERIMENTOS:

- ✓ Velocidad angular.
- ✓ Medición de la fuerza centrífuga en función del radio.
- ✓ Medición de la fuerza centrífuga en función de la velocidad angular.
- ✓ Medición de la fuerza centrífuga en función de la masa.
- ✓ Fuerza aparente.

COMPONENTES:

- ◆ Aparato para fuerza centrífuga: riel de aluminio, carrito, pesas, dinamómetro, polea, eje con rodamientos, hilo y escala.
- ◆ Motor eléctrico con correa
- ◆ Fuente de alimentación, 1,5-15 VCC
- ◆ Pinza de mesa (2x)
- ◆ Juego de cables
- ◆ Cronómetro



EXPERIMENTO

MOMENTO DE INERCIA

10190

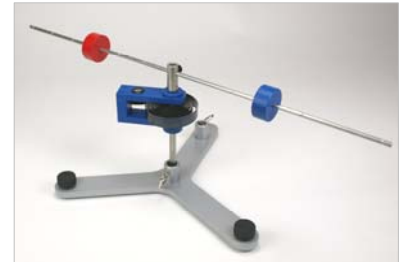
El momento de inercia queda determinado a partir del periodo de oscilación de un eje de torsión, en el que se ha insertado el cuerpo de prueba y que está unido con el soporte mediante un fleje espiral. El sistema es excitado para obtener oscilaciones armónicas. A partir del periodo de oscilación T y con la constante de torsión angular C se calcula el momento de inercia I del cuerpo de prueba según la fórmula:

$$I = C (T/2\pi)^2$$

En uno de los experimentos se determina el momento de inercia de una "masa puntual" en función de la distancia r al eje de rotación. Para ello se usa una varilla con dos masas situadas simétricamente.

En otro experimento se comparan los momentos de inercia del cilindro hueco, con el cilindro macizo y la bola maciza.

En un último experimento se realiza la verificación experimental del teorema de Steiner tomando como ejemplo un disco circular plano. Para ello se miden los momentos de inercia a diferentes distancias del eje de rotación respecto al eje de simetría del disco y se compara con el momento de inercia alrededor del centro de simetría.



COMPONENTES:

- ◆ **Dispositivos para momento de inercia:**
 - Eje de torsión
 - Varilla con hendiduras
 - Masa deslizante (2x)
 - Disco metálico con orificios
- ◆ **Cuerpos para momento de inercia:**
 - Bola de madera
 - Disco de madera
 - Cilindro de madera
 - Cilindro hueco metálico
 - Plataforma para cilindros
- ◆ Cronómetro digital
- ◆ Base soporte



EXPERIMENTOS:

- ✓ Definición del momento de inercia.
- ✓ El momento de inercia y la forma de un cuerpo.
- ✓ Comprobación del teorema de Steiner.

EXPERIMENTO

MOVIMIENTO CIRCULAR

10194

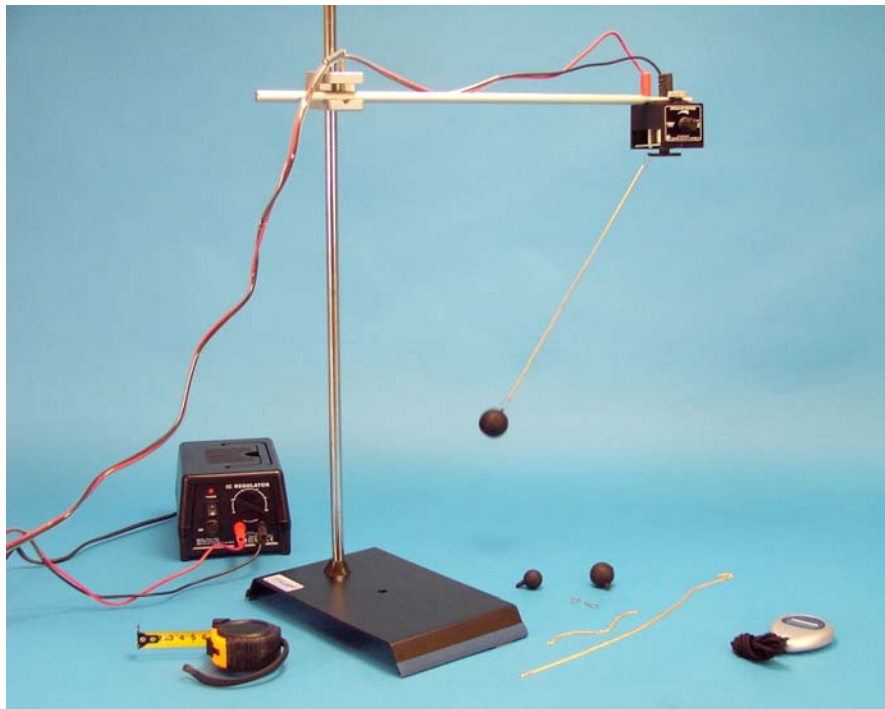
Experimento intuitivo para el estudio de las leyes que gobiernan el movimiento circular. Se llega a comprender el concepto de fuerza centrípeta y velocidad angular.

Un motor con regulación electrónica mantiene una rotación constante de la bola suspendida. Se toman medidas del peso de la bola, longitud del hilo, ángulo formado con la vertical y periodo de rotación; analizando así con precisión las leyes del movimiento circular.

En el primer experimento se estudia la relación existente entre el ángulo de giro (o la fuerza aplicada) y la frecuencia de giro manteniendo constante la longitud del hilo.

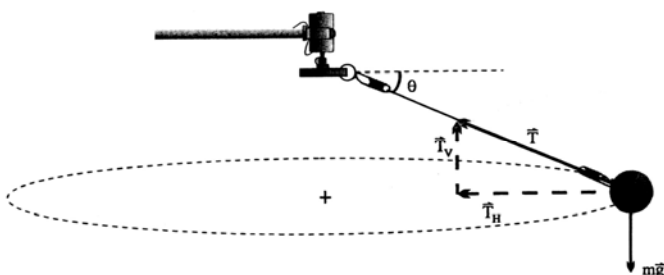
En el segundo experimento estudiamos la relación entre el ángulo de giro y la longitud del hilo manteniendo la frecuencia constante.

En el último experimento analizamos la influencia en el ángulo de giro con la masa que describe el movimiento circular.



COMPONENTES:

- ◆ Motor con regulación
- ◆ Bola de goma de diferentes pesos (3x)
- ◆ Cadenas con diferentes longitudes (3x)
- ◆ Cronómetro digital
- ◆ Cinta métrica
- ◆ Base soporte con varilla
- ◆ Nuez doble
- ◆ Cables de experimentación
- ◆ Fuente de alimentación



EXPERIMENTOS:

- ✓ Ángulo en función de la frecuencia de giro.
- ✓ Ángulo en función de la longitud del hilo.
- ✓ Ángulo en función de la masa en movimiento.

EXPERIMENTO

PÉNDULO MATEMÁTICO

10214

De la resolución de la ecuación que rige el movimiento del péndulo simple (masa puntual suspendida de un hilo de masa despreciable) se extrae la siguiente expresión para el periodo:

$$T = 2\pi\sqrt{l/g} \left(1 + \frac{1}{4} \frac{\text{sen}^2 \alpha_0}{2} + \frac{9}{64} \frac{\text{sen}^4 \alpha_0}{2} + \dots \right) \quad (1)$$

donde T es el periodo del péndulo, l su longitud, g la aceleración de la gravedad y α_0 el ángulo máximo de oscilación del péndulo. Para

valores pequeños de α_0 nos podemos quedar en la aproximación

$$\text{de } T = 2\pi\sqrt{l/g} \quad (2)$$

Nuestro péndulo consiste en una bola de acero suspendida de un hilo de masa despreciable con respecto a la masa de la bola. Analizamos la influencia en el periodo del péndulo de las diferentes variables: masa, longitud y ángulo máximo de oscilación.

Mediante el uso de dos bolas de diferente masa comprobamos que el periodo no depende de la masa que está suspendida.

El siguiente paso es medir el periodo en función de la longitud del hilo y verificar la ecuación (2). De aquí calcularemos el valor experimental de la aceleración de la gravedad.

Por último analizaremos de manera cualitativa la influencia del ángulo máximo de oscilación α_0 sobre el periodo del péndulo y veremos que para ángulos grandes hemos de tener en cuenta los diferentes términos de la ecuación (1).

COMPONENTES:

- ◆ Bola con gancho grande
- ◆ Bola con gancho pequeña
- ◆ Trípode con varilla
- ◆ Nuez tridimensional
- ◆ Mordaza con varilla
- ◆ Hilo
- ◆ Cronómetro digital
- ◆ Cinta métrica



EXPERIMENTOS:

- ✓ Periodo en función de la masa.
- ✓ Periodo en función de la longitud. Medida de la constante de gravedad "g".
- ✓ Análisis cualitativo del periodo en función del ángulo de giro.

EXPERIMENTO

PÉNDULO DE FOUCAULT

10217

Péndulo para comprobación cualitativa y cuantitativa de la rotación de la tierra por medio de la observación de la rotación del plano de oscilación.

Para evitar oscilaciones elípticas, el hilo del péndulo choca contra un anillo de Charron en cada oscilación. La posición del plano de oscilación se puede leer con alta exactitud por medio de la proyección de la sombra del hilo sobre una escala angular. Después de un corto tiempo se puede observar una rotación del plano de oscilación. Para tiempos de observación largos, la amortiguación de la oscilación se puede compensar por medio de una excitación electromagnética sin saltos que actúa de forma automática mediante el uso de una fotocélula situada en la base del aparato.

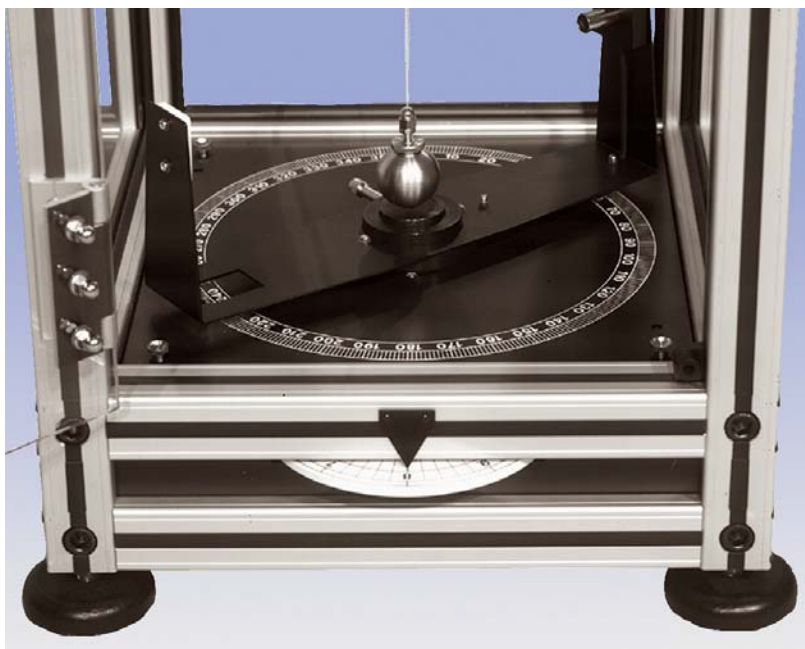
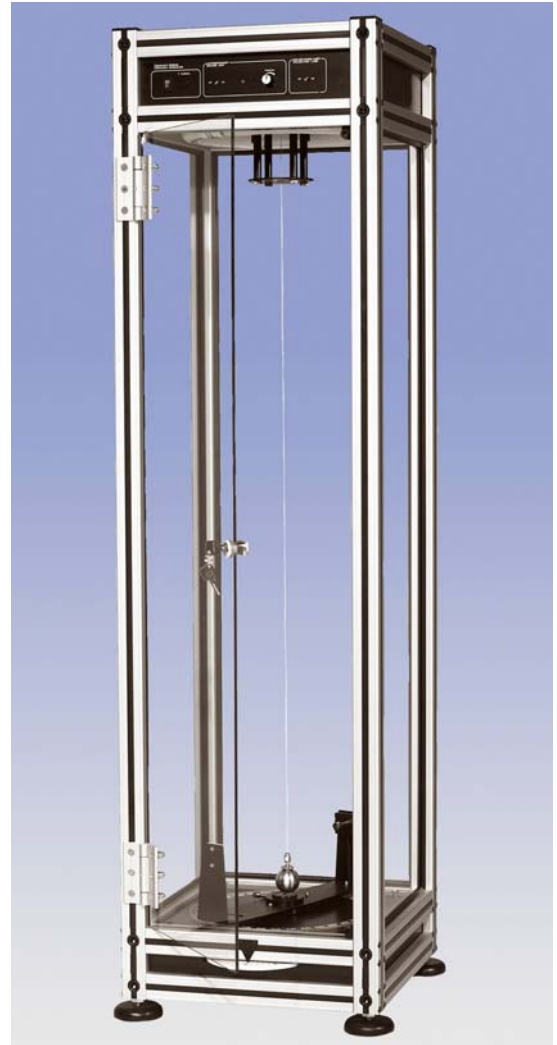
La velocidad angular de rotación del péndulo w es $w = w_T \cdot \sin \theta$

siendo w_T la velocidad angular de la Tierra ($360^\circ/\text{día}$) y θ el ángulo de latitud del lugar de experimentación. En una sesión de laboratorio de 1 hora se mide el ángulo de rotación del plano de oscilación y se compara con el valor teórico.

El diseño decorativo en una carcasa metálica con ventanas de vidrio en todos los lados y con iluminación interna hace del aparato un punto de atracción interesante.

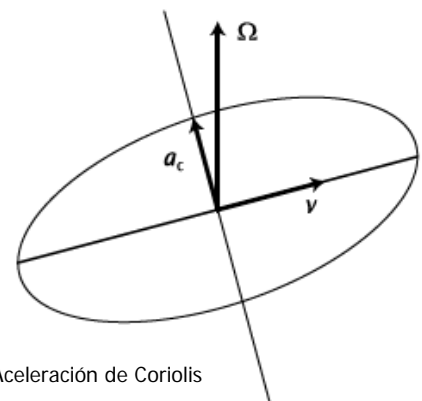
COMPONENTES:

- ◆ Péndulo de Foucault en armario vitrina:
 - Longitud del péndulo: 1200 mm
 - Peso del péndulo: 230 g
 - Diámetro: 38 mm
 - Orientación vertical: por medio de cuatro pies de nivelación
 - Resolución angular: $0,1^\circ$
 - Dimensiones: $400 \times 400 \times 1400 \text{ mm}^3$
 - Peso aprox.: 40 kg



EXPERIMENTOS:

- ✓ Rotación de la tierra.
- ✓ Oscilación de un péndulo.
- ✓ Fuerza de Coriolis.



Aceleración de Coriolis

EXPERIMENTO

PÉNDULO DE TORSIÓN DE POHL

10223

El sistema oscilante se compone de una rueda de cobre con un muelle espiral. El péndulo giratorio se activa por medio de un motor eléctrico de velocidad variable. Para la atenuación se emplea un freno de corrientes parásitas de intensidad variable. Posee un anillo graduado con ranuras, indicador en el excitador y resonador para medir desfases.

En el primer experimento se investigan las oscilaciones armónicas libres del tipo: $\phi = \phi_0 e^{-\delta t} \cos \omega t$ en donde $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$ y ω_0 es la frecuencia propia del péndulo de torsión.

Se mide el periodo de oscilación T y la constante δ mediante el ajuste de la recta $\ln \phi = \ln \phi_0 - \delta T$ y de esta manera conocemos ω . Una vez conocido δ y ω podemos calcular la frecuencia de oscilación ω_0 mediante la relación $\omega^2 = \omega_0^2 - \delta^2$. Podemos ajustar el valor de δ hasta conseguir el límite aperiódico.

En el segundo experimento estudiamos las oscilaciones forzadas mediante la aplicación de un momento armónico de frecuencia ω_f . Para mostrar el comportamiento resonante se realiza la gráfica de las amplitudes de oscilación en función

de la frecuencia ω_f para diferentes valores de δ y se la compara con la curva teórica $\phi_0 = \frac{M_0/J}{\sqrt{(\omega_f^2 - \omega_0^2) + \delta^2 \omega_f^2}}$

En el tercer experimento se estudia la transición entre oscilaciones armónicas forzadas y oscilaciones caóticas. Para ello se coloca una pesa adicional en el disco rotatorio creando así dos posibles frecuencias de oscilación.



COMPONENTES:

- ◆ Péndulo de Pohl
- ◆ Fuente de alimentación
- ◆ Alimentador electrónico 12V
- ◆ Multímetro digital (2x)
- ◆ Cronómetro digital
- ◆ Juego de cables

Alternativa para mediciones en oscilaciones caóticas (no incluido):

- ◆ Sistema de adquisición de datos EASYSense



EXPERIMENTOS:

- ✓ Oscilaciones torsionales libres periódicas y aperiódicas (comportamiento asintótico). Cálculo de la frecuencia de oscilación libre y constante de amortiguación.
- ✓ Oscilaciones torsionales forzadas. Se realiza la gráfica de la amplitud de las oscilaciones en función de la frecuencia para diferentes valores de la constante de amortiguamiento.
- ✓ Oscilaciones torsionales caóticas. Mediante la adición de pequeñas pesas al disco de rotación se consigue un comportamiento caótico.

EXPERIMENTO

VIBRACIONES Y ONDAS

10234

Con este equipo se realiza un estudio en profundidad de las características de las ondas mecánicas en diferentes materiales con geometrías definidas.

El dispositivo principal es un vibrador electromagnético que es alimentado mediante un generador de funciones digital. De esta manera podemos buscar las frecuencias exactas a las que se producen las resonancias de los diferentes armónicos. El vibrador puede ser usado en horizontal o en vertical y está protegido contra sobrecargas.

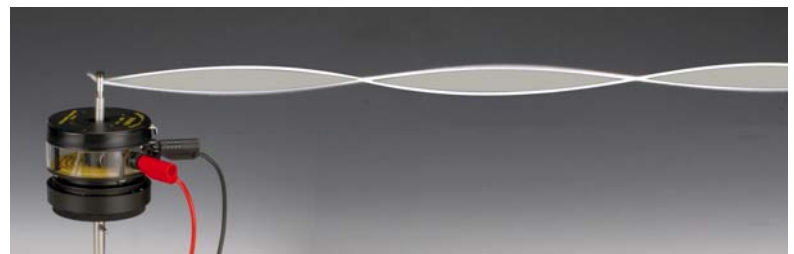


EXPERIMENTOS:

- ✓ Ondas longitudinales en un muelle.
- ✓ Ondas transversales en un cordón elástico.
- ✓ Ondas en un anillo circular (simulación átomo de Bohr).
- ✓ Ondas en dos dimensiones en una placa cuadrada y otra circular.
- ✓ Ondas en resortes laminados de diferentes longitudes con un extremo libre.

COMPONENTES:

- ◆ Generador de vibraciones
- ◆ Generador de funciones digital
- ◆ Placa de Chladni cuadrada
- ◆ Placa de Chladni redonda
- ◆ Alambre de resonancia circular
- ◆ Resortes laminados
- ◆ Cuerda de goma, 2m
- ◆ Muelle
- ◆ Juego de cables



EXPERIMENTO

OSCILACIONES LIBRES Y FORZADAS

10236

Para estudiar oscilaciones libres y forzadas hasta frecuencias coincidentes con la de resonancia. Consiste en un resorte con un imán suspendido al que se somete a un campo electromagnético de frecuencia variable por mediación de una bobina (desplazable en altura) y un generador de funciones con salida amplificada.

En uno de los experimentos medimos la frecuencia f de oscilación natural del muelle, verificando la ecuación

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{M + \frac{m}{3}}}$$

, en donde k es la constante del muelle,

M es la masa suspendida del muelle y m es la masa del muelle.

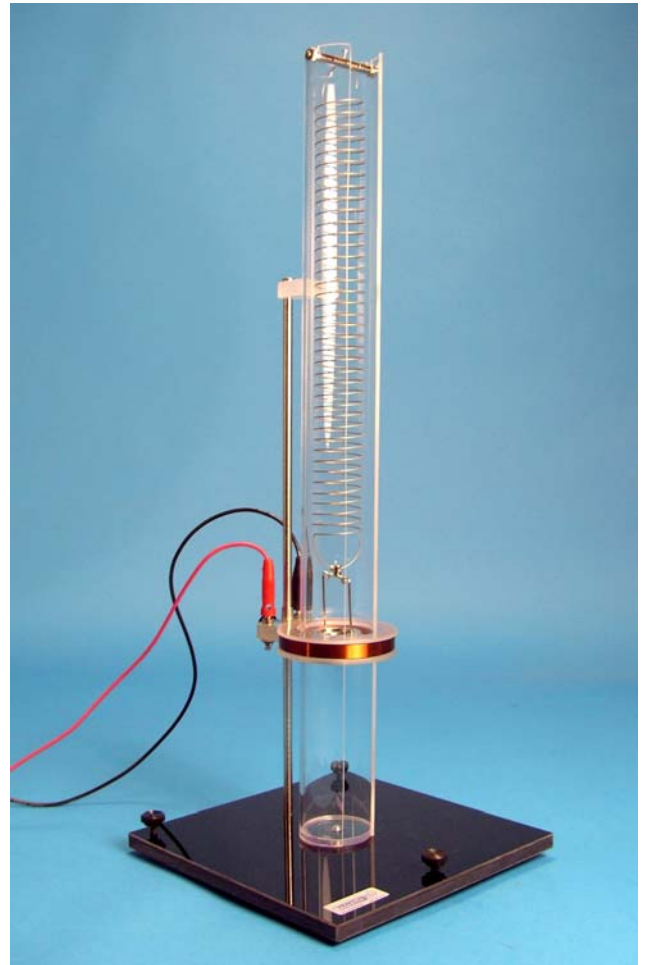
En otro experimento, mediante el uso del generador de funciones, realizamos un barrido de frecuencias y medimos tanto la frecuencia de oscilación fundamental como sus diferentes armónicos.

Midiendo la distancia entre dos nodos de la onda estacionaria y conociendo la frecuencia de resonancia f aplicada con el generador de funciones, calculamos la velocidad v de la onda mediante la relación $v = f \cdot \lambda$, en donde λ es el doble de la distancia entre dos nodos consecutivos. Esta medida de la

velocidad es comparada con el valor teórico $v = L \sqrt{\frac{k}{m}}$, en

donde L es la longitud total del muelle.

Opcionalmente, y con la ayuda de un sistema de adquisición de datos, se puede realizar el registro de la corriente inducida en la bobina por las oscilaciones libres del imán suspendido del muelle.



EXPERIMENTOS:

- ✓ Ondas longitudinales en un muelle.
- ✓ Frecuencia natural de oscilación.
- ✓ Barrido de frecuencias para ver los diferentes armónicos.
- ✓ Cálculo de la velocidad de la onda mecánica.

COMPONENTES:

- ◆ Aparato para estudio de oscilaciones, incluyendo soporte, muelle, imán y bobina desplazable en altura
- ◆ Generador de funciones digital amplificado, res. 0,05 Hz
- ◆ Juego de cables



EXPERIMENTO

CUBETA DE ONDAS

10242

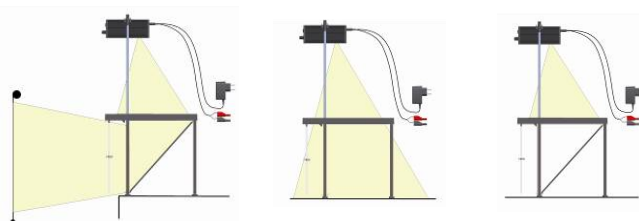
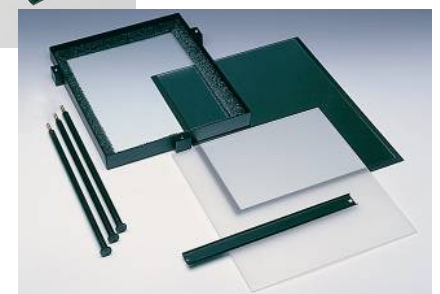


Consiste en una cubeta de vidrio con agua sobre la que, mediante el uso de un vibrador electromagnético, se generan ondas con una frecuencia y amplitud seleccionables. Una luz estroboscópica permite proyectar las ondas sobre una pantalla permitiendo "congelar" la imagen y realizar medidas. Un indicador digital en el estroboscopio muestra la frecuencia de vibración lo que permite realizar medidas cuantitativas. Las imágenes se proyectan sobre una pantalla translúcida integrada en la cubeta o bien sobre una pared. En uno de los experimentos se analiza la ecuación $v = f \cdot \lambda$, en donde v es la velocidad de propagación, f la frecuencia de vibración y λ la longitud de onda. Se toman medidas de λ para diferentes frecuencias y de dicha gráfica se calcula la velocidad de propagación v . En otro experimento se estudia la variación de la longitud de onda (y de la velocidad) en función de la profundidad del agua. En otro experimento se estudia la refracción que se produce al pasar de una zona con agua profunda a una menos profunda verificándose la relación $\frac{\text{sen}(i)}{\text{sen}(r)} = \frac{\lambda_a}{\lambda_b}$ en donde i es el

ángulo de incidencia, r el ángulo de refracción, a zona de agua profunda y b zona menos profunda. También se estudia la reflexión, verificándose que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión. En otro de los experimentos se estudia la difracción en bordes y en una rendija, analizando la influencia de la frecuencia de las ondas en la producción o no de patrones de difracción. En otro experimento se estudia la interferencia de ondas provenientes de dos puntos cercanos en los que se estén creando ondas puntuales o bien proveniente de las ondas que surgen al llegar una onda plana a una doble rendija, se estudian ambos casos y se verifica la relación $\text{sen} \theta_m = \frac{m \cdot \lambda}{d}$, en donde m es el orden de interferencia, θ_m es el ángulo entre el orden cero y el orden m , λ la longitud de onda y d la distancia entre los dos puntos de generación de ondas puntuales o bien entre rendijas.

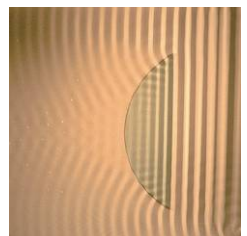
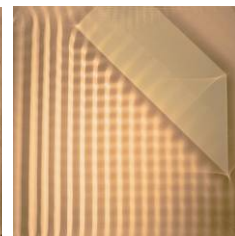
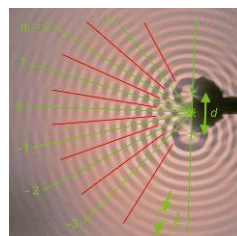
COMPONENTES:

- ◆ Cubeta de ondas con pantalla de proyección y accesorios (bloque cóncavo, convexo y trapezoidal; excitadores, barreras y cables)
- ◆ Vibrador electromagnético
- ◆ Estroboscopio luz led con regulación de frecuencia y amplitud
- ◆ Alimentador electrónico
- ◆ Base soporte para vibrador



EXPERIMENTOS:

- ✓ Velocidad de propagación.
- ✓ Velocidad en función de la profundidad de agua.
- ✓ Refracción y reflexión.
- ✓ Difracción en bordes y orificios.
- ✓ Interferencia de ondas (doble rendija).
- ✓ Efecto Dópler.



EXPERIMENTO

ONDAS SONORAS ACOPLADAS

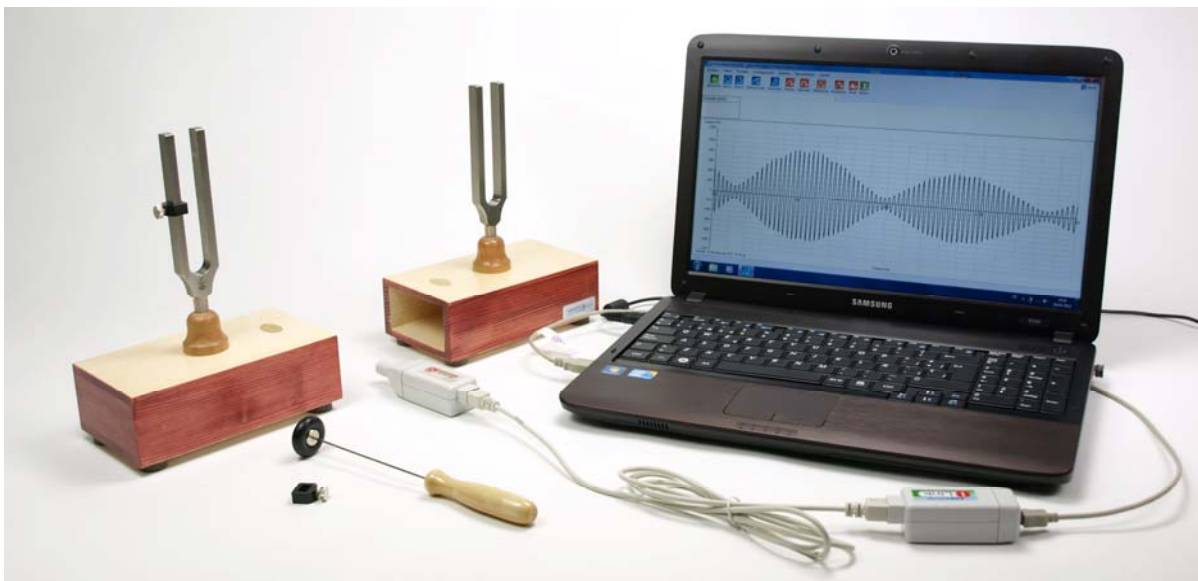
10244

Mediante el uso de una sonda de micrófono y un interface con conexión a PC registramos las ondas sonoras generadas por dos diapasones. Los diapasones están montados sobre dos cajas de resonancia que amplifican el sonido. Una pequeña pesa deslizante sobre uno de los brazos del diapasón nos permite variar ligeramente su frecuencia.

Mediremos las frecuencias de cada diapasón de manera independiente. Posteriormente aplicaremos las ondas provenientes de ambos diapasones de manera simultánea sobre la sonda de micrófono. De esta forma se producirá un acoplamiento entre ambas ondas generando una onda resultante envolvente con unos máximos que son incluso audibles. Con ayuda del PC podremos ver la onda resultante del acoplamiento y medir la distancia entre dos nodos de vibración que estarán tanto más juntos cuanto mayor sea la diferencia de frecuencias entre ambos diapasones.

Se verificará que cuando las frecuencias de ambos diapasones f_1 y f_2 difieren muy poco, la frecuencia del pulso

resultante envolvente es: $f_p = f_1 - f_2$ y la frecuencia de la onda es: $f = \frac{f_1 + f_2}{2}$.



EXPERIMENTOS:

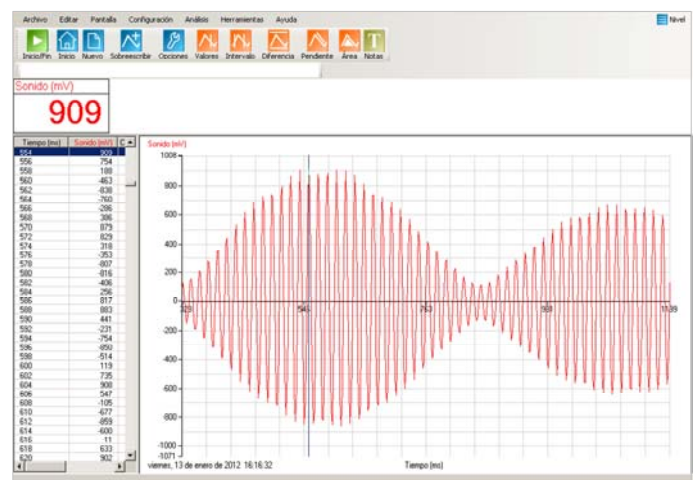
- ✓ Acoplamiento de dos ondas armónicas de frecuencias próximas entre sí.
- ✓ Determinación de la frecuencia del pulso resultante en función de las frecuencias individuales.

COMPONENTES:

- ◆ Par de diapasones con cajas de resonancia, pesas de afinación y martillo de goma.
- ◆ Consola EasySense 1 Link con software
- ◆ Sensor de sonido

Necesario, no incluido:

- ◆ Ordenador

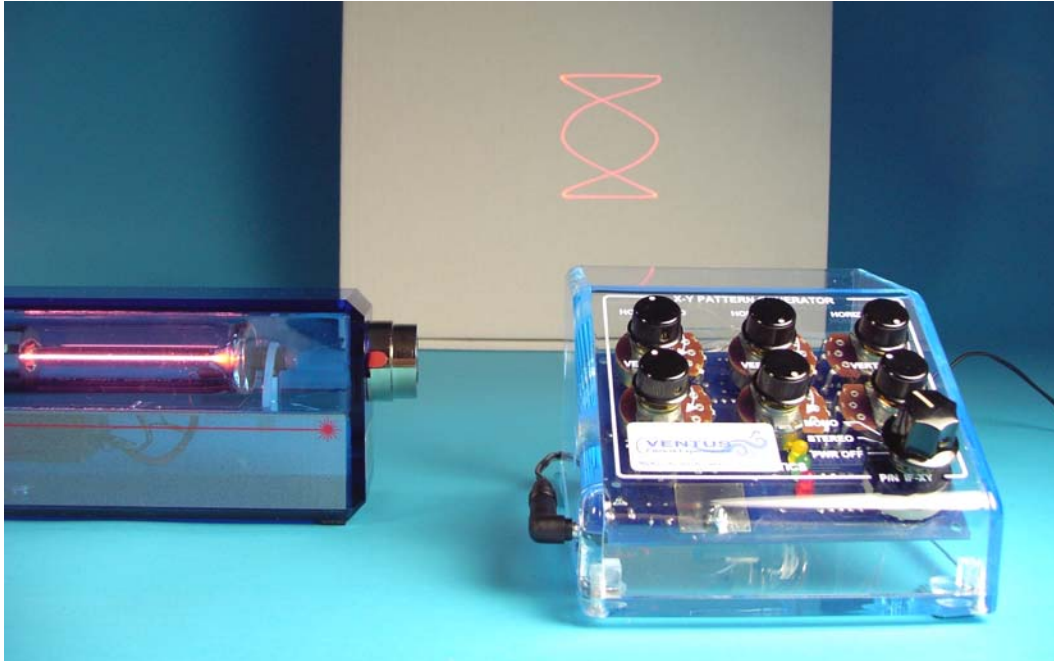


EXPERIMENTO

FIGURAS DE LISSAJOUS

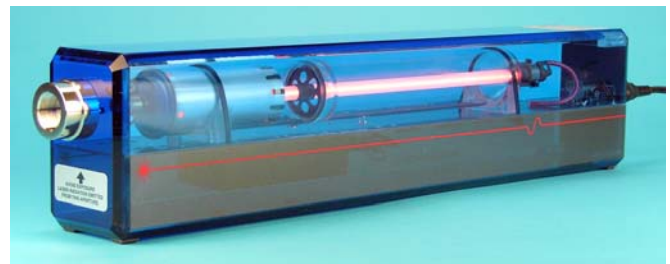
10248

El generador de patrones X-Y se compone básicamente de dos espejos dispuestos uno a 90° del otro unidos a sendos motores que oscilan en función de una señal eléctrica aplicada. Tanto la amplitud como la frecuencia aplicadas en la componente horizontal y vertical se pueden regular mediante los diferentes mandos. Variando las frecuencias horizontal y vertical conseguimos generar infinitas figuras de Lissajous demostrando así la composición de dos movimientos armónicos perpendiculares uno al otro. También existe la posibilidad de aplicar una señal externa (por ejemplo de audio) en el jack de 3,5mm que lleva incorporado el generador creando así todo tipo de figuras.



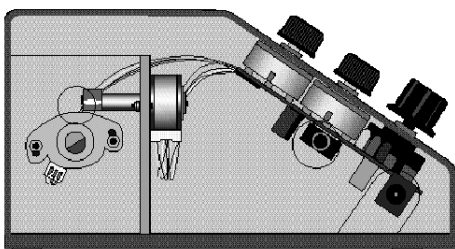
COMPONENTES:

- ◆ Generador de patrones X-Y
- ◆ Adaptador 220V CA / CC
- ◆ Láser He-Ne con carcasa transparente



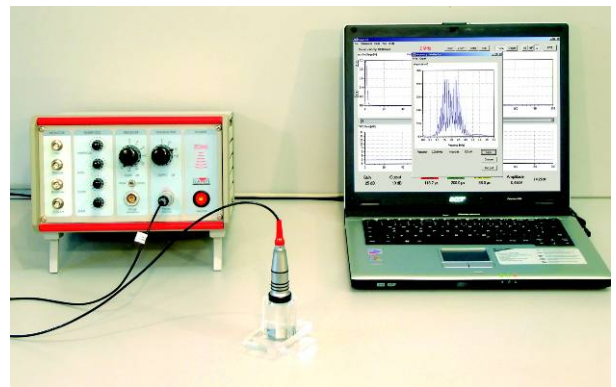
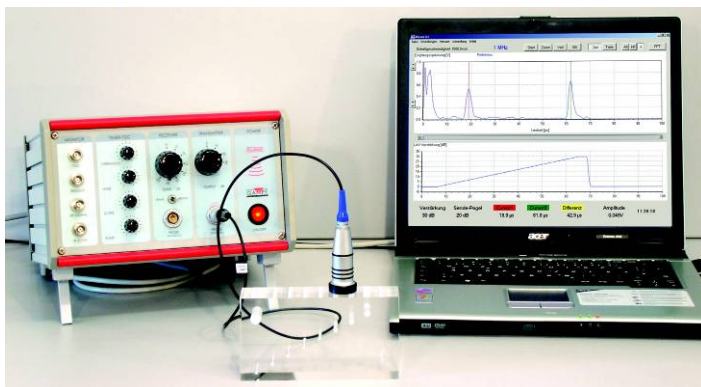
EXPERIMENTOS:

- ✓ Composición de dos movimientos armónicos simples acoplados a 90°.
- ✓ Generación de figuras de Lissajous.
- ✓ Demostración del control de un haz láser con motores y espejos.



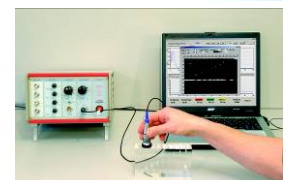
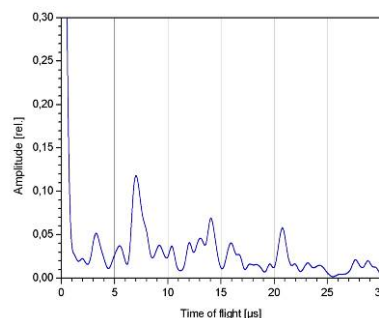
El componente principal es un **ecógrafo** con canales de emisión y recepción, con un software de análisis y con posibilidad de usar transductores de ultrasonidos de 1, 2 y 4 MHz. Permite la representación simultánea en el monitor de la señal de recepción (ecograma) y de la señal TGC (ganancia en función del tiempo), visualización de potencia de emisión, frecuencia, ganancia, transformada de Fourier, representación de imágenes B (bidimensionales) e imágenes del transcurso del tiempo. Con el equipamiento ofrecido se pueden realizar los siguientes experimentos:

Ecografía por ultrasonidos (imagen A): Determinaremos la relación entre el tiempo de vuelo de los ecos ultrasonícos, la velocidad del sonido y la distancia entre el transductor y los defectos (reflectores) de diferente tamaño de un bloque transparente con orificios. **Investigaciones espectrales:** Usando un modelo simple de reflexión múltiple en unas placas transparentes, estudiaremos la diferencia entre el espectro de un pulso y el espectro de señales periódicas. Adicionalmente se puede realizar el cepstrum a partir de la señal periódica. **Escáner de ultrasonidos (imagen B):** Se muestra la base de la generación del escaneado B (luminoso) en un objeto sencillo (bloque transparente con orificios). De ese modo se explican las características de la calidad de imagen, como zona de enfoque y poder de resolución de dispositivos ultrasonícos. **Ensayos no destructivos:** Se procederá a la localización de una discontinuidad en un material y se determinará su tamaño. Para ello deslizaremos la sonda y usaremos el diagrama DGS (distance-gain-size). **Medidas del ángulo del haz:** Se localizará una discontinuidad en aluminio. Para ello se tendrá en cuenta la longitud de la línea de retardo, la velocidad del sonido de la onda transversal y el ángulo de incidencia así como el punto de salida del haz de la línea de retardo. **Técnica de difracción del tiempo de vuelo (TOFD):** En una muestra de aluminio se llevan a cabo dos métodos de determinación de la profundidad de una fractura. Para ello se utilizará el cabezal de prueba en ángulo y los resultados de las medidas se analizarán en función de la capacidad y límite de detección de ambos métodos. **Detección de discontinuidades:** Sobre una muestra de aluminio con diferentes tipos de discontinuidades se llevarán a cabo diferentes técnicas de localización. Primero se realizará un escaneo de toda la muestra para localizar los defectos. Después, para cada discontinuidad, se analizará la señal ruido-distancia usando la sonda en posición vertical y a un ángulo determinado sucesivamente.



EXPERIMENTOS:

- ✓ Ecografía por ultrasonidos (imagen A).
- ✓ Investigaciones espectrales.
- ✓ Escáner de ultrasonidos (imagen B).
- ✓ Ensayos no destructivos.
- ✓ Medidas del ángulo del haz.
- ✓ Técnica de difracción del tiempo de vuelo (TOFD).
- ✓ Detección de discontinuidades.



COMPONENTES:

- ◆ Ecógrafo de ultrasonidos
- ◆ Sonda transductora de ultrasonidos 1 MHz
- ◆ Bloque transparente con orificios
- ◆ Sonda transductora ultrasonidos 2 MHz
- ◆ Placas transparentes de diferentes grosores
- ◆ Juego de 3 cilindros transparentes diferentes alturas
- ◆ Gel para acoplamiento de ultrasonidos
- ◆ Cilindro transparente con línea de retardo para ángulo de haz de 38°
- ◆ Bloque aluminio con cortes diferente profundidad
- ◆ Bloque aluminio con discontinuidades acústicas
- ◆ Bloque aluminio con taladro

SOLICITE CATÁLOGO ESPECÍFICO DEL SISTEMA PARA ESTUDIO DE LOS ULTRASONIDOS

EXPERIMENTO

VELOCIDAD DEL SONIDO

10266

Mediante el uso de dos micrófonos y un contador digital mediremos el paso de un impulso sonoro generado mediante el chocar de dos tablas. Conociendo la distancia de separación entre ambos micrófonos y el tiempo empleado por el pulso

sonoro en recorrer la distancia entre ambos micrófonos calcularemos de una manera directa la velocidad del sonido $v = \frac{s}{t}$.

Haciendo esta medición para diferentes distancias de separación entre micrófonos podremos realizar una gráfica y a partir de la pendiente de la recta, medir con mayor precisión la velocidad del sonido.

Compararemos estos resultados con el valor teórico de la velocidad del sonido en aire seco: $v = (331,3 + 0,606T) \frac{m}{s}$, en donde el segundo término es un factor corrector para tener en cuenta la influencia de la temperatura T .



EXPERIMENTO:

- ✓ Medida de la velocidad del sonido en el aire.

COMPONENTES:

- ◆ Contador digital 0,01 ms
- ◆ Micrófono (2x)
- ◆ Tabla para sonido
- ◆ Regla de 1m
- ◆ Zócalo soporte (2x)

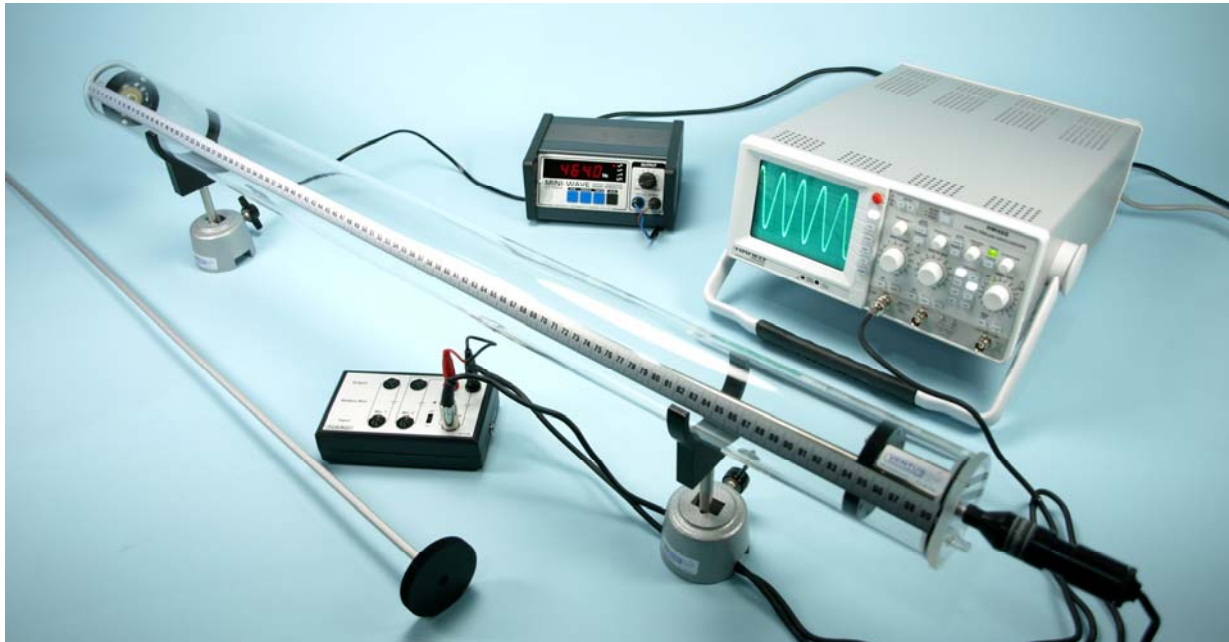


EXPERIMENTO

RESONANCIA EN EL TUBO DE KUNDT

10268

Para el estudio de ondas acústicas estacionarias en un tubo con los extremos abiertos o cerrados y de longitud variable. Como fuente de sonido se usa un altavoz alimentado por un generador de funciones amplificado. Para registrar los nodos a lo largo del tubo se usa un micrófono montado sobre una varilla que se desplaza a lo largo del tubo. La señal del micrófono es enviada a multímetro, un osciloscopio o un sistema de adquisición de datos para mostrar la intensidad y forma de la onda resonante dentro del tubo y poder medir los nodos de vibración en función de la frecuencia del altavoz. También es posible calcular la velocidad del sonido.



COMPONENTES:

- ◆ Tubo de Kundt con altavoz, 1m
- ◆ Micrófono de varilla
- ◆ Caja alimentación micrófono
- ◆ Generador de funciones con amplificador
- ◆ Multímetro digital
- ◆ Juego de cables
- ◆ Zócalo soporte (2x)

Alternativa para mediciones (no incluido):

- ◆ Osciloscopio analógico o Sistema de adquisición de datos EASYSense



Foto con componentes suministrados

EXPERIMENTOS:

- ✓ Determinación de la longitud de onda en función de la distancia entre nodos.
- ✓ Cálculo de la velocidad del sonido en el aire.

EXPERIMENTO

DENSIDAD DE LÍQUIDOS Y SÓLIDOS

10270

La Balanza de Mohr-Westphal se utiliza para la determinación de densidades líquidos y sólidos con precisión de hasta la 4ª cifra decimal. En esencia, consta de dos brazos apoyados en dos cuchillas de acero ofreciendo un rozamiento mínimo. Uno de los brazos tiene 10 posiciones equidistantes en donde se sitúan los pesos.

Para calcular la densidad de un líquido, colgamos de la balanza un cuerpo de vidrio calibrado de 10 cc. y nivelamos los brazos de la balanza. A continuación llenamos la probeta con el líquido de prueba y sumergimos en el mismo el cuerpo de vidrio sobre el que actuará, según el principio de Arquímedes, un empuje que dependerá de la densidad del líquido. Con ayuda de las pesas de precisión volveremos a nivelar la balanza anotando el peso necesario para realizarlo. Conociendo el peso equivalente del empuje m (que es la masa del fluido desalojado) y el volumen del fluido desalojado V (que coincide con el volumen del cuerpo de vidrio), tendremos que la densidad es $\rho_{\text{líquido}} = \frac{m}{V}$.

Para calcular la densidad de un sólido, primero se mide con la balanza el peso del mismo $m_{\text{sólido}}$. Posteriormente se usa un pequeño cesto en el que se sumerge la muestra del sólido en un líquido de densidad conocida (p. ejem. agua destilada a 20 °C), y se calcula el peso equivalente del empuje que experimenta $m_{\text{líquido}}$ (que es la masa del fluido desalojado).

Conociendo la densidad del líquido $\rho_{\text{líquido}}$ podemos calcular el volumen del sólido de la siguiente forma: $V_{\text{sólido}} = \frac{m_{\text{líquido}}}{\rho_{\text{líquido}}}$. Con estos datos ya podemos calcular la densidad del sólido: $\rho_{\text{sólido}} = \frac{m_{\text{sólido}}}{V_{\text{sólido}}}$.



COMPONENTES:

- ◆ Balanza Mohr-Westphal, con dos brazos y cuchillas de acero, regulable en altura con base soporte nivelable
- ◆ Disco con gancho para colgar inmersor
- ◆ Inmersor de vidrio Rumann de 10cc
- ◆ Peso de 10 g con anilla
- ◆ Peso de 10 g con anilla y gancho
- ◆ Peso de 1 g con anilla
- ◆ Jinetillo de 0,1 g
- ◆ Jinetillo de 0,01 g
- ◆ Cesto inmersor para sólidos
- ◆ Contrapeso para medidas con cesto
- ◆ Termómetro de 0 a 30 °C / 1 °C
- ◆ Probeta de 100 ml
- ◆ Vaso de precipitado de 250 ml
- ◆ Estuche de madera para conservación

EXPERIMENTOS:

- ✓ Principio de pesada con balanza mecánica.
- ✓ Medición de densidad de líquidos.
- ✓ Medición de densidad de sólidos.

EXPERIMENTO

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DEL AIRE 10272

Primeramente medimos el volumen encerrado en una esfera de vidrio con dos llaves. Para ello la llenamos con agua y posteriormente medimos el volumen de agua encerrado.

A continuación pesamos la esfera con aire en su interior mediante el uso de una balanza. Posteriormente realizamos vacío en el interior de la esfera con ayuda de la bomba de vacío y volvemos a pesar la esfera.

Conociendo la diferencia de pesos Δm y el volumen V encerrado podemos calcular la densidad del aire como $\rho = \frac{\Delta m}{V}$.



COMPONENTES:

- ◆ Esfera con dos llaves
- ◆ Bomba de vacío de mano
- ◆ Balanza digital 500g/0,01g
- ◆ Probeta graduada, 1 l
- ◆ Jarra graduada polipropileno, 1 l
- ◆ Soporte para esfera
- ◆ Tubo de silicona

EXPERIMENTOS:

- ✓ Determinación del volumen de aire encerrado en una esfera.
- ✓ Determinación de la densidad del aire.



EXPERIMENTO

PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

10274

Consiste en el uso de un cilindro hueco en el que encajan dos cilindros macizos: uno de hierro y otro de aluminio. Primeramente se mide con el dinamómetro el peso del cilindro hueco y el metálico en el aire. Posteriormente se introduce el cilindro metálico en el agua y se toma la lectura del dinamómetro que será menor. La diferencia de lecturas es el empuje que realiza el agua sobre el cilindro macizo. Para comprobar el principio de Arquímedes podemos llenar con agua el cilindro hueco y comprobar que obtenemos de nuevo la medida del peso en el aire. Podemos comprobar usando los cilindros de aluminio y hierro que el empuje no depende del peso del objeto sino sólo de su volumen. En otro experimento se puede calcular la densidad de diferentes líquidos (por ejemplo agua destilada y glicerina) a partir de la medición experimental del empuje hidrostático mediante la ecuación: $F_0 - F = g\rho V$, en donde F_0 es la fuerza medida en el dinamómetro con el cilindro sin introducir en el líquido, F es la fuerza medida con el cilindro sumergido en el líquido, g la aceleración de la gravedad, ρ la densidad del líquido y V el volumen del cilindro

COMPONENTES:

- ◆ Tubo con cilindros aluminio y hierro para principio Arquímedes
- ◆ Pie trípode con varilla
- ◆ Nuez con gancho
- ◆ Dinamómetro de precisión de 1N
- ◆ Probeta



EXPERIMENTOS:

- ✓ Verificación del principio de Arquímedes.
- ✓ Cálculo de densidades de líquidos.

EXPERIMENTO

VISCOSIDAD

10277

El viscosímetro de caída de bola se basa en el sistema de medida de Höppler. En este experimento estudiamos la dependencia de la viscosidad de un líquido newtoniano en función de la temperatura. El procedimiento consiste en medir el tiempo que una esfera sólida necesita para recorrer una distancia entre dos puntos de referencia dentro del tubo inclinado que contiene la muestra bajo estudio. Mediante un termostato de circulación podemos variar la temperatura de la muestra y estudiar la variación de la viscosidad con la temperatura. Los resultados obtenidos se determinan como viscosidad dinámica (η) en la medida estandarizada en el sistema internacional (mPa.s) :

$$\eta = K (\rho_1 - \rho_2) \cdot T$$

En donde K es la constante de la bola, ρ_1 la densidad de la bola, ρ_2 la densidad del líquido a la temperatura de trabajo y t el tiempo de caída de la bola.



COMPONENTES:

- ◆ Viscosímetro de caída de bolas
- ◆ Termómetro de -1 a 26°C
- ◆ Termómetro de 24 a 51°C
- ◆ Juego de 6 bolas de diferentes densidades
- ◆ Termostato de circulación
- ◆ Cubeta de acero inoxidable para termostato
- ◆ Cronómetro digital
- ◆ Tubo de silicona

EXPERIMENTOS:

- ✓ Estudio del funcionamiento de un viscosímetro de caída de bolas.
- ✓ Medición de viscosidad de líquidos newtonianos en función de la temperatura.



EXPERIMENTO

TENSIÓN SUPERFICIAL

10280

Para determinar la tensión superficial σ_s de un líquido. Un anillo de aluminio con borde afilado se suspende de un dinamómetro de precisión y se sumerge completamente en un líquido, de forma que el borde inferior quede completamente cubierto por el líquido. Posteriormente elevamos el anillo fuera del líquido para obtener una película de líquido entre el anillo y la superficie de dicho líquido. La película de líquido se rompe si la fuerza de tensión $F=4\pi R\sigma_s$ (donde R es el radio del anillo) ha sido sobrepasada.

Con este experimento se puede determinar la tensión superficial del agua y del etanol. Aquí se muestra que el agua, en comparación con otros líquidos tiene un valor de tensión superficial alto (agua: $0,073\text{Nm}^{-1}$, etanol: $0,022\text{Nm}^{-1}$).



COMPONENTES	10280	10281
Anillo para medir tensión superficial	1	1
Dinamómetro de precisión 0,1N/0,001N	1	1
Soporte elevador 150x150	1	1
Base soporte con varilla	1	1
Nuez con gancho	1	1
Recipiente de vidrio	1	1
Termómetro digital		1
Sonda para líquidos		1
Recipiente para calentar agua		1
Mini-placa calefactora		1

EXPERIMENTOS:

- ✓ Medición de la tensión superficial por el método de ruptura.

10281 MEDICIÓN DE LA TENSIÓN SUPERFICIAL EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA

Con este experimento medimos la tensión superficial del agua en función de la temperatura. Para ello calentamos agua hasta unos 95°C y vamos tomando medidas según la temperatura desciende. Después se representa gráficamente la variación de σ_s en función de la temperatura y se calcula la constante de proporcionalidad entre σ_s y la temperatura.

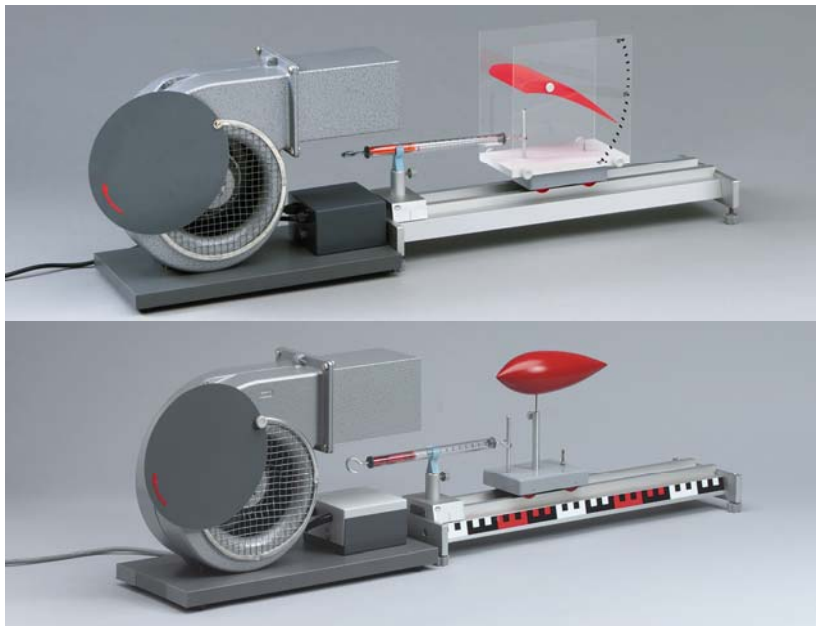


EXPERIMENTO

AERODINÁMICA

10285

Equipo formado por todos los componentes necesarios para realizar las experiencias abajo descritas. El alumno comprenderá numerosos fenómenos relacionados con la aerodinámica. Se llevarán a cabo experimentos tanto cualitativos como cuantitativos. Los instrumentos de medición usados son dinamómetro, tubo de Pitot, tubo de Venturi, tubo de Prandtl, manómetro de tubo inclinado, escala graduada en ángulos para medidas de inclinaciones y balanza digital.



EXPERIMENTOS:

- ✓ Fuerza de suspensión estática.
- ✓ Fuerza de suspensión dinámica.
- ✓ Procesos de flujo (tubo de Venturi).
- ✓ Principio de manómetro de tubo inclinado.
- ✓ Medición de la presión en el tubo de Prandtl.
- ✓ Distribución de la presión en el perfil de ala.
- ✓ Medición de la fuerza de sustentación dinámica.
- ✓ Comportamiento del flujo en un ala.
- ✓ Resistencia del aire a la forma de los cuerpos.
- ✓ Medición de la resistencia del aire.
- ✓ Procesos de flujo en obstáculos.
- ✓ Formación de turbulencia detrás de un disco.
- ✓ Impulso de una hélice.
- ✓ Principio de autogiro.
- ✓ Mecanismos de ala rotatoria.
- ✓ Principio de reacción.
- ✓ Modelo de un cohete.

COMPONENTES:

- ◆ Generador de aire regulable sin turbulencias, 220V
- ◆ Tubo de Venturi
- ◆ Tubo de Prandtl
- ◆ Hélice con soporte
- ◆ Peine de hilo
- ◆ Modelo de fuerza de sustentación, con perfil de ala
- ◆ Balanza
- ◆ Modelo de perfil de ala con dispositivo de medición de presión
- ◆ Manómetro de tubo inclinado
- ◆ Colorante
- ◆ Juego de cuerpos de resistencia al aire, con base soporte
- ◆ Dinamómetro de precisión
- ◆ Modelo de un cohete
- ◆ Globo solar
- ◆ Globo de aire caliente con fuente de calor
- ◆ Globo con válvula
- ◆ Banco con patas de nivelación, correderas y material soporte
- ◆ Maleta de conservación
- ◆ Manual de experimentos



EXPERIMENTO

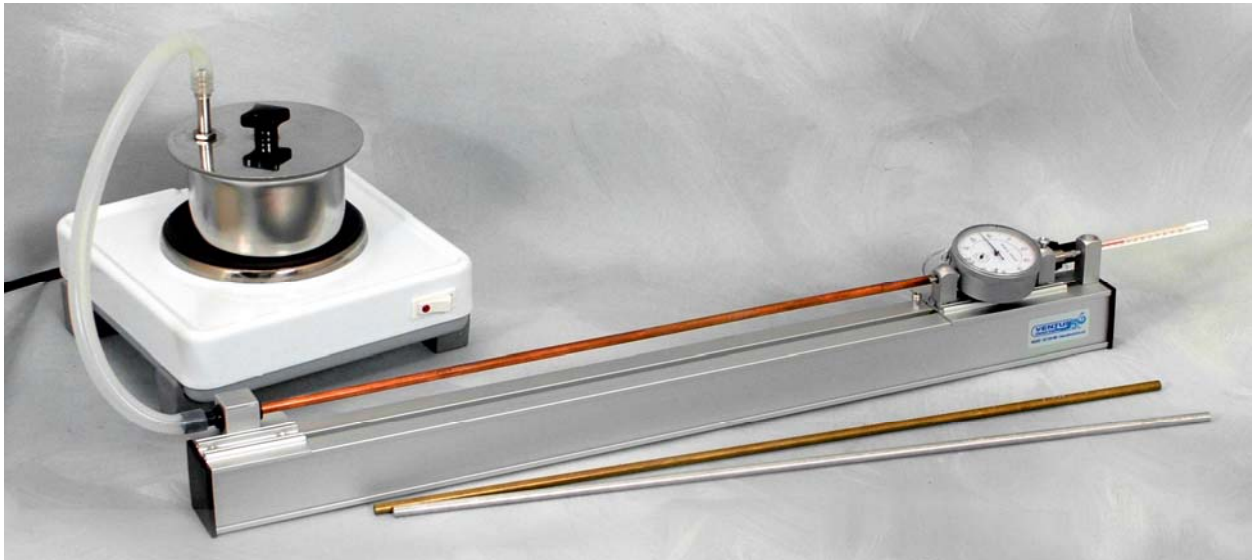
DILATACIÓN TÉRMICA DE SÓLIDOS I

10315

Este instrumento mide con precisión la expansión de tubos metálicos de Cobre, Latón y Aluminio cuando son calentados mediante vapor desde temperatura ambiente T_i hasta una temperatura próxima a 100 °C, T_f . La expansión se mide con precisión mediante el reloj comparador (resolución 0,01 mm). Se incluye un termómetro que se introduce en el conducto del paso del vapor para permitir la medida de la temperatura.

Conociendo el incremento de temperatura $T_f - T_i$, la expansión producida $l_f - l_i$ y la longitud inicial del tubo l_i podemos calcular el coeficiente de expansión térmica α de los diferentes materiales bajo estudio según la fórmula:

$$\alpha = \frac{l_f - l_i}{l_i (T_f - T_i)}$$



COMPONENTES:

- ◆ Aparato dilatación con reloj comparador
- ◆ Tubo de cobre, l=500mm
- ◆ Tubo de latón, l=500mm
- ◆ Tubo de aluminio, l=500mm
- ◆ Termómetro
- ◆ Generador de vapor
- ◆ Mini placa calefactora
- ◆ Recipiente de vidrio
- ◆ Tubos de silicona



EXPERIMENTOS:

- ✓ Dilatación térmica de sólidos.
- ✓ Medición de la dilatación longitudinal de sólidos en función de la temperatura.
- ✓ Cálculo del coeficiente de expansión lineal térmica.

EXPERIMENTO

DILATACIÓN TÉRMICA SÓLIDOS II

10316

Este instrumento mide con precisión la expansión de tubos metálicos de Cobre, Hierro, Aluminio y Vidrio, cuando son calentados mediante la circulación de agua caliente desde temperatura ambiente T_i hasta una temperatura próxima a 100 °C, T_f . La expansión se mide con precisión mediante el reloj comparador (resolución 0,01 mm).

Conociendo el incremento de temperatura $T_f - T_i$, la expansión producida $l_f - l_i$ y la longitud inicial del tubo l_i podemos calcular el coeficiente de expansión térmica α de los diferentes materiales bajo estudio según la fórmula:

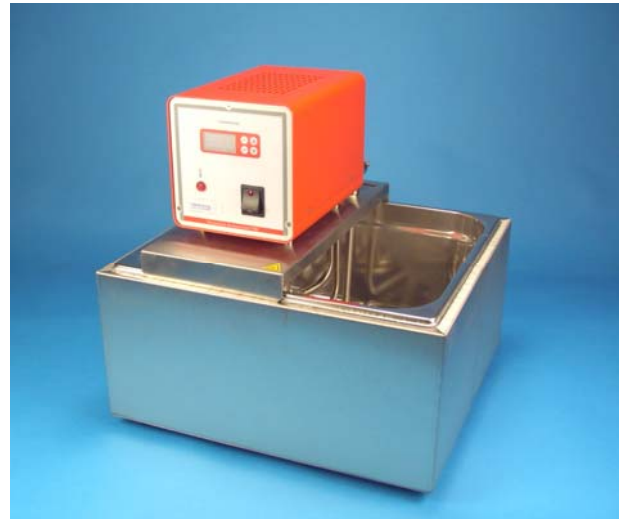
$$\alpha = \frac{l_f - l_i}{l_i (T_f - T_i)}$$

Gracias al termostato de inmersión podremos medir la expansión en función de diferentes valores de temperatura y de la pendiente de la gráfica (expansión-temperatura), calcular el coeficiente de expansión térmica.



COMPONENTES:

- ◆ Aparato dilatación con reloj comparador 0,01mm
- ◆ Tubo de cobre
- ◆ Tubo de hierro
- ◆ Tubo de aluminio
- ◆ Tubo de vidrio
- ◆ Termostato de inmersión
- ◆ Cubeta para termostato de inmersión
- ◆ Tubos de silicona



EXPERIMENTOS:

- ✓ Dilatación térmica de sólidos.
- ✓ Medición de la dilatación longitudinal de sólidos en función de la temperatura.
- ✓ Cálculo del coeficiente de expansión lineal térmica.

EXPERIMENTO

DILATACIÓN TÉRMICA DE LÍQUIDOS

10325

Se estudia la expansión volumétrica de líquidos en función de la temperatura. El volumen V de un líquido a una temperatura T sigue aproximadamente la relación lineal

$$V = V_0(1 + \gamma T)$$

V_0 es el volumen a 0°C , T es la temperatura en $^\circ\text{C}$ y γ el coeficiente de dilatación

En este experimento se determinan los coeficientes volumétricos del agua y del etanol con un dilatómetro volumétrico de vidrio. Para medir la variación del volumen se emplea un tubo de ascensión con sección transversal conocida, es decir, el cambio de volumen se determina a partir de la altura de ascensión del líquido.

COMPONENTES:

- ◆ Dilatómetro de volumen, 50 ml
- ◆ Termómetro digital con sonda de temperatura
- ◆ Balanza electrónica, 500g/0,1g
- ◆ Placa calefactora
- ◆ Vaso de precipitados
- ◆ Trípode con varilla
- ◆ Nuez tridimensional (2x)
- ◆ Pinza universal
- ◆ Etanol, 1l
- ◆ Agua destilada, 1l



EXPERIMENTO:

- ✓ Determinación de los coeficientes de dilatación volumétrica de líquidos.

EXPERIMENTO

ANOMALÍA TÉRMICA DEL AGUA

10331



El agua presenta una anomalía térmica en comparación con otros fluidos. Hasta una temperatura aproximada de 4 °C se contrae por calentamiento y comienza a dilatarse a temperaturas superiores. Como la densidad corresponde a la inversa del volumen de una cantidad de sustancia, el agua tiene una densidad máxima a 4 °C.

En este experimento medimos la dilatación del agua a partir de la altura alcanzada h en un tubo capilar vertical en función de la temperatura. Sin tener en cuenta la dilatación del recipiente de vidrio y como la variación del volumen total es pequeña en comparación al volumen del recipiente V_0 , tenemos que la densidad es:

$$\rho(T) = \rho(0^\circ C) \cdot \left(1 - \frac{A}{V_0} h(T) \right)$$

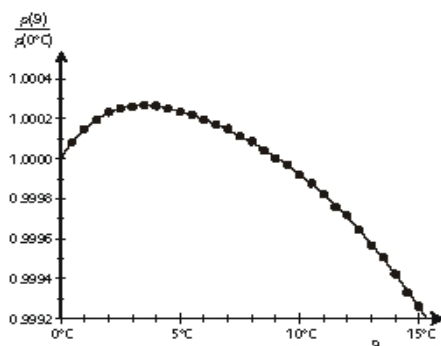
En donde A es la sección transversal del tubo capilar.

COMPONENTES:

- ◆ Aparato para demostrar la anomalía del agua
- ◆ Termómetro digital
- ◆ Sonda de temperatura tipo K
- ◆ Agitador magnético
- ◆ Cubeta de plástico
- ◆ Embudo polipropileno
- ◆ Tubo de silicona 8mm
- ◆ Aro con nuez
- ◆ Base soporte con varilla

EXPERIMENTOS:

- ✓ Medición de la dilatación térmica del agua en un rango de temperaturas de 0 a 15 °C.
- ✓ Demostración de la anomalía térmica y determinación de la densidad máxima.



EXPERIMENTO

CALOR ESPECÍFICO

10380

La cantidad de calor ΔQ absorbida o cedida por un cuerpo al calentarse o enfriarse es proporcional a la variación de temperatura ΔT y a la masa del cuerpo según la fórmula:

$$\Delta Q = cm\Delta T$$

Donde c es el calor específico del cuerpo y es una magnitud que depende del material.

Para determinar el calor específico del cuerpo pesamos bloques de diferentes materiales: aluminio, cobre y acero. Posteriormente los calentamos a la temperatura T_b en agua caliente (a unos 90°), después introducimos el bloque en el calorímetro que contiene agua a una temperatura T_{ag} . Después de producirse el intercambio de calor, tanto el agua del calorímetro como la del bloque alcanzan una temperatura final T_f . La cantidad de calor entregada por el bloque es:

$$\Delta Q_b = c_b m_b (T_b - T_f)$$

donde m_b es la masa del bloque y c_b el calor específico del bloque

Esta cantidad de calor coincide con la absorbida por el agua:

$$\Delta Q_{ag} = c_{ag} m_{ag} (T_b - T_{ag})$$

donde m_{ag} es la masa de agua y c_{ag} es el calor específico del agua que es conocido.

Igualando $\Delta Q_b = \Delta Q_{ag}$ podemos despejar c_b ya que el resto de parámetros son conocidos.



COMPONENTES:

- ◆ Calorímetros poliestireno expandido de alto aislamiento térmico (2x)
- ◆ Bloque de hierro 200g
- ◆ Bloque de cobre 200g
- ◆ Bloque de aluminio 200g
- ◆ Termómetro digital con sonda
- ◆ Balanza electrónica 500g, 0,1g
- ◆ Placa calefactora
- ◆ Recipiente de vidrio para calentamiento
- ◆ Hilo para bloques

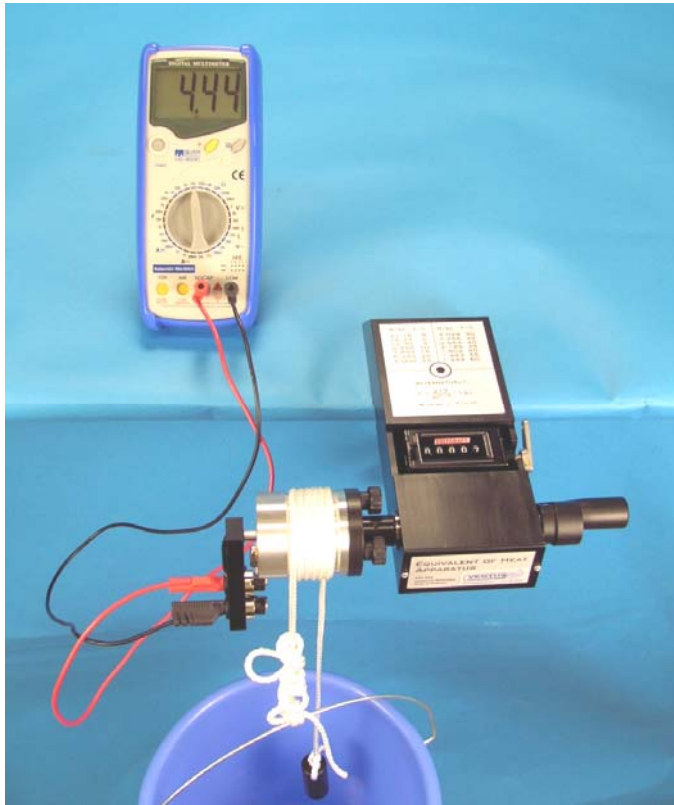


EXPERIMENTO:

- ✓ Determinación del calor específico de sólidos: Hierro, Cobre y Aluminio

EXPERIMENTO

CONVERSIÓN DE ENERGÍA MECÁNICA EN CALOR 10390



Se estudia el aumento de energía interna de unos bloques cilíndricos de aluminio y cobre cuando son sometidos a una fricción mecánica. El dispositivo consiste en una manivela con cuenta vueltas que haremos rotar manualmente y en un eje en donde fijaremos los bloques. Mediante el uso de una cuerda de nylon atada a un peso conocido produciremos una fricción de magnitud controlada en el bloque. Para n revoluciones del cilindro el trabajo mecánico generado es:

$W_n = Fn\pi d$, en donde d es el diámetro del cilindro y F la fuerza generada por el peso que cuelga de la cuerda. El calor generado en el bloque de masa m debido a la fricción es: $Q_n = mc(T_n - T_0)$, en donde c es el calor específico del material del cilindro, T_0 la temperatura inicial del cilindro y T_n la temperatura alcanzada después de n revoluciones. Se verificará que $W_n = Q_n$. En una gráfica representaremos W_n frente a T_n . De la pendiente de la recta podremos calcular el valor de c

EXPERIMENTOS:

- ✓ Transformación de energía mecánica en calor.
- ✓ Cálculo del calor específico del aluminio y del cobre.

COMPONENTES	10390	10391
Aparato básico con contador y sensor de temperatura, cubo, cordón de fricción y contrapeso.	1	1
Cables experimentación, 4mm/2mm	1	1
Calorímetro de aluminio con calefactor 10V/ 1 A	1	1
Calorímetro de cobre con calefactor 10V/ 1 A	1	1
Polímetro digital	1	1
Cable de experimentación rojo, 60cm	1	1
Cable de experimentación negro, 60cm	1	1
Cronómetro digital		1
Fuente de alimentación 0-30V/0-5 A CC		1



10391 CONVERSIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN CALOR

En este experimento, además de poder realizar el experimento 10390 de conversión de energía mecánica en calor, también analizaremos el aumento de energía interna de los bloques de aluminio y cobre cuando hacemos circular una corriente eléctrica por los mismos. Dichos bloques poseen una resistencia calefactora que se alimenta mediante una fuente de alimentación de tensión e intensidad variable. En este caso el trabajo generado por la energía eléctrica en un tiempo t es $W(t) = VIt$ en donde V e I son la tensión e intensidad que circula por la resistencia calefactora. Se verificará que $W(t) = Q(t)$ en donde $Q(t) = mc(T_t - T_0)$ es el aumento de energía calorífica en el bloque cuando ha pasado de la temperatura T_0 a T_t .



EXPERIMENTO

TEMPERATURA CRÍTICA

10425

Para el estudio de gases reales en función de las variables Temperatura, Volumen y Presión. Como gas de prueba se emplea SF₆ (hexafluoruro de azufre), gas inofensivo. La elección de este gas con una temperatura crítica de 46°C y una presión crítica de 37 bares, posibilita la realización de un montaje experimental sencillo, con el que se pueden llevar a cabo estudios cualitativa y cuantitativamente precisos.

El aparato dispone de un tubo capilar en el que se encuentra encerrado el gas. Este tubo se encuentra en el interior de un depósito por el que circula agua a diferentes temperaturas. Un pistón móvil de volante permite aplicar la presión al gas midiendo la presión en el manómetro de grandes dimensiones incorporado. La presión es aplicada mediante un sistema hidráulico usando aceite especial de calidad médica, evitando por ello el uso de mercurio.

Para hallar el punto crítico se representa gráficamente el diagrama *PV* del gas a diferentes temperaturas (isotermas).



COMPONENTES:

- ◆ Aparato para estudio de la temperatura crítica
- ◆ Dispositivo de llenado de aceite
- ◆ Dispositivo para engrase
- ◆ Termostato de inmersión digital con recirculación
- ◆ Cubeta acero inoxidable para termostato
- ◆ Tubo de silicona
- ◆ Termómetro digital
- ◆ Sonda de temperatura

Necesario, no incluido:

- ◆ Botella de gas SF₆

EXPERIMENTOS:

- ✓ Estados líquido y gaseoso y su estabilidad.
- ✓ Estados dinámicos ante compresión y expansión.
- ✓ Opalescencia crítica.
- ✓ Aparición del punto de transición ante distintas temperaturas.
- ✓ Representación del punto y de la temperatura críticos.
- ✓ Diagrama de Clapeyron.
- ✓ Ley de los estados correspondientes.
- ✓ Características de presión del vapor saturado.
- ✓ Desviaciones de los gases reales del estado de los gases ideales.
- ✓ Diagrama de Amegat.
- ✓ Diagramas pV.

EXPERIMENTO

LEYES DE GASES

10440

El aparato de vidrio para las leyes de gases consiste en un tubo de vidrio cerrado en su parte inferior y en el que un tapón de mercurio en la parte superior encierra una cantidad de aire dentro. El volumen de la columna de aire está determinado por la altura y la sección transversal del tubo de vidrio. Si mediante una bomba de vacío manual se hace variar la presión en el lado abierto, entonces en el lado encerrado también varía la presión. Con un baño de agua se puede variar la temperatura del tubo.

En el primer experimento la columna de aire mantiene constante la temperatura ambiente T . La columna tiene un volumen de aire V_0 para una presión exterior p_0 , el cual es encerrado por el tapón de mercurio. Haciendo evacuar aire por el lado abierto la presión p en la columna de aire disminuye y se puede determinar el volumen V incrementado de la columna de aire para diferentes valores de la presión p . La evaluación verifica la relación

$$pV = p_0V_0 \text{ para } T = \text{const. (Ley de Boyle-Mariotte)}$$

En el segundo experimento el termómetro de gas se encuentra en un baño de agua temperado el cual se enfría lentamente. El lado abierto está expuesto a la presión exterior, por esta razón la presión en la columna de aire permanece constante. Aquí se mide el volumen V de la columna de aire en función de la temperatura T del baño de agua. La evaluación permite verificarla relación $V \approx T$ para $p = \text{const. (Ley de Gay-Lussac)}$

En el último experimento se reduce constantemente la presión p de la columna de aire en el lado abierto evacuándolo hasta que el volumen V de la columna de aire permanezca constante aún cuando la temperatura disminuye. Se mide la presión p en la columna de aire en función de la temperatura T del baño de agua. La evaluación permite confirmar la relación $P \approx T$ para $V = \text{const. (Ley de Amonton)}$.



COMPONENTES:

- ◆ Aparato de vidrio para leyes de gases
- ◆ Recipiente de vidrio para baño de agua
- ◆ Bomba de vacío de mano con vacuómetro
- ◆ Tubo de goma
- ◆ Soporte trípode con varilla
- ◆ Pinza con nuez (2x)
- ◆ Termómetro digital
- ◆ Sonda especial de inmersión
- ◆ Placa calefactora
- ◆ Recipiente de vidrio para calentar agua

EXPERIMENTOS:

- ✓ Ley de Boyle-Mariotte. Dependencia del volumen de un gas con respecto a la presión a temperatura constante.
- ✓ Ley de Gay-Lussac. Dependencia del volumen de un gas con respecto a la temperatura a presión constante.
- ✓ Ley de Amonton. Dependencia de la presión de un gas con respecto a la temperatura a volumen constante.



EXPERIMENTO

EXPONENTE ADIABÁTICO DEL AIRE

10444



En el caso de cambios adiabáticos de estado, la presión p y el volumen V de un gas presenta la relación $pV^\chi = cte$ donde

el exponente adiabático se define como $\chi = \frac{c_p}{c_v}$, es decir la

relación entre las capacidades c_p y c_v del gas estudiado.

El exponente adiabático del aire se calcula a partir del periodo de oscilación de un cilindro de aluminio que atrapa un volumen de gas en un de la posición de equilibrio causa un cambio adiabático en el estado del gas. En la posición de equilibrio, la fuerza de gravedad y la fuerza de oposición resultante de la presión del gas encerrado son iguales. Una desviación de la posición de equilibrio de Δx provoca un cambio en la presión Δp que hace retornar

el cilindro a su posición de equilibrio: $\Delta p = -\chi p \frac{A \Delta x}{V}$, donde

A es la sección transversal del tubo. El cilindro entonces oscila

con un periodo $T = 2\pi \sqrt{\frac{mV}{\chi p A^2}}$, donde m es el peso del

cilindro que oscila. Realizando mediciones del periodo de oscilación con ayuda de un cronómetro calcularemos el valor experimental de χ .

COMPONENTES:

- ◆ Botella de Mariotte con llave, 10l
- ◆ Tubo de oscilación de vidrio para determinar C_p/C_v , 600x16mm \varnothing
- ◆ Cilindro de aluminio 15,2 g
- ◆ Cronómetro digital
- ◆ Soporte tripode con varilla
- ◆ Nuez doble
- ◆ Pinza con varilla Cronómetro digital

Necesario no incluido:

- ◆ Bomba de vacío/presión de mano
- ◆ Barómetro presión atmosférica



EXPERIMENTO:

- ✓ Determinación del exponente adiabático C_p/C_v del aire según Richard.

EXPERIMENTO

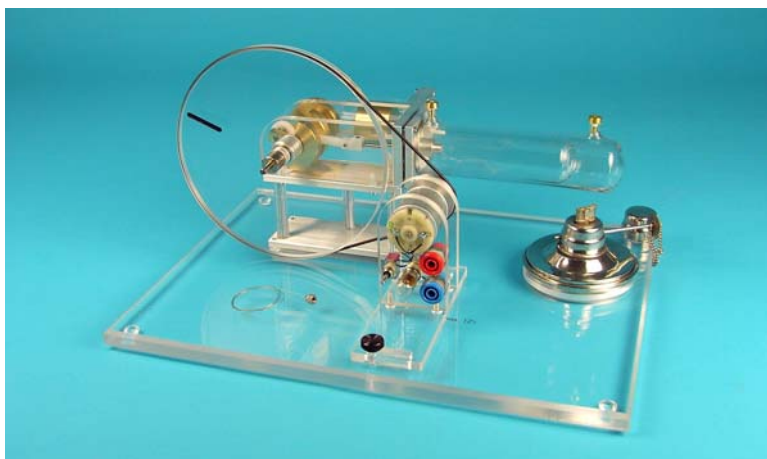
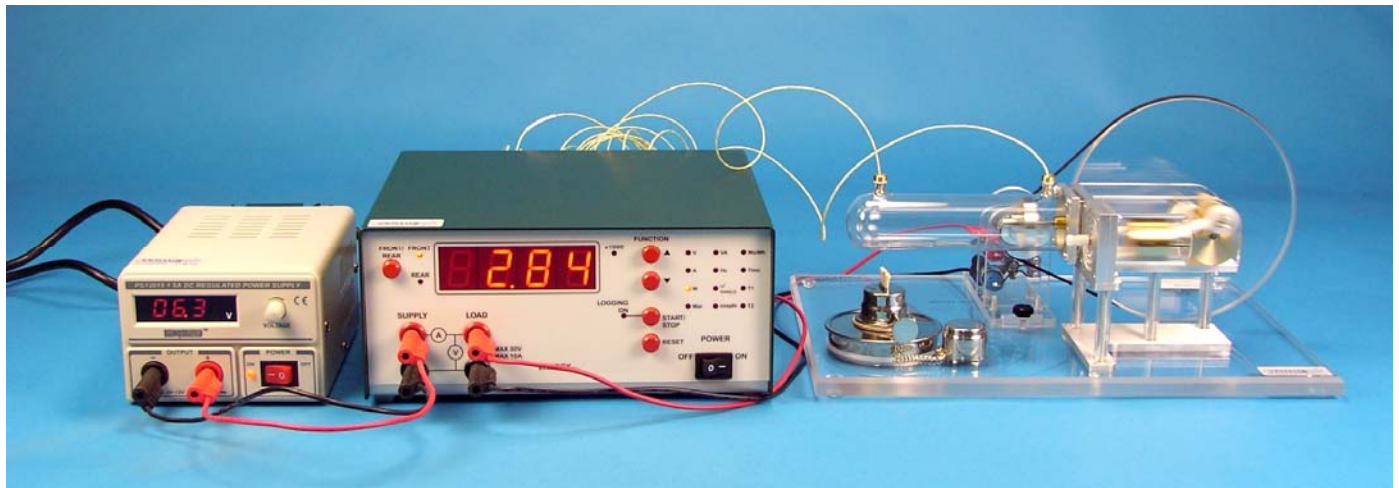
MOTOR STIRLING I

10455

Motor para el estudio cuantitativo del ciclo de Stirling. Puede operar en tres modos diferentes: como motor térmico, bomba térmica y máquina frigorífica. El cilindro de desplazamiento y el pistón desplazador son de vidrio resistente al calor; el cilindro de trabajo, el volante y la cubierta del engranaje son de vidrio acrílico. De esta manera, en cualquier momento, se pueden observar claramente los procesos dinámicos individuales. Los cigüeñales están montados sobre rodamiento de bolas y son de acero templado. La bielas están fabricadas en plástico resistente al desgaste.

Además, en el cilindro de desplazamiento se han encastrado, por delante y por detrás del pistón, en el vidrio, boquillas para medición de temperatura durante el funcionamiento como bomba térmica o máquina frigorífica. El volante grande de vidrio acrílico, con marcas grabadas, posibilita la medición de las revoluciones por unidad de tiempo con una barrera de luz. Para el registro de los diagramas pV , la medición de presión en el cilindro de trabajo se puede realizar conectando una manguera, y el volumen se puede determinar fijando la cuerda, incluida en el suministro, al pistón de trabajo para medir el desplazamiento.

La unidad de motor generadora incorporada, con polea de dos escalones, permite la transformación de la energía eléctrica durante el servicio como bomba térmica o máquina refrigerante, de acuerdo con el sentido de giro del motor Stirling. Incorpora mechero de alcohol.



COMPONENTES:

- ◆ Motor Stirling
- ◆ Medidor de energía, potencia y temperatura
- ◆ Fuente de alimentación 0-12VCC/3A
- ◆ Sonda de temperatura NiCr-Ni (2x)
- ◆ Juego de cables

EXPERIMENTOS:

- ✓ Motor de Stirling como motor térmico. La fuente de calor es un mechero de alcohol.
- ✓ Motor de Stirling funcionando como bomba térmica o máquina frigorífica. Medición de eficiencia entre potencia suministrada y diferencias de temperatura obtenidas.

EXPERIMENTO

MOTOR STIRLING II. DIAGRAMA PV

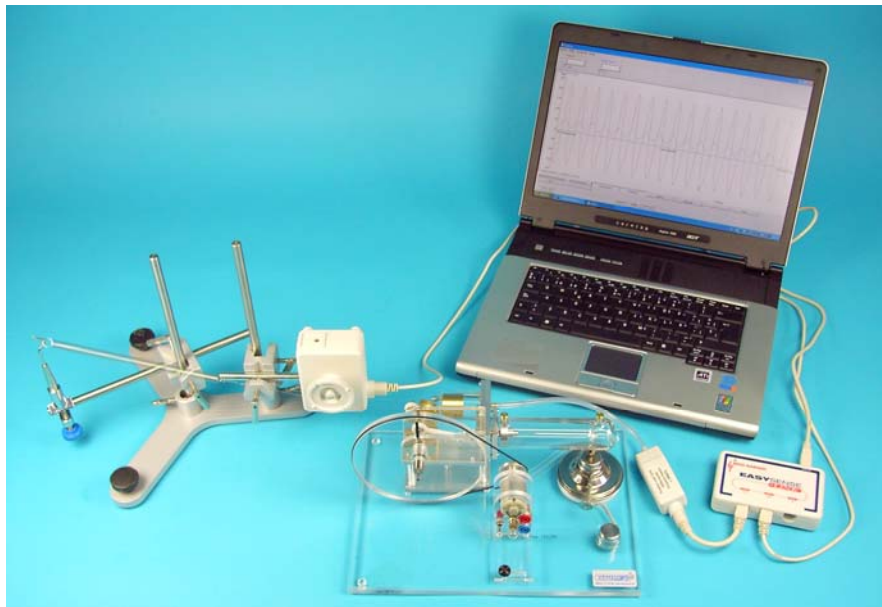
10457

Motor para el estudio cuantitativo del ciclo de Stirling. Puede operar en tres modos diferentes: como motor térmico, bomba térmica y máquina frigorífica. El cilindro de desplazamiento y el pistón desplazador son de vidrio resistente al calor; el cilindro de trabajo, el volante y la cubierta del engranaje son de vidrio acrílico. De esta manera, en cualquier momento, se pueden observar claramente los procesos dinámicos individuales. Los cigüeñales están montados sobre rodamiento de bolas y son de acero templado. La bielas están fabricadas en plástico resistente al desgaste.

Además, en el cilindro de desplazamiento se han encastrado, por delante y por detrás del pistón, en el vidrio, boquillas para medición de temperatura durante el funcionamiento como bomba térmica o máquina frigorífica. El volante grande de vidrio acrílico, con marcas grabadas, posibilita la medición de las revoluciones por unidad de tiempo con una barrera de luz. Para el registro de los diagramas pV , la medición de presión en el cilindro de trabajo se puede realizar conectando una manguera, y el volumen se puede determinar fijando la cuerda, incluida en el suministro, al pistón de trabajo para medir el desplazamiento.

La unidad de motor generadora incorporada, con patea de dos escalones, permite la transformación de la energía eléctrica durante el servicio como bomba térmica o máquina refrigerante, de acuerdo con el sentido de giro del motor Stirling. Incorpora mechero de alcohol.

Con ayuda de un sistema de adquisición de datos por ordenador registramos los siguientes parámetros: temperatura en el foco caliente y frío, desplazamiento del pistón (y por lo tanto el volumen de aire desplazado en el pistón) y la presión. Con estos datos registramos en el PC el diagrama PV del ciclo Stirling. Estudiamos el ciclo PV tanto en el funcionamiento como motor térmico usando el mechero de alcohol y como bomba de calor usando la fuente de alimentación.

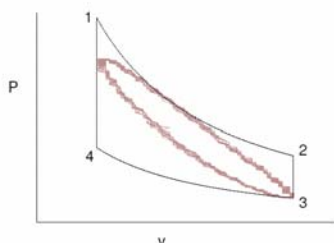


COMPONENTES:

- ◆ Motor Stirling
- ◆ Fuente de alimentación digital 0-15VCC
- ◆ Interface EasySense VISION
- ◆ Sensor de rotación/desplazamiento
- ◆ Sensor de presión relativa
- ◆ Sensores de temperatura (2x)
- ◆ Muelle
- ◆ Material de soporte y fijación
- ◆ Juego de cables

Necesario, no incluido:

- ◆ Ordenador



EXPERIMENTOS:

- ✓ Diagrama PV del motor de Stirling como motor térmico.
- ✓ Diagrama PV del motor de Stirling funcionando como bomba térmica o máquina frigorífica.

EXPERIMENTO

BOMBA DE CALOR

10465

Una bomba de calor extrae calor de un reservorio que está a una temperatura T_1 y lo suministra a un reservorio que está a temperatura T_2 . De esta forma se incrementa la diferencia de temperaturas ($T_2 - T_1$) entre ambos reservorios. El transporte de calor se realiza mediante el refrigerante R134a, el cual absorbe calor al evaporarse y cede nuevamente calor al condensarse. Los reservorios de calor son recipientes llenos de agua, en los cuales están sumergidos ambos "Intercambiadores de calor".

El refrigerante en forma de gas es comprimido por el compresor y al mismo tiempo fuertemente calentado. Este se enfría en el serpentín de cobre del condensador y cede su calor de condensación al agua en el reservorio de agua caliente. La válvula de expansión es la contraparte del compresor: ésta dosifica el suministro del refrigerante al evaporador, en donde el refrigerante se expande y se evapora, al mismo tiempo se enfría fuertemente y extrae calor del reservorio de agua fría. A continuación, el refrigerante en forma gaseosa es succionado nuevamente por el compresor, iniciando así el circuito. La válvula de expansión protege al compresor frente a los "impactos de líquido", es decir, lo protege de una posible succión del refrigerante líquido, lo cual dañaría al compresor. El interruptor automático de seguridad (presostato) desconecta el compresor si la presión del lado del condensador sobrepasa una presión fijada (unos 14 bar). Esto puede suceder si el condensador opera sin reservorio de agua, motivo por el cual se calentaría demasiado. El compresor es conectado nuevamente cuando la presión ajustada en la escala desciende por debajo de la presión de desconexión y pulsamos el botón de rearme del presostato.

En uno de los experimentos se estudia el rendimiento de una bomba de calor

$$\varepsilon = \frac{\Delta Q}{\Delta W} \text{ donde } \Delta Q \text{ es el calor cedido}$$

en función de la diferencia de temperaturas ΔT entre los dos reservorios. Del calentamiento del agua en uno de los reservorios se determina la cantidad de calor ΔQ entregada y con un medidor de potencia y energía se determina la energía eléctrica suministrada ΔW .

En otro experimento se registran las temperaturas en los reservorios en función de las presiones en el condensador y evaporador.



COMPONENTES:

- ◆ Bomba de calor – Máquina frigorífica
- ◆ Termómetro digital de 2 canales
- ◆ Sonda de temperatura (2x)
- ◆ Medidor digital de energía y potencia
- ◆ Recipientes para agua



EXPERIMENTOS:

- ✓ Funcionamiento de una máquina frigorífica.
- ✓ Estudio del rendimiento de una bomba de calor en función de la diferencia de temperaturas.
- ✓ Ciclo de una bomba térmica. Medición de la presión en función de la temperatura.



EXPERIMENTO

ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

10471

Para demostrar los fundamentos y la aplicación técnica de la conversión de la energía solar térmica simulada por una lámpara infrarroja.

Se mostrará de manera muy simple la diferencia de absorción de la radiación térmica en un recipiente lleno de agua, uno de color blanco y otro negro midiendo el aumento de temperatura en función del tiempo. En otra demostración, mediante un tubo de vidrio circular lleno con agua coloreada, se visualizará el transporte de un fluido por convección.

A continuación usaremos el colector solar térmico buscando la disposición de mayor eficiencia de absorción montando hasta 5 configuraciones distintas de los elementos que pueden ser insertados en el colector: 2 láminas de vidrio, serpentín, placa absorbente negra/blanca, aislante térmico y panel de plexiglás.

En otro experimento realizaremos medidas del aumento de temperatura con el tiempo del interior del colector solar y del agua de un depósito elevado por el que fluye dicho agua por efecto termosifón. En otro montaje realizaremos las mismas medidas pero usando un intercambiador de calor y una bomba eléctrica para recircular el agua de manera forzada.

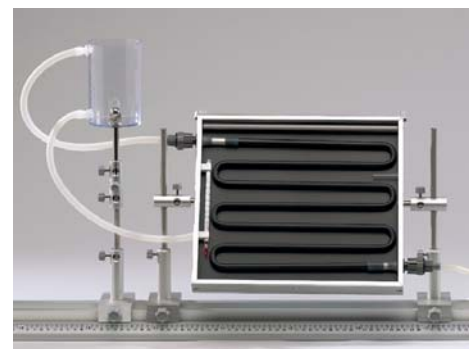
COMPONENTES:

- ◆ Colector solar térmico con ranuras para insertar hasta 6 elementos distintos
- ◆ Vaso de expansión con bomba
- ◆ Mechero de alcohol
- ◆ Tubo de vidrio para convección
- ◆ Termómetro digital (2x)
- ◆ Tubos capilares
- ◆ Intercambiador de calor serpentín
- ◆ Depósito termosifón
- ◆ Colorante rojo
- ◆ Lámpara infrarroja con soporte
- ◆ Fuente de alimentación
- ◆ Tubos con conexiones y tapones
- ◆ Recipiente blanco y negro
- ◆ Riel con pies
- ◆ Material soporte y fijación
- ◆ Estuche de almacenamiento



EXPERIMENTOS:

- ✓ Absorción de la radiación térmica.
- ✓ Transporte de energía por convección.
- ✓ Principio del colector solar, uso de diferentes tipos de elementos absorbentes/aislantes.
- ✓ Colector solar con circulación por efecto termosifón.
- ✓ Colectores solares con intercambiador de calor y bomba de recirculación.

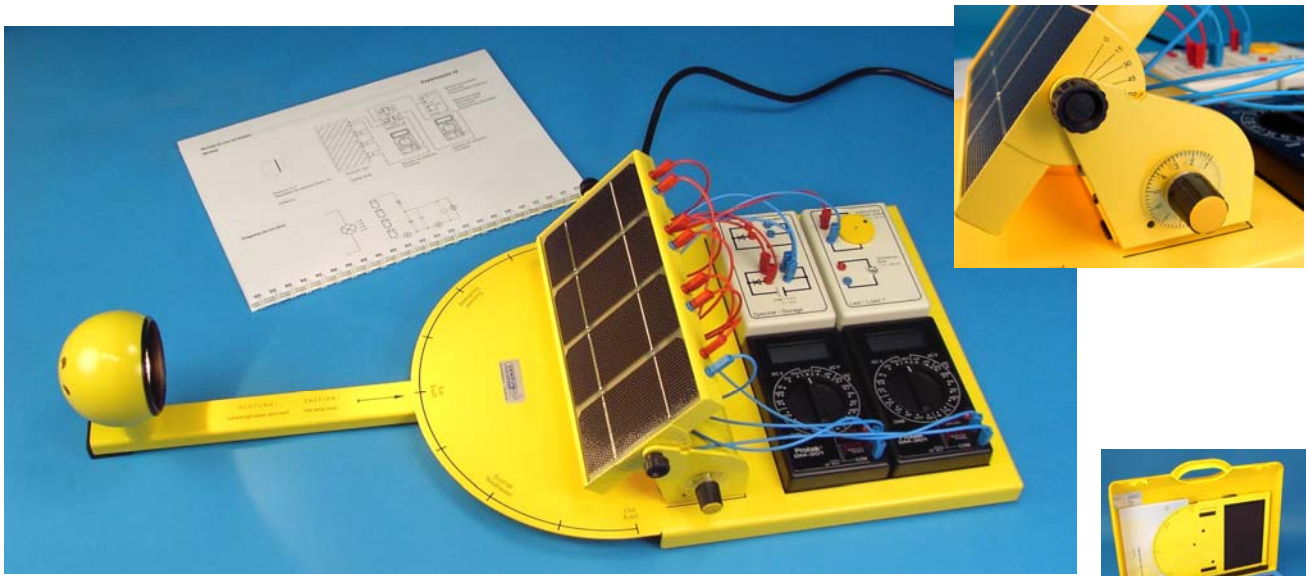


EXPERIMENTO

ENERGÍA FOTOVOLTAICA

10473

Para el estudio cualitativo y cuantitativo de la generación de energía a partir de paneles fotovoltaicos. Con todo el material necesario para realizar multitud de experimentos. Una lámpara halógena, montada sobre brazo giratorio con puntos cardinales, suministra la iluminación para los experimentos. El módulo solar compuesto de 4 celdas individuales puede girar sobre una escala graduada en ángulos. Mediante el uso de resistencias variables y dos multímetros digitales podemos calcular curvas características. Se incluye una caja con acumuladores para analizar el proceso de carga y descarga de baterías.

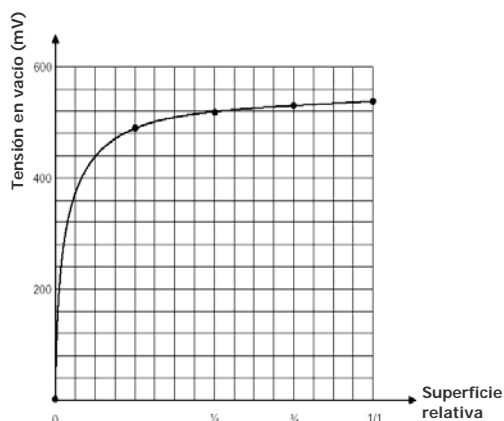


COMPONENTES:

- ◆ Placa base
- ◆ Lámpara halógena
- ◆ Alimentación de tensión regulable
- ◆ Módulo solar con 4 celdas individuales y ajuste de inclinación
- ◆ Multímetros (2x)
- ◆ Sensor intensidad de radiación
- ◆ Caja de carga con motor y bombilla
- ◆ Caja con acumuladores y diodo de bloqueo
- ◆ Caja de medición con resistencia variable
- ◆ Cables de conexión
- ◆ Manual de experimentos y soluciones con datos experimentales
- ◆ Maletín de conservación

Opcional, no incluido:

- ◆ Inversor AC, caja de medición con conexión a PC y software toma de datos (Inglés)



EXPERIMENTOS:

- ✓ Medición de la intensidad de la radiación.
- ✓ La célula solar como cambiador de energía y como diodo.
- ✓ Tensión sin carga y corriente de cortocircuito de una célula solar.
- ✓ Tensión y corriente sin carga en función de la intensidad de radiación.
- ✓ Corriente de cortocircuito en función del ángulo de incidencia de la luz.
- ✓ Conexiones en serie y paralelo de células solares.
- ✓ Registro de curva característica voltaje/intensidad.
- ✓ Determinación del rendimiento.
- ✓ Reproducción del transcurso de un día.
- ✓ Carga y descarga de un acumulador.
- ✓ Montaje de una red aislada.

EXPERIMENTO

ENERGÍA FOTOVOLTAICA CON PANEL

10477

Equipo diseñado para la demostración y estudio cuantitativo de las instalaciones eléctricas con energía solar fotovoltaica, con el que se pueden configurar múltiples instalaciones. Se estudiará desde la instalación de un panel fotovoltaico y cálculo de la irradiación solar hasta la realización de instalaciones reales para aprovechamiento de la energía generada. Las instalaciones posibles son: consumo a 12V DC, consumo a 220V AC en red aislada. El equipo viene completo con todos los elementos necesarios y un amplio manual de experimentos.

COMPONENTES:

- ◆ Bastidor de sobremesa. Medidas 740x640x300 mm
- ◆ Panel solar 12V/50W con soporte basculante 0-90°, ruedas y célula calibrada para medir irradiación solar. 890x770x400 mm
- ◆ Regulador electrónico con pantalla LCD con información del proceso de carga de la batería
- ◆ Inversor CC/CA, 150 W (370 W pico)
- ◆ Vatímetro de 750 W (energía activa)
- ◆ Medidor CC (30 V)
- ◆ Medidor CA (250 V)
- ◆ Medidor de corriente (5 A)
- ◆ Medidor de irradiación solar, escala W/m^2
- ◆ Potenciómetro de 50 W para medir curvas características del módulo fotovoltaico.
- ◆ Lámpara dicróica 50 W a 220 V.
- ◆ Lámpara dicróica 50 W a 12 V.
- ◆ Batería 12 V / 18 A con interruptor magnetotérmico.
- ◆ Juego de cables de conexión de seguridad 4 mm.
- ◆ Extenso manual de uso y experimentos.
- ◆ CD con software de cálculos de energía solar.



EXPERIMENTOS:

INSTALACIÓN DEL PANEL SOLAR:

- ✓ Medida de la irradiación solar
- ✓ Medida de la influencia de la orientación solar con la energía captada
- ✓ Medida de tensión en circuito abierto
- ✓ Medida de corriente de cortocircuito
- ✓ Medida de los parámetros electro-ópticos del panel
- ✓ Medida de la corriente de cortocircuito y con diferentes cargas del panel solar

EXPERIMENTOS CON EL REGULADOR DE CARGA:

- ✓ Corriente suministrada por el panel
- ✓ Corriente de carga
- ✓ Algoritmo de carga
- ✓ Corriente de suministro

EXPERIMENTOS CON EL INVERSOR CC/CA:

- ✓ Corriente de entrada en reposo y con carga
- ✓ Protecciones
- ✓ Tensión y corriente de salida
- ✓ Cálculo de la eficiencia

INSTALACIONES:

- ✓ Suministro de corriente continua
- ✓ Suministro de corriente alterna
- ✓ Suministro combinado de CC y CA
- ✓ Medida de parámetros en todos los puntos de las instalaciones
- ✓ Realización de memoria descriptiva de las instalaciones, indicando: finalidad, normativa que cumple, esquemas, relación de componentes, parámetros, presupuesto económico, plan de mantenimiento.

EXPERIMENTO

ENERGÍA EÓLICA

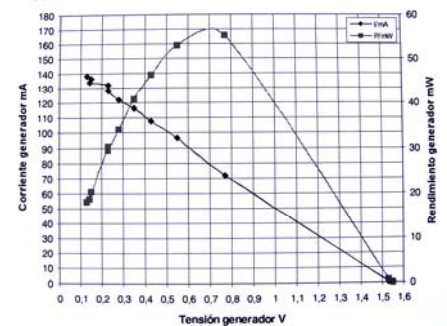
10482

Para el estudio cualitativo y cuantitativo de la generación de energía a partir de aerogeneradores. Con todo el material necesario para realizar multitud de experimentos. El generador de viento con potencia regulable suministra un chorro de viento a velocidad controlable y medible mediante un anemómetro. Al generador eólico se le pueden acoplar diferentes configuraciones de palas en número, posición y forma para ver la diferencia de rendimiento. Mediante el uso de resistencias variables y dos multímetros digitales podemos calcular las curvas características. Se incluye una caja con acumuladores para analizar el proceso de carga y descarga de baterías.

Como elemento adicional se incluye un rotor tipo Savonius con generador eléctrico y posibilidad de colocar un entrehierro en el eje del rotor del que también se medirá su curva característica.



Curva característica I/U con número de revoluciones constante



EXPERIMENTOS:

- ✓ velocidad del viento en el ambiente.
- ✓ Velocidad del viento ajustable de la máquina de viento.
- ✓ Potencia de salida de un aerogenerador en función de la forma de la pala, del número de palas y de la posición de las palas.
- ✓ Curva característica de un aerogenerador a revoluciones constantes.
- ✓ Curva característica a velocidad del viento constante.
- ✓ Potencia de salida de un aerogenerador en función de la velocidad del viento.
- ✓ Carga de un acumulador con un aerogenerador y su posterior descarga.
- ✓ Instalación de una red independiente con generación y consumo simultaneo de energía.
- ✓ Rotor Savonius.



COMPONENTES:

- ◆ Placa base
- ◆ Máquina generadora de viento con potencia regulable
- ◆ Generador eólico con rotor axial y tacómetro
- ◆ Pala plana (4x)
- ◆ Pala curvada (4x)
- ◆ Cúpula protectora del viento
- ◆ Rotor Savonius
- ◆ Multímetro (2x)
- ◆ Anemómetro digital
- ◆ Caja de carga con motor y bombilla
- ◆ Caja con acumuladores
- ◆ Caja de medición con resistencia variable
- ◆ Juego de cables de conexión
- ◆ Manual de experimentos y soluciones con datos experimentales
- ◆ Maletín de conservación

Alternativa para mediciones (no incluido):

- ◆ Sistema de adquisición de datos EASYSENSE



EXPERIMENTO

PILA DE COMBUSTIBLE DE H₂ (I)

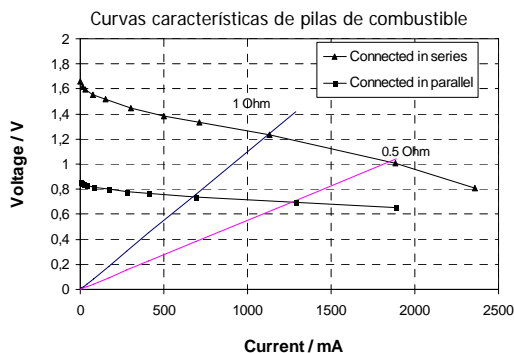
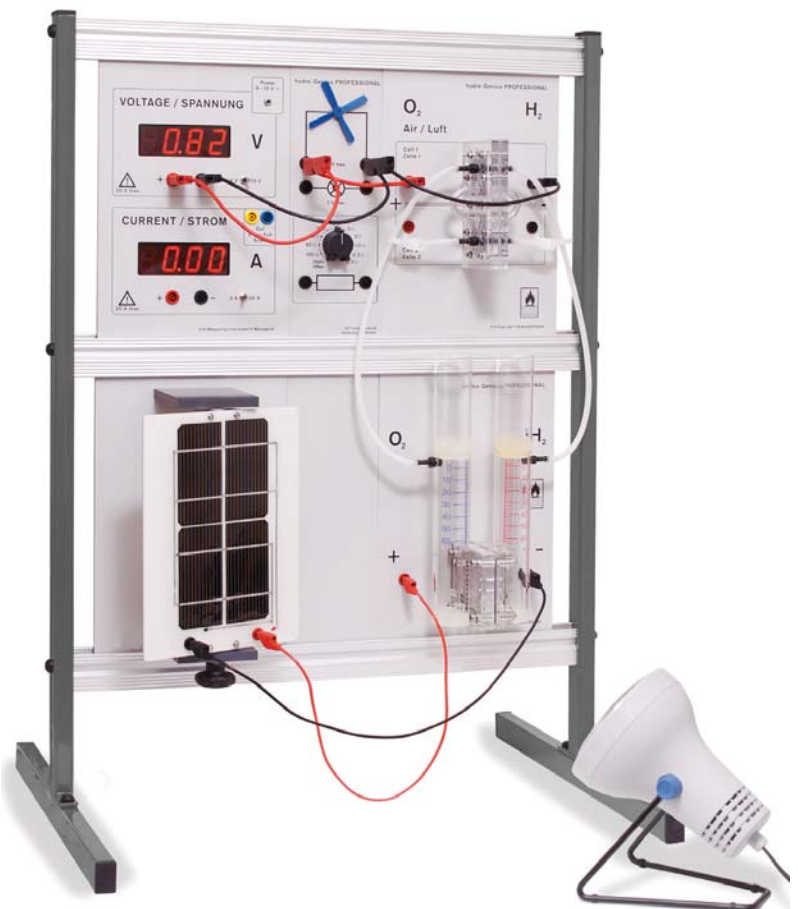
10492

Descubra la energía que moverá millones de coches en un futuro próximo. Este equipo está especialmente diseñado para la demostración y estudio de la tecnología de las pilas de combustible alimentadas por hidrógeno. Se utilizan módulos grandes instalados verticalmente, de manera que dichos módulos pueden montarse de acuerdo con las necesidades del experimentador. Sistema montado sobre bastidor vertical de grandes dimensiones (60x84x46 cm.) por lo que es ideal para presentaciones en grupo por el profesor.

La electricidad generada por un panel fotovoltaico es suministrada a un electrolizador para disociar el agua en hidrógeno y oxígeno. Estos dos gases son introducidos en una pila de combustible tipo PEM (membrana de intercambio de protones) en donde la reacción genera agua y electricidad con un alto rendimiento. Gracias al medidor incorporado se pueden realizar medidas cuantitativas de las curvas de carga de la pila.

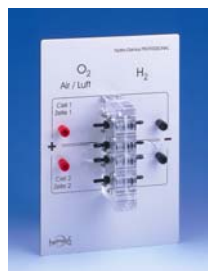
COMPONENTES:

- ◆ Módulo con panel solar
- ◆ Módulo con electrolizador
- ◆ Módulo con doble pila de combustible PEM 2,5W
- ◆ Módulo con motor, lámpara y resistencia variable
- ◆ Módulo con voltímetro y amperímetro digital
- ◆ Juego de cables
- ◆ Bastidor soporte para módulos (60X84X46cm)
- ◆ Foco con soporte orientable 120W
- ◆ Agua destilada
- ◆ Manual de instrucciones y experimentos
- ◆ Cd-Rom de apoyo con película sobre la historia y la ciencia de las pilas de combustible (Inglés)



EXPERIMENTOS:

- ✓ Características de células solares.
- ✓ Curvas características y eficiencia de celdas electrolíticas y pilas de combustible.
- ✓ 1ª Ley de Faraday.
- ✓ Eficiencia de Faraday y eficiencia energética de los dos tipos de celdas.
- ✓ Conexión en serie y paralelo de pilas de combustible.
- ✓ Reacción $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + \text{Energía}$.
- ✓ Resistencia interna.
- ✓ Eficiencia en voltaje y temperatura.

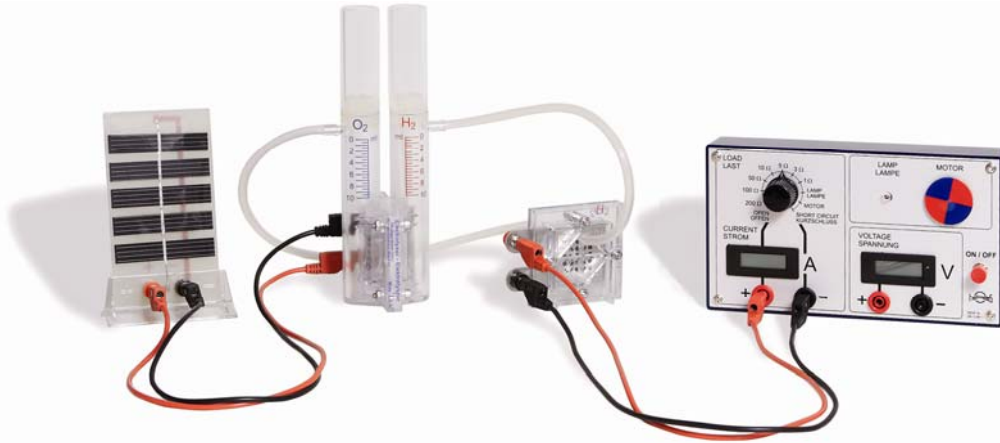


EXPERIMENTO

PILA DE COMBUSTIBLE DE H₂ (II)

10493

Descubra la energía que moverá el mundo en un futuro próximo: el Hidrógeno. Con este equipo el alumno estudiará el siguiente proceso: la electricidad generada por un panel fotovoltaico es suministrada a una celda electrolítica para disociar el agua en hidrógeno y oxígeno. Estos dos gases son introducidos en una pila de combustible tipo PEM (membrana de intercambio de protones) en donde la reacción genera agua y electricidad a un alto rendimiento. Gracias al medidor incorporado se pueden realizar medidas cuantitativas de las curvas de carga de la pila.



COMPONENTES:

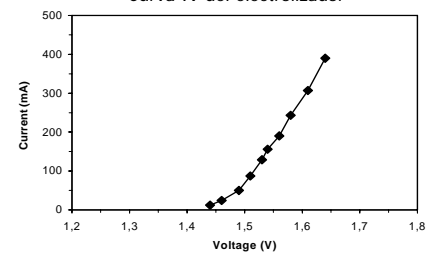
- ◆ Panel solar
- ◆ Electrolizador PEM
- ◆ Pila de Combustible PEM
- ◆ Caja de medición (amperímetro, voltímetro, resistencias graduables en 7 posiciones, lámpara y motor)
- ◆ Cronómetro digital
- ◆ Tubos de silicona
- ◆ Juego de cables
- ◆ Foco con soporte orientable 120W
- ◆ Agua destilada
- ◆ Estuche de plástico con huecos (44x33x16cm)
- ◆ Manual de instrucciones y experimentos



EXPERIMENTOS:

- ✓ Características de células solares.
- ✓ Curvas características y eficiencia de celdas electrolíticas y pilas de combustible.
- ✓ 1ª Ley de Faraday.
- ✓ Eficiencia de Faraday y eficiencia energética de los dos tipos de celdas.
- ✓ Reacción $2H_2 + O_2 \rightleftharpoons 2H_2O + \text{Energía}$.
- ✓ Resistencia interna.
- ✓ Eficiencia en voltaje y temperatura.
- ✓ Estudio de la pila de metanol (*necesario adicionalmente ref. 13735*).
- ✓ Conexión en serie y en paralelo de pilas (*necesario adicionalmente ref. 13730*).
- ✓ Diferencia de rendimiento entre dos membranas distintas (*necesario adicionalmente ref. 13730*).
- ✓ Diferencia entre suministro de oxígeno puro o tomado del aire (*necesario adicionalmente ref. 13730*).

Curva IV del electrolizador



13735 PILA DE COMBUSTIBLE DE METANOL

Las pilas de metanol directo tienen la ventaja de usar un combustible líquido en lugar de gas Hidrógeno. Esta pila convierte el combustible directamente en electricidad teniendo como residuos CO₂ y vapor de agua.

Potencia: 0,1W
Tensión: 0,1 – 0,6 V



13730 PILA DE COMBUSTIBLE PEM DESMONTABLE

Se puede montar y desmontar para examinar sus componentes. Incluye dos membranas con diferente recubrimiento y rejilla adicional para toma de oxígeno directamente del aire. Potencia: 0,6 W
Tensión: 0,4 - 1 V



EXPERIMENTO

PILA DE COMBUSTIBLE DE H₂ (III)

10494

Mediante este equipo de sistema de pila de combustible los estudiantes conocerán los principios de funcionamiento e instalación de un sistema que reproduce con mucha precisión el mundo real. La unidad pueden hacerla funcionar fácilmente personas sin experiencia. Instrucciones detalladas de experimentos orientan a los estudiantes en el desarrollo de los múltiples experimentos básicos y relacionados con aplicaciones. Usted puede utilizar un PC y la herramienta incluida de software para llevar a cabo los experimentos o mostrar los parámetros del sistema y medir su eficiencia.

El hidrógeno necesario para el funcionamiento se puede obtener envasado en cualquier proveedor que comercialice gases. El componente principal del equipo es el módulo de pila de combustible de 50W PEM de alto rendimiento, que puede hacerse funcionar manualmente o asistido por el ordenador. A fin de investigar cómo la variación de los parámetros de funcionamiento afecta a las distintas aplicaciones, se puede hacer trabajar al sistema con diferentes cargas eléctricas. El módulo de carga electrónica hace posible instalar (manualmente ó mediante el ordenador) diferentes características de carga y analizar los resultados. El módulo convertidor de tensión DC/DC proporciona una mayor utilización del sistema de manera que no precisa de conexión eléctrica externa, haciendo de él una verdadera fuente de alimentación independiente. Se incluye un módulo con semáforo como carga eléctrica adicional.

COMPONENTES:

- ◆ **Módulo con pila de combustible de 50W**, con indicador electrónico del flujo de hidrógeno; ventilador; controlador microprocesador para cierre de seguridad y gestión del sistema; indicador LCD de 7 segmentos para: Consumo de hidrógeno, potencia del ventilador, temperatura pila de combustible, tensión de la pila de combustible y corriente de carga; electroválvula interfaz de datos.
- ◆ **Módulo de Carga electrónica**, con indicador LCD del consumo de potencia e interfaz de datos.
- ◆ **Módulo convertidor de tensión DC/DC**, con indicador LCD de potencia neta de salida y el consumo de potencia parásita e interfaz de datos.
- ◆ **Módulo con semáforo**.
- ◆ **Módulo de suministro de hidrógeno**, con bombona de hidruro metálico; regulador de presión; indicador de presión; electroválvula y tubo de conexión. Para rellenado del hidruro metálico se suministra un regulador de presión para bombonas de 200 bar y tubo de conexión.
- ◆ Bastidor soporte (90x84x46cm)
- ◆ Software toma y análisis de datos (Inglés)
- ◆ Guía de experimentos y manual (Inglés)
- ◆ Libro texto "Fuel cell systems"



EXPERIMENTOS:

Fundamentos de la pila de combustible y sus aplicaciones:

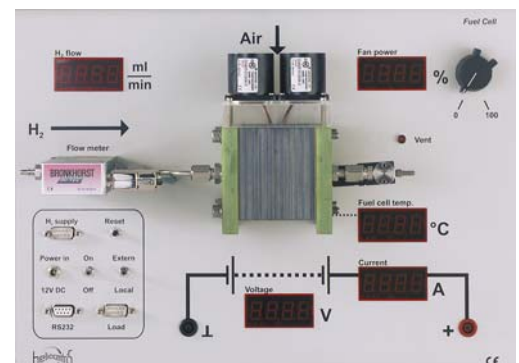
- ✓ Principio y funcionamiento de pilas de combustible.
- ✓ Termodinámica, curvas características y eficiencia.
- ✓ Combustibles, sistemas y electrónica de potencia.
- ✓ Aplicaciones y productos que utilizan pilas de combustible.

Experimentos básicos de la pila de combustible:

- ✓ Curvas características.
- ✓ Variación de la potencia en función del suministro de combustible, resistencia interna y temperatura.
- ✓ Eficiencia de una pila de combustible.
- ✓ Máxima potencia frente a eficiencia máxima.
- ✓ Interdependencia de los parámetros de funcionamiento.

Experimentos de aplicación:

- ✓ Perfiles de carga, eficiencia y consumo energético, respuesta del sistema a los cambios de carga.
- ✓ Ejemplo de fuente de alimentación independiente: ¿Durante cuánto tiempo puede una pila de combustible hacer funcionar una carga sin conexión a la red eléctrica?
- ✓ Ejemplo de "vehículo de pila de combustible": Midiendo el consumo de combustible en función del ciclo de trabajo.



LOS ELEMENTOS SE VENDEN POR SEPARADO. EL SISTEMA SE PUEDE OFRECER CON COMBINACIONES DIFERENTES. CONSULTAR.

EXPERIMENTO

INTEGRACIÓN ENERGÍAS ALTERNATIVAS

10496

Con este equipamiento estudiaremos las energías fotovoltaica, eólica y de pila de combustible de manera independiente y también su integración de manera combinada mostrando toda la cadena de conversión de energía.

Se incluyen unos focos para simular la energía del Sol y un ventilador para simular la energía eólica, de tal forma que todos los experimentos se puedan realizar en el interior del aula.

Mediante el uso de la energía solar y eólica podremos generar hidrógeno que será almacenado para usar en momentos de gran demanda energética. El alumno aprenderá a realizar el dimensionado de estos tres tipos de energía.

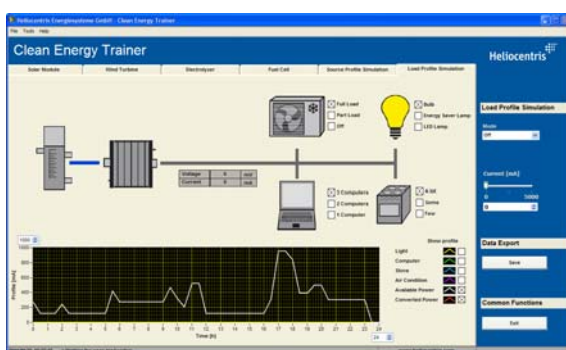
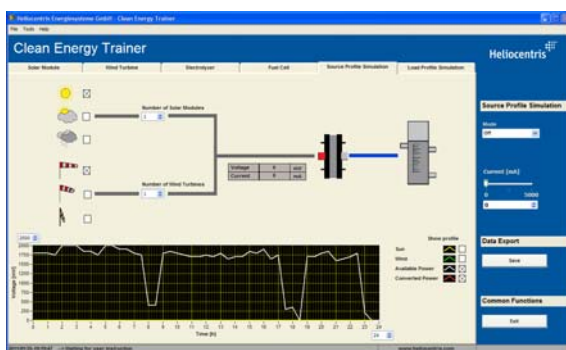
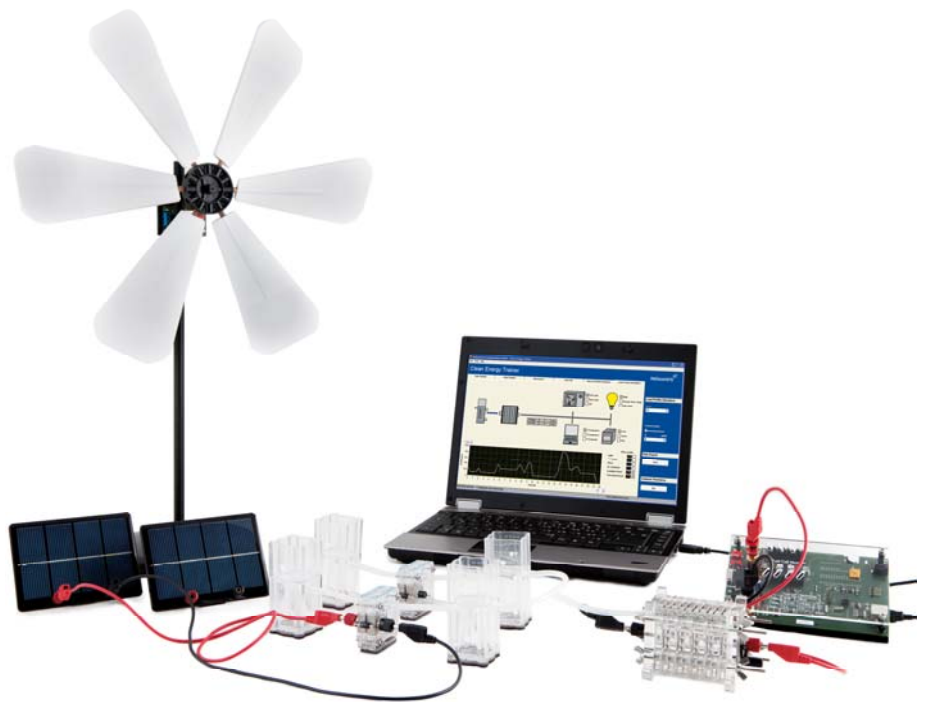
El USB Data monitor junto con el software incluido permite la toma de datos automatizada a través de PC, programarse como carga electrónica para generar curvas características de forma manual o automatizada, simular diferentes perfiles meteorológicos, etc.

COMPONENTES:

- ◆ Stack de pila de combustible desmontable con 5 celdas
- ◆ Electrolizador (2x)
- ◆ Acumuladores de gases (4x)
- ◆ Generador eólico
- ◆ Módulo solar (2x)
- ◆ Carga (bombillas)
- ◆ USB Data monitor con carga electrónica
- ◆ Fotómetro
- ◆ Anemómetro
- ◆ Focos simulador de luz solar
- ◆ Ventilador simulador de viento
- ◆ Cables de conexión
- ◆ Agua destilada
- ◆ Placa base metálica
- ◆ Software de estudio, medición, visualización y simulación
- ◆ Manual de uso y experimentos con fichas de trabajo para el alumno y soluciones para el profesor
- ◆ Estuche de almacenamiento

Necesario, no incluido:

- ◆ Ordenador



EXPERIMENTOS:

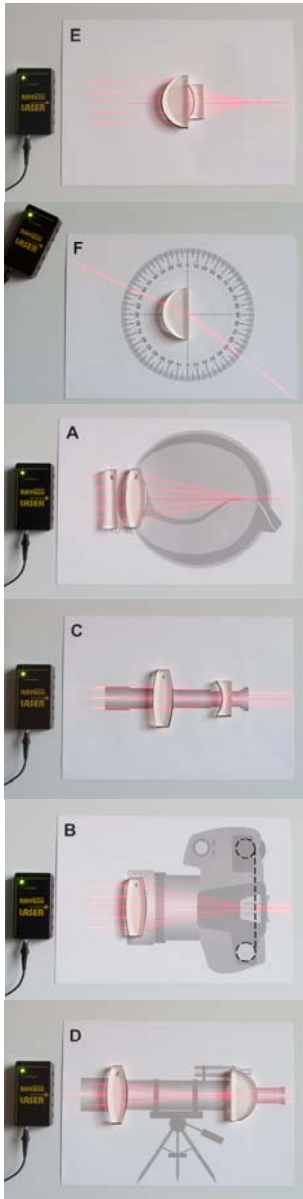
- ✓ Orientación y combinación de dos paneles fotovoltaicos.
- ✓ Curva característica de un panel fotovoltaico.
- ✓ Variación del número de palas y ángulo de ataque en un generador eólico.
- ✓ Curva característica de un generador eólico.
- ✓ Curva característica de un electrolizador.
- ✓ Rendimiento de un electrolizador.
- ✓ Curva característica de una pila de combustible.
- ✓ Rendimiento energético de una pila de combustible.
- ✓ Obtención de hidrógeno a partir de energías renovables.
- ✓ Dimensionamiento óptimo de fuentes de energías alternativas combinadas.
- ✓ Configuración de un sistema aislado con el uso de las tres energías.
- ✓ Simulación mediante software de diferentes perfiles meteorológicos y de carga.



EXPERIMENTO

ÓPTICA GEOMÉTRICA

10514



Equipo Para el estudio de los principios básicos de la óptica geométrica incluida la reflexión total en la fibra óptica. Para hacer los experimentos utilizamos una caja con 5 diodos láser electrónica (1mW, 635nm) para ver perfectamente la trayectoria de los rayos incluso en ambientes con iluminación. Mediante un interruptor electrónico se pueden seleccionar de 1 a 5 rayos. Los experimentos se realizan sobre una pizarra de acero blanca donde se colocan los componentes ópticos y la caja de diodos, que son magnéticos. En dicha pizarra se pueden usar rotuladores especiales para pizarras blancas. Para ayudar a demostrar algunos de los experimentos se adjuntan unas láminas magnéticas con dibujos realizados para situar las lentes. La mayoría de los componentes ópticos tienen una base de longitud 100 mm y grosor 15 mm con lo que la visibilidad de los experimentos es óptima.

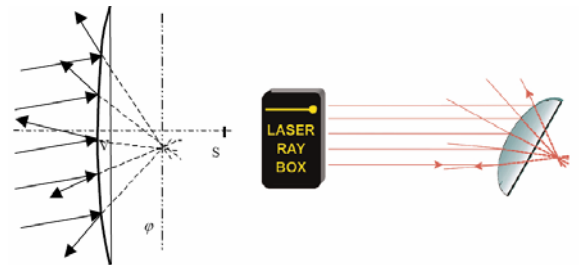
COMPONENTES:

- ◆ Caja con 5 diodos láser (1mW, 635nm)
- ◆ Componentes ópticos: lentes semiesféricas (2x), lente bicóncava, lentes biconvexas (4x), lente plano convexa, espejo plano, espejo cóncavo, espejo convexo, lente rectangular, prisma, guía de ondas
- ◆ Estuche conservación de plástico para componentes ópticos
- ◆ Láminas magnéticas (6x)
- ◆ Fibra óptica, 50cm
- ◆ Fuente de alimentación
- ◆ Pizarra blanca de acero con soporte (450x600mm)



EXPERIMENTOS:

- ✓ Leyes de Reflexión.
- ✓ Leyes de Refracción.
- ✓ Reflexión total.
- ✓ Determinación de distancia focal de lentes y espejos.
- ✓ Modelo de ojo humano, defectos ópticos y su corrección mediante lentes.
- ✓ Cámara fotográfica.
- ✓ Telescopio de Galileo.
- ✓ Telescopio de Képler.
- ✓ Microscopio.
- ✓ Aberración esférica.

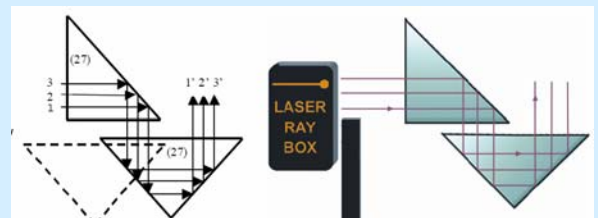
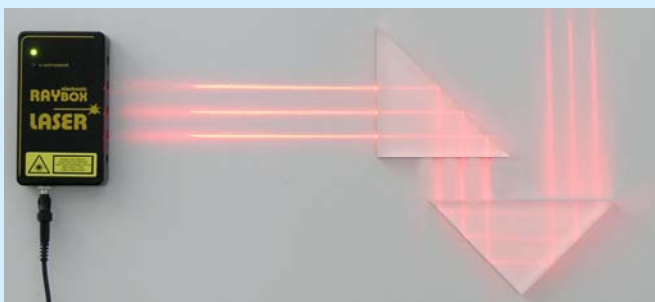


Adicional no incluido:

14516 AMPLIACIÓN 15 COMPONENTES ÓPTICOS

Juego de 15 elementos ópticos magnéticos en estuche de plástico, ideal como ampliación para 10514.

Para ver la relación entre el índice de refracción y los elementos ópticos positivos o negativos gracias al uso de lentes de aire. Para mostrar ejemplos de elementos ópticos técnicos: lentes cóncavas, plano-cóncavas, convexas y plano convexas; Prismas equiláteros; Prismas de ángulo recto; Espejos; Lentes condensadoras; Separadores de haz; Periscopios.



EXPERIMENTO

ÓPTICA GEOMÉTRICA CON BANCO

10518

Equipo para la realización de multitud de experimentos en óptica geométrica. Se estudia las leyes de lentes, leyes de reflexión en espejos así como el funcionamiento de diversos instrumentos ópticos tales como cámara fotográfica, telescopio, microscopio, proyector de diapositivas, ojo humano. El montaje se realiza sobre un riel óptico muy robusto de aluminio de 1m de longitud. Incluye lámpara óptica de alta intensidad así como soportes y componentes para realizar los distintos experimentos. Se suministra en un estuche con huecos para los componentes y manual de experimentos.



COMPONENTES:

- ◆ Riel óptico con escala, 100cm
- ◆ Par de bases con tornillos de ajuste
- ◆ Soporte deslizante de 30mm (5x)
- ◆ Lámpara óptica con bombilla 50W
- ◆ Lentes en montura: $f = +50\text{mm}$, $+100\text{mm}$, $+200\text{mm}$ y -100mm (4x)
- ◆ Espejos: plano y cóncavo-convexo (2x)
- ◆ Prisma
- ◆ Cubeta
- ◆ Soporte de prisma
- ◆ Bloques de vidrio: paralelo y plano-cilíndrico (2x)
- ◆ Apertura
- ◆ Soporte con tubo, 30 mm
- ◆ Soporte, vidrio
- ◆ Tubo de plástico
- ◆ Bola de sombra en varilla
- ◆ Diafragmas de orificio: $\varnothing 1\text{mm}$, $\varnothing 2\text{mm}$ y $\varnothing 4\text{mm}$ (3x)
- ◆ Diafragmas ranurados: de 1 rendija, 3 rendijas y en forma de flecha (3x)
- ◆ Diafragma cruzado en diapositiva
- ◆ Soportes de diafragma y diapositivas (2x)
- ◆ Soporte de pantalla y espejos
- ◆ Pantallas: vidrio esmerilado y blanca con varilla (2x)
- ◆ Juego de filtros de colores: rojo, verde y azul
- ◆ Diapositivas: de color y preparación microscópica (2x)
- ◆ Redes difracción: 300 l/mm y 80 l/mm (2x)
- ◆ Rendija ajustable en marco soporte
- ◆ Polarizador y analizador, en varilla
- ◆ Mica, disco delgado en diapositiva
- ◆ Cristal de calcita
- ◆ Fuente de alimentación y cables
- ◆ Maleta de conservación con huecos

EXPERIMENTOS:

- ✓ Propagación de la luz.
- ✓ Formación de sombra.
- ✓ Cámara fotográfica con apertura mínima.
- ✓ Reflexión en espejos.
- ✓ Refracción de la luz y en el agua.
- ✓ Lente convergente y divergente.
- ✓ Distancia focal con lentes convergentes.
- ✓ Ojo humano, miopía e hipermetropía.
- ✓ Lupa.
- ✓ Telescopio: astronómico y terrestre.
- ✓ Proyector de diapositivas.
- ✓ Microscopio.
- ✓ Dispersión de la luz.
- ✓ Absorción de colores del espectro.
- ✓ Difracción en rendija sencilla: Interferencia.
- ✓ Difracción mediante red.
- ✓ Polarización mediante birrefringencia.
- ✓ Polarímetro, utilización.
- ✓ Polarización cromática.
- ✓ Giro del plano de polarización.



TODOS LOS COMPONENTES SE VENDEN POR SEPARADO Y TAMBIÉN LE OFRECEMOS OTROS PRODUCTOS RELACIONADOS: LÁSER, DIÓDOS, CÁMARA CCD, ETC. VER NUESTRO CATÁLOGO GENERAL O VISITE NUESTRA WEB.

EXPERIMENTO

INTERFERENCIA ESPEJOS DE FRESNEL

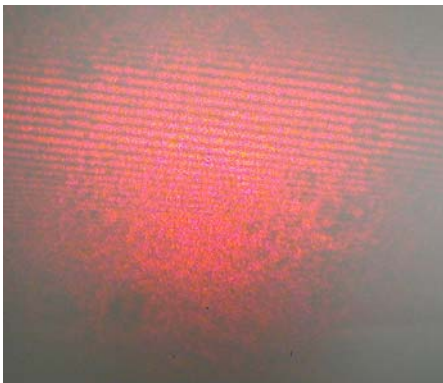
10531

La luz de un diodo láser es reflejada en dos espejos cuya inclinación se puede variar con precisión para producir dos haces coherentes que interfieran entre sí. El resultado de esta interferencia se focaliza con ayuda de una lente sobre una pantalla translúcida sobre la que se muestran las líneas de interferencia. A partir de la separación entre dos líneas de interferencia se puede calcular la longitud de onda del láser, o bien, conociendo la longitud de onda, calcular el ángulo δ formado entre los dos espejos.

Para ángulos pequeños, se tiene $\delta = \frac{l}{\Delta y} K$, en donde l es la distancia desde la pantalla de proyección a la lente focalizadora, Δy es la distancia entre dos máximos consecutivos de interferencia y K es un factor que depende de la geometría del montaje experimental y de la longitud de onda de la luz del láser.

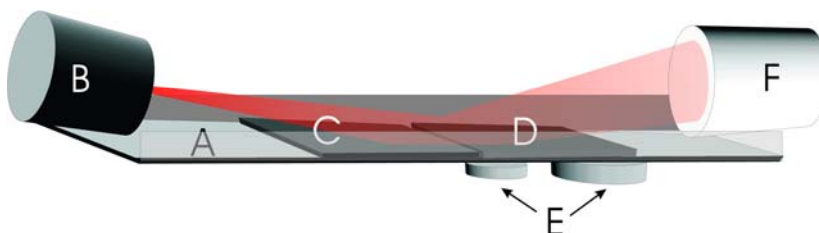
COMPONENTES:

- ◆ Placa base metálica
- ◆ Diodo láser con fuente de alimentación
- ◆ Espejos fijo y ajustable en inclinación
- ◆ Lente focalizadora
- ◆ Pantallas de proyección translúcida y opaca



EXPERIMENTOS:

- ✓ Generación de dos fuentes virtuales de luz coherente.
- ✓ Conociendo la longitud de onda, medir la distancia entre máximos de interferencia y calcular el ángulo formado entre dos espejos de Fresnel.

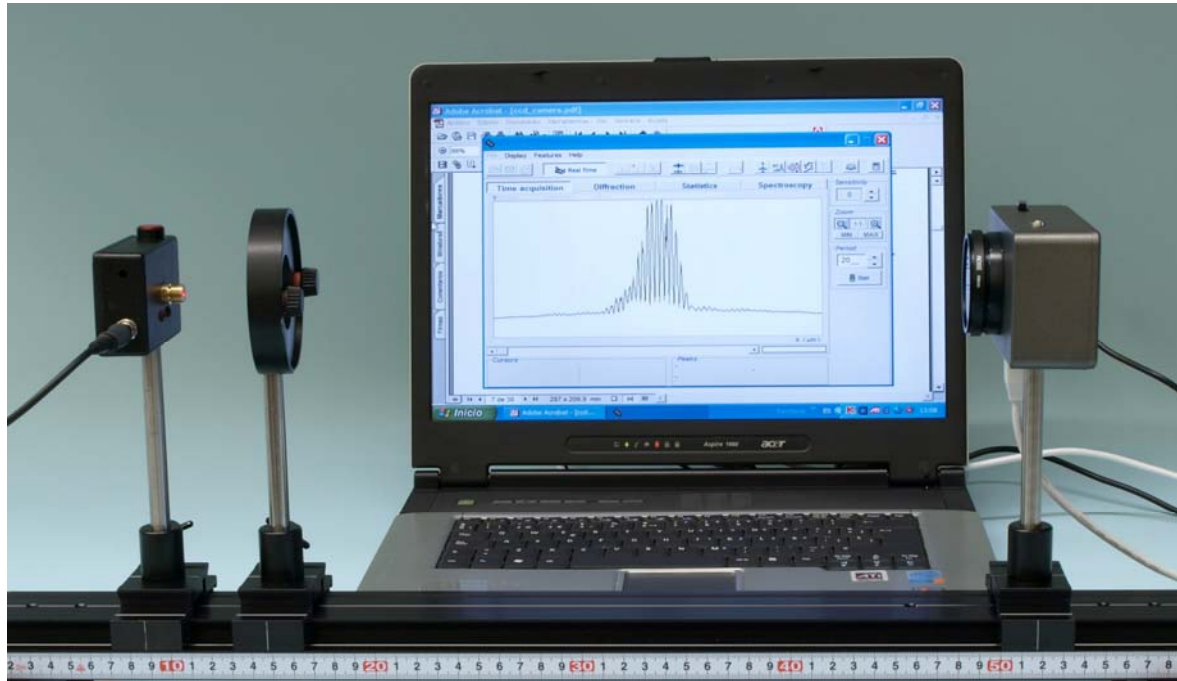


EXPERIMENTO

DIFRACCIÓN EN RENDIJAS

10543

Para el estudio de la difracción usamos una cámara CCD lineal que registra la intensidad de luz en dirección perpendicular a la de propagación del haz de luz láser. Este registro se realiza en tiempo real, por lo que para cualquier cambio en la geometría del experimento visualizamos inmediatamente su repercusión. Estos datos son enviados al ordenador que mediante el software visualiza en pantalla el patrón de difracción. Con el software podemos comparar el patrón obtenido con el teórico, para ello podemos introducir el valor de la longitud de onda, el ancho de la rendija y la distancia entre rendijas. Como fuente de ondas planas y coherentes usamos la luz láser. Analizaremos el patrón de difracción de una rendija simple y de una doble.

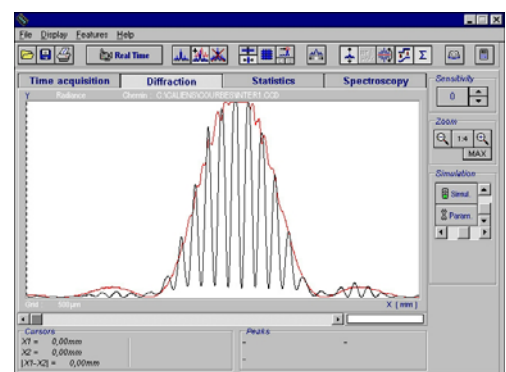
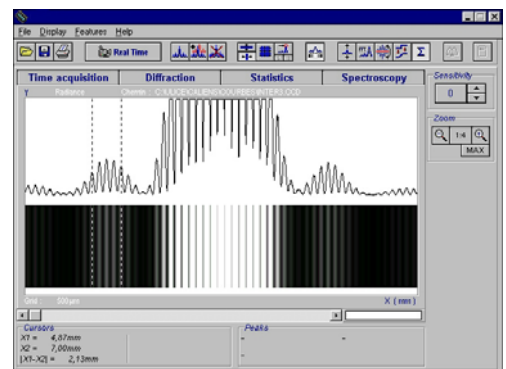


COMPONENTES:

- ◆ Banco óptico con patas niveladoras de 1m de longitud
- ◆ Soportes con columna para banco (3x)
- ◆ Láser de diodo
- ◆ Soporte para rendijas
- ◆ Cámara CCD con conexión USB
- ◆ Juego de rendijas simple y dobles
- ◆ Filtro de polarización (2x)

Necesario no incluido:

- ◆ Ordenador



EXPERIMENTOS:

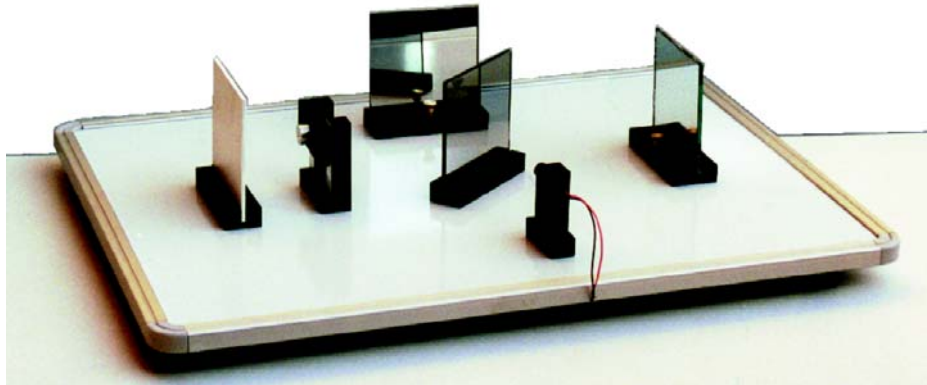
- ✓ Difracción de luz láser sobre una rendija simple.
- ✓ Difracción de luz láser sobre una rendija doble.

EXPERIMENTO

ÓPTICA ONDULATORIA SOBRE MESA

10546

Con este equipo de óptica le ofrecemos la posibilidad de aumentar el campo de la educación de la óptica-física en su aspecto ondulatorio. Gracias al uso de una fuente de luz coherente (láser) el equipo permite la realización y demostración de experimentos de interferencia y refracción así como también de reflexión, polarización, visualización de hologramas, etc. Los componentes del equipo se ubican en un maleta con una esponja preformada para evitar los daños a los elementos optomecánicos. El equipo también incluye una tabla magnética que puede ser usada además de cómo elemento de fijación, también para escribir con rotuladores de pizarra blanca.



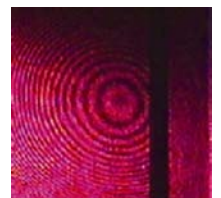
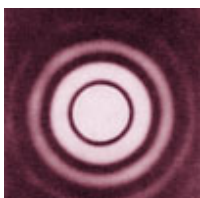
COMPONENTES:

- ◆ Diodo láser 635 nm, 1mW
- ◆ Diapositiva con rendijas dobles
- ◆ Diapositiva con rendijas simples
- ◆ Lente convergente
- ◆ Espejos (2x)
- ◆ Espejo semitransparente
- ◆ Pantalla
- ◆ Filtros de color (2x)
- ◆ Filtro polarizador
- ◆ Aberturas circulares para difracción (2x)
- ◆ Aberturas rectangulares para difracción (2x)
- ◆ Redes de difracción en 1 dimensión (3x)
- ◆ Red de difracción en 2 dimensiones
- ◆ Holograma
- ◆ Lámina de vidrio
- ◆ Soportes para los elementos ópticos (9x)
- ◆ Fibra óptica, 50 cm
- ◆ Tabla base
- ◆ Fuente de alimentación para diodo
- ◆ Estuche para componentes



EXPERIMENTOS:

- ✓ Interferencia de la luz en una lámina de vidrio fina.
- ✓ Interferómetro de Michelson.
- ✓ Interferencia en doble rendija.
- ✓ Difracción de la luz en una abertura circular y rectangular.
- ✓ Difracción de la luz en una red de difracción.
- ✓ Reconstrucción de un holograma.
- ✓ Polarización de la luz.
- ✓ Absorción.
- ✓ Demostración de fibra óptica.



EXPERIMENTO

INTERFEROMETRÍA

10551

En 1881 A. Michelson realizó un experimento en el que un haz de luz era dividido en dos rayos para luego ser reflejados en unos espejos y vueltos a superponer de nuevo. La diferencia de caminos ópticos producían una serie de interferencias entre los dos haces. Si la velocidad de la luz dependiera de la dirección de propagación también debería observarse el fenómeno de interferencia, pero al no ser así se dedujo que la velocidad de la luz era independiente de la dirección de propagación. Fue uno de los experimentos clave para descartar el concepto de éter.

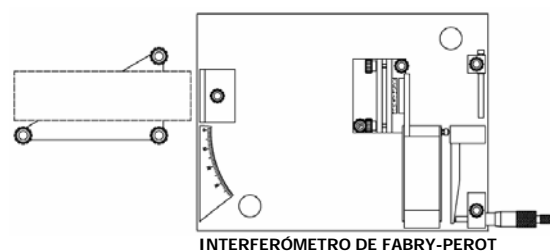
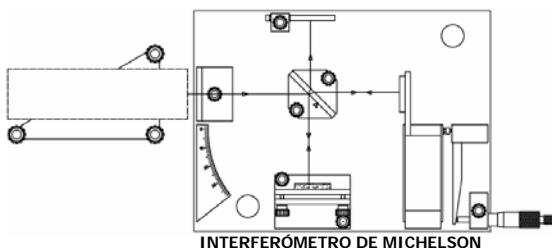
Además de este propósito el interferómetro puede usarse para medir longitudes de onda, o bien, si ésta es conocida, para medir distancias muy pequeñas. Entre otras cosas, esto es muy importante para realizar el estudio de la calidad de la superficie de componentes ópticos.

Con este robusto y fiable interferómetro es posible realizar las configuraciones de Michelson, Fabry Perot y Twyman-Green así como medir el índice de refracción del vidrio y del aire usando para ello una cámara en la que realizaremos un vacío parcial. Contando el número de anillos que van apareciendo en pantalla podremos realizar las medidas con gran precisión.



EXPERIMENTOS:

- ✓ Interferómetro de Michelson.
- ✓ Interferómetro de Fabry-Perot.
- ✓ Determinación del índice de refracción del vidrio.
- ✓ Determinación del índice de refracción del aire.
- ✓ Estudio Twyman-Green cualitativo de calidad óptica de componentes.



COMPONENTES:

- ◆ Interferómetro
- ◆ Celda para vacío
- ◆ Placa de vidrio sobre soporte
- ◆ Láser de He-Ne transparente 0,5 mW
- ◆ Bomba de vacío de mano con manguera



EXPERIMENTO

LEY DE LA RADIACIÓN

10572

Esta lámpara permite examinar la potencia radiada P_R por un objeto caliente (cuerpo negro) en función de su temperatura T , demostrando de esta forma la ley de Stefan-Boltzmann: $P_R = \sigma \cdot T^4$, en donde σ es la constante de Stefan-Boltzmann. El filamento de tungsteno de la lámpara alcanza temperaturas por encima de 2500 K. La temperatura del filamento se deduce de la resistencia del metal midiendo tensión aplicada e intensidad mediante la ley de Ohm y una serie de factores correctores. Con la ayuda de un detector de termopila, medimos la intensidad de la radiación emitida por la lámpara para diferentes tensiones e intensidades aplicadas.

También es posible verificar la ley inversa del cuadrado de la radiación, que establece que la intensidad radiada I_R es proporcional al inverso del cuadrado de la distancia: $I_R \propto \frac{1}{r^2}$.

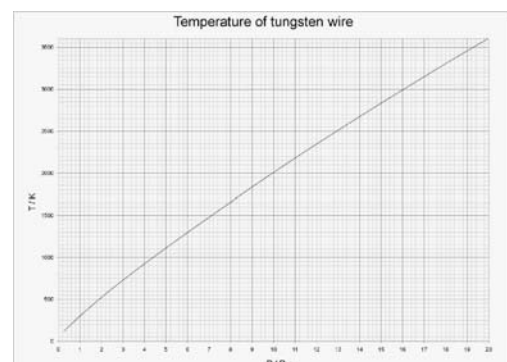
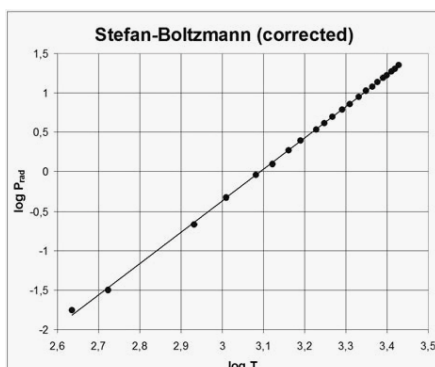
COMPONENTES:

- ◆ Lámpara de Stefan-Boltzmann
- ◆ Detector de radiación térmica
- ◆ Caja de alimentación para detector
- ◆ Reóstato
- ◆ Multímetro digital (3x)
- ◆ Fuente de alimentación
- ◆ Regla de madera
- ◆ Zócalo soporte
- ◆ Juego de cables



EXPERIMENTOS:

- ✓ Verificación de la ley inversa del cuadrado de la radiación.
- ✓ Verificación de la ley de Stefan-Boltzmann.

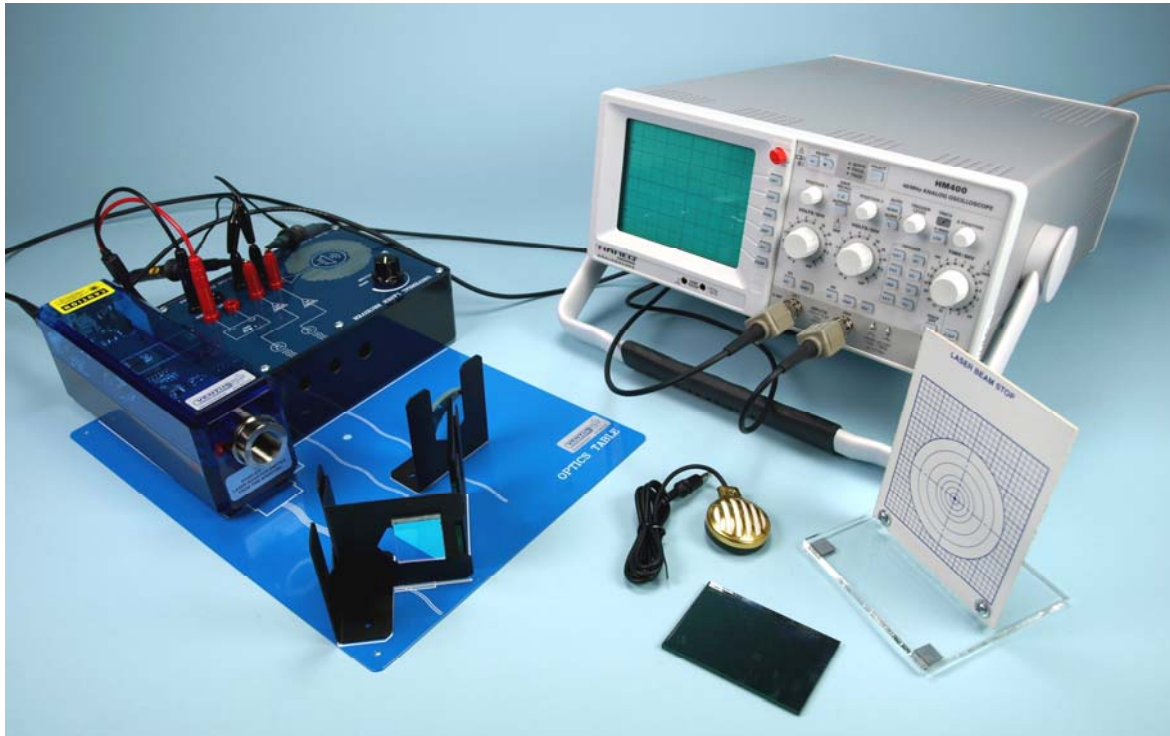


EXPERIMENTO

VELOCIDAD DE LA LUZ

10587

Mediante este experimento mediremos con precisión y de manera intuitiva la velocidad de propagación de la luz en el aire. Para ello disponemos un láser que modularemos mediante una señal de 1MHz. La luz recorrerá una distancia total de unos 20m mediante el uso de unos espejos. Un segundo haz de referencia recorre una distancia de 0,2 m. Ambos haces se coliman y son recibidos por los dos canales de recepción de la unidad de control. Cada canal de estos es conectado a un canal del osciloscopio en el que podremos medir la diferencia de fase entre las dos ondas (diferencia de tiempo t , en recorrer las dos distancias) y de esta manera mediremos la velocidad de la luz $v=(\Delta d)/t$, en donde Δd es la diferencia entre los recorridos de los dos haces y t la diferencia de fase temporal.



COMPONENTES:

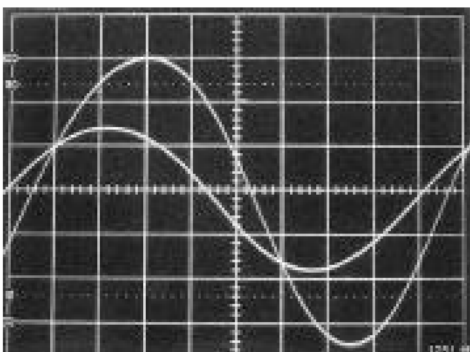
- ◆ Diodo láser modulable 0,8 mW
- ◆ Divisor de haz
- ◆ Espejos
- ◆ Lentes convergentes
- ◆ Monturas ópticas
- ◆ Unidad de control con dos canales de recepción y oscilador de 1MHz
- ◆ Adaptador 220V CA/CC
- ◆ Plantilla óptica de fijación componentes

Necesario no incluido:

- ◆ Osciloscopio dos canales de 40 MHz
- ◆ Sonda osciloscopio > 40 MHz

EXPERIMENTOS:

- ✓ Medida de la velocidad de la luz.
- ✓ Transmisión y recepción del sonido mediante un haz de luz modulado.



EXPERIMENTO

ESPECTROSCOPIA

10593

Mediante el uso de este espectroscopio (resolución 30" de arco) se pueden medir con exactitud datos ópticos de prismas tales como el índice de refracción y el ángulo de desviación mínima.

También se usa para observación y medición de espectros de emisión. Para ello se utiliza un prisma de vidrio Flint (60°) y una red de difracción. La luz de las diferentes lámparas espectrales es dispersada en el prisma y cada longitud de onda es medida en la escala angular del espectroscopio. Utilizando la lámpara de He o Hg realizamos una curva de calibración mediante la correspondencia entre longitudes de onda y ángulos medidos en el espectroscopio. Gracias a esta curva podremos analizar las líneas espectrales de otras lámparas y averiguar el gas encerrado.

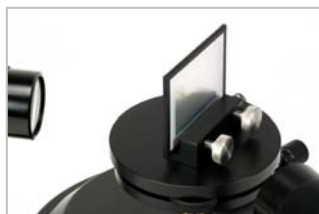


COMPONENTES:

- ◆ Espectrómetro-goniómetro 30"
- ◆ Soporte para prisma
- ◆ Soporte para red de difracción
- ◆ Prisma Flint dispersión 0,017
- ◆ Red de difracción
- ◆ Fuente alimentación y soporte para lámparas espectrales, casquillo 8 pin
- ◆ Lámpara espectral de He
- ◆ Lámpara espectral de Hg
- ◆ Lámpara espectral de Na
- ◆ Lámpara espectral de Ne

EXPERIMENTOS:

- ✓ Ajuste de un espectrómetro de prisma.
- ✓ Calibración del espectrómetro.
- ✓ Medición de datos ópticos de prismas.
- ✓ Medición de las líneas espectrales de gases nobles y vapores metálicos.
- ✓ Identificación de espectros desconocidos.

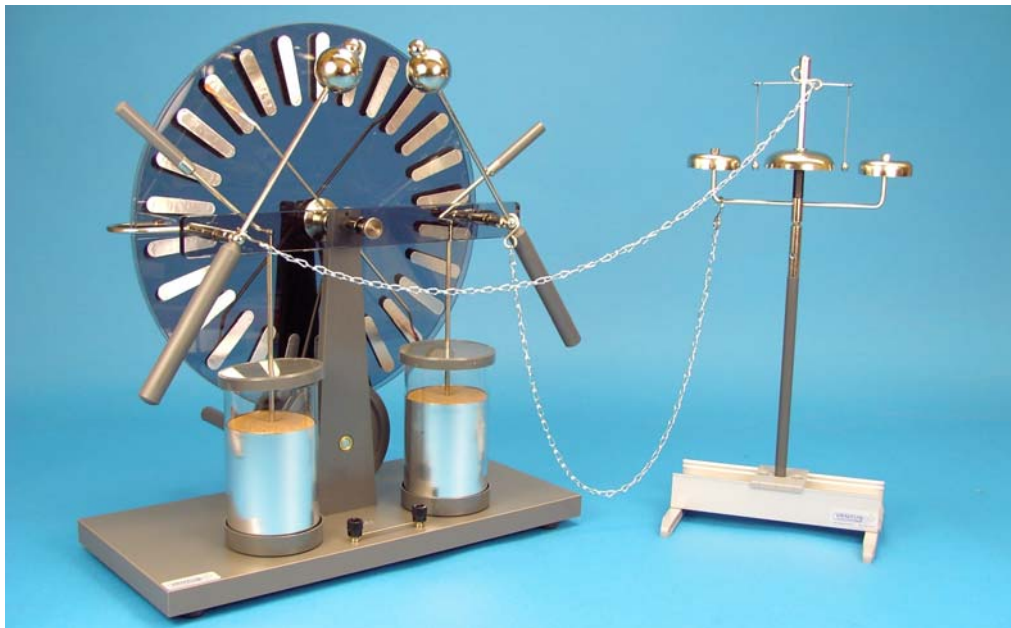


EXPERIMENTO

ELECTROSTÁTICA

10602

Para la realización de experimentos sobre la generación y propiedades de la energía electrostática a nivel demostrativo. La electricidad estática la generaremos mediante la máquina de Wimshurst que es un generador electrostático de alto voltaje desarrollado entre 1880 y 1883 por el inventor británico James Wimshurst (1832 - 1903). Tiene un aspecto distintivo con dos grandes discos a contra-rotación (giran en sentidos opuestos) montados en un plano vertical, dos barras cruzadas con cepillos metálicos, y dos esferas de metal separadas por una distancia donde saltan las chispas. Se basa en el efecto triboeléctrico, en el que se acumulan cargas cuando dos materiales distintos se frotan entre sí. La energía se puede acumular mediante el uso de un par de recipientes de Leyden que actúan como condensadores de carga electrostática. En los experimentos se demuestra en diferentes formas la atracción de cargas de distinto signo y la repulsión de cargas de mismo signo así como la acumulación de la carga electrostática. Los fenómenos son muy visuales e ilustrativos.



COMPONENTES:

- ◆ Máquina de influencia de Wimshurst
- ◆ Base soporte y varilla para montar accesorios
- ◆ Carillón eléctrico
- ◆ Péndulo electrostático
- ◆ Electroscopio de papel
- ◆ Molinillo eléctrico
- ◆ Carcasa con electrodo de punta
- ◆ Carcasa con electrodo esférico
- ◆ Pista eléctrica con esfera
- ◆ Placa luminosa
- ◆ Bolas de médula de saúco
- ◆ Aguja de descarga
- ◆ Esfera de descarga
- ◆ Varilla de fricción con orificio
- ◆ Cadena de contacto (2x)
- ◆ Estuche conservación para accesorios



EXPERIMENTOS:

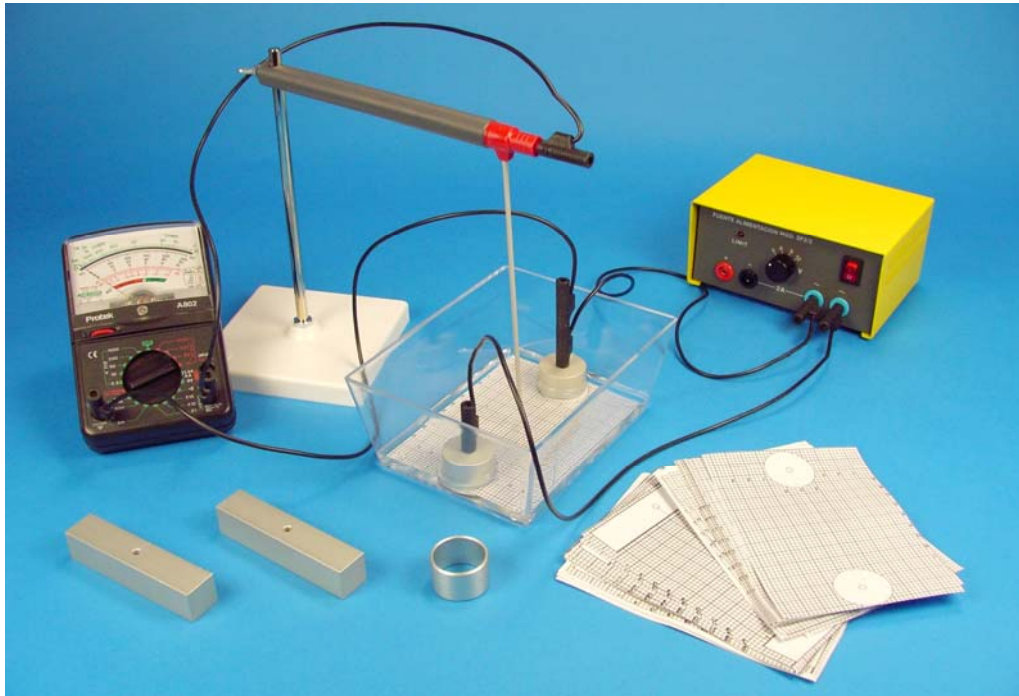
- ✓ Generación de alta tensión de C.C.
- ✓ Almacenamiento de la carga electrostática.
- ✓ Repulsión de cargas eléctricas.
- ✓ Atracción de cargas eléctricas.
- ✓ Transmisión de carga eléctrica.
- ✓ Descarga eléctrica.
- ✓ Efecto punta.
- ✓ Filtro electrostático.

EXPERIMENTO

LÍNEAS EQUIPOTENCIALES

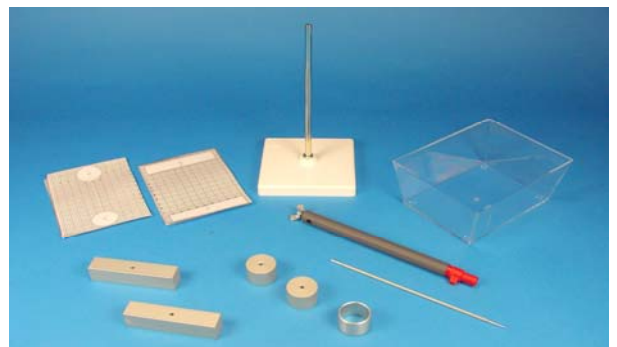
10608

Se compone de una cubeta de plástico en la que se vierte agua destilada y se introducen los electrodos sobre los que se aplica una diferencia de tensión. Una hoja de papel milimetrado con las figuras de los electrodos se sitúa debajo de la cubeta, según desplazamos el electrodo en punta veremos la posición de las líneas equipotenciales y lo iremos anotando en otra hoja igual, creando un patrón de líneas equipotenciales. Se estudian estos patrones para distintas combinaciones de electrodos rectangulares, circulares y en forma de anillo.



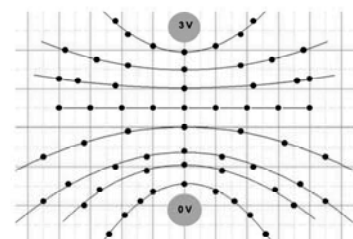
COMPONENTES:

- ◆ Cubeta de dim. 160x105x65 mm
- ◆ Soporte con electrodo de medición
- ◆ Electrodos rectangulares planos (2x)
- ◆ Electrodos redondos puntuales (2x)
- ◆ Electrodo en anillo
- ◆ 20 hojas papel milimetrado con huecos de electrodos
- ◆ Fuente de alimentación CA de 3 a 12V
- ◆ Voltímetro analógico CA
- ◆ Cables de conexión
- ◆ Agua destilada



EXPERIMENTOS:

- ✓ Líneas equipotenciales punto-punto.
- ✓ Líneas equipotenciales punto-plano.
- ✓ Líneas equipotenciales plano-plano.
- ✓ Líneas equipotenciales en anillo.



EXPERIMENTO

LEY DE OHM

10626

La Ley de Ohm afirma que la corriente que circula por un conductor eléctrico es directamente proporcional a la tensión e inversamente proporcional a la resistencia siempre y cuando su temperatura se mantenga constante. La ecuación matemática que describe esta relación es:

$$V = IR$$

donde, I es la corriente que pasa a través del conductor en amperios, V es la diferencia de potencial de las terminales del conductor en voltios, y R es la resistencia en ohmios (Ω). Específicamente, la ley de Ohm dice que la R en esta relación es constante, independientemente de la corriente. La resistencia la podemos expresar de la siguiente forma:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

en donde ρ es la resistividad del material del conductor, l la longitud del conductor y A el área de la sección transversal del conductor.

En este experimento verificaremos la ley de Ohm realizando medidas de V frente a I en conductores de diferentes diámetros y materiales.



COMPONENTES:

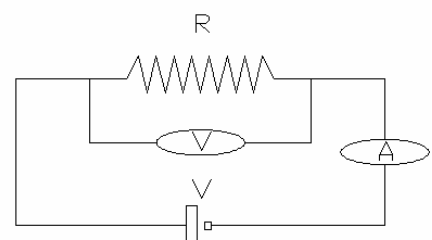
- ◆ Fuente de alimentación de c.c. variable
- ◆ Punte con 6 hilos conductores de 1m de longitud: hierro (\emptyset 0,4mm), constatan (\emptyset 0,3, 0,4 y 0,5mm) y cobre (\emptyset 0,4 y 0,8mm)
- ◆ Multímetro digital (2x)
- ◆ Juego de cables

Alternativa para mediciones:

- ◆ Sistema de adquisición de datos EASYSense

EXPERIMENTOS:

- ✓ Comprobación de la ley de Ohm.
- ✓ Análisis de la dependencia con el diámetro del conductor.
- ✓ Análisis de la dependencia del tipo de material del conductor.



EXPERIMENTO

LEYES DE KIRCHHOFF

10628

El puente de Wheatstone es usado para calcular valores exactos de resistencias desconocidas a partir del valor de una conocida. Para ello aplicamos una tensión a un hilo metálico de 100cm de longitud. Este hilo está unido en sus extremos en una conexión en serie a una resistencia desconocida X y a otra conocida R que podemos variar a voluntad. En paralelo a este circuito tenemos conectado un galvanómetro que por un extremo está conectado al cable que une la resistencia X con la R y por el otro a un contacto metálico deslizante sobre el hilo metálico. Este contacto divide el alambre en dos partes de longitudes l_1 y l_2 . El método consiste en variar el cursor hasta que la corriente que circula por el galvanómetro sea cero. En esta situación se cumple:

$$X = R(l_1/l_2)$$

calculando de esta manera la resistencia desconocida X .



COMPONENTES:

- ◆ Puente de Wheatstone de 1m
- ◆ Década de resistencia 0,1 - 1 K Ω
- ◆ Década de resistencia 10 - 100 Ω
- ◆ Década de resistencia 1 - 10 Ω
- ◆ Soporte para resistencias
- ◆ Resistencias de prueba
- ◆ Galvanómetro analógico
- ◆ Fuente de alimentación
- ◆ Juego de cables de experimentación



EXPERIMENTO:

- ✓ Determinación de resistencias desconocidas mediante un puente de Wheatstone.

EXPERIMENTO

ELECTROLISIS DEL AGUA

10635



En un proceso electrolítico, la conducción eléctrica implica liberación de material. La cantidad de material liberado es proporcional a la carga transportada Q que fluye a través del electrolito y viene relacionada por la constante de Faraday F mediante la ecuación $Q = F.n.z$, en donde n es el número de moles de material generado y z su número de valencia. En nuestro experimento usamos un voltámetro de Hofmann para generar una cantidad específica de hidrógeno ($z = 1$) y oxígeno a partir de una corriente eléctrica. El número de moles de átomos de hidrógeno generados a temperatura T y presión p se determina a partir del volumen de gas hidrógeno generado. Como el hidrógeno se genera en forma molecular, se han de tener en cuenta dos iones H por cada molécula, con lo que la ecuación de estado de los gases ideales queda: $n = 2 \frac{pV}{RT}$, donde R es la constante universal de los gases.

Conociendo el aporte de trabajo eléctrico W (que mediremos con un voltímetro, amperímetro y un cronómetro) que se aplica en la electrolisis a una tensión constante U_0 , la cantidad de carga buscada se calcula como $Q = \frac{W}{U_0}$.

Con estos datos la constante de Faraday se calcula como $F = \frac{W}{U_0} \frac{RT}{2pV}$.

EXPERIMENTOS:

- ✓ Verificación de la doble producción de hidrógeno que de oxígeno por electrolisis.
- ✓ Cálculo de la constante de Faraday a partir del trabajo eléctrico empleado en generar los gases.

COMPONENTES:

- ◆ Voltámetro de Hofmann
- ◆ Electrodo de Pt (2x)
- ◆ Electrodo de C (2x)
- ◆ Base con varilla
- ◆ Pinzas de fijación
- ◆ Fuente de alimentación variable
- ◆ Juego de cables
- ◆ Cronómetro
- ◆ Agua destilada
- ◆ Ácido sulfúrico 96%
- ◆ Cubeta de plástico



EXPERIMENTO

ELECTROQUÍMICA

10637

Equipo completo para experimentos básicos en electroquímica. Mediante el amplio abanico de electrodos, accesorios e instrumento de medición se estudiará el comportamiento de elementos galvánicos, diferentes tipos de pilas, pares redox, serie electromotriz, acumuladores, mediciones de pH etc.

Incluye consola de medición para pH y tensión sin corriente, protegido contra exceso de carga.

Dos bloques de células de plástico resistente, cada una con 4 células, de modo que se pueden montar simultáneamente 4 pilas voltaicas. Las células se unen eléctricamente mediante tiras de papel de filtro usadas como diafragma.

COMPONENTES:

- ◆ pHmetro/Voltímetro digital
- ◆ Electrodo combinado de pH BNC
- ◆ Alimentador de 3 V
- ◆ Fuente de alimentación 12 V CA
- ◆ Electrodo de Ag (2x)
- ◆ Electrodo de Zn, (4x)
- ◆ Electrodo de Fe (2x)
- ◆ Electrodo de C (2x)
- ◆ Electrodo de Al (2x)
- ◆ Electrodo de Ni (2x)
- ◆ Electrodo de Cu (4x)
- ◆ Electrodo reticular de Pt,
- ◆ Cinta de magnesio
- ◆ Placa de plástico
- ◆ Bloques de células, 4 células c/u
- ◆ Juego de papel de filtro
- ◆ Piedra de esmeril
- ◆ Cables de experimentación
- ◆ Bornas de derivación (6x)
- ◆ Vasos de plástico, 25 ml (2x)
- ◆ Cuentagotas (2x)
- ◆ Caja de conservación
- ◆ Manual de experimentos

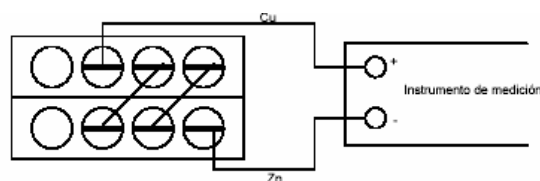
Necesario no incluido:

- ◆ Reactivos según experimento:
Cobre II sulfato 5-hidrato, zinc sulfato 7-hidrato, plata nitrato, hierro II sulfato 7-hidrato, níquel sulfato 6-hidrato, ácido clorhídrico 1 mol/l, potasio bromuro, potasio yoduro, sodio cloruro, grafito polvo, manganeso IV óxido, amonio cloruro, potasio hidróxido 20%, sodio hidróxido y agua destilada.



EXPERIMENTOS:

- ✓ Medición de tensión de elementos galvánicos.
- ✓ Medición de tensión de una pila Daniel.
- ✓ Conexión de tres pilas Daniel en serie y paralelo.
- ✓ Medición del potencial estándar de metales y no metales.
- ✓ Medición de tensión de una pila Leclanché.
- ✓ Medición de tensión con diferente concentración de soluciones electrolíticas. Influencia de la temperatura.
- ✓ Montaje, carga y descarga de un acumulador de acero.
- ✓ Medición de pH.
- ✓ Serie electromotriz.
- ✓ Medición.



EXPERIMENTO

LEY DE LAPLACE I

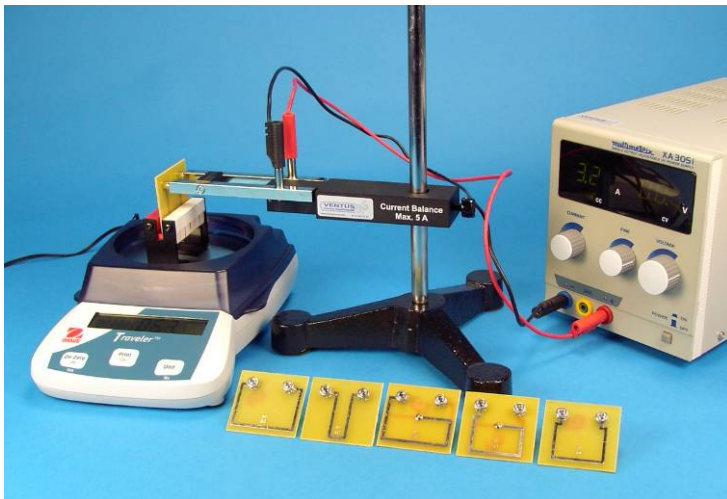
10651

El objetivo de este experimento es medir, con la ayuda de una balanza, la fuerza sobre un conductor situado en un campo magnético y por el que circula una corriente. El campo magnético será generado por un conjunto de imanes permanentes. La fuerza depende de la corriente que circula por el conductor, la longitud del conductor, la intensidad del campo magnético y el ángulo entre la dirección en la que fluye la corriente y el campo magnético mediante la siguiente relación conocida como la Ley de Laplace:

$$F = ILB\text{sen}\theta$$

donde F es la fuerza que actúa sobre el conductor, B la intensidad del campo magnético y θ el ángulo entre la dirección de la corriente y el campo magnético.

En este experimento el ángulo θ permanecerá constante a 90° y analizaremos la dependencia de la fuerza con la longitud del conductor y con la corriente. Una vez situado el bloque con 6 imanes en la balanza y el conductor dentro del campo magnético, pondremos la balanza a 0 y aplicaremos una corriente constante. Mediremos la fuerza ejercida sobre el conductor midiendo la diferencia de peso indicada por la balanza. Manteniendo la corriente constante introduciremos conductores de diferentes geometrías y longitudes y realizaremos la gráfica de F en función de L . A continuación mantendremos constante la longitud del conductor, variaremos la intensidad que circula por el conductor y realizaremos la gráfica de F en función de I



COMPONENTES	10651	10652
Balanza de corriente I (bloque con 6 imanes permanentes, soporte con brazo basculante y 6 juegos de conductores)	1	1
Fuente de alimentación 0-30VCC/0-5A	1	1
Balanza digital 300g/0,01g	1	1
Cable de experimentación rojo, 60cm	1	1
Cable de experimentación negro, 60cm	1	1
Base soporte	1	1
Varilla acero inox. 300mm	1	1
Balanza de corriente II (bloque con 4 imanes permanentes y bobina montada en soporte graduado giratorio)		1

EXPERIMENTOS:

- ✓ Medida de la Fuerza que actúa sobre un conductor en función de la longitud del mismo.
- ✓ Medida de la Fuerza que actúa sobre un conductor en función de la intensidad que circula por el mismo.
- ✓ Medida de la Fuerza que actúa sobre un conductor en función del ángulo entre la dirección de la corriente y el campo magnético.
- ✓ Influencia del sentido de la corriente.

10652 LEY DE LAPLACE II

En este experimento, además de poder realizar el experimento **10651** analizaremos la dependencia de la fuerza que actúa sobre un conductor en función del ángulo entre la dirección de la corriente y el campo magnético: $F = ILB\text{sen}\theta$.

Manteniendo constante la intensidad de la corriente I , la longitud de la corriente L y el campo magnético B , mediremos la fuerza sobre el conductor variando el ángulo θ desde 0° a 90° . Una vez situado el bloque con 4 imanes en la balanza y el conductor dentro del campo magnético, pondremos la balanza a 0 y aplicaremos una corriente constante. Mediremos la fuerza ejercida sobre el conductor midiendo la diferencia de peso indicada por la balanza. Manteniendo la corriente constante variaremos el ángulo desde 0° a 90° y realizaremos la gráfica de F en función de θ .



EXPERIMENTO

LEYES DEL TRANSFORMADOR

10675

El transformador didáctico está formado por dos bobinas, la primaria y secundaria con número de espiras n_1 y n_2 , que están atravesadas por un núcleo laminado de hierro. Dispone de un circuito primario y secundario con bornes de conexión para mediciones de voltajes (V_1 y V_2) e intensidades (I_1 e I_2) mediante multímetros.

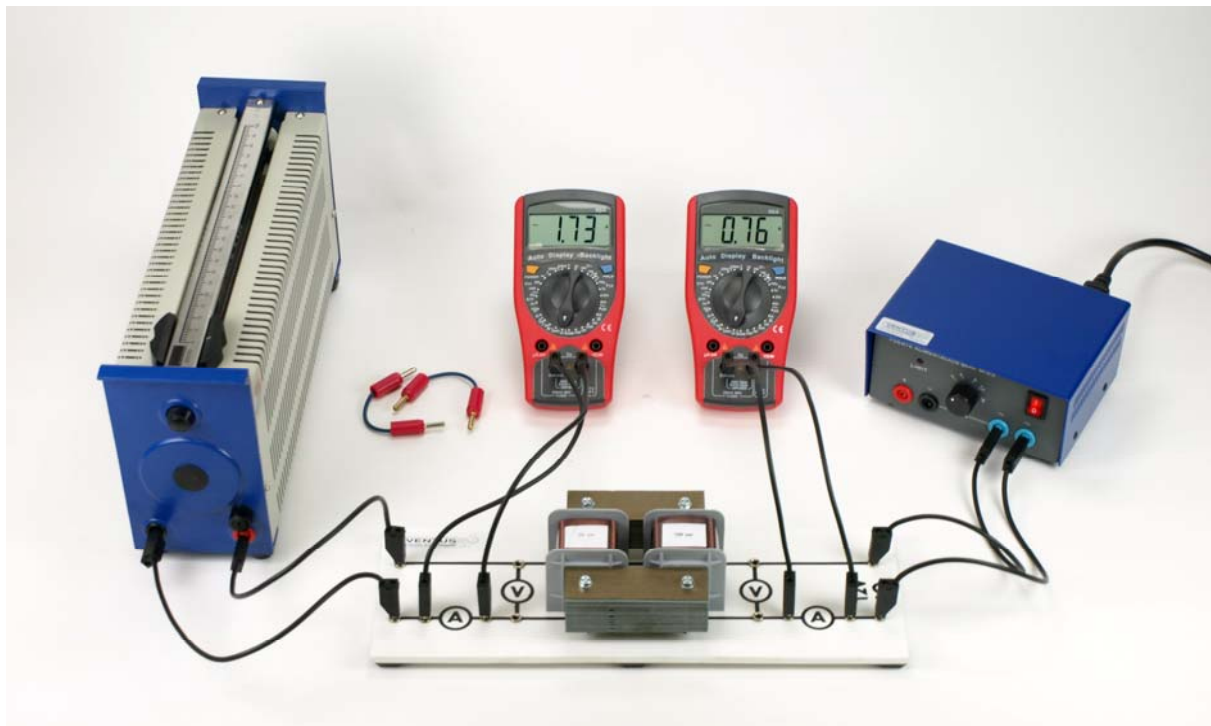
En este experimento analizamos los principios básicos del funcionamiento de un transformador. La conversión de tensión en un transformador sobre el que no está aplicada ninguna carga se rige por la siguiente fórmula:

$$V_2/V_1 = n_2/n_1, \text{ con la condición que } I_2 \text{ sea cero (carga aplicada cero)}$$

Así mismo la conversión de corriente cuando el circuito secundario está en cortocircuito responde a:

$$I_2/I_1 = n_1/n_2, \text{ con la condición que } U_2 \text{ sea cero (cortocircuito).}$$

También se analiza el comportamiento bajo carga mediante la colocación de una resistencia en el circuito secundario.



COMPONENTES:

- ◆ Transformador didáctico
- ◆ Reóstato lineal variable 10Ω
- ◆ Fuente de alimentación
- ◆ Multímetro digital (2x)
- ◆ Juego de cables de experimentación

Alternativa para mediciones:

- ◆ Sistema de adquisición de datos EASYSENSE

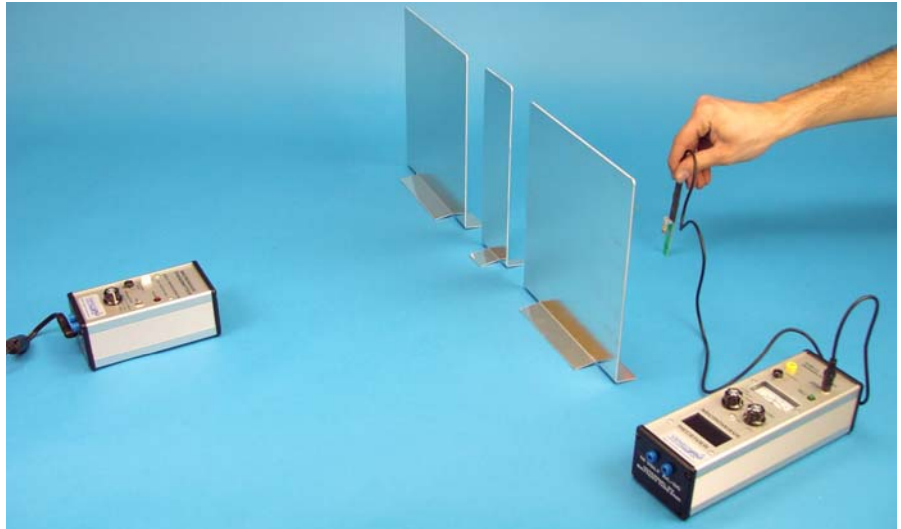
EXPERIMENTOS:

- ✓ Medición de corriente en vacío.
- ✓ Determinación de la relación de conversión.
- ✓ Determinación de la relación de conversión con carga aplicada.
- ✓ Medición del rendimiento de un transformador.



El uso de microondas en el laboratorio para reemplazar a la luz visible en los experimentos de óptica confiere grandes ventajas: no se requieren condiciones de oscuridad y como las microondas son una onda coherente, se comportan como un "láser" seguro de baja frecuencia.

La gran longitud de onda (2,8cm) permite el estudio con gran facilidad de ángulos y distancias.



COMPONENTES:

- ◆ TRANSMISOR: Longitud de onda 2,8 cm, potencia 10mW (radiación segura). Con transmisión de ondas continua, ondas moduladas internamente a 100KHz, 1KHz, 100Hz u ondas moduladas con una señal externa. Dispone de una entrada para la conexión de un micrófono para transmisión de voz. Alimentación 12V CC.
- ◆ RECEPTOR: Con medidor analógico de la intensidad de las ondas recibidas con 4 rangos de sensibilidad. Contiene un amplificador interno y un altavoz con control de volumen para la recepción de señales moduladas. Dispone de una entrada para la conexión del diodo receptor omnidireccional así como una salida para la conexión opcional a un osciloscopio u otro tipo de medidor. Alimentación con una pila incluida de 9V para facilitar la movilidad del receptor. También puede ser alimentado con una fuente externa a 12V CC.
- ◆ DIODO RECEPTOR: receptor omnidireccional útil para la localización de máximos y mínimos de intensidad. Con cable incluido y clavija para conexión al receptor.
- ◆ MICRÓFONO: con clavija para conexión al transmisor.
- ◆ ACCESORIOS: lente, prisma, prisma de plástico vacío, dos placas reflectoras grandes, placa reflectora pequeña, red de difracción, rejilla de polarización, reflector parcial (divisor de haz), fuente de alimentación, soportes.
- ◆ MANUAL DE INSTRUCCIONES Y EXPERIMENTOS

EXPERIMENTOS:

- ✓ Reflexión en superficies planas, curvas y parabólicas.
- ✓ Reflexión interna total en una y dos interfases.
- ✓ Refracción a través de sólidos y líquidos. Ángulo de desviación mínimo.
- ✓ Difracción en bordes, rendija simple, doble y red de difracción.
- ✓ Polarización.
- ✓ Ondas estacionarias.
- ✓ Medición de longitud de onda.
- ✓ Interferómetro de Michelson.
- ✓ Interferencia en lámina delgada.
- ✓ Espejo de Lloyd.
- ✓ Absorción.
- ✓ Transmisión de sonido.

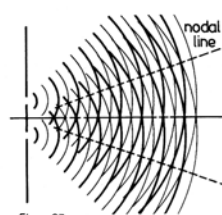
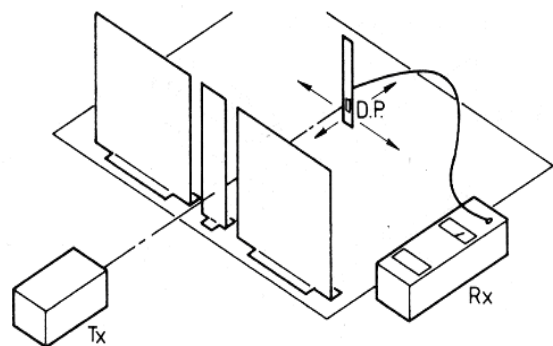


Figure 27a.

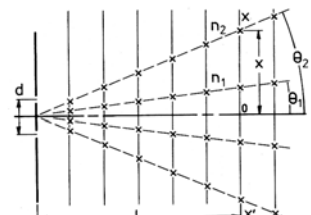


Figure 27

EXPERIMENTO

DESVIACIÓN ELECTRONES

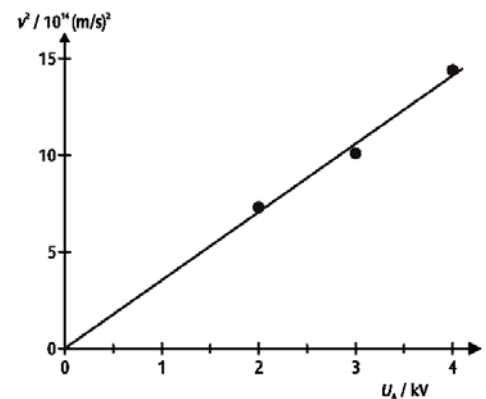
10755

Para el estudio de los rayos catódicos bajo la influencia de campos magnéticos y eléctricos. Se trata de un tubo de vidrio con sistema de generación de un haz de electrones. La trayectoria del haz de electrones se visualizará en una pantalla fluorescente con retícula graduada en cm, la cual está inclinada con respecto al eje del haz. Dispone de dos placas de condensador en su interior. En un primer experimento se estudia la desviación de los electrones por acción de un campo eléctrico. En el segundo experimento se estudia la desviación de electrones en un campo magnético y se calcula la relación e/m . Finalmente en el tercer experimento se aplican un campo eléctrico y otro magnético cruzados para compensar los efectos del campo eléctrico mediante la aplicación del campo magnético, a partir de estas medidas calculamos con bastante precisión la relación e/m a partir de la ecuación $\frac{e}{m} = \frac{U_A}{2v^2}$, en donde U_A es la tensión en el ánodo y v es la velocidad de los electrones.



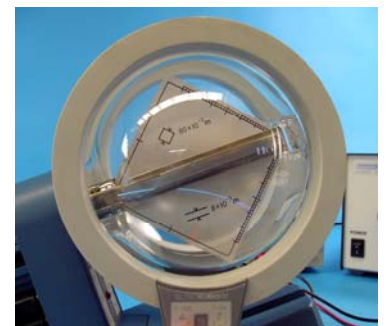
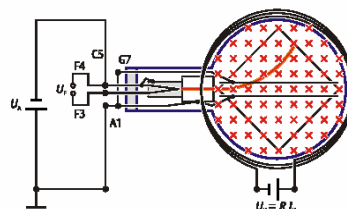
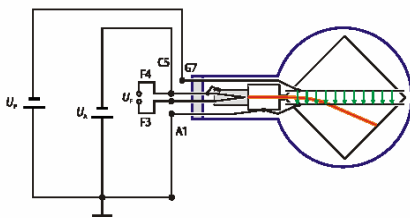
EXPERIMENTOS:

- ✓ Desviación de electrones en campos eléctricos.
- ✓ Desviación de electrones en campos magnéticos (cálculo estimado de e/m).
- ✓ Construcción de un filtro de Wien de velocidad (campo eléctrico y magnético cruzados). Cálculo con mayor precisión de e/m .



COMPONENTES:

- ◆ Tubo de Thomson
- ◆ Soporte para tubo de Thomson
- ◆ Par de bobinas de Helmholtz
- ◆ Fuente de alta tensión, 6 kV
- ◆ Fuente de alimentación multisalida
- ◆ Multímetro digital
- ◆ Juego de cables de alimentación



EXPERIMENTO

EXPERIMENTO DE MILLIKAN

10805

Para el estudio de partículas cargadas moviéndose en un campo eléctrico. También se puede observar el movimiento browniano. El instrumento está diseñado para requerir un mínimo de preparación antes de realizar el experimento. Las pequeñas partículas de látex se ven con facilidad y las medidas se realizan con comodidad.

La unidad viene completa con un objetivo telescópico y una retícula graduada para poder enfocar en el interior de la celda de plástico por cualquiera de sus dos ventanas. Dicha celda tiene unas placas de condensador para poder aplicar un campo eléctrico. Una pequeña cantidad de solución de látex es atomizada y pasada por un tubo de goma de látex que induce una carga estática. Las partículas pasan a través de una aguja hipodérmica al interior de la celda en la que hay focalizado un haz de luz intenso en su parte central. Las partículas presentes en el plano focal cerca del centro de la celda reflejan la luz siendo así vistas a través del telescopio como pequeños puntos brillantes. El diámetro de las partículas de látex es de aproximadamente 1 micra de diámetro y recogen una o más unidades de carga según pasan a través del tubo de goma de látex hacia la celda.

Según se incrementa el voltaje entre las placas, las partículas se mueven hacia la placa de voltaje opuesto a la carga de la partícula. Cuando se invierte la polaridad de las placas, las partículas se mueven en dirección opuesta. Con el uso de un cronómetro se mide el tiempo de tránsito de las partículas en ambos sentidos y mediante cálculos teóricos se determina la carga de la partícula (múltiplos de la carga elemental del electrón). El aparato tiene un regulador para variar el voltaje aplicado a las placas del condensador, conmutador para cambiar la polaridad del campo eléctrico y terminales de salida para conectar y voltímetro para medir el voltaje aplicado en el condensador.

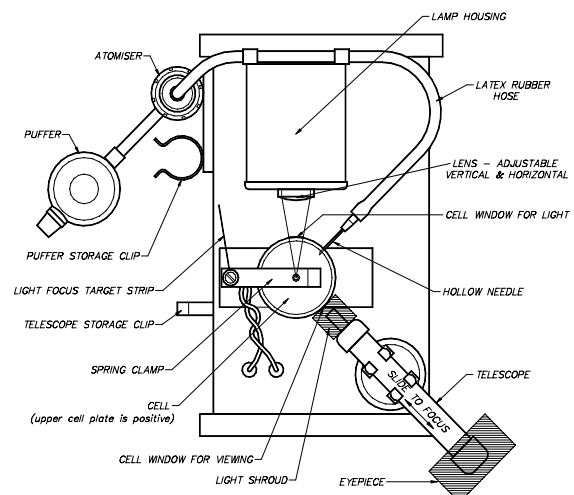
COMPONENTES:

- ◆ Aparato de Millikan
- ◆ Voltímetro
- ◆ Juego de cables
- ◆ Cronómetro



EXPERIMENTOS:

- ✓ Medición de la carga del electrón.
- ✓ Observación de movimiento browniano.



EXPERIMENTO

DETERMINACIÓN DE e/m

10808

Para el estudio de los rayos catódicos bajo la influencia de campos magnéticos. El objetivo es determinar la relación carga/masa del electrón (e/m). Para ello desviamos un haz de electrones en un campo magnético homogéneo para obtener una trayectoria circular cerrada. En función de la tensión de aceleración V determinamos el campo magnético B que hace que los electrones sigan una trayectoria circular de radio r . La fuerza de Lorentz inducida por el campo magnético actúa como una fuerza centrípeta. Ésta depende de la velocidad de los electrones que a su vez está determinada por la tensión de aceleración. Podemos calcular la carga específica del electrón a partir de las magnitudes V , B y r mediante la siguiente

$$\text{fórmula: } \frac{e}{m} = 2 \frac{V}{(Br)^2}$$

El interior del tubo contiene una escala con varias graduaciones para realizar mediciones precisas sin error de paralelaje. Para cada una de las marcas (diferentes valores de r) obtendremos varios valores de e/m en función de la tensión de aceleración y del campo magnético.

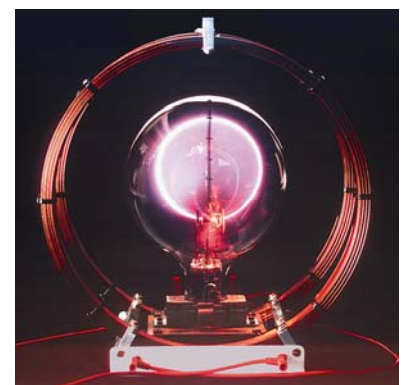


COMPONENTES:

- ◆ Tubo de haz filiforme con marcas para medida
- ◆ Par de bobinas de Helmholtz con soporte
- ◆ Fuente de alimentación multisalidas
- ◆ Multímetro digital
- ◆ Juego de cables de conexión

EXPERIMENTOS:

- ✓ Desviación de electrones en campos magnéticos (Ley de Lenz).
- ✓ Fuerza de Lorentz.
- ✓ Polaridad negativa de los rayos catódicos (electrones).
- ✓ Determinación de la carga específica del electrón e/m .



EXPERIMENTO

EFECTO FOTOELÉCTRICO

10811

Un soporte con rendijas permite introducir filtros y diafragmas. La luz de la lámpara pasa a través de una serie de filtros que dan una longitud de onda conocida. Los electrones son generados en el fototubo debido al bombardeo de los fotones sobre la superficie del cátodo. Aplicando un pequeño voltaje inverso podemos llegar a parar la corriente generada por los citados electrones. Este voltaje es medido en el indicador digital siendo proporcional a la energía de los fotones. De esta manera podemos realizar una gráfica que relaciona la energía de los fotones con su longitud de onda y así calcular la constante de Planck.

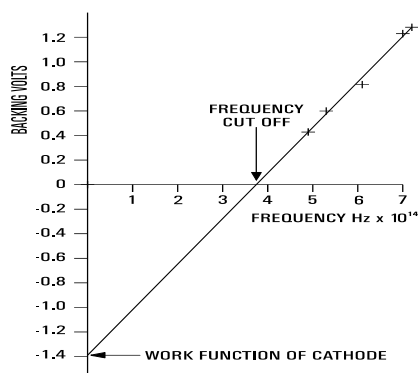
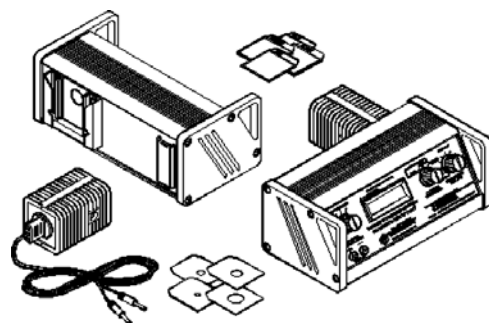
Se estudia también que el hecho de introducir en el fototubo diferentes intensidades de luz de la misma longitud de onda (con ayuda de los diafragmas) no influye en el voltaje necesario para detener el flujo de electrones (la energía de los electrones desprendidos sólo depende de la longitud de onda de los fotones incidentes)

Por último también se estudia la curva característica de respuesta voltaje/corriente del fototubo.



COMPONENTES:

- ◆ Aparato para Efecto Fotoeléctrico
- ◆ Juego de 5 filtros
- ◆ Juego de 4 diafragmas
- ◆ Lámpara halógena
- ◆ Fuente alimentación 12V para lámpara



EXPERIMENTOS:

- ✓ Efecto fotoeléctrico.
- ✓ Relación entre corriente e iluminación.
- ✓ Energía de un fotón.
- ✓ Constante de Planck.
- ✓ Distribución de energía.
- ✓ Curva característica de un fototubo (*requiere fuente de alimentación variable 0-20VCC no incluida*).

EXPERIMENTO

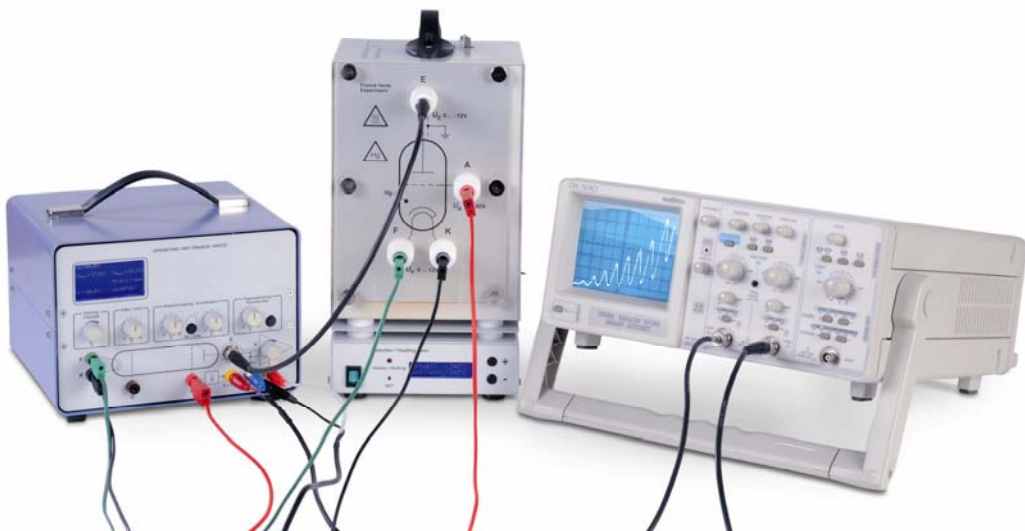
EXPERIMENTO DE FRANCK HERTZ

10828

Para la comprobación de los estados discretos de energía del átomo. En 1914 Franck y Hertz mostraron la entrega discontinua de energía de los electrones al pasar por vapor de mercurio.

Se obtiene en un osciloscopio la curva Franck-Hertz que muestra la entrega de energía cuantificada realizada por electrones libres al chocar con electrones de mercurio, al igual que determinar la energía de excitación de la línea de resonancia del mercurio con 4,9 eV. El tubo, sobre el que se ha realizado vacío y relleno con vapor de mercurio, tiene un sistema de electrodos plano paralelos, un diafragma perforado para la homogenización del campo eléctrico, una rejilla y el electrodo colector. La estufa sirve para ajustar la presión de vapor en el tubo y así favorecer la probabilidad de que se produzca el choque de los electrones con los átomos.

La curva característica $I(U)$ muestra una sucesión de máximos y mínimos a una distancia periódica de 4,9 eV que se corresponde con la energía de excitación de los átomos de mercurio del estado fundamental 1S_0 al primer estado 3P_1



COMPONENTES:

- ◆ Tubo de Franck Hertz de mercurio
- ◆ Estufa para calentamiento
- ◆ Fuente de alimentación con amplificador
- ◆ Juego de cables de conexión

Necesario no incluido:

- ◆ Osciloscopio analógico dos canales



EXPERIMENTOS:

- ✓ Experimento Franck-Hertz en Mercurio.
- ✓ Determinación de la curva $I(U)$.

EXPERIMENTO

FÍSICA DE RAYOS X

10844

La cámara de experimentación del equipo se encuentra dentro de una carcasa cerrada, a prueba de radiaciones, cuando se abre se desconecta automáticamente. El tubo de alto vacío de rayos X, con cátodo de wolframio calentado directamente, y ánodo de cobre, se encuentra dentro de un tubo de vidrio borosilicato. Una campana de vidrio al plomo con colimador hace que la radiación de rayos X incida paralelamente a la superficie de experimentación. El goniómetro del tubo contador horizontal se compone de un portador de muestras central y de un brazo móvil en forma de alimentador de diapositivas, que sirve para alojar el tubo contador de Geiger-Müller, el cual puede girar manualmente o por accionamiento de motor, alrededor del portamuestras o con un ángulo fijo en una relación de 2:1. El equipo tiene una escala angular y milimétrica, marcas de posicionamiento para los equipos de experimentación, así como pasacables a prueba de radiación para cables y tubos.

Tensión del ánodo: 20/30kV, conmutable, con estabilización electrónica.

Corriente de emisión: 0 a 80 μ A de ajuste continuo y estabilizada electrónicamente.

COMPONENTES	E-1	E-2	E-3.I	E-3.II	E-4	E-5	E-6	E-7
Aparato de rayos X con tubo	1	1	1	1	1	1	1	1
Accesorios básicos	1	1	1	1	1	1	1	1
Accesorios para cristalografía						1	1	1
Accesorios para radiografía	1		1	1				
Película para rayos X (Filmpack 2)	1	1	1					
Tubo contador Geiger-Müller			1	1	1	1		
Medidor de radiactividad para tubo contador			1	1	1	1		
Visualizador digital para conectar a medidor			1	1	1	1		
Fuente de alimentación 12V/23W			1	2	2	2		
Motor para cámara de Debye-Scherrer								1
Película cámara Debye-Scherrer (Filmpack 4)								1
Motor paso a paso con unidad de control					1	1	1	
Datalogger EasySense Q-Link					1	1	1	
Sensor de voltaje 1 V / 1mV					1	1	1	
Manual con 60 experimentos	1	1	1	1	1	1	1	1



EXPERIMENTOS:

- ✓ E-1 Visualización fotográfica de los rayos X. Radiografías de diferentes materiales y geometrías.
- ✓ E-2 Ley de la distancia fotométrica. Intensidad de los rayos X en función de la distancia.
- ✓ E-3 Atenuación de los rayos X (Ley de Lambert). E-3I con Geiger-Müller. E-3II con película fotográfica.
- ✓ E-4 Espectro de emisión del tubo de rayos X. Determinación líneas cobre Ka y Kb. Estimación cte Planck.
- ✓ E-5 Ley de Mosseley. Determinación de las I de absorción de diferentes materiales.
- ✓ E-6 Reflexión de Bragg. Determinación de constantes de red de monocristales de cloruros alcalinos.
- ✓ E-7 Estudio del LiF mediante el método de cristal rotatorio (Debye-Scherrer). Índices de Laue.



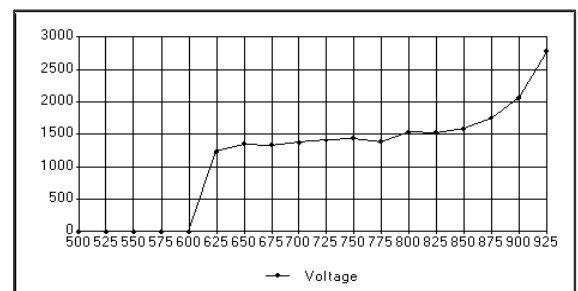
CONSULTAR PRECIO, SEGÚN EXPERIENCIAS A REALIZAR

Con este equipo los estudiantes se introducen en los principios fundamentales de la radiactividad mediante el estudio de vidas medias, apantallamiento de la radiación, ley de la inversa del cuadrado, fechado radiactivo. El contador G-M mide el número total de cuentas en un intervalo de tiempo especificado (desde 0 a 900.000 sec. en intervalos de 10 sec.). Los 11 absorbentes (desde 6 a 7400 mg/cm²) se pueden situar entre el tubo y la fuente radiactiva para experimentos de absorción. El contador G-M (25 mmØ) tiene una alimentación de alto voltaje variable incorporada (desde 0 a 800 V). El contador dispone de botones para controlar las funciones de tasa de conteo, intervalos de tiempo y voltaje del tubo. El indicador digital da unas lecturas precisas y de fácil lectura. Puede ser usado con o sin conexión a ordenador mediante puerto USB (Windows y Mac).



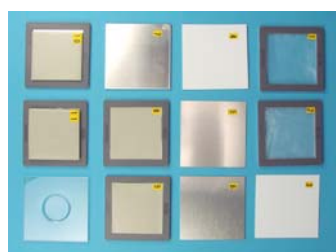
EXPERIMENTOS:

- ✓ Vida media.
- ✓ Apantallamiento de la radiación.
- ✓ Ley de la inversa del cuadrado.
- ✓ Fechado radioactivo.



COMPONENTES:

- ◆ Estación nuclear con contador G-M, absorbentes (11) y software
- ◆ Juego de 3 fuentes radiactivas alfa (Po210), beta (Sr90) y gamma (Co60)
- ◆ Cable puerto USB
- ◆ Transformador CA/CC
- ◆ Manual de experimentos en CD con datos de muestra para alumno y profesor



EXPERIMENTO

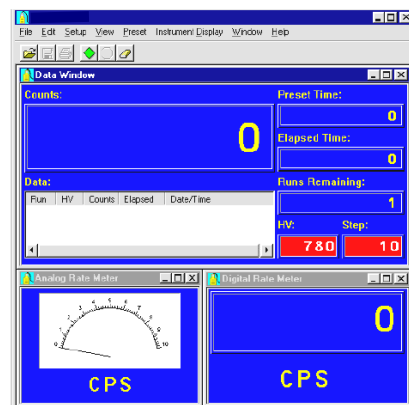
LABORATORIO RADIATIVIDAD COMPLETO 10872

Con este equipo los estudiantes estudian con gran precisión la física nuclear (vidas medias, apantallamiento de la radiación, ley de la inversa del cuadrado, fechado radiactivo, backscattering, estadísticas, etc). Dispone de un contador muy versátil con una avanzada tecnología de circuitos de estado sólido. El contador G-M mide el número total de cuentas en un intervalo de tiempo especificado (desde 0 a 900.000 sec. en intervalos de 10 sec.). Los 20 absorbentes (desde 5 a 7200 mg/cm²) se pueden situar en 10 posiciones entre el tubo y la fuente radiactiva para experimentos de absorción. El contador G-M (35 mmØ) tiene una alimentación de alto voltaje variable incorporada (desde 0 a 1200 V). con botones para controlar las funciones de tasa de conteo, intervalos de tiempo y voltaje del tubo así como señal sonora de alarma. Puede ser usado sin o con conexión a ordenador mediante puerto USB (Windows y Mac). Mediante el nuevo software del laboratorio nuclear completo VENTUS se pueden controlar todas las funciones del contador desde el ordenador.



EXPERIMENTOS:

- ✓ Vida media.
- ✓ Apantallamiento la radiación.
- ✓ Ley inversa del cuadrado.
- ✓ Fechado radioactivo.
- ✓ Eficiencia en conteo.
- ✓ Backscattering.
- ✓ Estadísticas.



COMPONENTES:

- ◆ Contador radiactivo con USB
- ◆ Tubo contador G-M (35mmØ) con cable y soporte
- ◆ Juego de 20 absorbentes calibrados
- ◆ Juego de 5 fuentes radiactivas alfa: Po210; beta: Sr90 y Tl204; gamma: Co60 y Cs137
- ◆ Cable USB
- ◆ Transformador CA/CC
- ◆ Software controlador
- ◆ Manual de experimentos en CD con datos de muestra para alumno y profesor

EXPERIMENTO

DEFLEXIÓN DE PARTÍCULAS BETA

10877

Con el medidor de radiactividad y el tubo GM podremos medir la radiación de las tres fuentes radiactivas incluidas alfa, beta y gamma.

Por otro lado realizaremos la gráfica del espectro continuo de energía del decaimiento beta del Sr. Las partículas beta son desviadas en presencia del campo magnético permanente B . Si llamamos θ al ángulo de deflexión, la energía E de la partícula beta está dada por la ecuación:

$$E = m_0 c^2 \left(\sqrt{\left(\frac{eBR}{m_0 c \tan \frac{\theta}{2}} \right)^2 + 1} - 1 \right)$$

reposito del electrón, c la velocidad de la luz y R el radio de los imanes. En esta relación ignoramos la incertidumbre de θ y asumimos que el campo magnético es homogéneo en el espacio entre los dos imanes y que decae abruptamente a cero en el exterior. En el experimento variaremos el ángulo desde 45° a 135° en saltos de 5° y mediremos durante 100 segundos para cada ángulo.

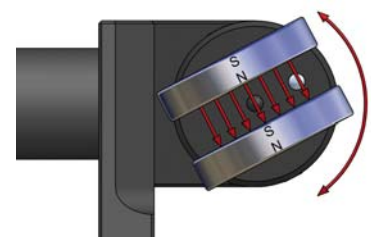
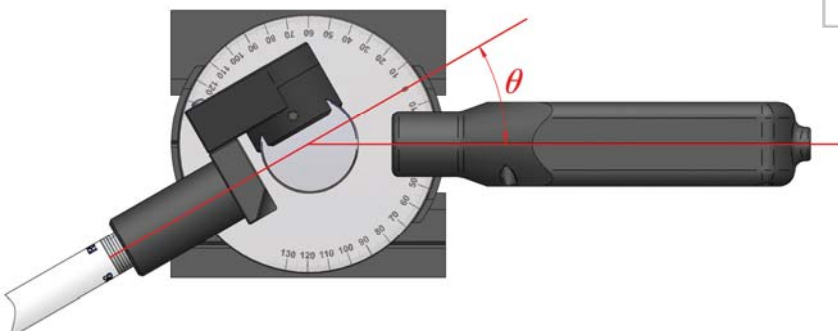
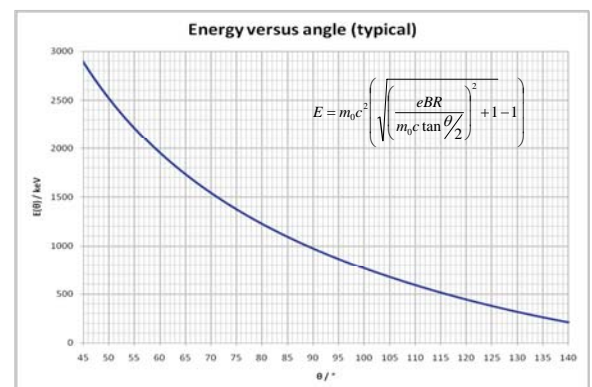
COMPONENTES:

- ◆ Dispositivo deflexión de partículas Beta
- ◆ Medidor de radiactividad GM
- ◆ Tubo contador GM
- ◆ Juego de 3 fuentes radiactivas
- ◆ Banco de 370mm
- ◆ Soporte con columna



EXPERIMENTOS:

- ✓ Medición radiactividad alfa, beta y gamma.
- ✓ Deflexión magnética de partículas Beta.
- ✓ Medición del espectro de energías de la radiación beta.



VISUALIZACIÓN PARTÍCULAS RADIATIVAS 10883

La radiación procede del espacio exterior (radiación cósmica) y de determinadas sustancias de la Tierra, rodeándonos en todas direcciones. Gracias al uso de esta cámara de niebla de difusión se puede visualizar esta radiación invisible en forma de trazas sobre una zona supersaturada de etanol. El tipo de radiación que puede ser visualizada en la cámara de niebla es aquella consistente en partículas cargadas eléctricamente, es decir partículas alfa (del núcleo atómico de He) y beta (electrones).

El funcionamiento está basado en evaporar etanol en la parte superior a unos 30 °C y enfriarlo en la inferior a unos -30 °C, de esta forma se crea en la parte inferior una zona supersaturada de etanol de unos 15 mm de grosor. Las partículas radiactivas, que son partículas cargadas, se ionizan cuando penetran en esta zona supersaturada y al paso de estos iones las gotas de etanol se condensan y forman trazas visibles, de forma similar a las nubes de vapor que se forman en la estela de un avión.

Con una carga de etanol se consigue un tiempo de visualización de 50 minutos mínimo.



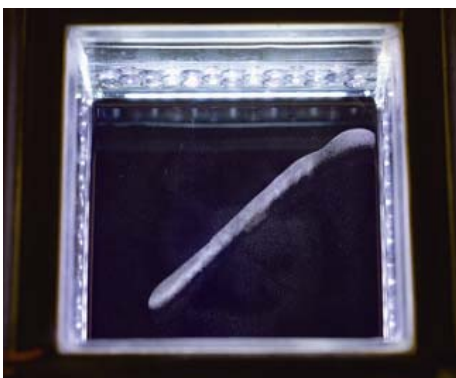
COMPONENTES:

- ◆ Cámara de niebla de difusión con refrigeración Peltier.
 - Dim. 430x304x248 mm
 - Peso: 15 kg
 - Área de visualización: 100x100 mm
- ◆ Etanol



EXPERIMENTOS:

- ✓ Radiación cósmica.
- ✓ Partículas radiactivas con carga eléctrica.



EXPERIMENTO

RESONANCIA DE ESPÍN ELECTRÓNICO

10886

Equipo para el estudio de la resonancia del espín electrónico (REE) en un electrón no apareado de una muestra de DPPH (difeníl-picril-hidracilo). El DPPH es un radical con un electrón libre en un átomo de nitrógeno.

La observación de la resonancia se produce a través de transiciones inducidas de alta frecuencia al variar el campo magnético externo. Las frecuencias de trabajo son 45MHz, 60MHz y 75MHz. Se evalúa la posición, el ancho y la intensidad de las líneas de resonancia. Las curvas de absorción de resonancia pueden representarse con un osciloscopio.



COMPONENTES:

- ◆ Unidad básica ESR/RMN
- ◆ Consola de mando
- ◆ Par de bobinas
- ◆ Generador de alta frecuencia
- ◆ Anillos de montaje y cilindros
- ◆ Muestra DPPH
- ◆ Muestra de comparación vacía
- ◆ Fuente de alimentación 12V
- ◆ Juego de Cables
- Necesario no incluido:
- ◆ Osciloscopio analógico 2x30Mhz



EXPERIMENTOS:

- ✓ Absorción por resonancia de un circuito oscilador de alta frecuencia.
- ✓ Frecuencia de resonancia en función del campo magnético.
- ✓ Ancho de líneas.
- ✓ Espín electrónico.
- ✓ Momento magnético del electrón.
- ✓ Determinación del factor g del electrón.

EXPERIMENTO

RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR

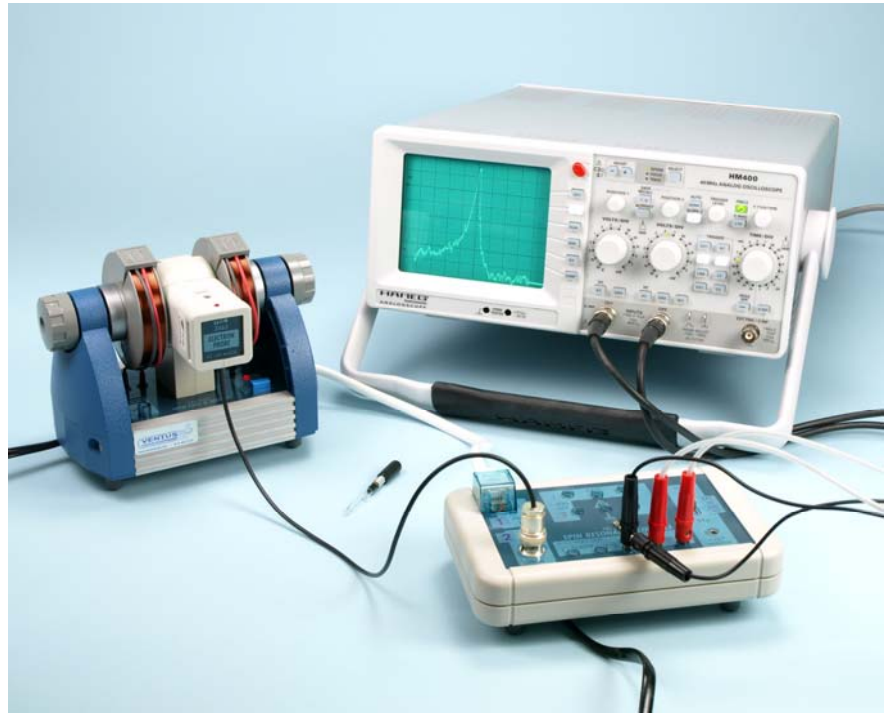
10888

Equipo para el estudio de la resonancia magnética nuclear (RMN) en tres muestras diferentes: glicerina, teflón y poliestireno.

La observación de la resonancia se produce a través de transiciones inducidas de alta frecuencia al variar el campo magnético externo.

La frecuencia de trabajo es de unos 13MHz. La densidad del flujo magnético del imán permanente es de unos 300mT. Se evalúa la posición, el ancho y la intensidad de las líneas de resonancia.

Las curvas de absorción de resonancia pueden representarse con un osciloscopio.



COMPONENTES:

- ◆ Unidad básica para ESR/RMN
 - ◆ Consola de mando
 - ◆ Par de bobinas
 - ◆ Generador de alta frecuencia
 - ◆ Imán permanente Zeeman
 - ◆ Arandelas de montaje
 - ◆ Muestra de glicerina
 - ◆ Muestra de teflón
 - ◆ Muestra de poliestireno
 - ◆ Muestra de comparación vacía
 - ◆ Fuentes de alimentación 12V
 - ◆ Juego de cables
- Necesario no incluido:
- ◆ Osciloscopio analógico 2x30Mhz

EXPERIMENTOS:

- ✓ Absorción por resonancia de un circuito oscilador de alta frecuencia.
- ✓ Ancho de líneas.
- ✓ Espín del protón.
- ✓ Momento magnético del protón y del núcleo.
- ✓ Determinación del factor g del núcleo.
- ✓ Tomografía de resonancia magnética nuclear .



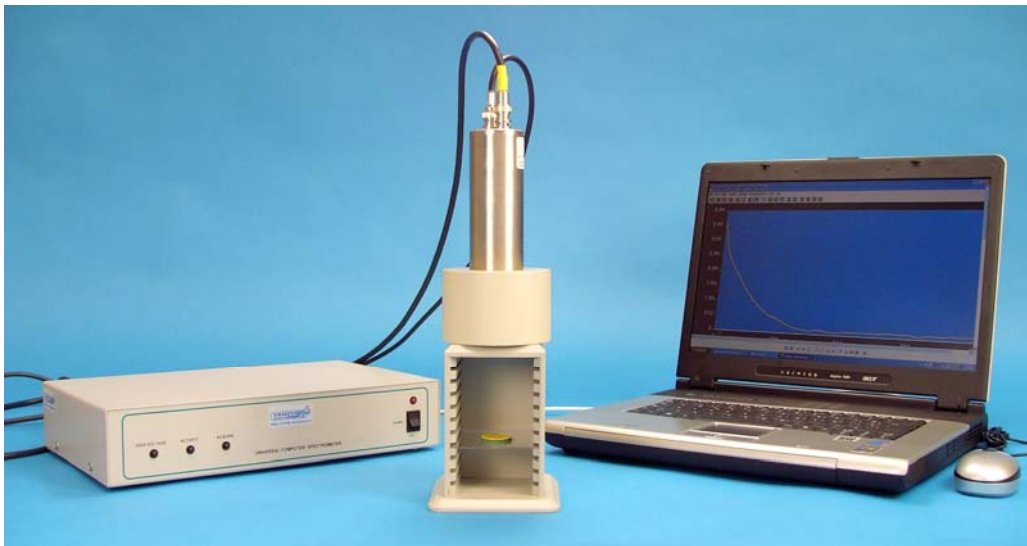
Diseñado para aplicaciones de espectroscopia mediante el uso de un detector de centelleo y un interface con conexión USB.

ESPECTRÓMETRO CONEXIÓN USB: Plug&Play. Medidor multicanal **2048 canales**. Amplificador interno, amplificador controlado por ordenador. Alimentación alto voltaje 0-2500V. Discriminadores nivel alto y bajo y rastreo multicanal para estudios de vida media y decaimiento.

SOFTWARE : Control total de los parámetros: ganancia del amplificador, HV, LLD, ULD, conversión de ganancia, tiempo, conteo y modo. Los datos se pueden exportar directamente a hojas de cálculo. Existe un buffer para almacenar un espectro de fondo. Para facilitar el inicio del setup, se incluye una función de autocalibración para obtener una calibración lineal usando Cs-137. Una vez en funcionamiento, el UCS-20 trabajará de manera autónoma al ordenador ya que todos los datos se han almacenado en el interface, siempre y cuando esté conectado a la alimentación. Identificación de picos de espectros gracias a una librería de isótopos. Posibilidad de editar espectros nuevos personalizados.

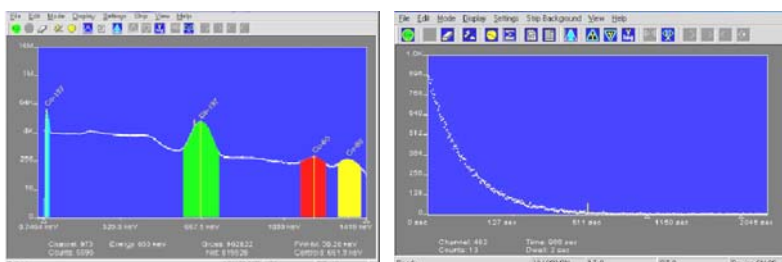
CONJUNTO DE 8 FUENTES RADIATIVAS: para cubrir el rango de energías de 32 a 1333 KeV. Ba-133, Cd-109, Co-57, Co-60, Cs-137, Mn-54, Na-22 y Zn-65.

El amplio manual (en CD con 129 páginas) incluye tablas de decaimiento radiactivo, tablas de energía de rayos X y gamma, teoría de detectores de centelleo, formulación matemática de decaimiento radiactivo y uso de analizadores multicanal.



COMPONENTES:

- ◆ Espectrómetro de **2048 canales** con conexión USB
- ◆ Sonda de centelleo NaI (TI)
- ◆ Soporte rasurado para fuentes radiactivas
- ◆ Cables BNC (2x)
- ◆ Cable USB
- ◆ Juego de 8 fuentes radiactivas gamma
- ◆ Software
- ◆ Manual de experimentos de espectroscopia gamma



EXPERIMENTOS:

- ✓ Espectrometría de centelleo.
- ✓ Espectroscopia Gamma básica.
- ✓ Interacción de radiación con materia.
- ✓ Decaimiento radiactivo.
- ✓ Radiactividad ambiente.

EXPERIMENTO

MÓDULO ELASTICIDAD DE YOUNG

10934

Este instrumento compacto permite el estiramiento de alambres de diferentes diámetros y materiales al aplicar una tensión (mediante el uso de pesas). Se realizan medidas con precisión del cambio en la longitud del alambre posibilitando el cálculo del módulo de elasticidad de Young. También permite medir la fuerza de deformación a partir de la cual el alambre no recupera su longitud inicial.

El alambre seleccionado es fijado a uno de los tres puntos de anclaje. Posteriormente el alambre se pasa por una polea de baja fricción. El final del alambre es unido a un portapesas con gancho para aplicar una tensión conocida mediante el uso de diferentes pesas. Un indicador de dial mide con precisión el giro de la polea y por tanto el cambio en la longitud de la muestra de alambre estudiado. Uniendo el alambre a otro punto de anclaje distinto se estudia la influencia de la longitud del alambre en su estiramiento.



COMPONENTES:

- ◆ Aparato módulo de Young con indicador de dial
- ◆ Portapesas
- ◆ Pesa de 50g. (9x)
- ◆ Carrete de hilo de latón
- ◆ Carrete de hilo de hierro
- ◆ Carrete de hilo de cobre

EXPERIMENTOS:

- ✓ Medida del módulo de Young.
- ✓ Estiramiento inelástico.
- ✓ Influencia de la longitud de un alambre en su estiramiento.



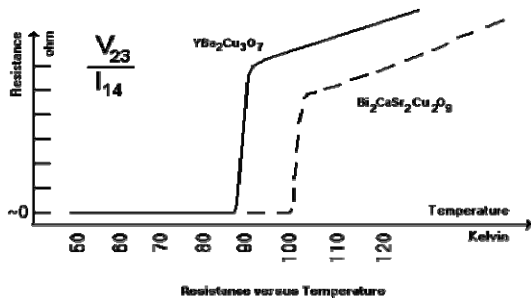
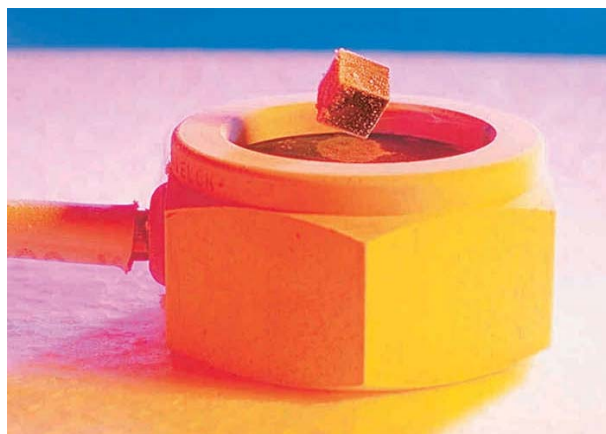
EXPERIMENTO

SUPERCONDUCTORES I

10954

Mediante los elementos incluidos en el experimento 10954 se puede realizar un amplio estudio de las características físicas y efectos que generan los superconductores. Se analizan las propiedades del superconductor de descubrimiento americano $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ y el de descubrimiento japonés (mejorado) $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_9$. Se realizarán sorprendentes experimentos a nivel cualitativo así como un riguroso estudio cuantitativo (mediante las sondas de cuatro puntos). La susceptibilidad magnética es estudiada exclusivamente en el experimento 10955. Con el experimento 10956 se demuestra solamente la levitación y la suspensión de un imán sobre un superconductor.

COMPONENTES	10954	10955	10956
Disco superconductor YBCO. Diámetro: 24mm	1	1	1
Superconductor toroidal	1		
Disco superconductor para suspensión	1		1
Disco superconductor BSCCO. Diám 23mm	1		
Sonda 4 puntos YBCO	1		
Sonda 4 puntos BSCCO	1		
Imán de tierras raras, cubo de 4,5 mm	2	1	1
Imán alta intensidad, diám. 12,7mm, grosor 12,7mm	2		1
Pinza (no magnética)	1	1	1
Criostato de arena	1	1	
Aguja magnética	1		
Sonda de susceptibilidad YBCO		1	
Resistencia 100 Ohm.		1	
Manual de experimentos	1	1	1



Dependiendo del experimento a realizar se podrían necesitar adicionalmente, voltímetro, amperímetro, fuente de alimentación y/o generador de funciones.

Para todos los experimentos se necesita Nitrógeno Líquido

EXPERIMENTOS:

- ✓ Levitación.
- ✓ Efecto Meissner.
- ✓ Comparación de la temperatura crítica y el efecto Meissner entre $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ y $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_9$.
- ✓ Medida de la resistencia eléctrica en función de la temperatura.
- ✓ Corriente crítica.
- ✓ Campo magnético crítico.
- ✓ Efecto Josephson reversible ac.
- ✓ Atrapamiento del flujo – suspensión.
- ✓ Almacenamiento de energía eléctrica en superconductores.

EXPERIMENTO 10955:

- ✓ Estudio de la susceptibilidad magnética en conductores.

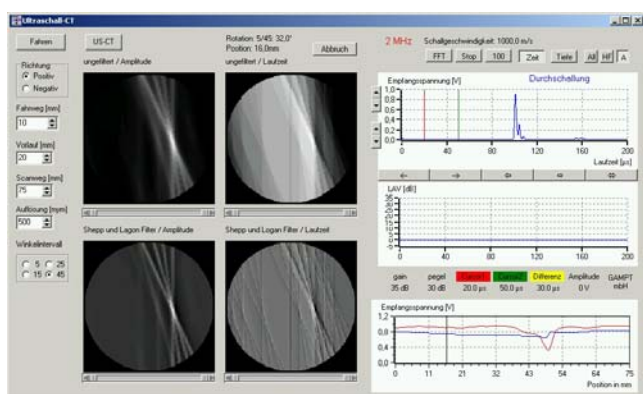
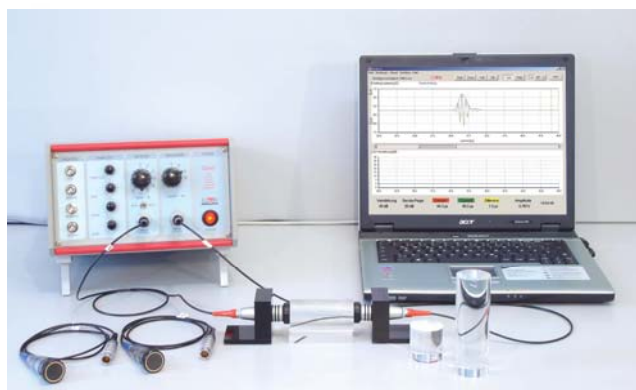
EXPERIMENTO 10956:

- ✓ Levitación y suspensión.

FÍSICA DE ULTRASONIDOS

Les presentamos un novedoso sistema para el estudio de los ultrasonidos, tanto de sus características como de sus efectos sobre materiales y aplicaciones.

El componente principal es un ecógrafo con canales de emisión y recepción, con un software de análisis y con transductores de ultrasonidos de 1 y 4 MHz. Permite la representación simultánea en el monitor de la señal de recepción (ecograma) y de la señal TGC (ganancia en función del tiempo), visualización de potencia de emisión, frecuencia, ganancia, transformada de Fourier, representación de imágenes B (bidimensionales) e imágenes del transcurso del tiempo.



Los diferentes experimentos a realizar son:

PRINCIPIOS BÁSICOS DE ULTRASONIDOS:

- Ecografía ultrasónica
- Velocidad de ultrasonidos en materiales sólidos
- Atenuación de ultrasonidos en materiales sólidos
- Atenuación de ultrasonidos en líquidos
- Investigaciones espectrales
- Dependencia del poder de resolución con la frecuencia
- Ondas transversales en materiales sólidos
- Escáner de ultrasonidos (imagen B)
- Tomografía de ultrasonidos por ordenador
- Características del campo acústico

ÓPTICA ACÚSTICA:

- Efecto Debye-Sears
- Proyección de ondas estacionarias

EFECTO DÓPLER CON ULTRASONIDOS:

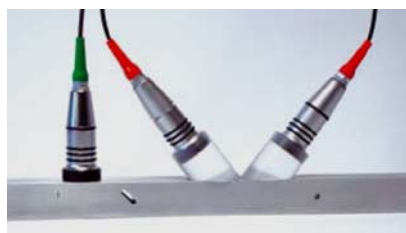
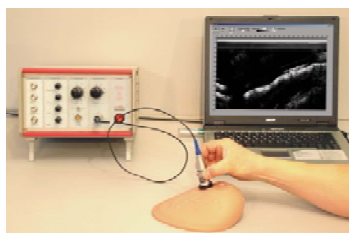
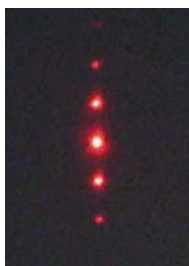
- Efecto doppler ultrasónico
- Perfiles de flujo
- Mecánica del flujo

APLICACIONES INDUSTRIALES:

- Métodos de escáner mecánico
- Tests no destructivos
- Ondas Rayleigh
- Medidas de nivel
- Medidas de concentración
- Medidas de flujo
- Medidas de ángulo del haz
- Técnica de difracción del tiempo de vuelo (TOFD)
- Detección de discontinuidades

APLICACIONES MÉDICAS:

- Modo TM de ultrasonidos ("time motion")
- Investigación con ultrasonidos con simulador de pecho y ojo
- Sonografía Dópler en simulador de brazo



Contacte con nosotros para solicitar catálogo específico o visite nuestra web: www.ventuscienza.com

TECNOLOGÍA DEL HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE

Heliocentris 

Asesoramiento personalizado según sus necesidades

VENTUS Ciencia Experimental junto con Heliocentris están especializados en el equipamiento de toda la tecnología relacionada con el hidrógeno y las pilas de combustible. Un sistema óptimo de hidrógeno y pila de combustible que cumpla con las expectativas deseadas no siempre es posible simplemente adquiriendo componentes sueltos. En muchos casos requiere una adecuación individual a las necesidades del cliente. Le invitamos a consultarnos sin ningún compromiso



Suminramos todos los componentes necesarios para su proyecto

Realizamos instalaciones completas, tanto para **docencia** como para **investigación**. Desde la generación de hidrógeno, su almacenamiento y la generación de energía eléctrica a partir de sistemas de pila de combustible.

Disponemos de generadores de hidrógeno, depósitos de hidruro metálico, pilas de combustible a partir de 50W, cargas electrónicas, convertidores, inversores, detectores de seguridad de hidrógeno.



Realizamos la instalación, puesta en marcha y formación

Ofrecemos la posibilidad de realizar la puesta en marcha del material adquirido en las instalaciones del cliente, así como formación sobre el funcionamiento de cada uno de los elementos suministrados.

Junto con Heliocentris ofrecemos un servicio postventa de repuestos así como reparaciones.



MARCA LAB

Alverca Park - Núcleo Empresarial
Armazém Fração A · Estrada Nacional 10, Km 126,5
2615-701 Sobralinho - Alverca do Ribatejo · Portugal
Tlf.: +351 219 598 163
www.marcalab.pt · geral@marcalab.pt