

---

---

---

# APARATOS DE FISICA



LEYBOLD

---

---

---

Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas



FACULTAD DE CIENCIA  
FISICOMATEMÁTICAS

BIBLIOTECA DEL INSTITUTO  
DE FÍSICA

Imprenta de Greven & Bechtold, Köln

# APARATOS DE FISICA

E. LEYBOLD'S NACHFOLGER



FACULTAD DE CIENCIAS  
FISICOMATEMATICAS

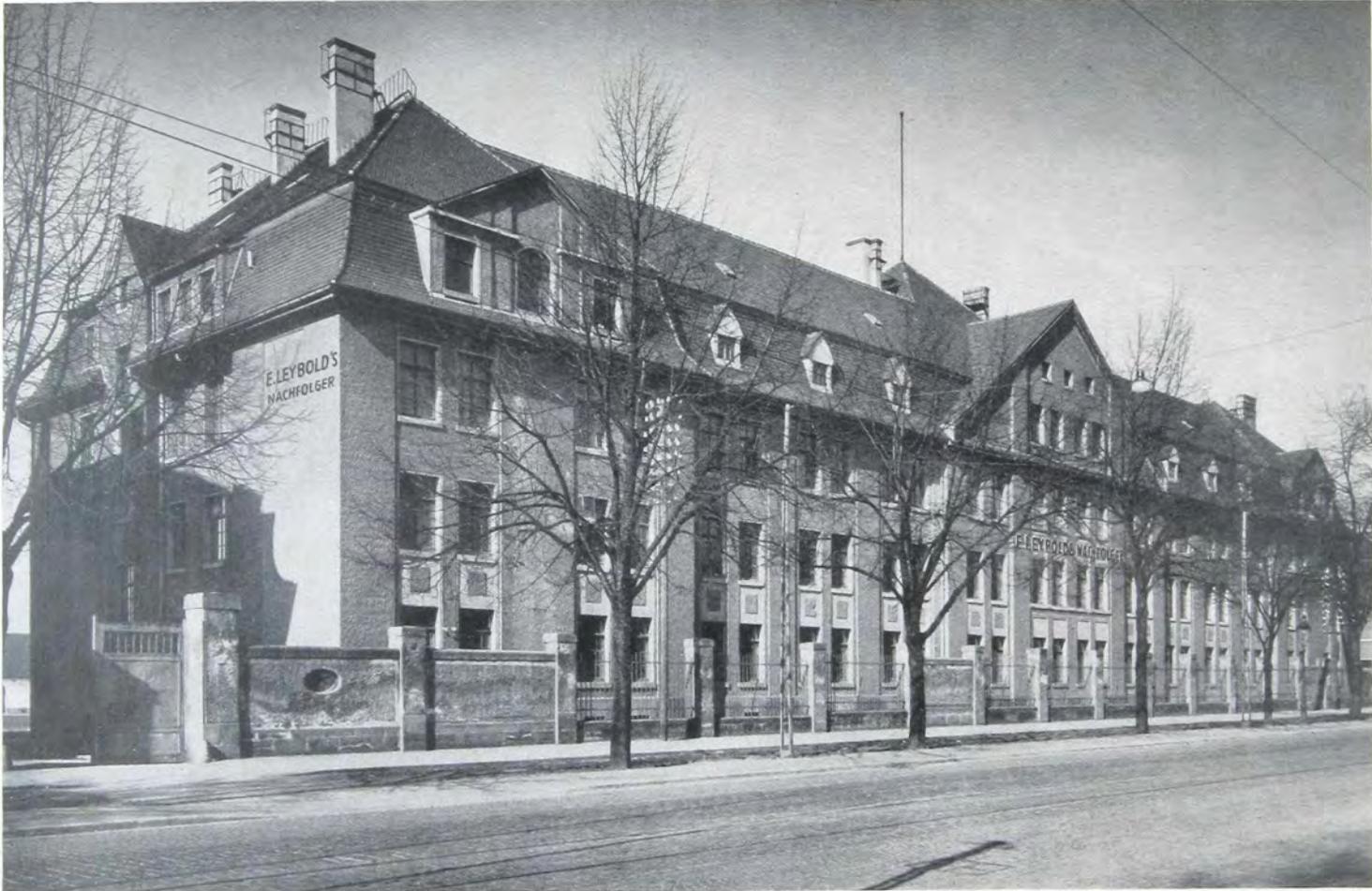
BIBLIOTECA DEL INSTITUTO  
DE FISICA

KÖLN-BAYENTAL, 504 BONNER STRASSE (ALEMANIA)

SUCURSAL: BERLIN NW 7, 110-112 FRIEDRICHSTRASSE

1 9 3 9

INVENTAR <i>catay 9/11</i>	
apar	BON
<i>Sina</i>	
Coiff	



TALLERES EN KÖLN-BAYENTAL, BONNER STRASSE 504

SUCURSAL: BERLIN NW 7, FRIEDRICHSTRASSE 110-112

---

*A*l comparar este catálogo con las ediciones precedentes se nota fácilmente que muchos aparatos han sido perfeccionados y que hemos creado muchos nuevos. Hemos, al contrario, suprimido todos aquellos que no presentan sino un interés histórico o que no se prestan para una enseñanza viva. Nos hemos esforzado en realizar aparatos de construcción simple; pero que a la vez pueden ser utilizados para numerosas experiencias.

Los modernos aparatos Leybold hacen la enseñanza más fácil, y por el mismo gasto, permiten aplicaciones múltiples en dominios muy amplios. Algunos aparatos, cuya adquisición puede ser hecha progresivamente, constituyen el objeto de combinaciones racionales juiciosamente establecidas. Estamos a la entera disposición de nuestros favorecedores para completar las indicaciones del presente catálogo.



## Sumario

Prefación			
Sumario			
Observaciones y condiciones comerciales			
Prefación «Mecánica»			
<b>Mecánica</b>	1		
Gravitación universal	1		
Leyes de movimientos	3		
Inercia	5		
Caída libre	6		
Centro de gravedad y de equilibrio	7		
<b>Balística</b>	8		
Leyes fundamentales de la balística	10		
Retroseso — Ley de la igualdad de la acción y de la reacción	12		
Fuerzas — Composición de las fuerzas — Leyes de las palancas	16		
Péndulos	18		
Movimiento central y pendular — Fuerza centrífuga	19		
Giroscopios	21		
Propiedades mecánicas de la materia — Elasticidad — Dilatación	22		
Propiedades mecánicas de los líquidos	24		
Peso específico	26		
Hidrodinámica	28		
Elasticidad de los líquidos, capilaridad, osmosis, adhesión	29		
<b>Aerodinámica</b>	30		
Canales de viento	35		
Balanzas de componentes	40		
Cubo llano para experimentos de remolque	44		
Canal para la observación de las corrientes mediante filetes líquidos	46		
Mediciones de las presiones y de las velocidades	49		
Mecánica de los cuerpos gaseos — Experimento de Torricelli	50		
Ley de Boyle y Mariotte	51		
Presión	52		
Bombas de vacío	53		
Experimentos relativos al vacío elevado	57		
Aparatos para medir el vacío	61		
Trompas a chorro de agua	62		
<b>Calor</b>	63		
Expansión	63		
Termometría	65		
Meteorología	67		
Calor específico — Calorimetría	69		
Cambios de estado	70		
Termoscopio doble	75		
Calor y Trabajo	77		
Propagación del calor. — Conducción — Calor radiante	79		
<b>Movimiento de las ondas</b>	81		
Aparato para ondas líquidas	81		
Curvas de Lissajous	86		
<b>Acústica</b>	87		
Producción y propagación del sonido	87		
Tubos de órgano	89		
Experimento con las ondas sonoras de corta longitud	90		
Monocordio		92	
Diapasón		93	
Modelo del órgano auditivo y del órgano fonético		96	
<b>Óptica</b>		97	
Fuentes de luz		97	
Banco de óptico		100	
Óptica geométrica		110	
Reflexión y refracción		112	
Fotómetros		113	
Descomposición espectral de la luz		114	
Espectroscopios		115	
Radiación por luminescencia		118	
Interferencia		119	
Doble refracción y polarización		120	
El ojo		121	
Prefación «Electricidad y magnetismo»		122	
<b>Magnetismo</b>		123	
<b>Electricidad</b>		127	
Balanza universal de torsión		127	
Electroestática		136	
Máquina de inducción		137	
Electroscopios		138	
Condensadores de demostración		140	
Electroscopio universal de Wulf		142	
Instrumentos para mediciones eléctricas — Voltímetro de alta tensión		148	
Galvanómetro con cuadro móvil		149	
Voltímetros y amperímetros		152	
Aparatos para la enseñanza de la electricidad		153	
Elementos galvánicos		157	
Interruptores — Conmutadores		158	
Acumuladores y rectificadores		159	
Cuadros de distribución		160	
Resistencias		161	
Condensadores		163	
Acciones químicas de la corriente eléctrica		164	
Termoelectricidad		166	
Fotoelectricidad — Radioactividad		167	
Electromagnetismo		168	
Transformador de experimentación para la demostración y la enseñanza		170	
Aplicaciones técnicas del electromagnetismo		179	
Telefonía		180	
Motores y dinamos		181	
Carretes de chispa		184	
Descarga eléctrica al través de gases		186	
<b>Oscilaciones eléctricas</b>		190	
Descarga oscilante en un circuito oscilante		190	
Aparatos de T. S. H.		191	
Aparato para experimentos sobre las ondas cortas		196	
Oscilógrafos		197	
<b>Medida de magnitudes de espacio y de tiempo</b>		205	
Balanzas		209	
<b>Aparatos y material para uso universal</b>		210	
Partes constitutivas de soportes		210	
Accesorios para experimentos eléctricos		215	
<b>Índice</b>		217	

---

## **Observaciones y condiciones comerciales**

- Dirección** . . . . . E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL  
BONNER STRASSE 504
- Dirección telegráfica** . . Scientia Köln
- Códigos** . . . . . A. B. C. Code fifth edition, Western Union Code, Lieber's  
Code, Rudolf Mosse Code.
- Condiciones de venta** . . Los precios se entienden sin descuento, para mercadería  
puesta en nuestra fábrica y sin embalaje.
- Aseguro** . . . . . Aseguramos nuestros envíos contra todo riesgo, rotura  
inclusa, cargando un premio moderado, de modo que  
podemos reemplazar gratuitamente todos los artículos que  
han llegado en estado averiado o que se han extraviado  
en el camino.
- Ilustraciones** . . . . . Las imágenes y descripciones no son obligatorias pues  
siempre estamos empeñados en perfeccionar más y  
más todos nuestros aparatos.
- Modo de empleo** . . . . Suministramos un modo de empleo con cada aparato.
-



## Mecánica

Es sobre todo en este campo de la física en que podemos ilustrar por medio de algunos ejemplos y en forma bien visible el principio director expuesto en la introducción.

La realización experimental de la ley de la atracción de las masas constituye una de las experiencias más sorprendentes. Muchas tentativas han sido hechas en este sentido; pero todas tropezaban en las dificultades provocadas por la complicación de los aparatos. Nuestra balanza de gravitación, descrita en las páginas siguientes, resuelve enteramente el problema.

La demostración de las leyes del movimiento uniformemente acelerado se efectúa casi siempre con ayuda de un aparato que utiliza las leyes de la caída de los cuerpos:

### El plano inclinado

es un aparato, cuyo funcionamiento es simple y fácil de comprender, especialmente recomendado para demostrar, en la enseñanza elemental, que la caída de los cuerpos es un movimiento uniformemente acelerado. De todas maneras, a no ser que se le dé un largo exagerado al plano con lo cual el aparato se vuelve poco manuable, el movimiento se efectúa demasiado rápido.

### La máquina de Atwood

Ella permite mostrar, contrariamente al aparato precedente, la ley esencial del movimiento, a saber que la fuerza y la masa actúan independientemente la una de la otra sobre el valor de la aceleración. La duración del experimento es aún menor que en el caso del plano inclinado; la ejecución de las medidas y su interpretación son pues más difíciles todavía.

### El aparato a aros

Este muestra claramente las relaciones entre la fuerza, la masa y la aceleración. No se observa el movimiento del aro mismo sino que el de un cursor que se desplaza delante de una escala graduada. Los distintos recorridos se efectúan lentamente, las medidas pueden hacerse con precisión, y todos los fenómenos son perfectamente visibles. Hemos estudiado por lo tanto nuevamente el problema del aparato a base de aros sobre todo en razón a la multiplicidad de las aplicaciones que permite para la puesta en evidencia de las leyes de la mecánica. Para mayores detalles véase la descripción en la página 3.

### Bombas rotativas a aceite, de Gaede

Cada escuela debería poseer una bomba de vacío del tipo de las rotativas a aceite, de Gaede. Este aparato fundamental permite ejecutar una serie de experiencias, tales como:

Determinación del peso específico del aire,  
Influencia de la presión del aire sobre  
diversos fenómenos,  
Caída de los cuerpos.

Las bombas de Gaede también tienen aplicación en las experiencias sobre vibraciones acústicas (véase pág. 88) o sobre las descargas eléctricas (véase pág. 186).

En el trascurso de los últimos años ha tomado la aerodinámica un lugar importante en la enseñanza de la física. Hemos realizado toda una serie de aparatos que permiten demostrar las leyes fundamentales. Nuestro malacate (véase pág. 30) constituye un feliz éxito en este sentido y sus aplicaciones son múltiples. Para experiencias más avanzadas construimos diversos canales de viento, un estanque para remolcar y un canal a circulación continua (véase pág. 35—39 y 44—48). A fin de hacer más atrayente la enseñanza de la dinámica, hemos ideado un nuevo aparato, nuestro cañón experimental (véase pág. 8), que permite determinar o verificar experimentalmente todas las leyes fundamentales de la balística. Ofrece también numerosas posibilidades de aplicación de principios de la mecánica.



**E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL**

## Mecánica

### Aparato para la demostración de la gravitación universal

No hay ningún fenómeno de la física que en mayor grado que la ley de la gravitación universal debe ser admitido por los alumnos a la manera de un postulado. No obstante no hay ley más fundamental que aquella de la atracción que ejerce un cuerpo sobre otro. Las fuerzas gravitacionales no son de ningún modo asequibles al juicio de los alumnos, y su manifestación bajo la forma de la pesantez es un fenómeno tan corriente que no le dan ninguna importancia.

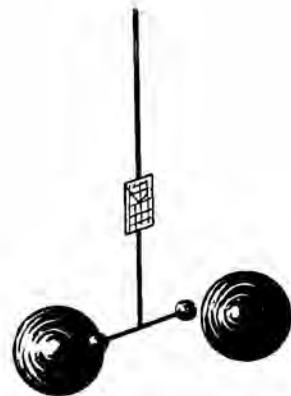
Para resolver este problema, hemos construido un sistema de gravitación reducido, compuesto de bolas de plomo, y que permite demostrar que dos masas se atraen mutuamente.

Dos masas pequeñas, suspendidas de la cruz de una balanza por medio de un hilo que lleva un espejo, se desplazan cuando se les aproxima dos masas pesadas.

Todas las dificultades con que hasta ahora se había tropezado al tentar la realización práctica de esta experiencia (corriente de aire en el interior de la balanza, sensibilidad insuficiente, hilo de suspensión demasiado fino dando lugar a roturas, período de oscilación o puesta en equilibrio demasiado largos), han sido vencidas en la construcción de nuestra balanza de gravitación.



332 02 Balanza de gravitación con los nos. 332 05, 332 07/09, pág. 2.



Esquema del principio.

La balanza oscila libremente entre dos estribos. La ruptura del hilo de suspensión a causa de las vibraciones durante el movimiento no hay pues para qué temerla.

A pesar de que la balanza esté colocada al vacío, a fin de eliminar los inconvenientes provocados por las corrientes de aire y los rayos caloríficos, todas las partes del aparato son perfectamente visibles.

La observación se efectúa en forma simple y con precisión por medio de un rayo luminoso.

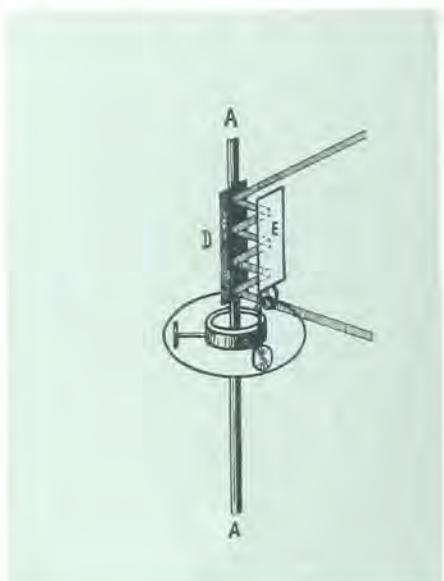
La sensibilidad puede aun ser aumentada, utilizando un espejo auxiliar, sobre el cual el rayo luminoso se refleja varias veces.

Este espejo auxiliar puede por otra parte ser fácilmente comandado desde el exterior por medio de un imán.

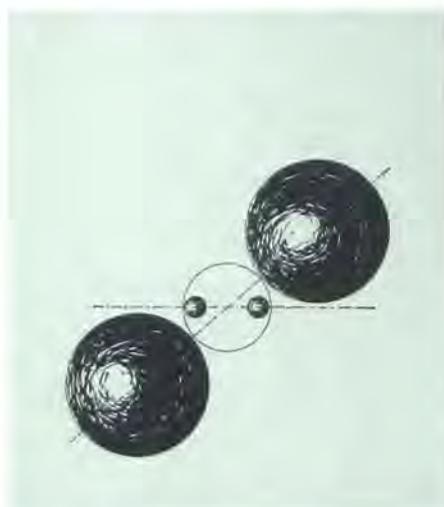
El período de oscilación es aproximadamente de cuatro minutos. Pero es muy fácil de llevar la balanza a la posición de equilibrio produciendo corrientes de Foucault con ayuda de un imán.



Apoyos de protección que impiden la rotura del hilo de suspensión.



Amplificador óptico de las deflexiones.



Orientación más favorable (ángulo = 53°).

## Mecánica

### Aparato para la demostración de la gravitación universal

#### Características:

Largo del hilo de suspensión . . . . .	600 mm.
Peso de cada bola de plomo pequeña . . . . .	20 gr.
Diámetro de las bolas de plomo pequeñas . . . . .	15,3 mm.
Período de oscilación T . . . . .	alrededor de 350 seg.
Período de oscilación t (sin bolas de plomo) . . . . .	42 seg.
Peso de cada bola de plomo grande . . . . .	10 kg.
Distancia horizontal entre las bolas pequeñas . . . . .	48 mm.
Distancia horizontal entre las bolas grandes . . . . .	200 mm.
Distancia vertical entre las bolas pequeñas . . . . .	200 mm.
Deflexión obtenida para la posición más favorable, por metro de alejamiento, sin amplificación . . . . .	6 cm.
Error cometido en el cálculo de la constante de gravitación . . . . .	5 %.

332 02 **Balanza de gravitación**, con hilo de suspensión en platino iridiado de 600 mm. de largo, apoyos de protección y amplificador óptico de las deflexiones. (Fig. 1/12 del tamaño natural, pág. 1.)

332 05 **Collares** para fijar la balanza en la pared. (Fig. pág. 1.)

332 07 **Soporte giratorio**, montado sobre cojinetes de bolas, que puede recibir las bolas de plomo grandes o cualesquier pesos. (Fig. pág. 1.)

332 08 **Cónsola de pared**, destinada a recibir el soporte giratorio cuando la balanza esté fijada a la pared. (Fig. pág. 1.)

332 09 **2 Bolas de plomo** de 10 kg. de peso, máximo de error posible 1 %, diámetro 120 mm. (Fig. pág. 1.)

332 16 **Dispositivo de alumbrado**, con pinza o soporte.

332 17 **Transformador**, primario 110/220 V., secundario 8 V., montado sobre una tablilla.

332 18 **Escala transparente**, de 1 m. de largo, que debe ser suspendida.



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

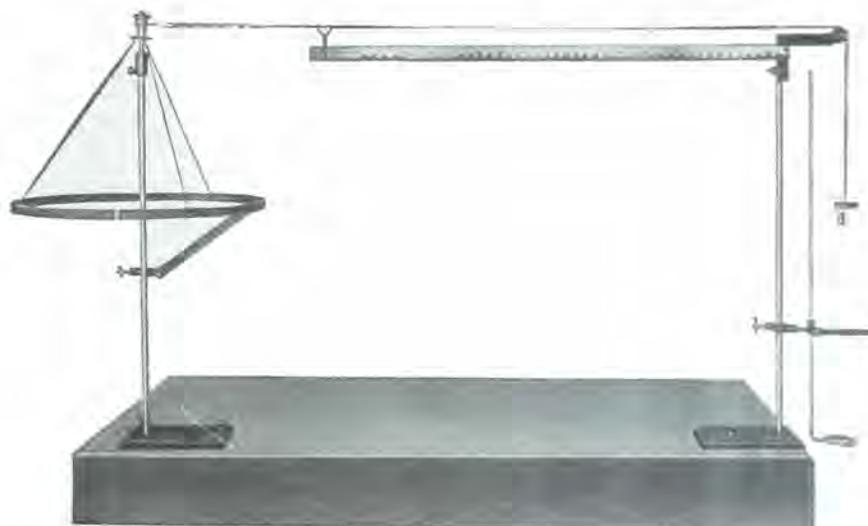
## Mecánica

### Demostración de las diferentes clases de movimientos y de sus leyes

#### Aparato de aros

que permite demostrar las leyes de la dinámica, las relaciones existentes entre fuerza, peso y velocidad por un lado, y entre el momento de rotación, momento de inercia y velocidad angular por el otro.

Aunque este aparato es de construcción sencilla, los errores de experiencia resultan inferiores al 1 %.



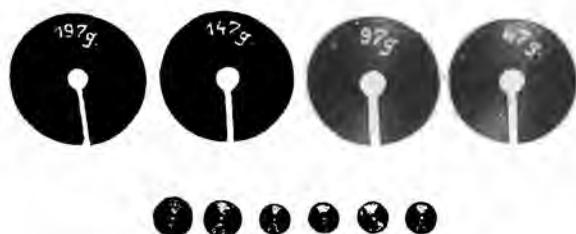
337 01 (pág. 4). Aparato de aros con pasador móvil en dirección rectilínea que permite demostrar las leyes de los movimientos en la mecánica.

#### Aplicaciones prácticas:

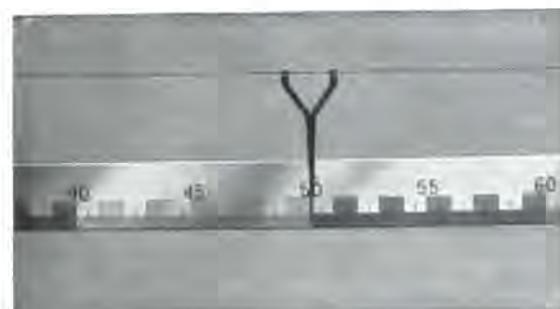
- 1º Ilustración de las nociones de velocidad y de aceleración.
- 2º Reconstitución de las leyes fundamentales de la mecánica.
- 3º Estudio de la caída de los cuerpos.
- 4º Ilustración de la transformación de la energía potencial en energía cinética y medición del trabajo absorbido por el frotamiento.
- 5º Demostración de las oscilaciones armónicas.
- 6º Verificación de la fórmula de la fuerza centrífuga (este experimento necesita un accesorio suplementario: el «péndulo centrífugo»).

#### Ventajas especiales de este aparato:

- 1º La medición de los recorridos no se hace sobre la circunferencia del aro, sino mediante un pasador móvil delante de una escala. Los trayectos por recorrer o ya recorridos por el pasador están, de este modo, perfectamente visibles para el alumno.
- 2º No hacen falta soportes especiales: El aro y el porta-polea pueden montarse sobre cualquier soporte Bunsen.
- 3º Los pesos de frotación se pueden quitar en cualquier momento.
- 4º Los aros poseen un peso elevado de 1200 gramos con un diámetro de 50 cm., y aunque el arrastre sea efectuado con pesos relativamente grandes, la aceleración resultante es suficientemente débil para que las mediciones de tiempos puedan ser hechas con precisión.



Pesos de arrastre y de frotación.



Escala con pasador.



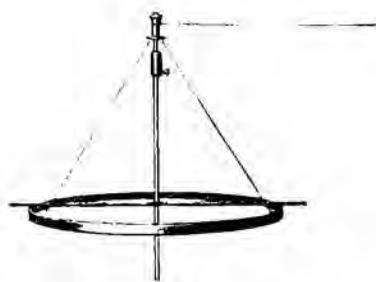
## Mecánica



Este montaje permite obtener rápidamente un movimiento perfectamente uniforme.



Péndulo cónico para verificar la fórmula de la fuerza centrífuga.



Medición del momento de inercia de una barra de sección cuadrada (la barra está perforada en el centro para dejar pasar el eje).

337 01 **Aparato de aros** que se compone de:

- 1 tambor para el arrollamiento del hilo, montado sobre ágata,
  - 1 árbol con bola de acero,
  - 1 aro de 500 mm.  $\varnothing$ , 1,2 kg., con hendiduras para la cuerda de sostén,
  - 1 aro de 500 mm.  $\varnothing$ , 1,2 kg., que se pone encima del anterior,
  - 1 aro de 250 mm.  $\varnothing$ , 0,6 kg., con hendiduras para la cuerda de sostén,
  - 1 aro de 250 mm.  $\varnothing$ , 0,6 kg., que se pone encima del anterior,
  - 1 apoyo de detención con soporte,
  - 1 escala de 1 m. con soporte y polea montada sobre cojinete de ágata,
  - 1 porta-pesos, pesando 3 gr.,
  - 4 pesos de arrastre, de 47, 97, 147 y 197 gr.,
  - 1 porta-pesos de frotación, pesando 2 gr.,
  - 2 juegos de pesos de frotación de 1 y 2 gr., con hilos,
  - 2 pesos de frotación de 5 y 10 gr., con hilos,
  - 1 hilo que no se tuerce,
  - 1 pasador de aluminio,
  - 1 horquilla escamoteable, con soporte y disco regulable,
  - 2 planos que permiten obtener un movimiento uniforme,
  - 1 barrita para la medición del momento de inercia.
- (Fig. pág. 3.)

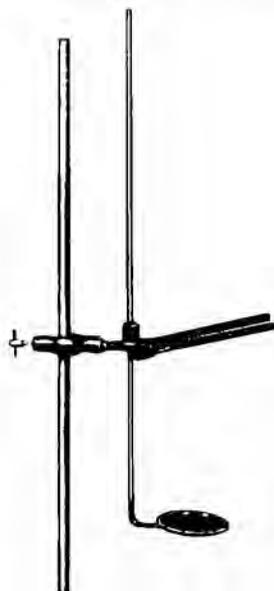
337 10 **Péndulo cónico** para determinar la fórmula de la fuerza centrífuga.

300 03 **2 pies de soporte.**

300 32 **3 tornillos de nivelación** para el anterior.

300 43 **2 columnas de soporte**, de acero, 13 mm.  $\varnothing$ , 750 mm. de largo.

337 11 **2 pinzas grandes de sujeción**, para fijar los soportes.



Dispositivo de desenganche.



Soporte con pesos de fricción.



## Mecánica

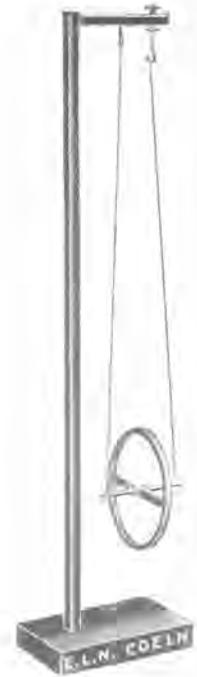
### Inercia

331 04 **Aparato de inercia**, constituido por una pesada bola metálica A, que se suspende del techo y por la varilla de madera B que se cuelga de aquella. Los ganchos van colocados en oquedades de la esfera, de modo que al caer éste no puedan romperse. (Fig.  $1/7$  del tamaño natural.)



331 04

331 22 **Aparato para demostrar la ley de conservación de la energía.** (Fig.  $1/10$  del tamaño natural.)



331 22

331 66 **Disco giratorio** que permite demostrar, por la experiencia, la relación existente entre la velocidad angular y el momento de inercia, así como la ley de la conservación de impulsiones rotativas. Montado sobre cojinetes de bolas y sobre tres tornillos de nivelación. (Fig.  $1/20$  del tamaño natural.)



331 66

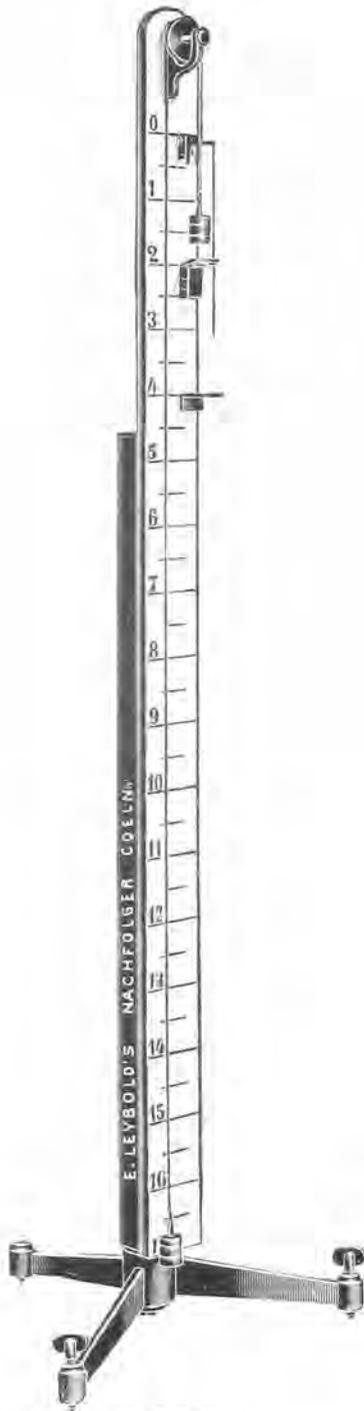
El disco giratorio se presta a los experimentos siguientes:

Variación de la velocidad angular en función del momento de inercia (aplicación en gimnasia al restablecimiento por rotación), demostración de las leyes del giroscopio y de las fuerzas de Coriolis. Funcionamiento del compás giroscópico.



## Mecánica

### Caída libre



336 31

336 16 **Canal de caída**, según Galileo, largo 2 m., dispuesto de modo que el ángulo de inclinación pueda cambiarse; dividido en medios decímetros, pintados alternativamente en rojo y blanco.

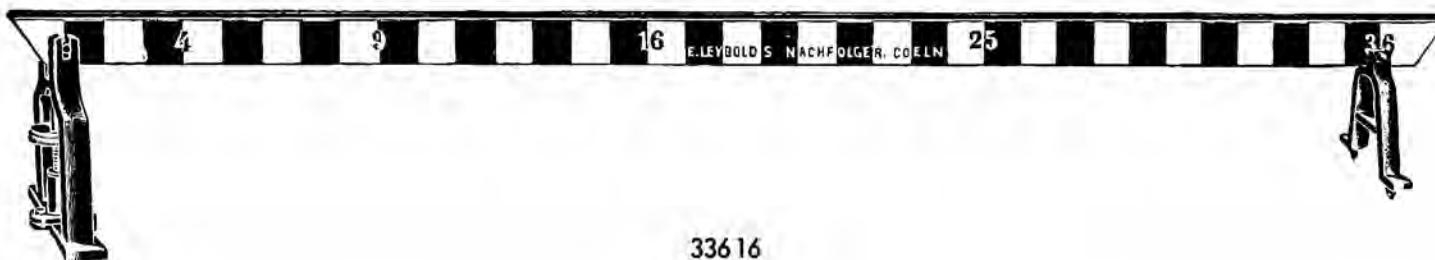
(Fig.  $\frac{1}{12}$  del tamaño natural.)

336 31 **Máquina para la caída**, para explicar la relación entre fuerza, masa y aceleración, así como para deducir las leyes de la caída. (Fig.  $\frac{1}{13}$  del tamaño natural.)

La tabla que sostiene la escala y la polea descansa sobre un trípode de hierro con dos tornillos de nivelación. La escala está dividida en medios decímetros desde 0 a 170 cm., estando señalados los decímetros con cifras. La rueda pesa 100 gr. y los extremos de su eje, en punta se mueven entre planos de ágata. Acompañan al aparato: 2 pesas de 70 gr., provistas de guías, 4 pesas de 98 gr. que pueden colocarse sobre las guías de las de 70 gr. Esta forma de las pesas facilita extraordinariamente la experimentación. Además lleva 3 pesas de frotamiento, 2 pesas suplementarias de 1 gr. y 2 de 2 gr. y finalmente 3 pesas alargadas de 2, 4 y 6 gr. que pueden pasar por el anillo. Además va provista la máquina de un disparador, un pestillo con anillo y otro con una placa.

336 34 **Soporte de suspensión** para utilizar la máquina de caída no. 336 31 como soporte para el péndulo de segundos no. 336 35 o el péndulo no. 346 11 (véase pág. 18).

336 35 **Péndulo de segundos** de oscilación sonora con lenteja móvil, se adapta al soporte no. 336 34 o al soporte de péndulo no. 346 19 (véase pág. 18).



336 16



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Mecánica

- 338 01 **Plomada con punta.** (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)
- 338 31 **Aparato para la demostración del equilibrio** en función de la posición del centro de gravedad. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)
- 338 38 **Aparato para el equilibrio estable, el inestable y el indiferente.** (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)  
Según se coloquen más o menos altas las varillas con las esferas, se obtiene una u otra clase de equilibrio.
- 336 01 **Martillo de agua,** para probar que un líquido en el vacío cae en masa compacta y no en forma de gotas y que por esta causa produce un choque sobre las paredes, acompañado de un sonido típico que se oye muy distintamente.
- 336 46 **Aparato para demostrar el paralelogramo de los caminos recorridos,** compuesto de un soporte de madera pulimentada, con dos mazas y una esfera.
- (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)
- 336 54 **Aparato de balística,** compuesto de un soporte de madera, con una pistola sujeta al extremo superior, 3 proyectiles de 25, 50 y 100 gr. de peso, con cuña de madera para colocarla oblicuamente, y una regla dividida en medios decímetros, sujeta sobre tablero, la que sirve de blanco. (Fig.  $\frac{1}{12}$  del tamaño natural.)
- 336 52 **Aparato para mostrar el movimiento de proyección.**  
(Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)



338 01



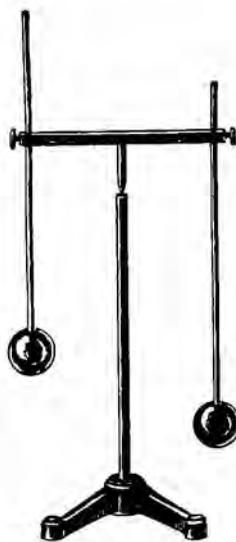
336 46



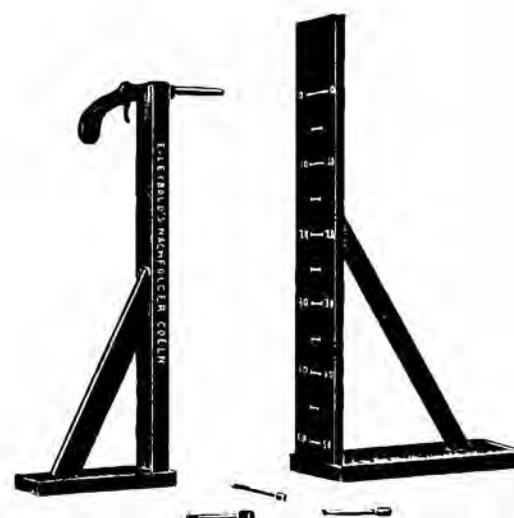
336 52



338 31



338 38



336 54



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Mecánica

### Balística

Como se ha dicho ya al final del prefacio de la sección «Mecánica» nos hemos esforzado en poner este dominio de la física, considerado á menudo como poco interesante y aburrido, al alcance del estudiante reconstituyendo sus leyes en la práctica.

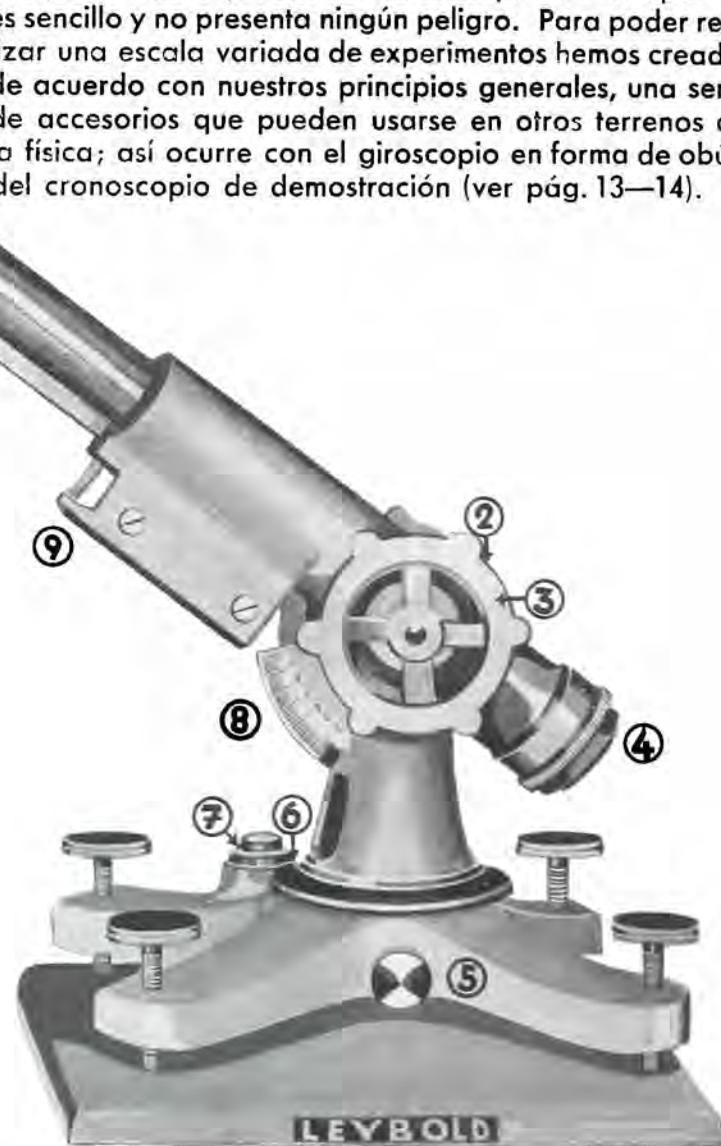
Cada alumno aporta, naturalmente, un vivo interés a las cuestiones del tiro de cañón. Pero los aparatos utilizados, hasta ahora, para esta enseñanza, eran peligrosos, poco precisos o poco conformes a la realidad. Por estos motivos hemos construido un pequeño cañón de experimentación, con tiro preciso, que puede, con toda seguridad, ser puesto en las manos de los alumnos; éstos toman así parte, de una manera activa, en la enseñanza de estas cuestiones de la física, como en un juego nuevo y variado. El manejo de este aparato

es sencillo y no presenta ningún peligro. Para poder realizar una escala variada de experimentos hemos creado, de acuerdo con nuestros principios generales, una serie de accesorios que pueden usarse en otros terrenos de la física; así ocurre con el giroscopio en forma de obús, del cronoscopio de demostración (ver pág. 13—14).

### El cañón de experimentación

largo total del tubo 43 cm.  
alto del afuste . . . 24 cm.

- 1° Punto de mira.
- 2° Alza.
- 3° Volante de bloqueo del movimiento de apuntación en alto.
- 4° Tornillo regulador de la velocidad inicial.
- 5° Tornillo de bloqueo del movimiento de apuntación en dirección.
- 6° Graduación del ajuste en dirección.
- 7° Nivel.
- 8° Graduación de la apuntación en alto.
- 9° Disparador.



336 70

El afuste es del tipo con resorte, y el cañón se carga por la boca a fin de evitar todas las frotaciones inútiles. La velocidad inicial puede ser graduada a valores diferentes, de alrededor

3 m/seg., hasta, 10 m/seg.

El afuste puede girar alrededor de un eje vertical y de un eje horizontal. Los ángulos de apuntación se leen sobre las graduaciones correspondientes. La estabilidad del cañón está asegurada por un resorte tendido entre el afuste y la plataforma. Los proyectiles son constituidos por balas de acero idénticas a las de los cojinetes de bolas ordinarias, es decir de 5 a 20 mm. de diámetro.

Para conservar la señal del punto de impacto del proyectil en el blanco éste se cubre con una hoja de papel carbón.



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

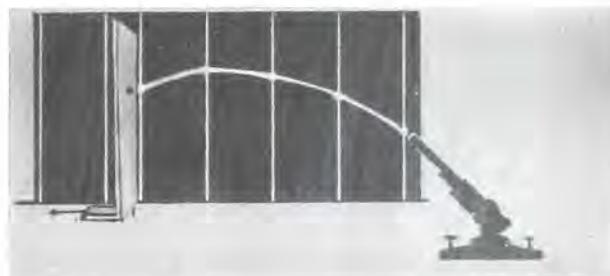
## Mecánica

### Balística

#### Algunos experimentos realizados con el cañón

##### Trazado de la trayectoria.

Utilizar la velocidad inicial más pequeña. Colocar delante de una pizarra una pantalla móvil que permite conservar la señal del punto de impacto del proyectil como indicado anteriormente. Trasladar cada uno de estos puntos a la pizarra. Trazar la curva que pasa por estos puntos. La trayectoria así obtenida es una parábola.



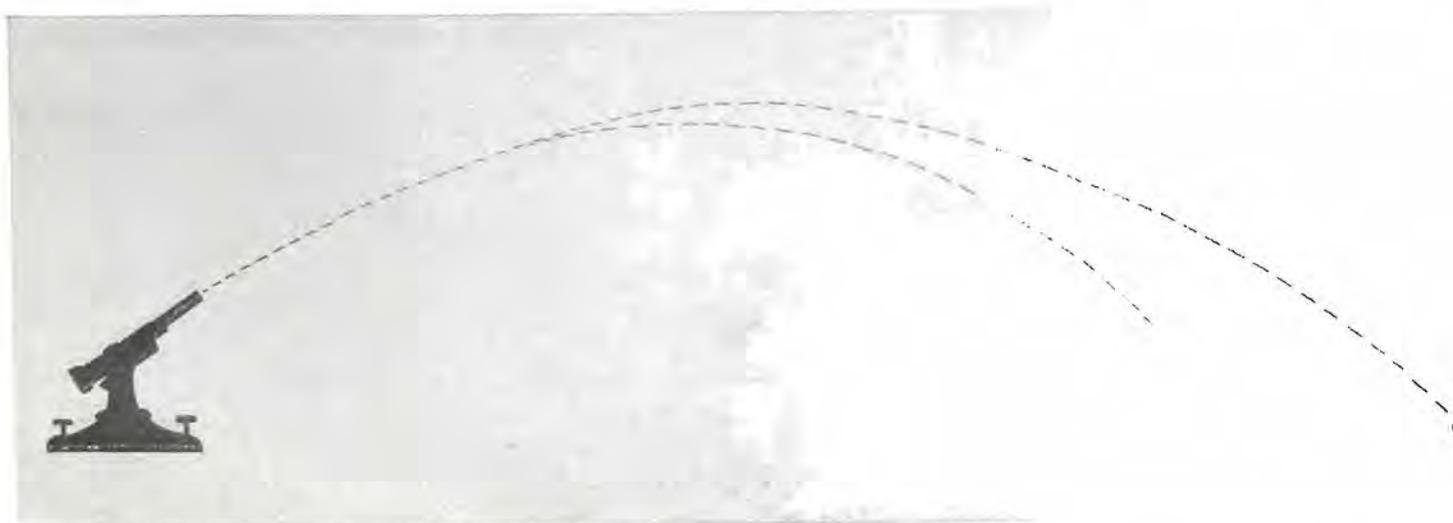
##### Caída libre y movimiento de proyección.

El movimiento del proyectil puede ser considerado como el resultado de dos movimientos, el uno es uniforme y rectilíneo, el otro es de la caída libre. Usando como proyectil un perno rodeado de un anillo, el perno es animado, al salir, de una velocidad dirigida horizontalmente, mientras que el anillo cae en caída libre. Como el perno y el anillo llegan al suelo al mismo tiempo, resulta que la componente vertical del movimiento del proyectil es constituida por la pesantez.



##### Efecto de la resistencia del aire.

El cañón se carga con dos balas, una de acero y otra de madera muy ligera, siendo la bala de acero la primera introducida en el tubo. Al salir el tiro las dos balas tienen la misma  $v_0$ ; a pesar de ello la bala de madera se proyecta a una distancia menos grande que la de acero. La acción del aire es, sin embargo, la misma sobre las dos balas, pero el peso de la bala de madera es solamente  $1/30$  de la bala de acero. El frenado producido por el aire es, pues, 30 veces mayor sobre la bala de madera que sobre la de acero.





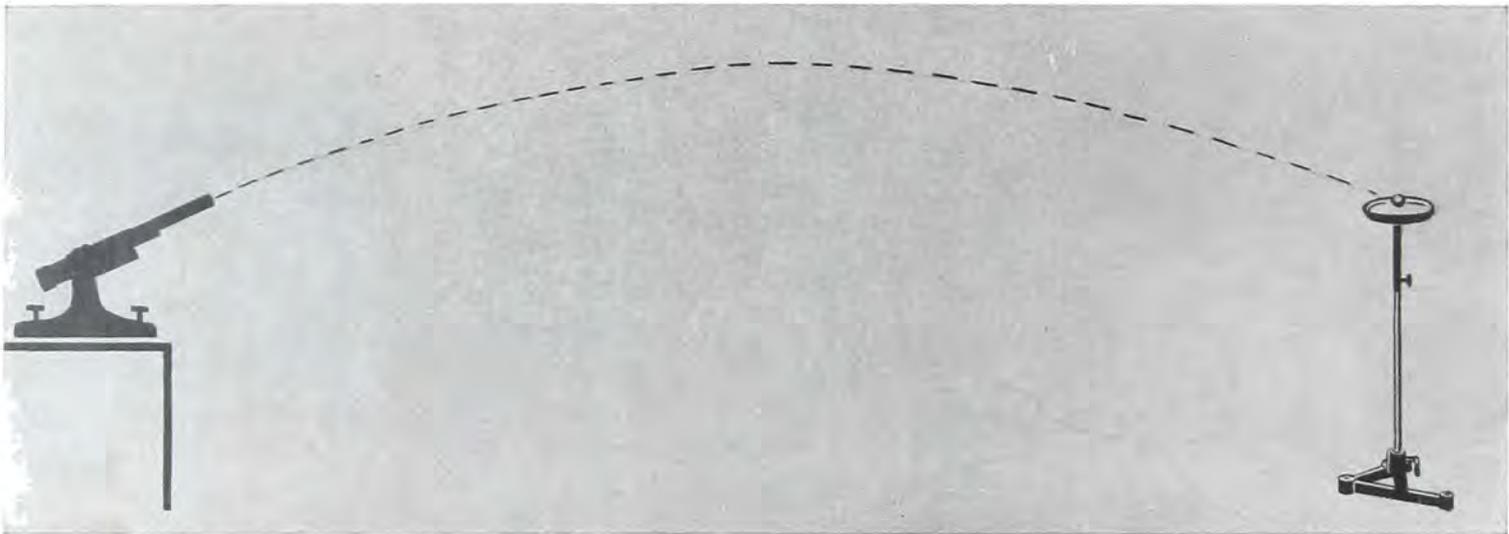
## Mecánica

### Leyes fundamentales de la balística

Cuando se haya definido la noción de la velocidad inicial, se pueden deducir de ella, experimentalmente, las leyes de la balística o verificar por la experiencia los resultados de la teoría.

**La demostración experimental de la fórmula del alcance del tiro** es sumamente sorprendente.

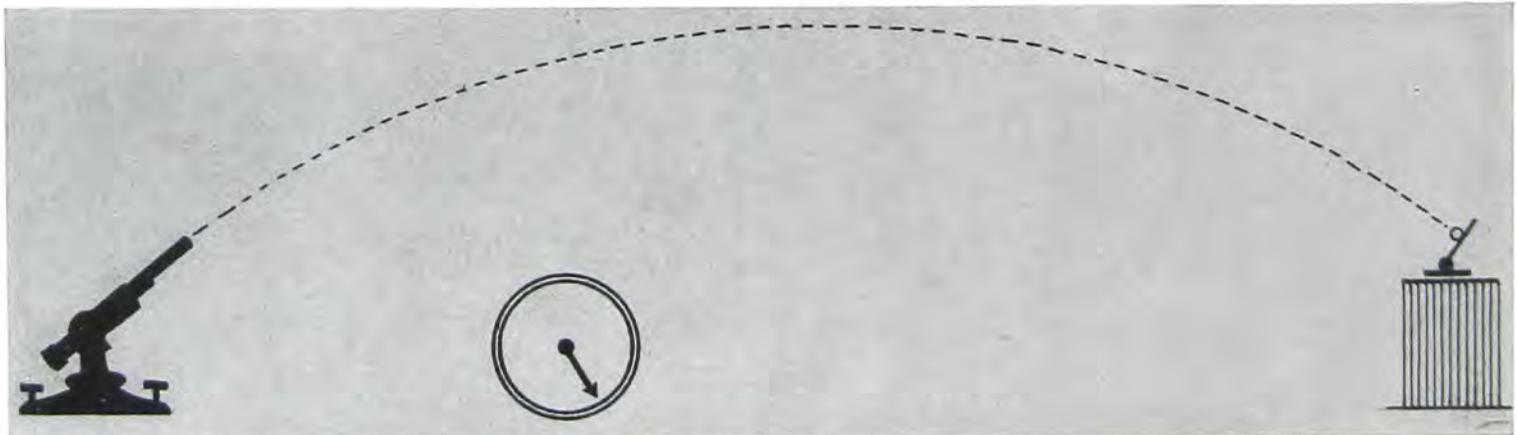
Se disparan tres tiros bajo un ángulo cualquiera con velocidades iniciales diferentes cuyas relaciones sean 1, 2, 3; los alcances correspondientes están en las relaciones de 1, 4, 9, es decir que resultan proporcionales al cuadrado de la velocidad inicial. Hay que vigilar, sin embargo, que el proyectil sea recibido en el plano horizontal que pasa por la boca del cañón. Para mostrar la relación existente entre el alcance y el ángulo del tiro se dispara cierto número de tiros bajo ángulos diferentes y se apuntan los resultados en un esquema de coordenadas; igualmente se pueden reunir bajo la forma de un cuadro de alcances. Además, es posible deducir de estos experimentos la comprobación siguiente:



Un blanco puede ser alcanzado, en general, bajo dos ángulos de tiro diferentes que son complementarios: tiro rasante y tiro vertical. Se puede empezar, naturalmente, exponiendo la teoría comprobando, luego, los resultados de la misma. Por ejemplo se calcula:

$$\text{Duración del trayecto: } T = \frac{2 v_0 \sin \varphi}{g}$$

El dispositivo experimental representado en la figura permite verificar esta fórmula. Los problemas de tiro sobre un glacis, una contra-pendiente etc. pueden ser tratados igualmente.





## Mecánica

### Balística

#### Medición de la velocidad del proyectil

##### Método del cronoscopio

Existen diferentes procedimientos consistiendo el más sencillo en utilizar nuestro cronoscopio eléctrico (ver pág. 14). Un contacto eléctrico, accionado por la salida del proyectil, pone el cronoscopio en marcha. El blanco es constituido por un pequeño disco que cae en el momento de ser tocado por el proyectil cortando así la corriente y haciendo parar el cronoscopio. El primer tiro se dispara bajo un ángulo de tiro  $\varphi = 0^\circ$ , siendo el blanco colocado contra la boca del cañón; para el segundo tiro el blanco se coloca a una distancia  $a$  metros del cañón. El intervalo de tiempo medido representa el tiempo que necesita el proyectil para franquear la distancia  $a$ .

$$v_0 = \frac{a}{T_2 - T_1}$$

He aquí, brevemente expuestos, dos otros procedimientos de medición de  $v_0$  que no necesitan el empleo de ningún accesorio:

##### Tiro vertical

El principio de la conservación de la energía permite deducir la velocidad inicial de la altura máxima alcanzada por el proyectil.

$$v_0 = \sqrt{2 g h_{\max}}$$

##### Tiro horizontal

De la altura del cañón encima del suelo (alto de la caída) se puede deducir la duración del trayecto, por la fórmula

$$v_0 = X \sqrt{\frac{g}{2 h}}$$

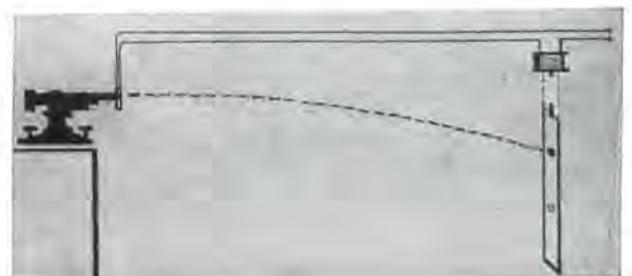
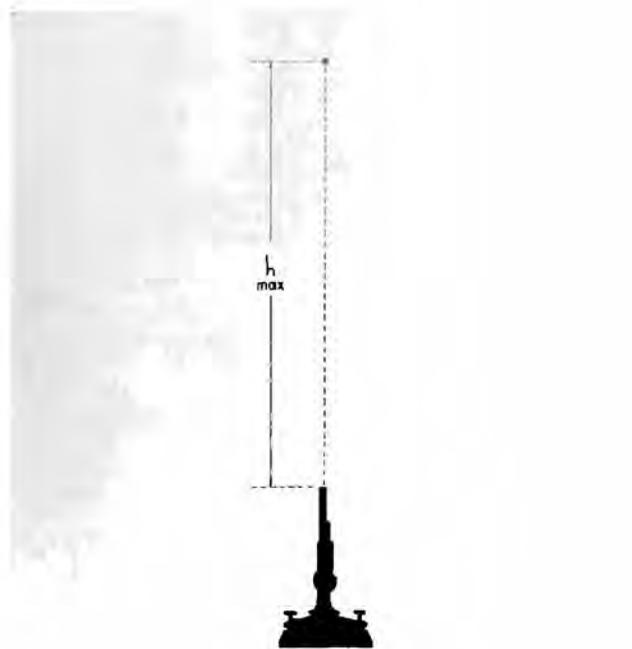
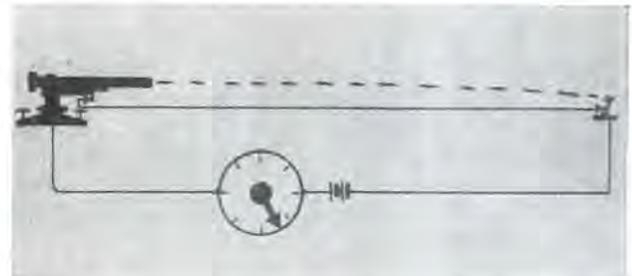
Tomando, por ejemplo, una altura de la boca encima del suelo (alto de la caída) de  $h = 1,23$  m., se obtiene  $T = 1/2$  seg. y  $v_0 = 2 \cdot X$ . Igualmente pueden reproducirse los métodos de mediciones utilizados en la artillería, tales como:

##### El método de Le Boulengé

Un electro-imán soporta una plaquita en la que está fijada una tira de papel recubierta de papel carbón. Se tira a esta plaquita obteniéndose así un punto de impacto A. Luego se coloca delante de la boca del cañón un interruptor de contacto. Cuando el tiro sale, el proyectil rompe el hilo del interruptor, corta el circuito del electro-imán, la plaquita cae, y el proyectil toca la plaquita en B. El alto de caída permite calcular la duración del trayecto  $T$ . Entonces se mide el alcance  $X$ , es decir la distancia entre la plaquita y la boca del cañón; así se obtiene

$$v_0 = X \sqrt{\frac{g}{2 A B}}$$

$V_0$  puede determinarse igualmente por el método del péndulo balístico.





**E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL**

---

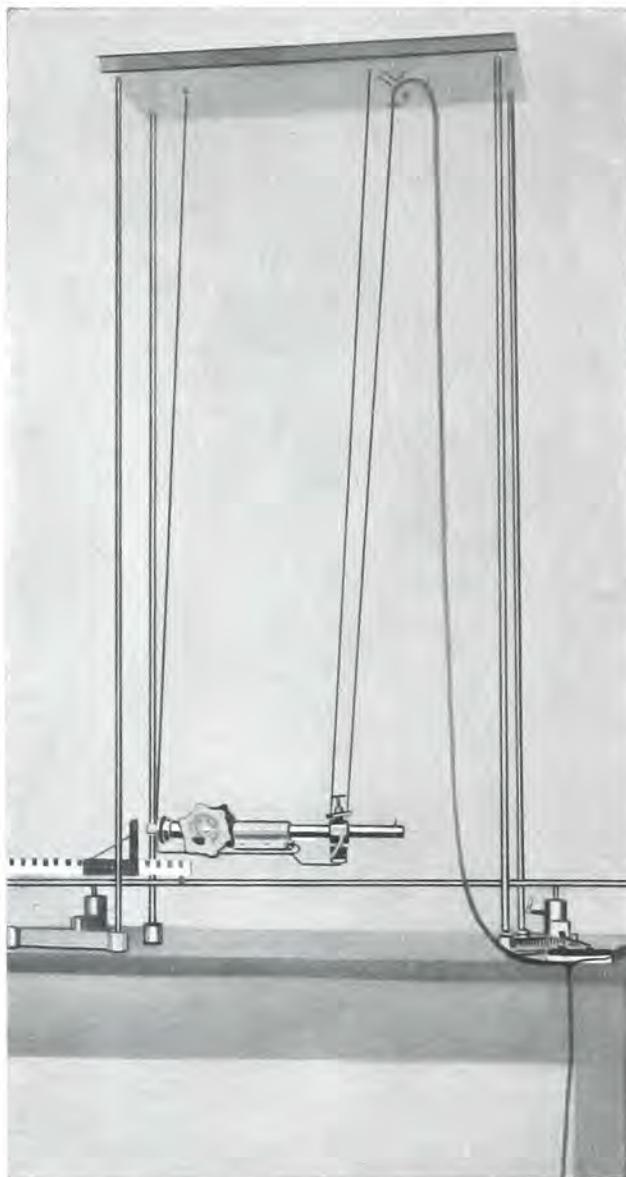
---

## Mecánica

### Balística

#### **Retroceso · Ley de la igualdad de la acción y de la reacción**

Para mostrar la existencia del retroceso se separa el tubo del cañón de su afuste suspendiéndolo como un péndulo. Para poder hacer salir el tiro sin que el cañón experimente ningún golpe, se le equipa con un disparador electromagnético.



Este dispositivo permite mostrar de qué depende la importancia del retroceso, es decir mostrar el efecto de la reacción. Sobre el recorrido que sigue el afuste se colocan pesos en la relación de 1 : 1, 1 : 2, 1 : 3 con el peso del cañón pendiente. Se atornilla un perno dentro del cañón que choca con el peso al salir el tiro. Dos escalas provistas de pasadores regulables permiten medir la amplitud de los desplazamientos del cañón pendiente y del peso.

Este experimento muestra que:

El producto  $p \cdot v$  es constante, es decir que la fuerza viva del afuste (debida a la reacción) es siempre igual a la fuerza viva del proyectil.



## Mecánica Balística

### Tiro con proyectiles de forma prolongada

El estudio de la trayectoria de un proyectil ha sido hecho, hasta ahora, admitiendo que su peso estaba concentrado en un punto; por este motivo los proyectiles utilizados eran balas. Vamos a estudiar ahora el movimiento de un proyectil prolongado. Para ello se coloca en el cañón un soporte sobre el cual se pone el proyectil. Salido el tiro, se comprueba que el proyectil oscila varias veces en su trayectoria, puesto que la fuerza opuesta por el aire no pasa por su centro de gravedad; el momento de esta fuerza tiene por efecto hacer girar el proyectil fuera de su posición inicial. Entonces se arrolla sobre el rodillo giratorio, que constituye la parte posterior del proyectil, un hilo en el cual está colgado un peso. Dejando caer el peso el proyectil empieza a girar alrededor de su eje, y se hace salir el tiro en el momento en que el hilo esté completamente desdovanado. La velocidad de rotación depende de la longitud del hilo. Si esta velocidad está elevada, el momento de rotación del proyectil es muy grande con relación al momento de la fuerza opuesta por el aire; por consiguiente, ésta no tiene más que una influencia insignificante y la posición del proyectil en la trayectoria no experimenta ninguna modificación perceptible. Así se comprueba que: la rotación del proyectil suprime el efecto del momento de rotación de la fuerza del aire.

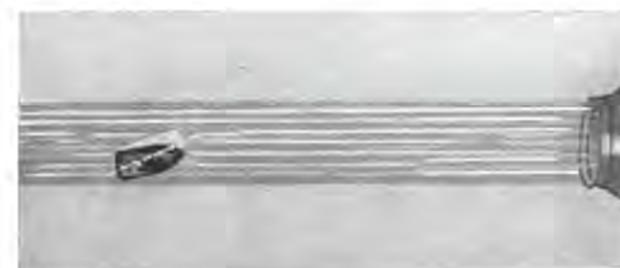
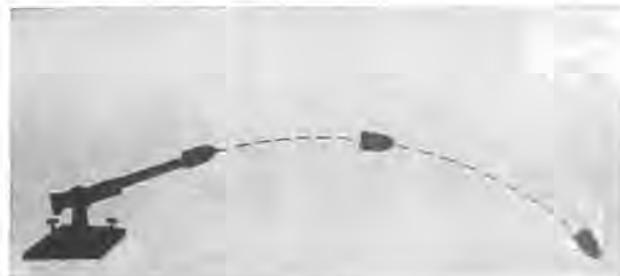
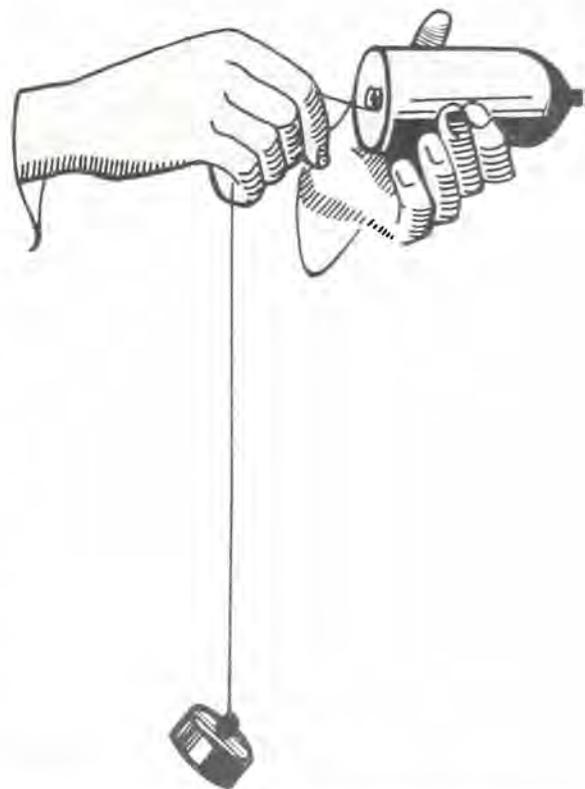
Sería, evidentemente, de desear que el eje del proyectil quede en permanencia tangente a la trayectoria, pues en esta posición la resistencia del aire es la más débil y el proyectil podrá dar en la meta por su punta. Esta condición no es enteramente realizable, pero hasta cierto punto es posible llegar a ello accionando sobre la velocidad de rotación. El eje del proyectil no queda constantemente paralelo al eje del alma del cañón, sino que describe alrededor de la tangente a la trayectoria un movimiento pendular cónico idéntico al movimiento de precisión del giroscopio pesado.

Si se fija un pistón en la punta del proyectil, este hace explosión en el momento en que el proyectil choca contra su objeto mostrando así la espoleta de un obús. Hasta se puede poner en evidencia el desvío (hacia la derecha o izquierda según el sentido de rotación del proyectil) causado por la oscilación pendular del proyectil que ofrece así una cara lateral de ataque al aire.

### Giroscopio en forma de obús

Un péndulo al cual se ha dado la forma de un obús es suspendido de manera que pueda girar libremente alrededor de su centro de gravedad. Un motor eléctrico, cuyo eje lleva dos discos de acero destinados a aumentar la inercia del sistema, da a este proyectil las propiedades de un giroscopio.

Colocando este aparato en la vena de aire de un canal de viento pasa lo mismo como si el proyectil se desplazara en la trayectoria. El momento de la fuerza ejercida por el aire provoca una oscilación pendular cónica. La velocidad de rotación del motor, por lo tanto la del proyectil, puede ser graduada por medio de un reostato; como, por lo demás, la velocidad del escape de la vena de aire es igualmente graduada, el conjunto de este aparato permite mostrar claramente la influencia relativa de estas dos componentes.





# E. J. HEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL



33672, pág. 15

## Mecánica

## Balística

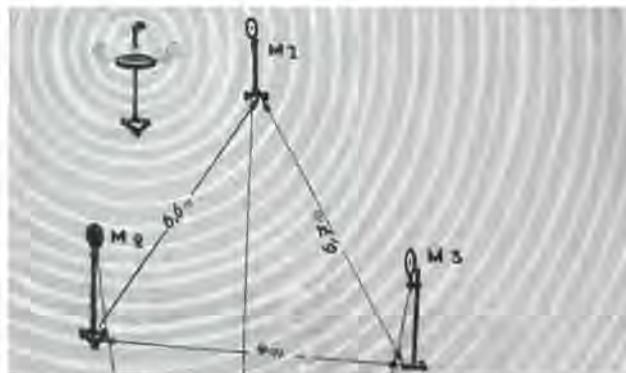
### El cronoscopio de demostración

Este cronoscopio posee una esfera de 30 cm. de diámetro perfectamente visible por todos los oyentes, hasta en una sala de grandes dimensiones; permite efectuar mediciones de tiempo con precisión. Tres manecillas corresponden a los minutos, segundos y cinco centésimos de segundo. Completado con un dispositivo registrador, el cronoscopio constituye un excelente aparato de medición para muy cortos intervalos de tiempo. Es accionado por un motor síncrono (110 o 220 voltios, 50 períodos). El sistema indicador está unido al mecanismo de accionamiento por un electro-imán alimentado con corriente continua de 8 voltios (por una batería de acumuladores). Un interruptor colocado en el circuito sirve de contacto de interrupción. Cerrando el circuito las manecillas se ponen en marcha; paran al cortarse el circuito.

El mecanismo eléctrico del cronoscopio presenta ventajas considerables: En primer lugar es posible establecer cierto número de experimentos en los cuales el contacto de interrupción es accionado automáticamente, es decir independientemente del operador. El resultado de los experimentos es, pues, mucho más riguroso, toda vez que el coeficiente personal del operador queda completamente eliminado. Este procedimiento se emplea para los experimentos representados en las páginas 10 y 11. El cronoscopio permite, además, resolver otros problemas. De este modo se presta a la graduación de un galvanómetro balístico o a otros experimentos idénticos.

### Medición de la velocidad del sonido

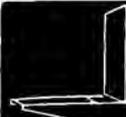
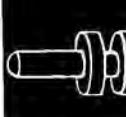
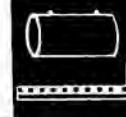
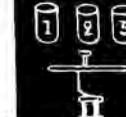
La medición de la velocidad del sonido era, hasta ahora, imposible de realizar con aparatos de enseñanza por la falta de un aparato que permita medir muy breves intervalos de tiempo, y también porqué los micrófonos usuales no reaccionan correctamente en presencia de una onda sonora de choque. Estas dificultades quedan ahora suprimidas gracias al cronoscopio de demostración descrito más arriba y a micrófonos especialmente contruidos para esta clase de experimentos. Estos micrófonos reaccionan, en efecto, inmediatamente sobre una onda sonora de choque, en cambio son totalmente insensibles a las vibraciones y a los ruidos. Están provistos de una lámpara de control que permite graduarlos hasta su máximo de sensibilidad. Suministramos el esquema de una instalación que puede ser montada en cualquier anfiteatro así como los abacos que permiten leer los resultados obtenidos.





# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Aparatos y accesorios para los experimentos balísticos

No. <b>336 70</b>		<b>Cañón de experimentación</b> , con tendedor, 5 balas de acero de 17 mm. $\varnothing$ y 3 balas de madera especialmente ligera de 17 mm. $\varnothing$ .
<b>336 71</b>		<b>2 obuses (proyectiles prolongados)</b> y un soporte especial que se adapta al cañón.
<b>336 72</b>		<b>Cronoscopio eléctrico</b> , modelo grande, alimentado con corriente alterna (110 o 220 voltios 50 períodos), largo de las manecillas 15 cm. La esfera permite leer los minutos, segundos y cinco centésimos de segundo. (Fig. pág. 14.)
<b>336 73</b>		<b>Mecanismo registrador de tiempo para completar el cronoscopio</b> , permitiendo la medición de dos intervalos muy cortos de tiempo con una precisión de $\frac{1}{3000}$ de segundo.
<b>336 74</b> <b>300 02</b> <b>300 44</b> <b>301 05</b>		<b>Micrófono especial para onda sonora de choque</b> , sin pie. Soporte para no. 336 74: <b>Trípode</b> , largo del brazo 200 mm., peso 1,5 kg. <b>Mango de acero</b> , de 13 mm. $\varnothing$ , largo 1000 mm. <b>Nuez universal</b> con doz pinzas perpendiculares y una abertura central.
<b>336 75</b>		<b>Giroscopio en forma de obús</b> , con motor interno, abrazadera de suspensión provista de cojinetes de ágata, conexiones flexibles especiales (sin soporte).
<b>336 76/77</b>		<b>Blanco</b> , largo 22 cm., alto 64 cm., con <b>caja de recepción para las balas</b> , utilizado para las mediciones, de alcances, sin soporte.
<b>300 01</b> <b>300 44</b>		Soporte para 336 76/77: <b>1 trípode</b> , largo del brazo 280 mm., peso 3,8 kg. <b>1 mango de acero</b> , de 13 mm. $\varnothing$ , largo 1000 mm.
<b>336 78</b>		<b>Perno y anillo</b> para comparar la componente vertical del movimiento del proyectil con la caída libre.
<b>336 79</b>		<b>Blanco con contacto eléctrico</b> para medir la $v_0$ con el cronoscopio.
<b>336 80</b>		<b>Accesorios para la medición de <math>v_0</math> por el método de Le Boulengé</b> . Plaquita con electro-imán y interruptor.
<b>336 81</b> <b>336 82</b>		<b>Péndulo balístico:</b> <b>Péndulo solo.</b> <b>Escala con apoyo.</b>
<b>336 83</b>		<b>Accesorios para la demostración de la ley de la reacción y del retroceso.</b> Mecanismo electro-magnético para la salida del tiro. Soporte para el tubo del cañón con 3 pesos equivalentes a 1/1, 1/2, 1/3 del peso del tubo y de su soporte (escalas con apoyos ver no. 336 82).
<b>336 85</b>		<b>Modelo de trayectoria.</b>



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL



Fig. I, 342 56/57/60



Fig. II, 342 56/57/60



Fig. III, 342 57/60/74

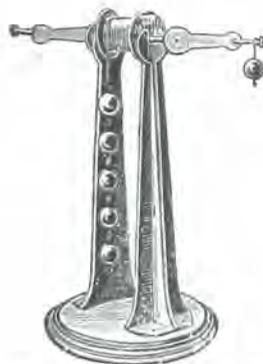


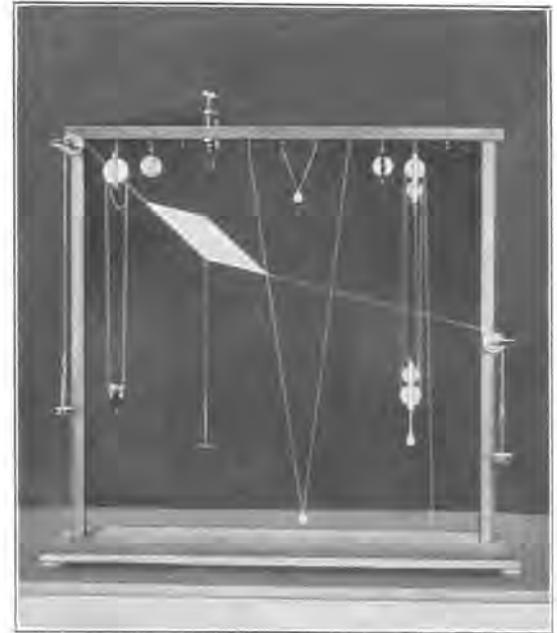
Fig. IV, 342 57/60/77

## Mecánica

### Fuerzas · Composición de las fuerzas

### Leyes de las palancas

- 342 01 **Marco soporte de madera.** La traviesa superior va provista de varios ganchos, para suspender péndulos, poleas, motones etc. (Fig.  $\frac{1}{20}$  del tamaño natural.)
- 342 04 **2 tornillos de sujeción,** con poleas de aluminio. (Fig.  $\frac{1}{20}$  del tamaño natural.)
- 342 11 **6 Modelos para el paralelogramo de las fuerzas,** de cartón. (Fig.  $\frac{1}{20}$  del tamaño natural.)
- 342 31 **4 péndulos** con hilo doble. La longitud de tres de ellos está en la relación de 1 : 4 : 9; estos 3 péndulos tienen pesas de plomo, el 4<sup>o</sup> tiene pesa de madera. (Fig.  $\frac{1}{20}$  del tamaño natural.)
- 342 39 **Ganchos** con tuerca de sujeción, para fijarlos a la traviesa del soporte. (Fig.  $\frac{1}{20}$  del tamaño natural.)
- 341 66 **Polea** de aluminio de 50 mm. de diámetro, con garfio. (Fig.  $\frac{1}{20}$  del tamaño natural.)
- 341 68 — de aluminio, con dos garfios. (Fig.  $\frac{1}{20}$  del tamaño natural.)
- 342 23 **Sistema de poleas,** compuesta de 1 fija y 3 móviles, de aluminio.
- 342 24 **Polea compuesta ordinaria,** con 4 poleas en dos grupos, de aluminio. (Fig.  $\frac{1}{20}$  del tamaño natural.)
- 342 25 **Polea diferencial,** con rueda dentada y cadena de latón. (Fig.  $\frac{1}{20}$  del tamaño natural.)
- 342 56 **Aparato de palanca** que se compone de la palanca y de los pesos. (Fig. I—II.)
- 342 57 **Soporte** de hierro para el anterior, de 43 cm. de altura. (Fig. I—IV.)
- 342 60 **Diez pesas esféricas,** cada una con 2 ganchos. (Fig. I—IV.)
- 342 63 **Platilla.**
- 342 74 **Polea diferencial** adaptable al soporte no. 342 57. (Fig. III,  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)
- 342 77 **Torno** adaptable al soporte no. 342 57. (Fig. IV,  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)



342 01, 04, 11, 24, 25, 31, 39, 341 66, 68

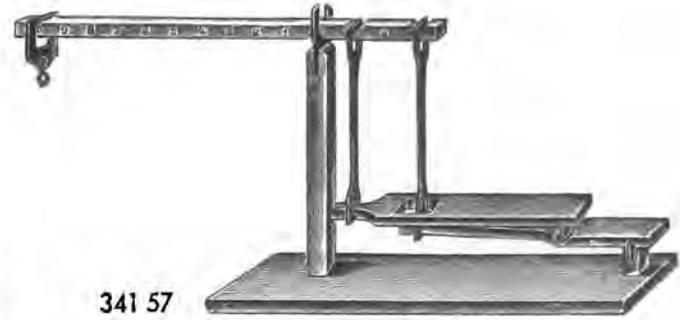


# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

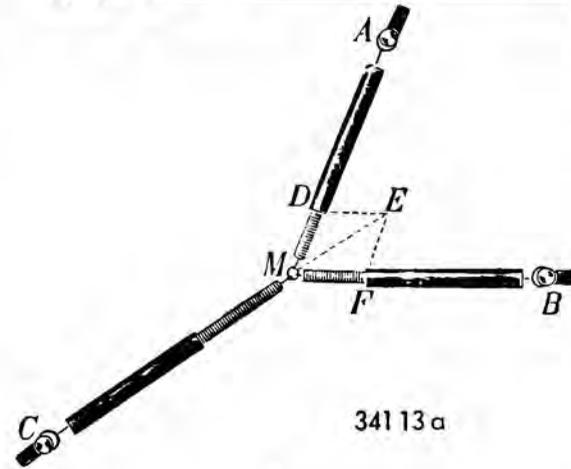
## Mecánica

### Fuerzas · Composición de las fuerzas Leyes de las palancas

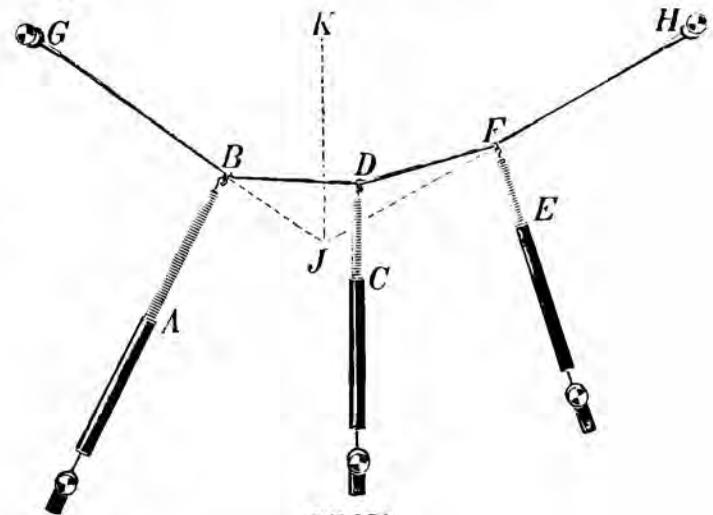
- 341 57 **Modelo de báscula decimal**, de madera, provista de escalas graduadas que permiten leer la relación de las longitudes de los brazos de palanca. Sin pesos. (Fig.  $1/10$  del tamaño natural.)
- 341 13 **Aparato para demostrar el paralelogramo de las fuerzas y el polígono funicular.** El aparato consta de 3 dinamómetros iguales. Para sujetarlo al encerado, acompañan al aparato: 5 sujetadores grandes y una cuerda de 80 cm. con dos anillas a los extremos y 3 anillos pequeños alargados, para suspender los dinamómetros. En caja de cartón. (Figs. a [representación del paralelogramo de fuerzas] y b [representación del polígono funicular]  $1/10$  del tamaño natural.)
- 341 21 **Plano inclinado**, con sector graduado de metal, escalas de las longitudes y alturas graduadas en colores, cilindro de metal, plato de báscula y tornillos de nivelación. (Fig.  $1/9$  del tamaño natural.)
- 341 26 **Modelo de un tornillo** con un triángulo constituido por una serie de tablillas. (Fig.  $1/3$  del tamaño natural.)
- 341 27 **Modelo de tornillo y tuerca** con el filete romo y con el filete agudo; de madera. (Figs. a y b  $1/6$  del tamaño natural.)



341 57



341 13 a



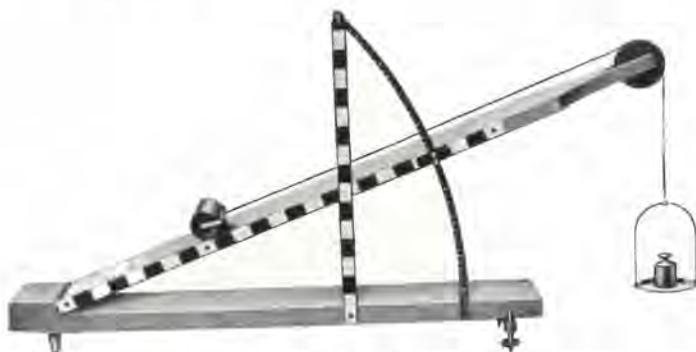
341 13 b



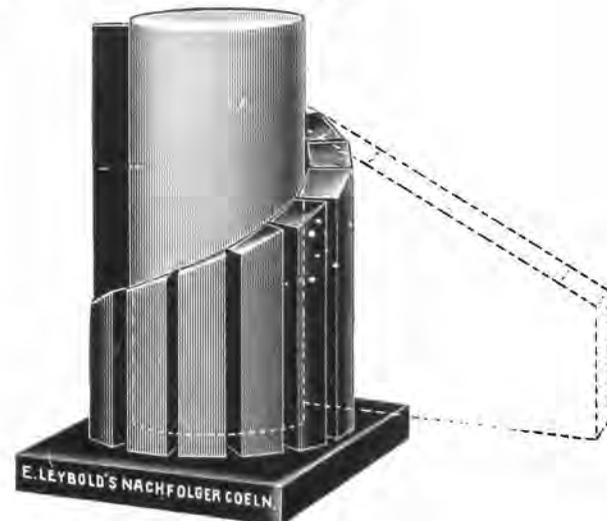
341 27 a



341 27 b



341 21



341 26



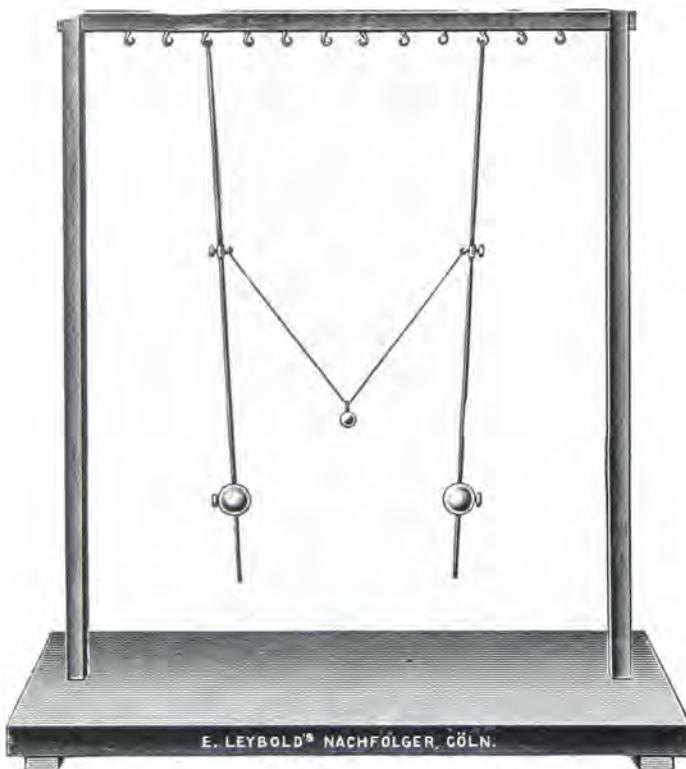
## Mecánica

### Péndulos

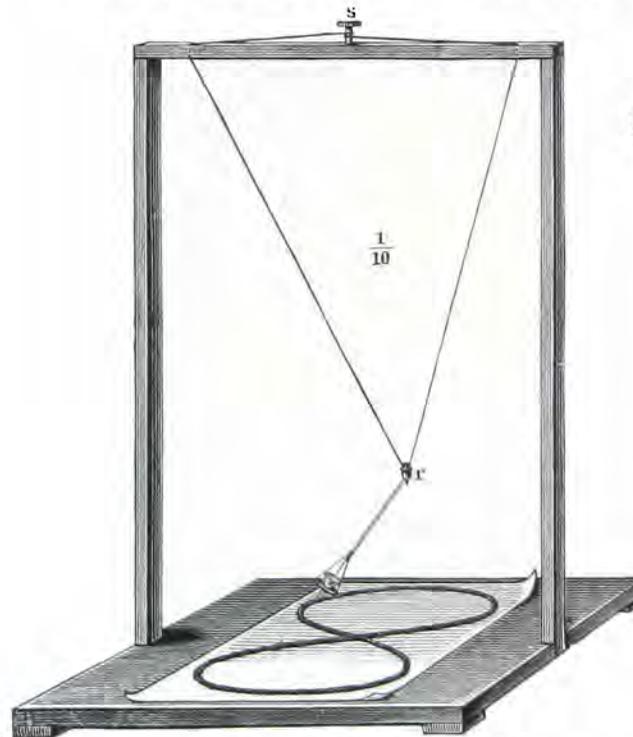


346 44

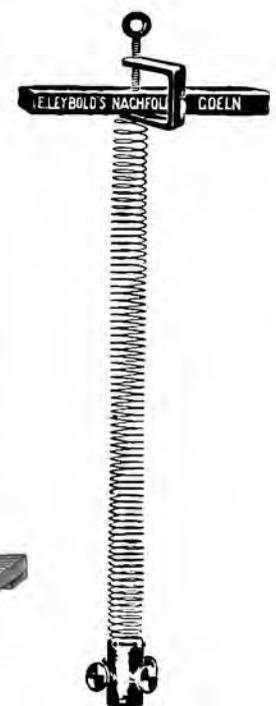
- 336 35 **Péndulo de segundos** queda un golpe en cada oscilación, con lenteja móvil, para el soporte no. 336 34 y el soporte de péndulo no. 346 19.
- 346 11 **Péndulo reversible.** Varilla de hierro con 2 cuchillos, una pesa grande y 2 pesas móviles de hierro en forma de lenteja, sin soporte.
- 336 34 **Soporte de suspensión,** para utilizar la máquina de caída no. 336 31, pág. 6, como soporte para el péndulo no. 346 11 y 336 35.
- 346 19 **Soporte** para los péndulos nos. 346 11 y 336 35, de madera, montado sobre trípode grande de hierro. Con disposición de suspensión.
- 346 44 **Aparato para el experimento del péndulo de Foucault.** La bola de hierro pesa alrededor de 5 kilos. Suspensión de Cardan, dispositivo para la inscripción de la dirección de la oscilación. 2 tornillos suministrados con el aparato permiten fijarlo a una viga del techo. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)
- 346 45 **Péndulo doble,** para demostrar lo resonancia. (Fig.  $\frac{1}{11}$  del tamaño natural.)
- 346 51 **Resorte helicoidal,** para la realización de vibraciones acopladas (vibraciones longitudinales y rotacionales simultáneamente), así como para demostrar la influencia de la fase sobre el acoplamiento. (Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural.)
- 346 53 **Péndulo doble** para la preparación mecánica de las curvas de Lissajous, con el hilo sujeto al soporte de madera no. 342 01, pág. 16. (Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural.)



346 45 con 342 01, pág. 16.



346 53 con 342 01, pág. 16.



346 51



## Mecánica

### Movimiento central y pendular

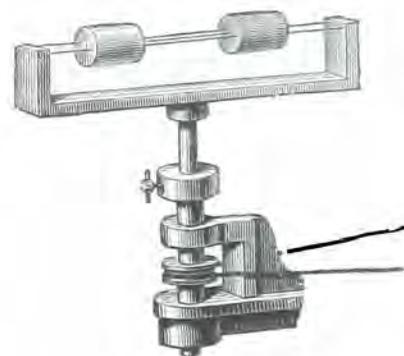
#### Fuerza centrífuga

347 06 **Carril centrifugo**, canal metálico sobre pie, con una bola.  
(Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural.)



347 06

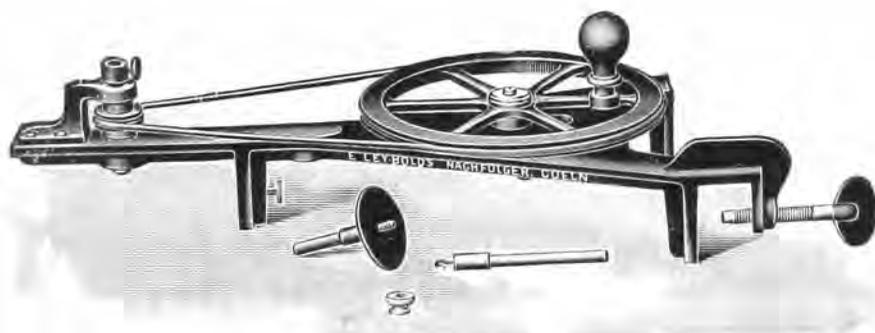
347 15 **Máquina centrífuga**, con una disposición muy sencilla para tener en tensión la correa mediante un tornillo; puede fijarse en posición vertical sobre una mesa por otro tornillo de sujeción. El eje de rotación está dispuesto a ambos lados de modo que pueden adaptarse otros aparatos accesorios. Eje con un disco y con una tuerca para fijar sirenas, cilindros estroboscópicos etc., y con un eje provisto de un gancho para péndulos o piezas análogas. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)



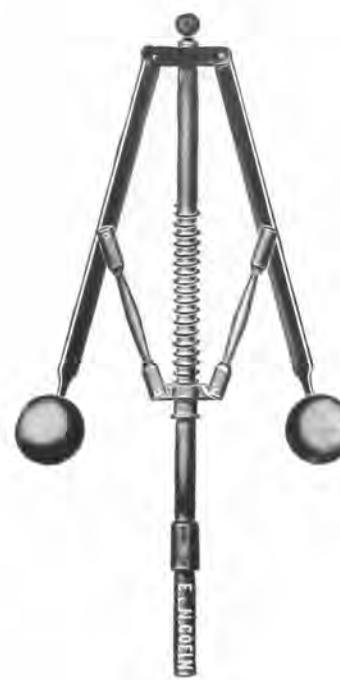
347 37

347 37 **Dos cilindros de diferente material** (madera y corcho) movibles sobre un marco, para demostrar la influencia de la masa sobre la fuerza centrífuga. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

347 45 **Regulador de Watt**. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)



347 15

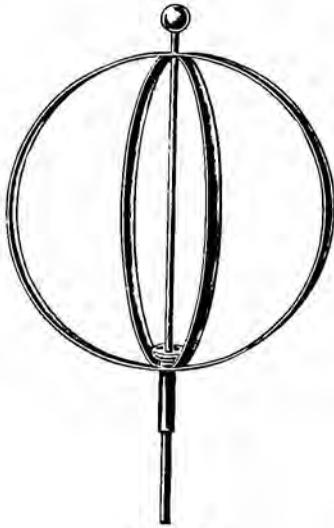


347 45



## Mecánica

### Fuerza centrífuga



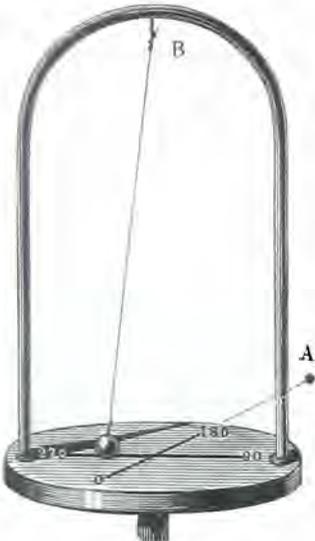
347 48

347 48 **Aro de aplanamiento** con dos aros de acero. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño nat.)

347 51 **Aparato para demostrar la conservación del plano de oscilación.** (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)

347 53 **Aparato de August**, constituido por un vaso hemisférico de vidrio y bolas de igual tamaño pero de pesos diferentes. Las bolas suben, todas, á la misma altura durante la rotación. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

347 57 **Vasija de vidrio** para líquidos de peso específico diferente. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)



347 51

347 61 **Modelo de una centrifuga**, para separar sólidos de líquidos. La vasija de vidrio puede emplearse también, para el llamado girómetro de líquidos. (Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural.)

347 66 **3 cuerpos diferentes (cilindro, disco y anillo), para rotación alrededor de un eje libre.** (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

347 78 **Aparato para producir la ebullición del éter por rozamiento**, según Tyndall. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

Acompaña al aparato un segundo corcho con un tubo estirado en punta, para poder encender el vapor de éter que se desprende.

**Sirenas**, ver Acústica, pág. 87.

**Discos de color**, ver Óptica, pág. 114.



347 53



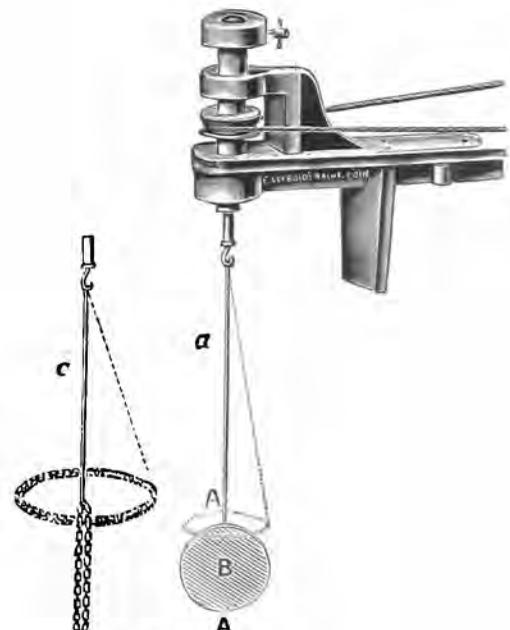
347 57



347 61



347 78



347 66



## Mecánica

### Giroscopios

- 348 06 **Giroscopio de Schmidt** con soporte y suspensión para demostrar el ascenso y descenso del eje rotatorio cuando la precesión cambia. (Fig. a  $\frac{1}{4}$ , b y c  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

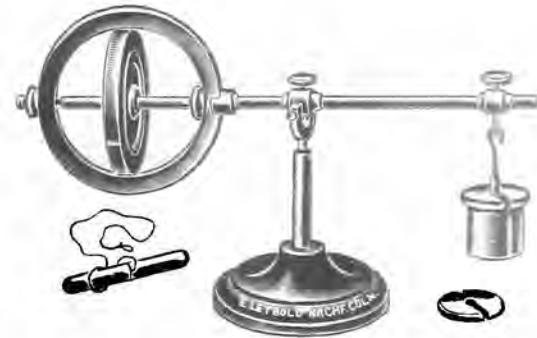


348 22

- 348 12 **Aparato de la precesión** según Fessel; con un contrapeso móvil. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

- 348 15 **Giroscopio** según Hahn. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

El eje del giroscopio descansa sobre un cojinete de bolas situado en el interior del giroscopio; el peso está repartido todo lo posible hacia el exterior de modo que el momento de inercia resulta muy grande. Para hacerlo funcionar basta coger el eje de una mano y de lanzar el giroscopio con la otra. Es posible sujetar el eje, hasta durante la marcha, a fin de cambiar la posición de la espiga. Este aparato permite mostrar con claridad todos los experimentos clásicos realizados con un giroscopio.



348 12

- 348 22 **Giroscopio de resonancia**, según Frahm, en estuche. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)



343 06 b



348 06 a



348 06 c

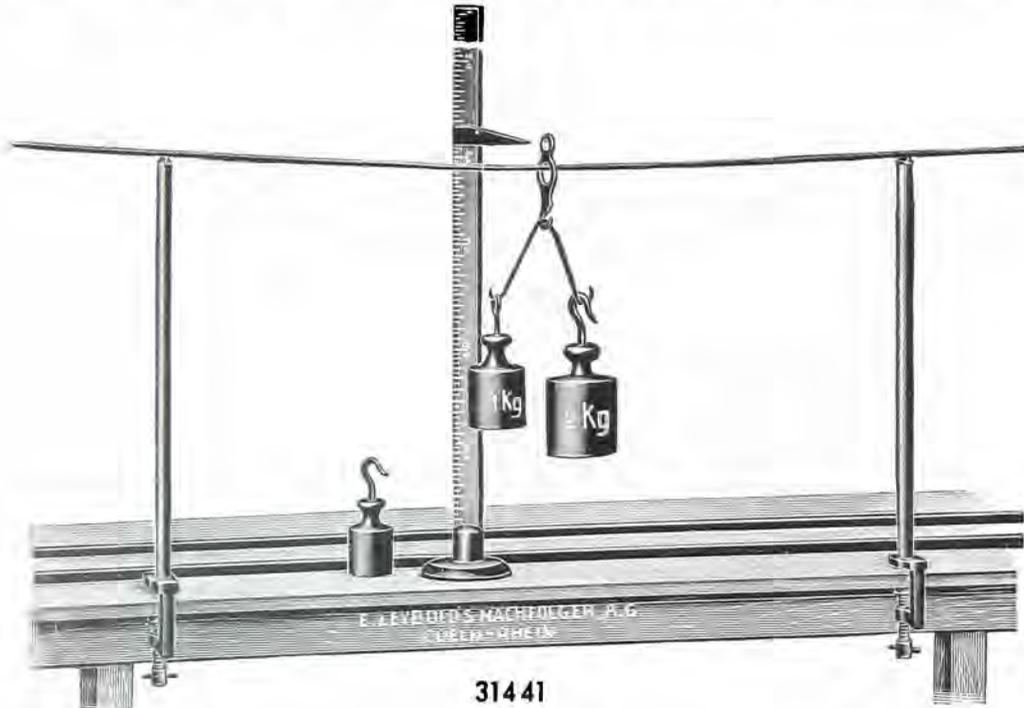


348 15



## Mecánica

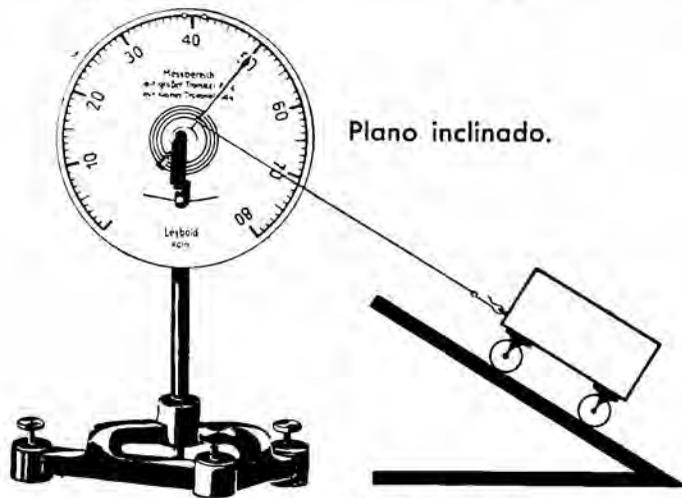
Propiedades mecánicas de la materia · Elasticidad · Dilatación



31441

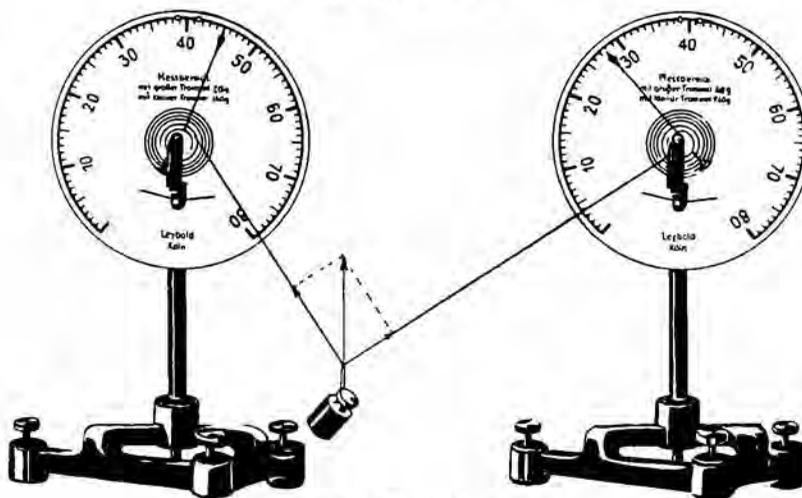


35211



Plano inclinado.

37332, 30001 y 30042



Descomposición de fuerzas.

352 11 **Aparato de resortes en espiral**, para ensayos acerca de la elasticidad de una espiral de metal; con escala de vidrio especular, resorte en espiral, platillo y con disposición para la lectura precisa. (Fig.  $\frac{1}{9}$  del tamaño natural.)

314 41 **Aparato para medir la elasticidad por flexión**. Con 3 varillas de acero de diferentes diámetros, 2 soportes con cuchillas y pinzas de sujeción a la mesa, corredera con ganchos y alidada con índice. Sin las pesas. (Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural.)

373 32 **Báscula con manecilla**, para dos sensibilidades, con dispositivos de suspensión y de sujeción con tornillos, esfera de 175 mm.  $\varnothing$ .

Esta báscula posee dos rodillos de diámetros diferentes, sobre los cuales se puede arrollar un hilo; una vuelta completa de la esfera corresponde a 80 gr. o a 160 gr. La fuerza a medir puede tener cualquier dirección situada en un plano paralelo al de la esfera. Es posible realizar experimentos sobre la composición y descomposición de las fuerzas, sobre la determinación de los pesos específicos etc. (Fig.)

300 01 **Tripode** para el no. 373 32. (Fig.)

300 31 **3 tornillos de detención** con manguitos enroscados y tornillos de nivelación para el no. 373 32.

300 42 **Mango** de 13 mm. de diámetro, largo 500 mm. para el no. 373 32. (Fig.)



## Mecánica

### Propiedades mecánicas de la materia

314 01 **Dinamómetro**, carga de 12 kg. (Fig. 1/6 del tamaño natural.)

**Dinamómetros con escala saliente**, según Maey.

(Fig. 1/5 del tamaño natural.)

no.	314 11	314 14	314 17	314 20
para carga de	0—10 gr.	0—100 gr.	0—1000 gr.	0—10 kg.

Estos dinamómetros son de construcción muy sencilla de modo que pueden medirse fácilmente fuerzas en una dirección cualquiera sin errores notables y sin tener que utilizar poleas ni platillos para las pesas. Se emplean frecuentemente por esta razón en numerosos ensayos de la mecánica de los cuerpos sólidos, para medidas de adhesión, rozamiento y fuerza centrífuga; además se utilizan para comprobar las leyes de las máquinas sencillas, palanca, polea, plano inclinado y cuña.

314 21 **Colección de dinamómetros**, compuesta de 4 piezas, los nos. 314 11 á 314 20, en caja de cartón.

314 25 **Dinamómetro para tracción y presión**, sencillo.  
(Fig. 1/4 del tamaño natural.)

352 42 **Máquina de percusión**, sobre pie de hierro, con 6 bolas de acero iguales y 1 más pequeña.

516 01 **Báscula de torsión**. La báscula de torsión descrita en sus detalles en la página 127 se presta, de un modo excelente, á la medición de torsiones elásticas, de momentos de inercia o de la relación existente entre fuerza de torsión, momento de inercia y período de oscilación. (Fig.)



314 11—314 20



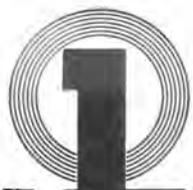
314 01



314 25



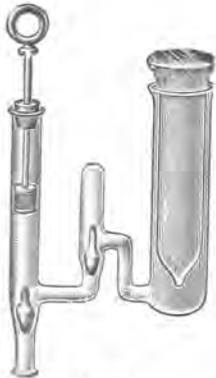
516 01



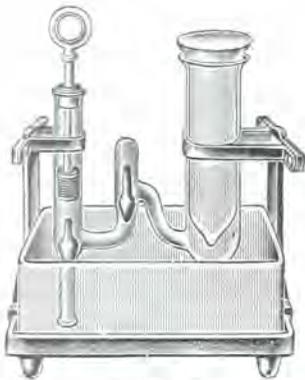
361 03



361 05



361 31



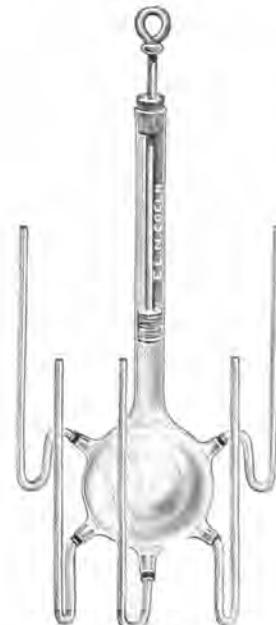
361 32



361 33



361 22



361 24

## Mecánica

### Propiedades mecánicas de los líquidos

361 03 **Nivel de agua**, con montura de metal; en estuche, largo 200 mm. (Fig.)

361 05 **Nivel en forma de caja**. Diámetro de la base 50 mm. (Fig.)

361 22 **Aparato para la transmisión de la presión**, todo de vidrio. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)

361 24 — de vidrio, con manómetros. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

361 31 **Modelo de prensa hidráulica**, de vidrio. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

361 32 — con soporte. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

361 33 — de construcción más fuerte, toda de metal menos el cuerpo de bomba que es de vidrio. Con esta prensa muy a propósito para demostraciones de cátedra, puede aplatarse un fragmento de madera. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

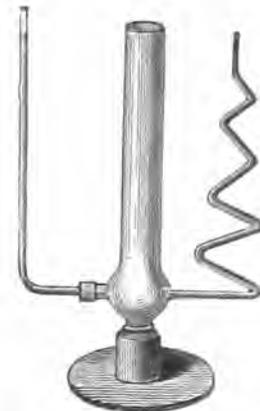
(La figura no es una reproducción fiel del aparato.)



## Mecánica

### Propiedades mecánicas de los líquidos

- 361 41 **Tubos comunicantes**, sobre pie de madera, para explicar los surtidores. (Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural.)
- 361 48 **Cilindro de hoja de lata con orificios** para demostrar el aumento de presión por el descenso. (Fig.  $\frac{1}{11}$  del tamaño natural.)
- 361 49 **Aparato para demostrar la presión sobre el fondo**, con cuatro piezas de vidrio. (Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural.)
- 361 56 **Aparato para mostrar la presión en el interior de un líquido**. Con una cápsula giratoria, cerrada a ambos lados por membranas de goma y unida a un manómetro. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)
- 361 61 **Aparato para mostrar la presión o empuje de líquidos**, de abajo hacia arriba; constituido por un cilindro de vidrio con una placa que ajusta al esmeril sobre un extremo de aquel y lleva un gancho y una cuerda. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)



361 41



361 49



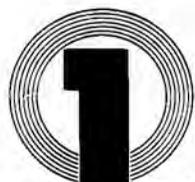
361 48



361 61



361 56



36205

## Mecánica

### Propiedades mecánicas de los líquidos

#### Peso específico



36213

36202 **Vaso cilíndrico** de metal, con una pesa que ajusta exactamente en su interior, para demostrar el principio de Arquímedes. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

36205 **Vasija de vidrio con tubo lateral de salida**, para determinar el peso específico de cuerpos sólidos. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)



36202

36213 **Diablillo de Descartes** (Ludión) con campana y membrana de caucho. (Fig.  $\frac{1}{12}$  del tamaño natural.)

36223 **Colección de 12 metales**, tallados en forma de cm cúbicos, para hacer ensayos por pesada acerca del peso específico (Al, Zn, Sn, Ni, Fe, Pb, Cu, latón, bronce, bronce aluminio, plata alemana, Mg), en tubitos cerrados con corchos, en caja de madera. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)



36241

36241 **Tubos doblados en U** para demostrar que las columnas de líquidos de diferente densidad tienen una altura inversamente proporcional a ésta. Con soporte de madera sobre pie de hierro. (Fig.  $\frac{1}{12}$  del tamaño natural.)



36223



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Mecánica

### Propiedades mecánicas de los líquidos

#### Peso específico

316 22 **Areómetro de peso**, de latón, niquelado, con cestilla que puede invertirse, para determinar el peso específico de cuerpos más ligeros que el agua. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

316 32 **Areómetro** para líquidos más densos que el agua, graduado marcando peso específico desde 1,0 a 2,0. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)

316 33 — para líquidos menos densos que el agua, graduado marcando peso específico desde 0,7 a 1,0. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)

316 46 **Colección de areómetros**, compuesta de tres piezas en estuche, de 0,7 a 1,0; de 1,0 a 1,4; y de 1,4 a 2,0, sin termómetro. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

316 47 — cada areómetro provisto de termómetro en su interior. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

523 77 **Areómetro**, para determinar la densidad del ácido en los acumuladores.

316 56 **Probetas** para areómetros con pie y reborde, de 45 cm. de altura y 45 mm. de diámetro. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)

316 72 **Frasco** de Gay-Lussac para la determinación de las densidades, con tapón esmerilado. Capacidad 50 ccm. (Fig.)

316 74 — según Regnault, con tapón esmerilado y con señal. Capacidad 50 ccm. (Fig.)

316 77 — con termómetro, que sirve de tapón, dividido en  $\frac{1}{5}^{\circ}$ . Capacidad 50 ccm. (Fig.)



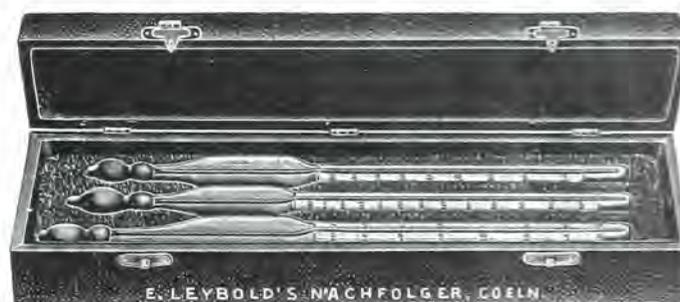
316 22



316 32 con 316 56



316 33 con 316 56



316 46, 316 47



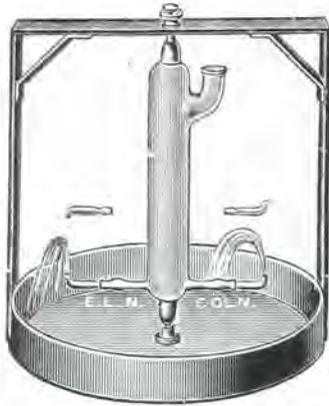
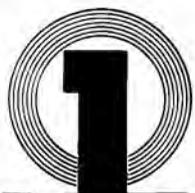
316 72



316 74



316 77



366 24

## Mecánica

### Propiedades mecánicas de los líquidos

366 12 **Campanas de vidrio** con diferentes piezas adicionales.

Las piezas adicionales son:

a) para mostrar el cambio de presión del agua a su paso por los tubos. (Fig. a  $\frac{1}{14}$  del tamaño natural.)

b) Tubo ancho por un lado y estrecho por el otro, para demostrar que la presión disminuye en el ensanchamiento brusco. (Fig. b  $\frac{1}{12}$  del tamaño natural.)

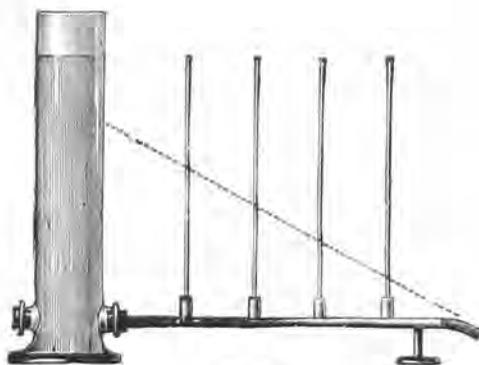
c) Tubo de absorción, de vidrio. (Fig. c  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)



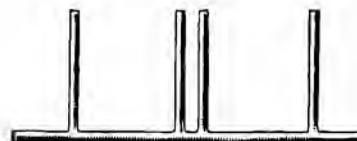
366 31

366 24 **Turbina de Segner**, la parte rotatoria de vidrio con armadura metálica; con soporte, provisto de una cubeta barnizada; las dos aberturas provistas de piezas esmeriladas, de modo que pueden dirigirse la salida en todos sentidos. (Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural.)

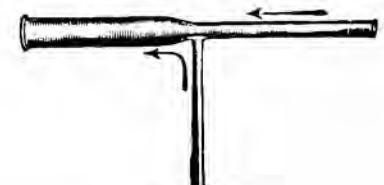
366 31 **Arriete hidráulico**. Todo de vidrio, sobre pie de madera. (Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural.)



366 12a



366 12b



366 12c



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Mecánica

### Propiedades mecánicas de los líquidos

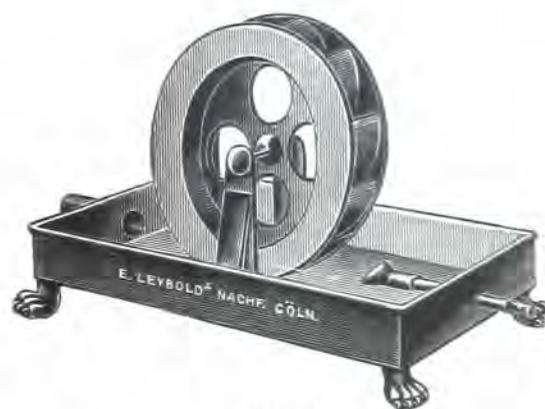
- 366 41 **Modelo de turbina, para molino.** Está dispuesto de modo que puede unirse a la cañería del agua por un tubo de goma. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)
- 366 42 — funcionando por una corriente de agua inferior. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)
- 366 44 **Modelo de turbina,** dispuesto para ser unido a la conducción de agua. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)



366 41

### Elasticidad, capilaridad, osmosis, adhesión

- 367 16 **Tubos capilares,** 5 piezas, sobre soporte metálico, con cuba de vidrio. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)
- 367 41 **Endosmómetro.** El tubo de ascenso se coloca mediante un enchufe esmerilado y puede separarse fácilmente para llenarlo y limpiarlo. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)
- 353 01 **Placas para la adhesión,** de vidrio, perfectamente esmeriladas, con ganchos y 1 arco de latón que, colocado sobre la placa superior, impide un corrimiento lateral. Diámetro de 10 cm. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)



366 42



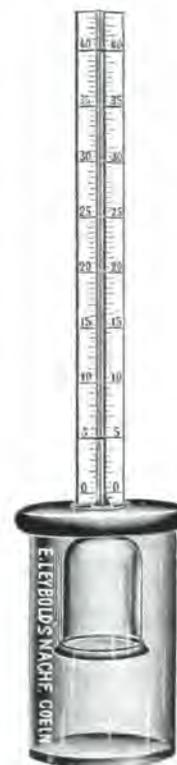
353 01



367 16



366 44



367 41



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Mecánica

## Aerodinámica

Hay dos maneras para demostrar las leyes de la aerodinámica: a saber, colocando el cuerpo experimental, fijado a un aparato de medición en un canal de viento (ver nuestros canales de viento etc., página 35), o desplazando en el aire el cuerpo experimental a una velocidad determinada (malacate). Debido a su mayor claridad, el segundo método es, generalmente, preferido para la enseñanza de la aerodinámica.

### Estudio del vuelo mediante cuerpos experimentales móviles.

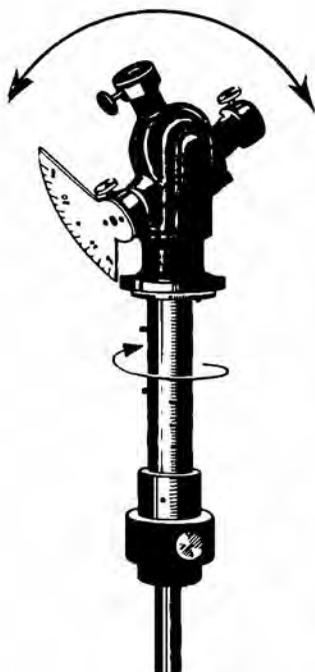
El cuerpo experimental, puesto en movimiento por el malacate, realiza así las condiciones del pleno vuelo. La resistencia se traduce por una fuerza opuesta al movimiento de rotación, y la fuerza de sustentación por un desplazamiento en alto.

### Fácil realización de los experimentos.

La puesta en marcha del malacate se efectúa mediante pesos; se puede, pues, medir con precisión la fuerza propulsora necesaria. El peso está fijado con un hilo a un sistema de rueda libre.



Malacate no. 374 01 con 374 04 y 374 06  
pág. 34.



374 01 a

### La resistencia y la fuerza de sustentación pueden ser medidas separadamente.

Si uno quiere medir únicamente la resistencia opuesta por un cuerpo experimental, se fija éste con un perno en la abertura especial de la cabeza del malacate, luego se intercepta el movimiento vertical. Una vez soltado el tornillo de intercepción del malacate, el brazo se pone a girar. Para los experimentos de sustentación el movimiento vertical permanece libre. La fuerza de sustentación puede ser medida mediante un peso de deslizamiento, colocado sobre el brazo; si la velocidad queda constante, la sustentación puede, igualmente, ser determinada por la altura de elevación.

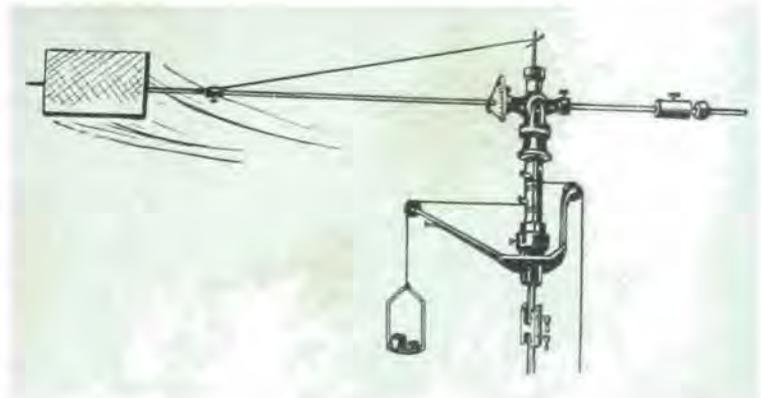
### Cambio rápido de los cuerpos experimentales.

Un contra-peso móvil, regulable con precisión, sirve para compensar el peso del cuerpo experimental. La movilidad del aparato alrededor de dos ejes y su montaje sobre cojinetes de bolas de precisión permiten utilizarlo como balanza de precisión y realizar así numerosos experimentos mecánicos.



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

**La medición de la resistencia** se funda en la ley siguiente: La resistencia opuesta por el cuerpo experimental crece hasta que sea igual a la fuerza de propulsión. En el experimento representado en el margen la velocidad se vuelve constante al cabo de algunas vueltas; por lo demás, se puede comprobar con un cronoscopio. El brazo de palanca sobre el cual acciona la fuerza de la resistencia es 100 veces más largo que el brazo de palanca (constituido por el semi-diámetro del árbol de arrastre), sobre el cual acciona la fuerza de propulsión. Se puede deducir de ello que la resistencia opuesta por el cuerpo experimental es igual al  $\frac{1}{100}$  de la fuerza de propulsión, deducción hecha de la resistencia opuesta por el malacate que gira en vacío.



## La resistencia es función de la velocidad

El malacate permite demostrar de una manera sorprendente la ley fundamental de la proporcionalidad de la resistencia al cuadrado de la velocidad.

### A una velocidad doble corresponde una fuerza propulsora cuádruple

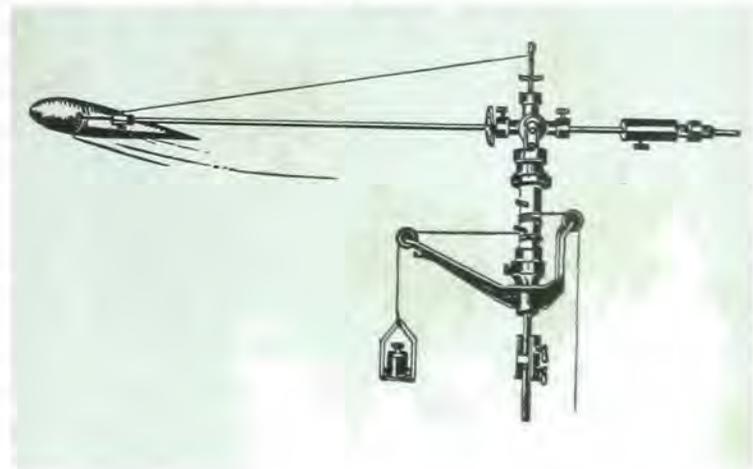
Fuerza propulsora 400 gr. = 4 revoluciones en 28,6 seg.

Fuerza propulsora 1600 gr. = 4 revoluciones en 14,3 seg.



## La resistencia es función del perfil del cuerpo experimental

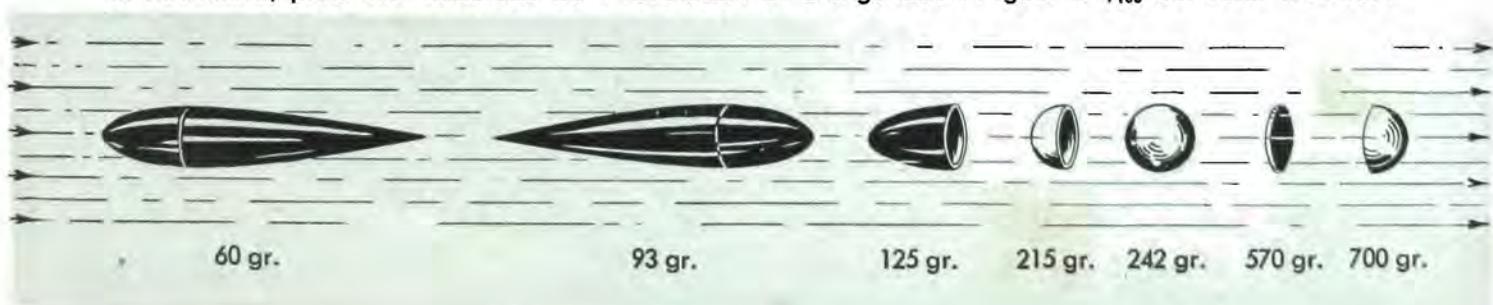
Este experimento tiene por objeto mostrar que la resistencia de cuerpos de la misma sección es diferente. Notamos que el «perfil aerodinámico» adoptado por los Zeppelines es el que ofrece la resistencia más débil. Para una velocidad de rotación de 1 revolución en dos segundos se obtienen los resultados abajo indicados, que deben ser considerados como valores relativos que permiten calcular el valor real. Las diferencias de resistencias debidas a los diferentes perfiles dependen de la importancia de los torbellinos como se puede demostrar por experimentos realizados con un canal de circulación o con un cubo de remolque (ver página 44—48).



## Valores, en orden creciente, de las resistencias de los diferentes cuerpos

Las cifras indican la fuerza propulsora necesaria.

La resistencia, para una velocidad de 1 revolución en 2 segundos es igual a  $\frac{1}{100}$  del valor indicado.



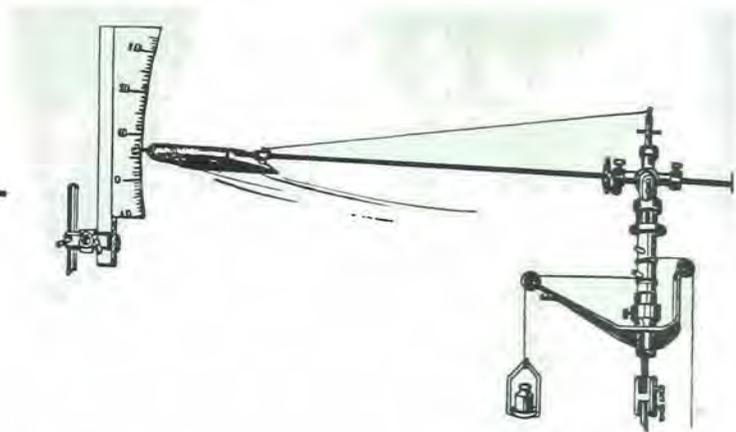


# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Fuerza de sustentación

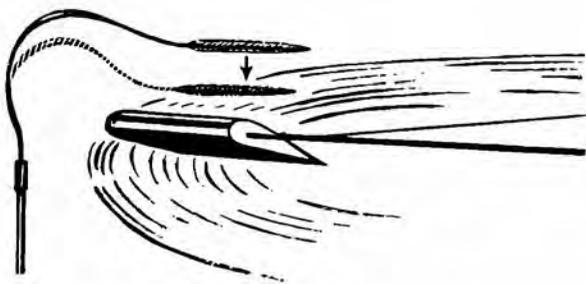


La fuerza de sustentación de una placa móvil plana es nula para un ángulo de incidencia de  $0^\circ$ .

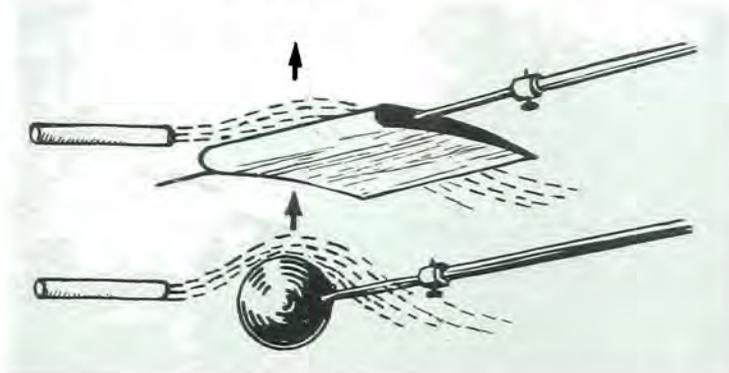


En cambio, para un ángulo de incidencia igual a  $0^\circ$  o hasta ligeramente negativo, un ala de avión posee una fuerza de sustentación.

## Depresión sobre la parte dorsal de un ala

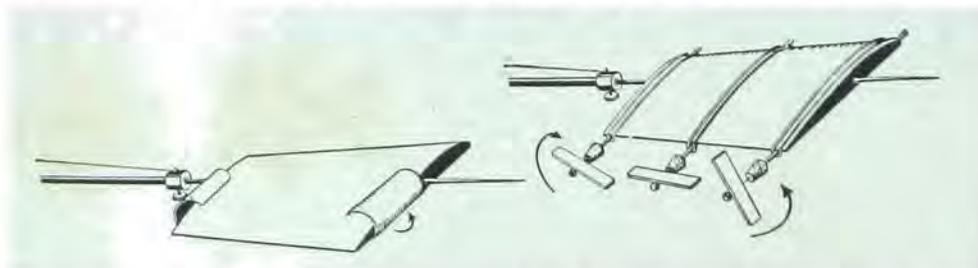


Habiendo frenado el movimiento en alto, si uno hace girar un ala debajo de una pluma fijada en una abrazadera de acero, se comprueba que la pluma es atraída hacia abajo (por una depresión).



Dirigiendo una vena de aire sobre una superficie curva, p. e. sobre una bola, un cilindro o el perfil de un ala fijado en equilibrio sobre el brazo del malacate, se comprueba que el cuerpo asciende perpendicularmente a la vena de aire.

## Movimientos torbellinos en los bordes de escape. Roscas de retroceso laterales



La diferencia de las presiones existentes entre la parte dorsal y la parte inferior del ala tiene por objeto provocar movimientos torbellinos en los bordes de escape del ala. Los pequeños molinetes

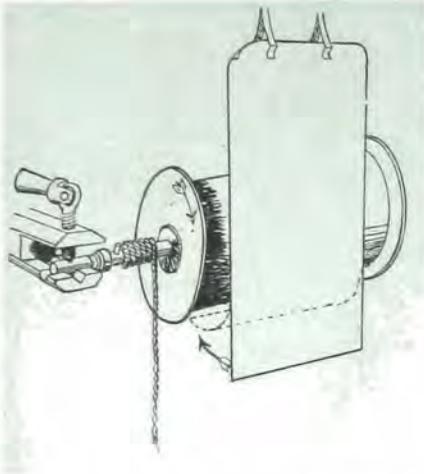
fijados en los bordes de escape del ala giran en el sentido de las flechas.

La banderita central se orienta paralelamente al borde de escape del ala.



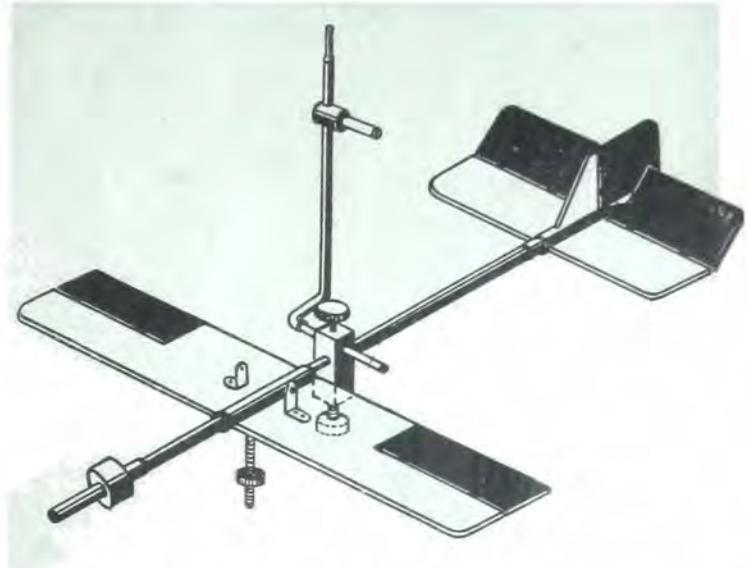
# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Efecto de atracción



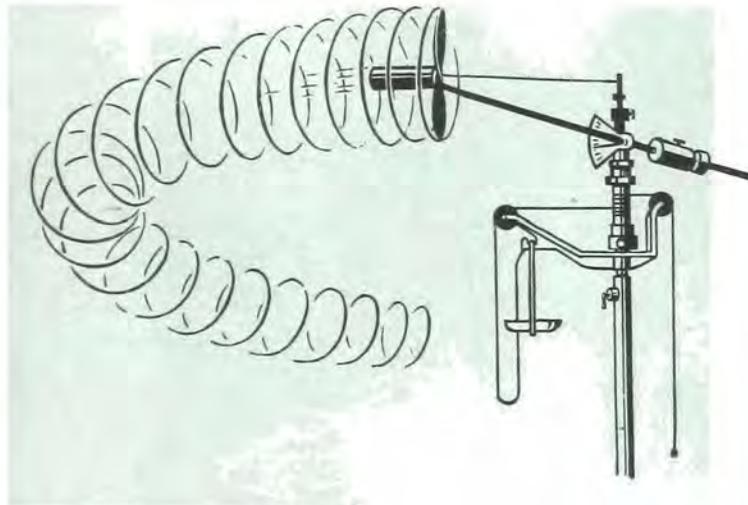
Tirando de la cuerda, el cilindro se pone a rodar rápidamente. La hoja de papel suspendida a corta distancia será atraída.

## Experiencias sobre un avión

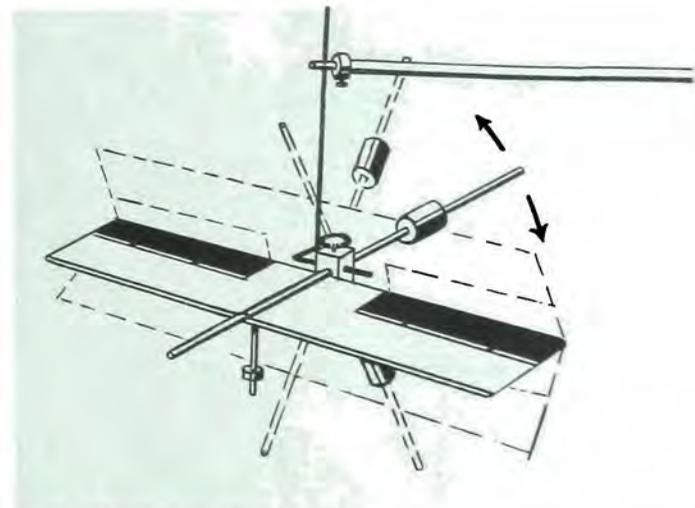


Modelo de avión no. 37415 con cola desmontable y alas regulables.

## Hélice

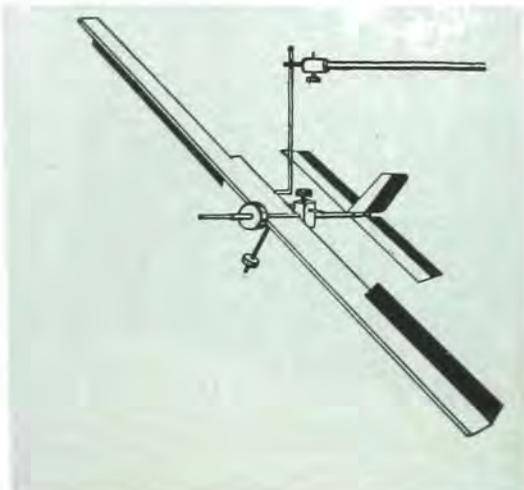


La figura muestra el brazo del malacate accionado por una hélice puesto en marcha por un pequeño motor alimentado por una pequeña batería. Al cargar el platillo de la balanza se puede compensar el efecto de la hélice y, por consiguiente, medirlo.



### Estabilizadores :

Un avión sin timón no es estable; al hacerlo girar oscila hacia arriba o hacia abajo, hasta cuando sea equilibrado.



### Conducción :

El avión se fija de manera que pueda girar alrededor de su eje longitudinal. Una vez ajustadas las alas, el avión no solamente se inclina sino que efectúa una vuelta completa, toda vez que las alas están bloqueadas. Del mismo modo se puede mostrar el efecto de las alas del timón.



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Malacate

- 374 01 **Malacate** compuesto de una cabeza móvil con pieza en forma de T que puede girar alrededor de dos ejes, uno vertical y otro horizontal, y de un brazo corto con contra-peso graduable con precisión, y de un brazo prolongado provisto de un tensor. Escala con índice que permite medir el ángulo de incidencia, soporte de polea, platillo para los pesos e hilo de arrastre. (Fig.  $\frac{1}{20}$  del tamaño natural, página 30.)
- 374 04 **Trípode** que sirve para soportar la cabeza móvil, constituido por un pie con tornillos de nivelación, un tubo de 1 metro de largo con un tornillo de bloqueo y una columna de un metro de largo con pinza universal. (Fig. página 30.)
- 374 05 **Peso de pasador en forma de lente** para medir la fuerza de sustentación con tornillo para fijarlo al brazo rotativo del no. 374 01.
- 374 06 **Escala** de 60 cm. de largo con tiras de papel multicolores y graduación de 10—0—35 cm. Al girar el ala toca las tiras de papel situadas en la misma altura. La escala puede ser fijada sobre un trípode cualquiera o sobre un segundo trípode no. 374 04. (Fig. página 30.)
- 374 10a **Cuerpos experimentales:**  
Cuerpo en forma de gota, desmontable, largo 385 mm., diámetro 83 mm., sección 54 cm.<sup>2</sup>, con perno de sujeción.  
Bola desmontable de 83 mm. de diámetro, con perno de sujeción.  
Placa circular de 83 mm. de diámetro, con mango y pinzas de fijación de tapones de algodón.  
Placa circular de 83 mm. de diámetro, con soporte rectangular. (El soporte puede ser utilizado para sostener placas de otras dimensiones.) (Fig. página 41.)  
*Todos estos cuerpos pueden ser utilizados con un canal de viento que tiene una abertura de a lo menos 180 mm. para poder hacer mediciones de resistencia con la balanza de dos componentes (ver página 40).*
- 374 10b **Perfiles de alas** adaptables al malacate:  
Ala, con mango de fijación,  
Ala plana, de las mismas dimensiones, con perno de fijación.  
Estas dos alas poseen la misma superficie (28 X 14 cm.) y el mismo peso. (Fig. páginas 30—32, 38, 41.)
- 373 50 **Modelo de un anemómetro.**
- 374 11 **Soporte** que permite conservar los cuerpos experimentales. (Fig.  $\frac{1}{9}$  del tamaño natural, página 41.)
- 374 13 **3 pequeños molinetes** que permiten mostrar los movimientos irbellinos en los bordes de escape de las alas. (Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural, página 32.)
- 374 15 **Modelo de avión**, con alas regulables, cola desmontable y soporte. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural, página 33.)  
*Puede igualmente ser utilizado con un canal de viento. Para ello se necesita un segundo soporte que se suministra con el modelo.*
- 374 16 **Motor** con hélice y pila seca, con perno de fijación, que sirve para mostrar la acción de la hélice. (Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural, página 33.)
- 374 19 **Pluma** con abrazadera de acero para mostrar la depresión. (Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural, página 32.)
- 374 20 **Cilindro** para la puesta en evidencia del efecto Magnus con perno de fijación.

### Accesorios recomendados para la enseñanza de la aeronáutica mediante el malacate.

- 315 34 **Juego de pesos** de 1—50 gr. de latón, y de 100 á 1000 gr. de hierro, en caja de madera.
- 374 18 **2 perfiles de alas de metal**, con soporte.
- 374 21 **Tubo de Venturi de vidrio**, con 3 manómetros.
- 374 22 **Soporte** con pinza universal, para el tubo de Venturi.
- 374 25 **2 bolas de tenis de mesa**, de celuloide con cerbatana.  
Ver página 42, los consejos necesarios para la adquisición de los aparatos y las combinaciones completas.



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Enseñanza de la aeronáutica mediante cuerpos experimentales inmóviles

### Canales de viento

**Modelo I, no desmontable,**  
hélice de 200 mm. de diámetro.

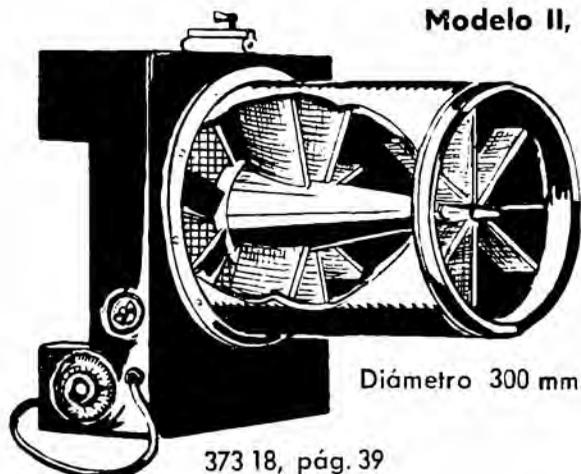
Diámetro de las toberas: 120, 100 y 50 mm.,  
velocidad del aire con motor de corriente alterna:  
**15, 17,5 y 23 m./seg.**

Suprimiendo la tobera se obtiene una corriente de aire  
de 200 mm. de diámetro que permite realizar experimentos  
con el modelo de avión.



373 12, pág. 39

**Modelo II, desmontable,** hélice de 300 mm. de diámetro.



Diámetro 300 mm.

373 18, pág. 39



180 mm.



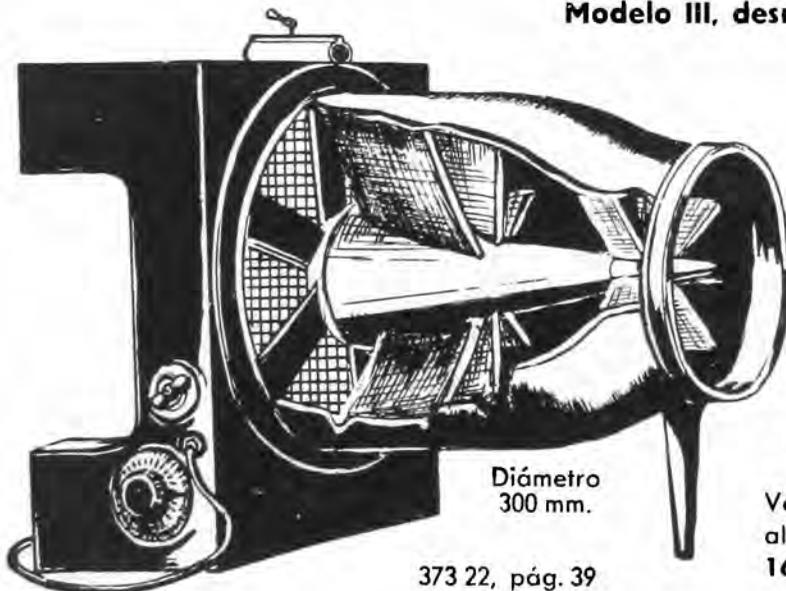
100 mm.



50 mm.

Velocidades del aire obtenidos con motor de corriente alterna:  
**14 m.                      20 m.                      23 m./seg.**

**Modelo III, desmontable,** hélice de 400 mm. de diámetro.



Diámetro  
300 mm.

373 22, pág. 39



Diámetro 220 mm.



100 mm.



50 mm.

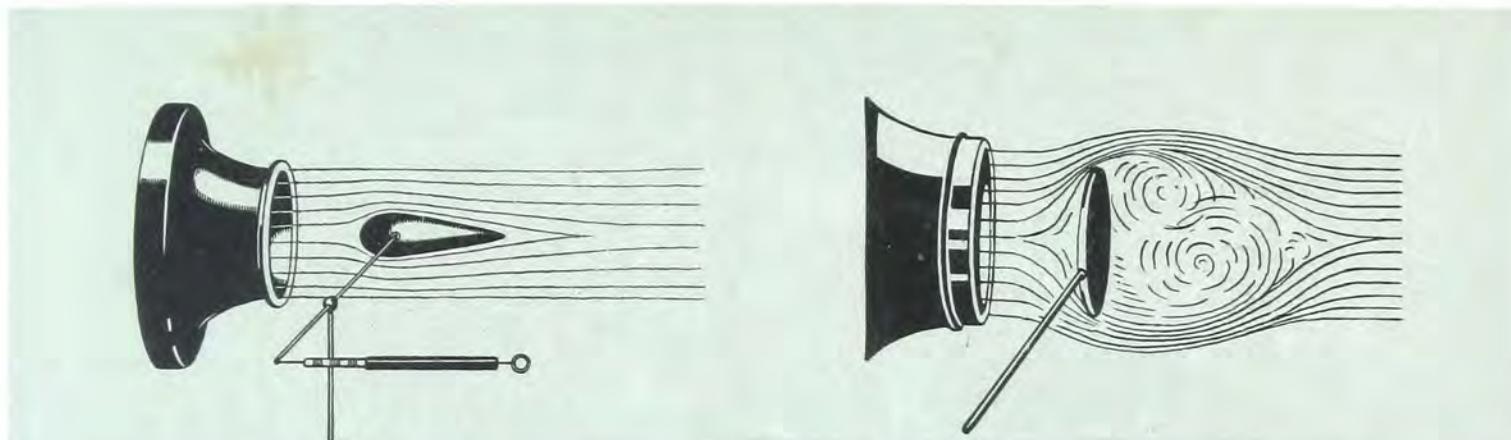
Velocidades del aire obtenidos con motor de corriente  
alterna:  
**16 m.                      24 m.                      26 m./seg.**

Con motor de corriente continua las velocidades obtenidas aumentan en 15 %.



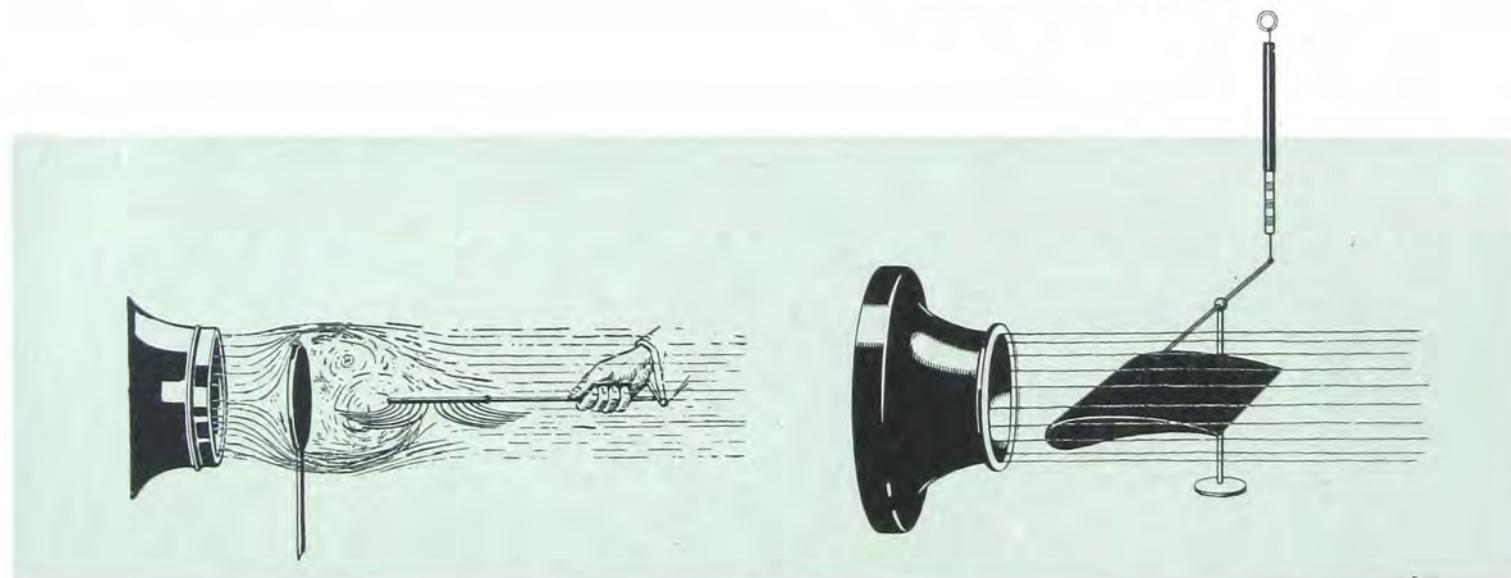
# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Experimentos con canales de viento



Medición de la resistencia opuesta por cuerpos diferentes, mediante la balanza de dos componentes (esquema), (ver el cuerpo no. 374 10a, página 41).

Sobre el borde de la placa redonda se fijan dos tapones de algodón impregnados de esencia. Las llamas muestran la existencia de torbellinos detrás de la placa, (ver no. 374 10a, página 41).

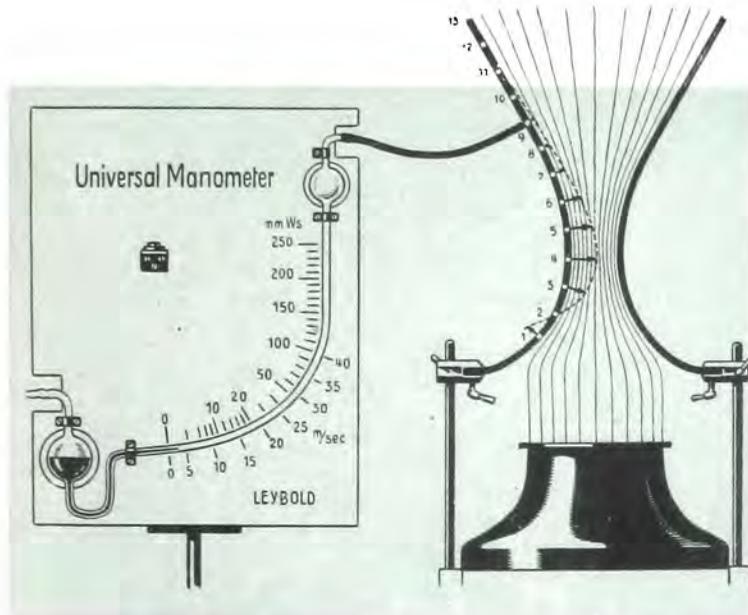


El peine de hilos muestra que detrás de la placa existe una corriente inversa provocada por el movimiento torbellino.

Medición de la fuerza de sustentación de un ala por medio de la balanza de dos componentes (esquema), (ver no. 374 10c, página 42).

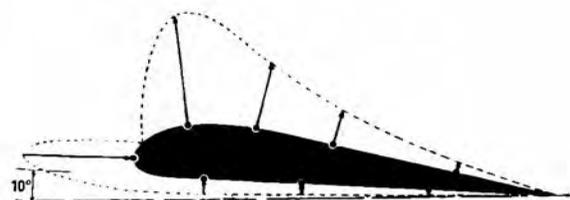
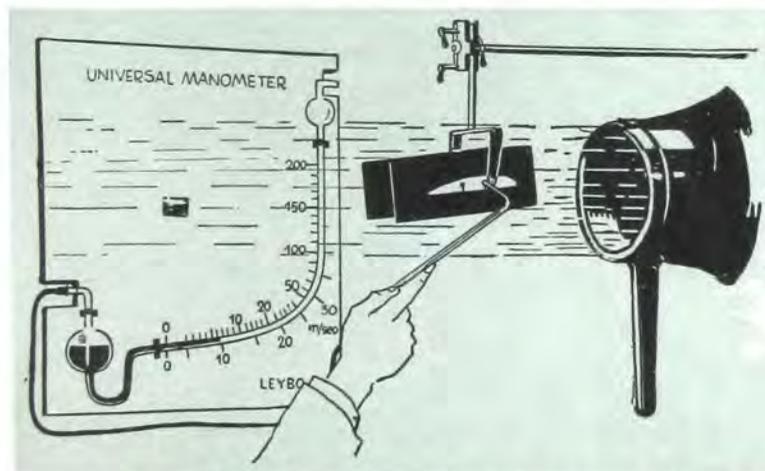
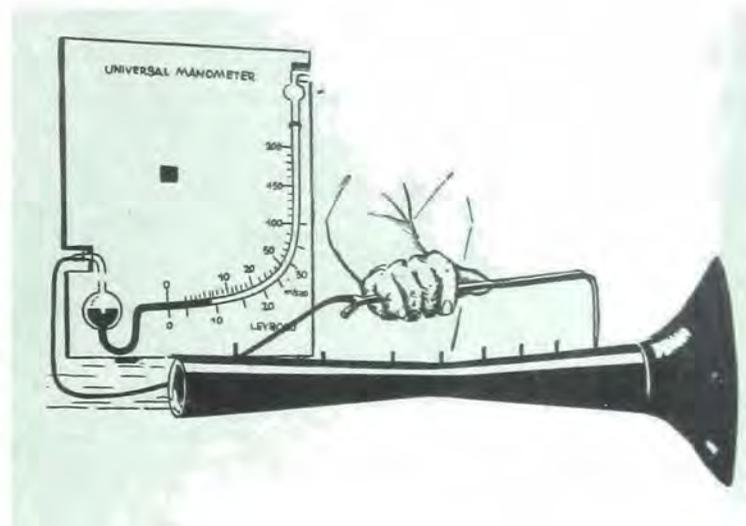


# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL



Medición de la repartición de las presiones en el interior de un tubo de Venturi constituido por dos planchas metálicas (verificación experimental de la ley de Bernouilli, ver página 49).

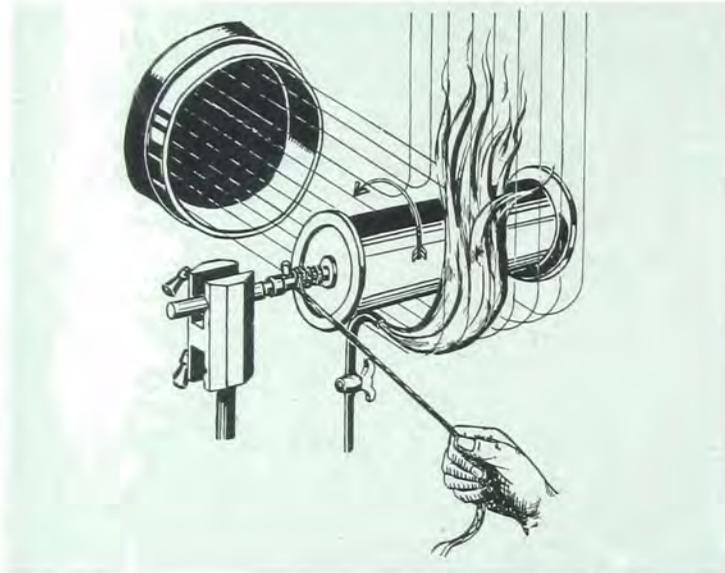
Medición de la repartición de las presiones en el interior de un tubo de Venturi. La depresión más grande se halla en la parte más estrecha. Del mismo modo se puede medir la repartición de las presiones sobre cualesquiera cuerpos atravesados o rodeados por la corriente de aire.



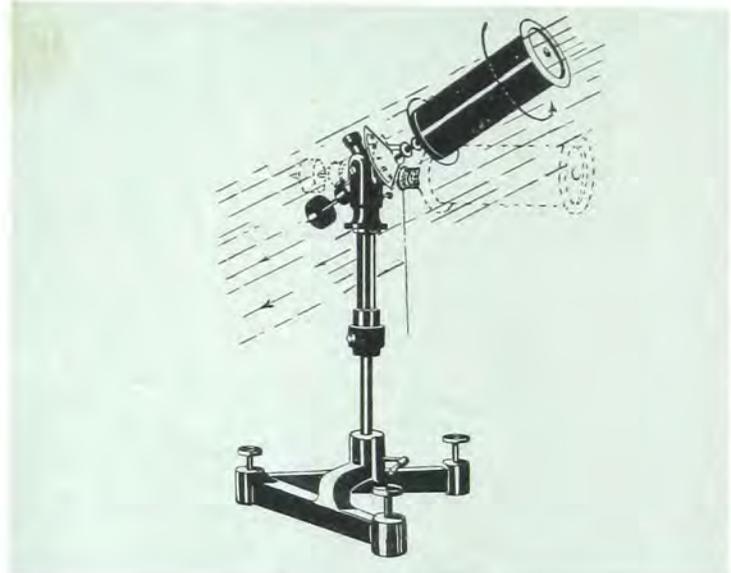
Medición de la repartición de las presiones sobre un ala cuyos bordes de escape han sido circundados de una placa destinada a eliminar las corrientes de retroceso laterales. Esta medición demuestra, trazando un diagrama de las presiones, que la depresión sobre la parte dorsal del ala constituye el elemento esencial de la fuerza de sustentación (ver no. 373 70, página 42).



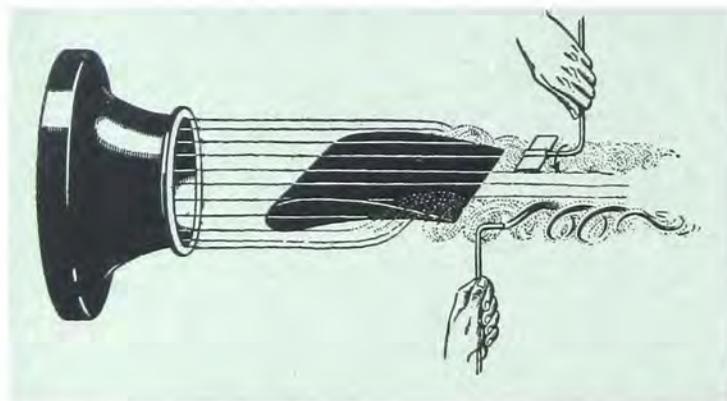
# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL



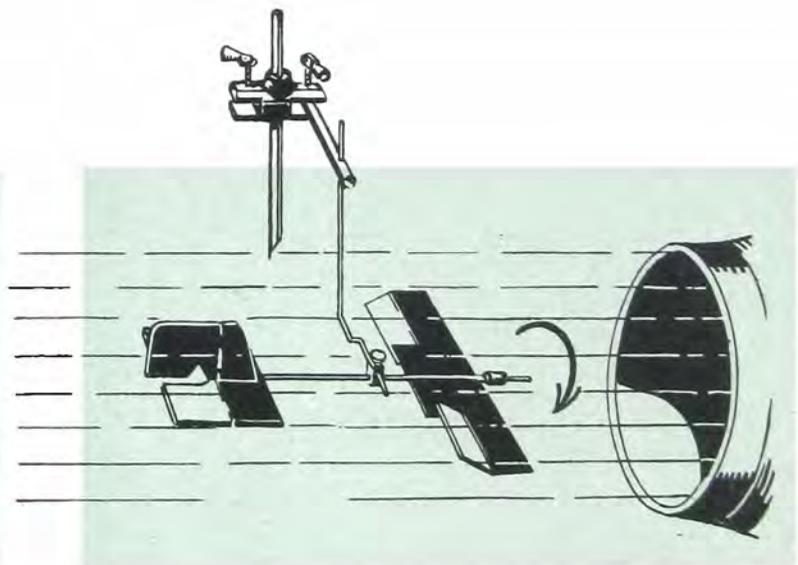
Un cilindro giratorio hace desviar la corriente de aire (ver no. 374 20, página 41).



Se fija el cilindro en la balanza de componente poniéndolo en rotación. Según la dirección de la rotación subirá o caerá en la corriente de aire.



La diferencia de las presiones existentes entre la parte dorsal y la parte inferior del ala tiene por objeto provocar movimientos torbellinos en los bordes de escape del ala; pueden ser puestos en evidencia mediante un pequeño molinete, sondeador de llama o pequeñas tiras de papel de seda encoladas (ver no. 374 10c y 373 49, páginas 42 y 32).



Los experimentos con el timón de los aviones son efectuados con el modelo utilizado sobre el malacate. El montaje es el mismo que el indicado en la página 33; sólo la manera de fijación es diferente (modelo no. 374 15, página 41).



## Canales de viento

- 373 11 **Canal de viento, modelo I**, no desmontable, hélice de 200 mm. de diámetro, motor universal con velocidad regulable (precisar el voltaje al hacer el pedido). La abertura de la tobera desmontable es de 120 mm. de diámetro ( $v = 15$  m./seg.). La hélice es protegida contra todo contacto por una tela metálica.
- 373 12 — **con resistencia graduable** que permite variar la velocidad de rotación del motor (precisar el voltaje al hacer el pedido). (Fig. página 35.)
- 373 13 **Juego de toberas** de 100 y 50 mm. de diámetro, con platillo que permite mostrar la paradoja aerodinámica ( $v = 17,5$  y 23 m./seg.) para los nos. 373 11 y 373 12. (Fig. página 35.)
- 373 18 **Canal de viento, modelo II, desmontable**, hélice de 300 mm. de diámetro. El montaje de la hélice permite, una vez quitada la tobera y reemplazada la hélice por una polea de garganta, utilizar el motor horizontalmente o verticalmente. El canal de viento se suministra con una tobera de 180 mm. de diámetro (precisar el voltaje al hacer el pedido). (Fig. página 35.)
- 373 19 — **con reostato graduable** que permite variar la velocidad de rotación del motor (precisar el voltaje al hacer el pedido).
- 373 20 **Juego de toberas** de 100 y 50 mm. de diámetro adaptable a los nos. 373 18 y 373 19. (Fig. página 35.)
- 373 21 **Canal de viento, modelo III, desmontable**, idéntico al modelo II desmontable pero con una hélice de 400 mm. de diámetro y dos toberas de 300 y 220 mm. de diámetro (precisar el voltaje al hacer el pedido).
- 373 22 — **con reostato graduable** que permite variar la velocidad de rotación del motor (precisar el voltaje al hacer el pedido). (Fig. página 35.)
- 373 23 **Juego de toberas** de 100 y 50 mm. de diámetro adaptable a los nos. 373 21 y 373 22. (Fig. página 35.)



## Balanzas de componentes



Balanza de dos componentes no. 373 30 con dinamómetro y ala colocada en la corriente de aire del canal.

373 30 **Balanza de dos componentes** que permite medir la resistencia y la fuerza de sustentación o de trazar el diagrama de un ala. Se compone de un pie, de una columna, de dos ejes, uno vertical y el otro horizontal, y de un contra-peso móvil para compensar el peso del ala. El ángulo de incidencia se lee en una escala mediante un índice. Para pasar de la medición de la fuerza de sustentación a la de la resistencia basta unir la palanca de la balanza al eje vertical. (Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural.)

### Utilización del malacate como balanza de dos componentes

Balanza de dos componentes para medir la resistencia, la fuerza de sustentación y su resultado sobre el perfil de un ala o para trazar su diagrama polar. Se compone de los nos. 374 01a y 374 02.

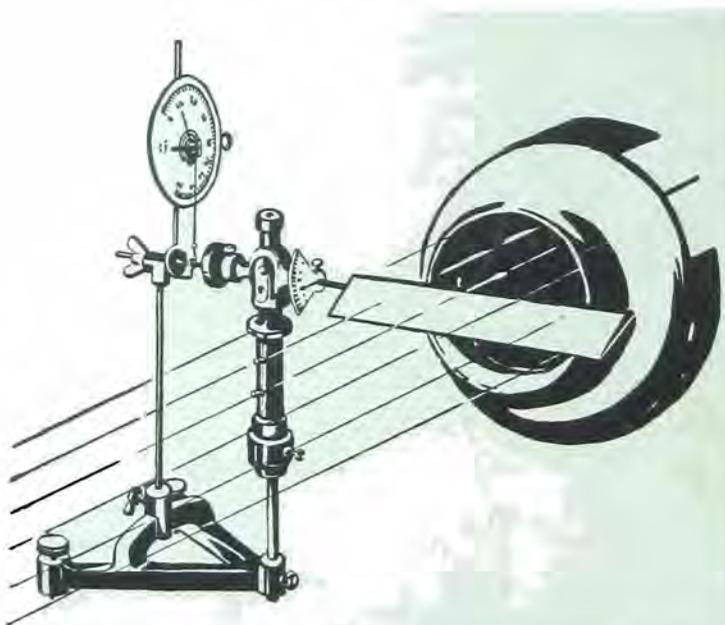
374 01a **Cabeza móvil.** (Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural.)

374 02 **Soporte,** modelo grande, con tornillos de nivelación, columna, cojinete auxiliar, contra-peso, brazo móvil sobre el cual se fija un dinamómetro o la balanza con manecilla no. 373 32, pág. 22. (Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural.)

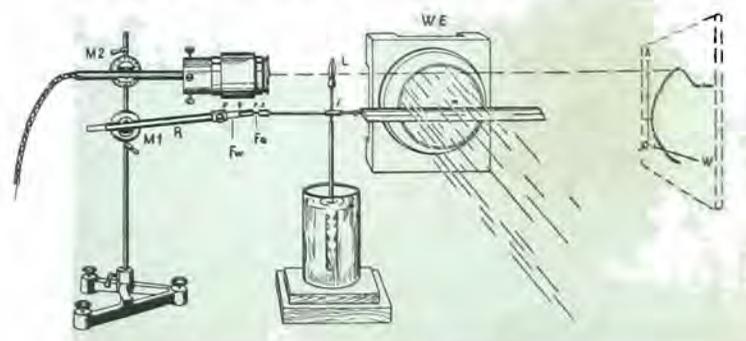
373 28 **Balanza polar que permite trazar el diagrama polar por proyección.** (Fig.  $\frac{1}{20}$  del tamaño natural.) Se compone de dos láminas de resorte, de un sistema de amortiguación y de un lente con su soporte. La balanza polar permite proyectar directamente el diagrama polar sobre una pantalla por medio de una fuente luminosa puntiforme. Graduando convenientemente la longitud de una de las dos láminas de resorte, se puede trazar el diagrama polar utilizando para la resistencia una escala cinco veces más grande que para la fuerza de sustentación. El aparato es fácil de graduar y puede, por lo tanto, permitir efectuar mediciones reales. Para su funcionamiento exige solamente reducidas velocidades del aire. El sistema de amortiguación es constituido por un cuerpo sumergido en el agua de un vaso de vidrio suministrado con el aparato.

373 29 **Dispositivo de alumbrado,** compuesto de una fuente de luz puntiforme con 5 lámparas, 6 voltios, 2 amperios. (Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural.)

373 29a **Soporte** en piezas sueltas que permite montar la balanza y el dispositivo de alumbrado: pie no. 300 01, pág. 212, con tornillos de nivelación, columna de 500 mm. y 2 pinzas giratorias no. 301 03, pág. 213. (Fig.)



Balanza de dos componentes componiéndose de la cabeza móvil no. 374 01a y del soporte no. 374 02, con balanza de manecilla no. 373 32, pág. 22, y ala no. 374 10c, pág. 42, colocada en la corriente de aire del canal.



Balanza polar 373 28/29/29a.

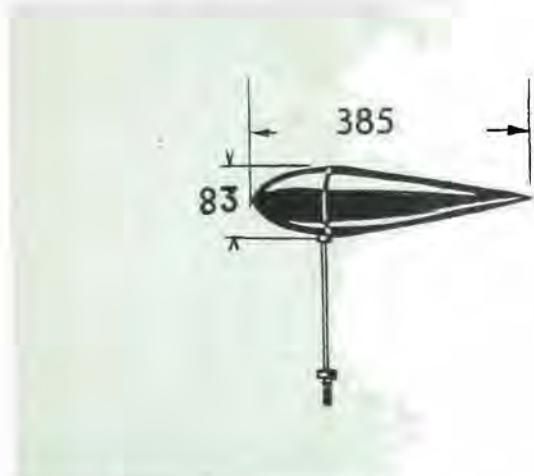
### Cuerpos experimentales:

Todos los experimentos arriba descritos son realizados con el perfil de ala no. 374 10c (página 42) o con los cuerpos experimentales no. 374 10a (página 41).

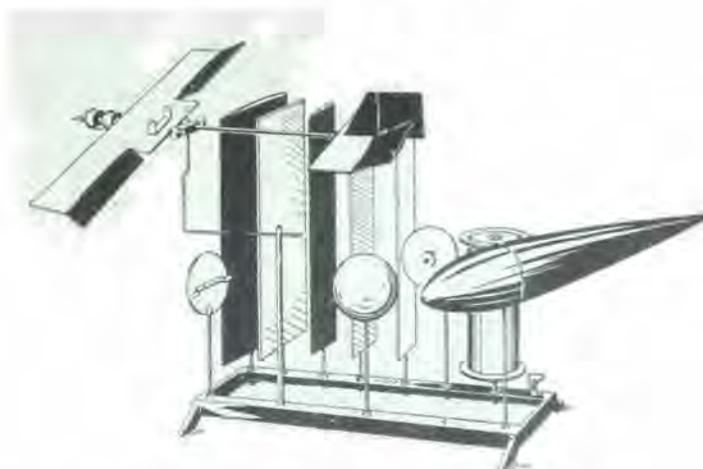


**E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL**

## **Cuerpos experimentales utilizables con el malacate y un canal de viento**



374 10a



374 11  
con cuerpos experimentales.

La claridad de una experiencia exige cuerpos experimentales de dimensiones lo más grandes posibles. Todos los modelos empleados para las mediciones de resistencia tienen un diámetro único de 83 mm.; el cuerpo con el perfil en forma de gota tiene un largo de 385 mm.

Todos los cuerpos experimentales utilizables con el malacate, con excepción de los perfiles de alas, pueden ser utilizados en un canal de viento. Para que las mediciones de resistencia puedan ser consideradas como exactas es necesario que el diámetro de la vena de aire sea un múltiple del diámetro del cuerpo experimental. Esta condición queda cumplido hasta por nuestros canales del modelo más reducido. Se utilizan sin tobera, teniendo la vena de aire entonces una abertura de 200 mm. de diámetro.

## **Cuerpos experimentales que pueden ser utilizados con el malacate y en un canal de viento**

(ver página 34)

- 374 10a **Cuerpos experimentales**, de 83 mm. de diámetro comprendiendo:  
Cuerpo en forma de gota, desmontable, largo 385 mm. (Fig.), bola desmontable, placa circular, placa circular con soporte rectangular.
- 374 11 **Soporte para los cuerpos experimentales.** (Fig. 1/9 del tamaño natural.)
- 373 50 **Modelo de un anemómetro.**
- 374 20 **Cilindro giratorio**, para la demostración del efecto Magnus, con paredes redondeadas, dispositivo de arrastre por tracción con un hilo, y soporte para fijar al malacate o a la balanza de dos componentes (Fig. pág. 38.)
- 374 15 **Modelo de avión**, con alas desmontables, cola desmontable y soporte para fijar al malacate o a la balanza de dos componentes. Este modelo permite mostrar la acción de los timones de dirección y de profundidad así como la de las alas. Los dos ojales situados en las alas sirven para fijar el avión, para mostrar su falta de estabilidad en la vena de aire cuando se ha quitado la cola. (Fig. pág. 38.)



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Cuerpos experimentales que pueden ser utilizados solamente con un canal de viento

- 374 10c **Juego de alas**, ancho 47 mm., largo 300 mm. Un ala derecha, un ala curva, un perfil de ala con soporte para fijar a la balanza de dos componentes.
- 373 52 **2 planchas arqueadas**, de las cuales una contiene orificios de medición. El montaje se efectúa con soportes delante de un canal vertical.
- 373 03 **2 soportes**, 2 columnas de 50 cm. de largo, 2 pinzas universales para fijar las planchas no. 373 52.
- 373 53 **2 balones grandes** que pueden ser hinchados hasta 500 mm. de diámetro, y 1 balón de 700 mm. de diámetro.
- 373 71 **Tubo de Venturi de metal**, que se adapta a la tobera de 100 mm. de un canal, incluyendo 8 juntas que permiten medir la repartición de las presiones en el interior del tubo cónico. Las juntas están unidas al manómetro universal mediante un tubo de caucho.
- 373 71a **8 tubos en forma de U, de vidrio**, de alrededor de 20 cm. de largo, provistos de pequeños tubos de caucho para empalmar con el no. 373 71. La medición de la repartición de las presiones puede, por consiguiente, efectuarse al mismo tiempo en todos los sitios.
- 373 74 **Placa redonda**, con orificio de medición y mango corto, que sirve para mostrar el fenómeno llamado paradoja aerodinámica.
- 373 70 **Ala**, con planchas laterales y juntas de medición para mostrar la repartición de las presiones sobre un ala. Este modelo incluye una abrazadera con soporte que permite graduar el ángulo de incidencia a un valor cualquiera.
- 373 76 **Aparato simplificado para mostrar el desplazamiento del punto medio de las presiones**, componiéndose de un ala con eje variable con su soporte y de un contra-peso.
- 373 49 **Peine de hilos, sonda de llama molinete.**

## Equipo para experimentación con el malacate (sin canal)

- |   |   |
|---|---|
| 374 01 <b>Malacate,</b>                                 | 2° Serie de accesorios:   |
| 374 04 <b>Tripode</b> para el no. 374 01,               | 374 21 <b>Tubo de Venturi de vidrio,</b>                              |
| 374 10a <b>Cuerpos experimentales,</b>                  | 374 25 <b>Balas de tenis de mesa,</b>                                 |
| 374 10b <b>Perfiles de alas.</b>                        | 374 19 <b>Pluma con abrazadera de acero,</b>                          |
| 1° Serie de accesorios:                                 | 374 13 <b>3 pequeños molinetes,</b>                                   |
| 374 29 <b>Cubo llano para experimentos de remolque,</b> | 374 06 <b>Escala,</b>   |
| 374 30 <b>Cuerpos experimentales,</b>                   | 374 16 <b>Motor con hélice,</b>                                       |
| 374 15 <b>Modelo de avión.</b>                          | 374 20 <b>Cilindro para la puesta en evidencia del efecto Magnus.</b> |

### Soportes y piezas sueltas:

- 374 04 **Tripode** para el no. 374 06,
- 374 11 **Soporte** que permite conservar los cuerpos experimentales,
- 374 18 **Perfiles de ala,**
- 374 22 **Soporte** para el tubo de Venturi de vidrio no. 374 21.



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Equipo para experimentos con un canal de viento

Cuando se desee utilizar cuerpos experimentales fijos en una corriente de aire y no se disponga de los medios necesarios para la adquisición del malacate, aconsejamos una de las combinaciones siguientes:

373 11 **Canal de viento, modelo I**, hélice de 200 mm. de diámetro,

373 30 **Balanza de dos componentes**,

314 14 **Dinamómetro** para carga 100 gr.,

374 10a **1 juego de cuerpos experimentales**,

374 10c **1 juego de alas**,

373 49 **1 peine de hilos**.

1° Serie de accesorios:

374 15 **Modelo de avión**,

373 64 **Pequeño manómetro**,

373 52 **2 planchas arqueadas**,

373 52a **Soporte** para el no. 373 52,

373 53 **Balones**, modelo grande y pequeño,

374 29 **Cubo llano para experimentos de remolque**,

374 30 **1 juego de cuerpos experimentales** para el cubo no. 374 29.

2° Serie de accesorios:

373 70 **Ala**, con planchas laterales y juntas de medición,

373 66 **Manómetro universal**,

373 69 **Tubo de Prandtl**.

3° Serie de accesorios:

373 13 **Juego de toberas** de 100 y 50 mm. de diámetro

373 50 **Anemómetro**,

373 74 **Placa redonda** con orificio de medición,

373 71 **Tubo de Venturi**, modelo grande,

373 71a **8 tubos en forma de U** para el no. 373 71,

374 20 **Cilindro para la puesta en evidencia del efecto Magnus**.

## Equipo para experimentación con el malacate y el canal de viento

Poseyendo un malacate, éste puede, al mismo tiempo, hacer las veces de una balanza excelente de dos componentes. Todos los cuerpos experimentales del malacate pueden ser utilizados en la vena de aire de un canal. Aconsejamos muy especialmente nuestros canales desmontables modelos II y III (ver página 39).

Recomendamos una de las combinaciones siguientes; introduciendo, según el caso, algunas modificaciones:

**Canal de viento** desmontable, diámetro de la hélice:

Modelo II 300 mm. de diámetro,

Modelo III 400 mm. de diámetro,

**Toberas** 100 y 50 mm. de diámetro,

**Malacate** y sus accesorios nos. 374 01 a 374 20 (página 34),

**Malacate** utilizado como balanza de dos componentes (página 40),

**Balanza con manecilla** no. 373 32 (ver página 22 y 40),

**Manómetro universal** no. 373 66 (ver página 49).

**Tubo de Prandtl** no. 373 69 (ver página 49).

**Cuerpos experimentales**, ver página 42, nos. 374 10c a 373 49.

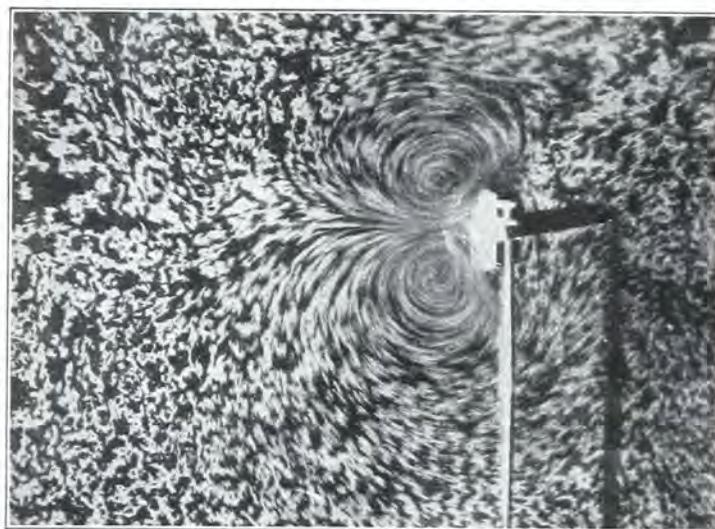
Además: **Canal de Eicke** nos. 374 02/03 a 373 05, ver página 46.



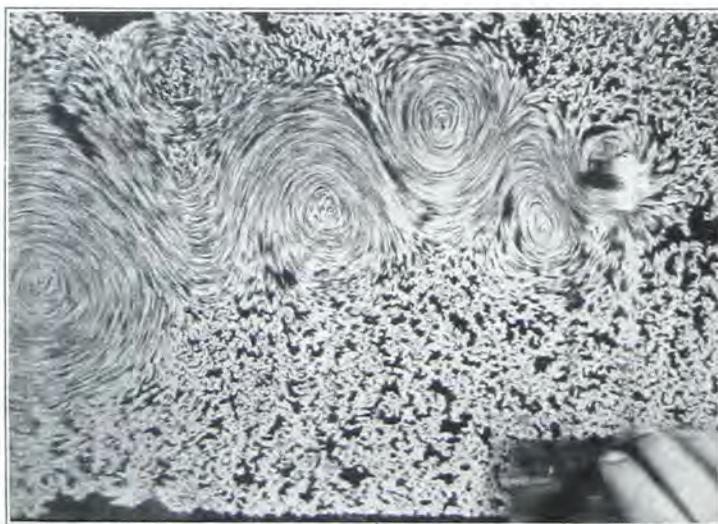
## Cubo llano para experimentos de remolque

En los experimentos de remolque los cuerpos experimentales de formas variadas se ponen, como en la realidad, en movimiento en el interior de un centro en reposo constituido por agua en cuya superficie se ha esparcido polvo de licopodio. Se obtienen imágenes muy bonitas, sobretodo de los torbellinos de Karman de los cuales se pueden seguir el recorrido y las desapariciones alternadas.

### Las imágenes abajo reproducidas no están retocadas



Formación de un torbellino en el momento de la puesta en marcha de una placa (aceleración de la masa de agua). La formación de un torbellino necesita una producción de trabajo.



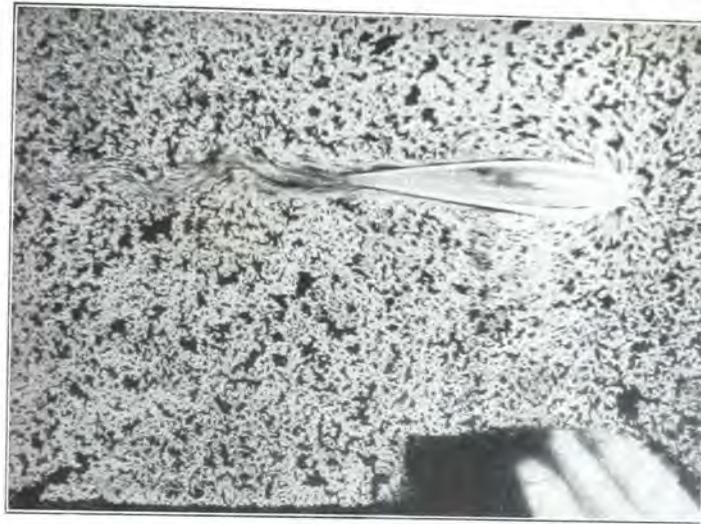
Torbellino ancho detrás de una placa en movimiento.



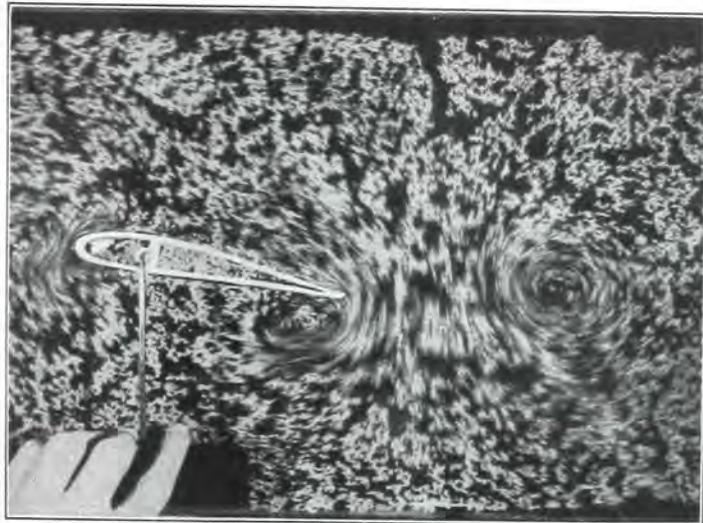
Torbellino más estrecho que se forma detrás de la parte anterior del cuerpo en forma de gota en movimiento (consumación de trabajo más reducida).



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL



Torbellino muy débil que se forma detrás del cuerpo en forma de gota completo (consumación de trabajo mínimo).



Formación de un torbellino en el momento de la puesta en movimiento de un ala.



El cilindro que gira y se desplaza al mismo tiempo sufre un traslado (efecto Magnus).

## Descripción:

- 374 29 **Cubo llano** para experimentos de remolque; 940 × 300 mm., con juntura de salida y placa de vidrio.
- 374 30 **Juego de cuerpos experimentales** para el no. 374 29, comprendiendo: 2 placas de resistencia, cuerpo semi-circular, cuerpo circular, cuerpo en forma de gota, parte anterior de cuerpo en forma de gota, perfil de ala, soporte con sistema de fijación, pulverizador con polvo.
- 374 31 **Modelo experimental** para la puesta en evidencia del efecto Magnus.



**E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL**

---

---

## **Canal de Eicke para la observación de las corrientes mediante filetes líquidos**



373 02/03 a

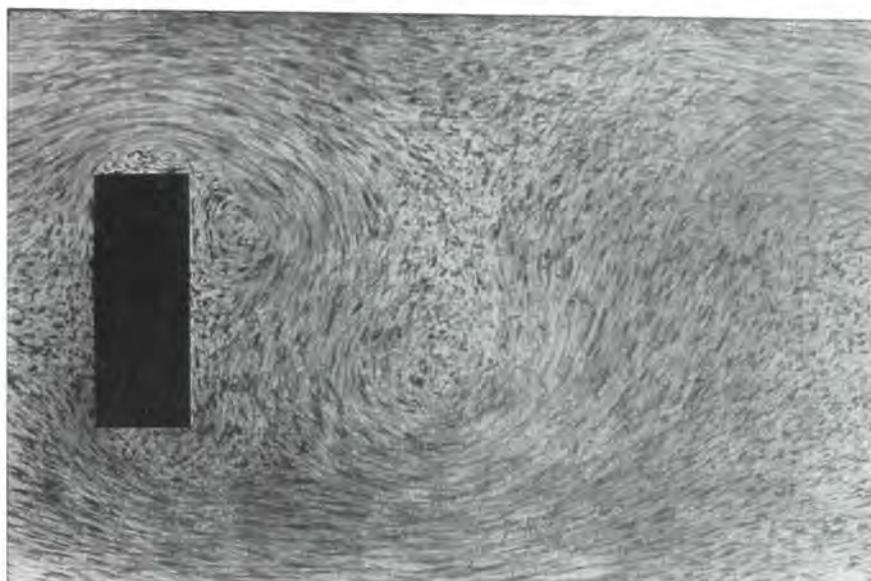
**Se pueden observar los fenómenos siguientes:** filetes líquidos que rodean un ala, una placa, cuerpos diversamente perfilados, y ello bajo un ángulo de incidencia cualquiera; corrientes ascendentes sobre planos inclinados, salida através de una tobera o de un canal de cualquier forma; formación de torbellinos y su desaparición, torbellinos pendulares y movimientos torbellinos, hasta en el momento de la puesta en movimiento.

Este aparato de fácil manejo y funcionamiento permite efectuar experimentos de salida de los filetes líquidos para los cuales se precisaba antes un utilaje de una sobrecarga desproporcionada. Su montaje y su puesta en servicio se hacen en pocos minutos. Se puede conservar, llenado de agua, durante un tiempo bastante largo.

La observación puede hacerse directamente o por proyección. Puede efectuarse en las mejores condiciones de visibilidad, si se puede alumbrar la figura lateralmente. La lámpara está disimulada a los ojos del observador detrás del aparato. Recomendamos nuestro aparato de proyección de física (página 99) para ampliar por proyección las figuras obtenidas.



## E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL



Formación de torbellinos detrás de una placa llana.

### Ventajas:

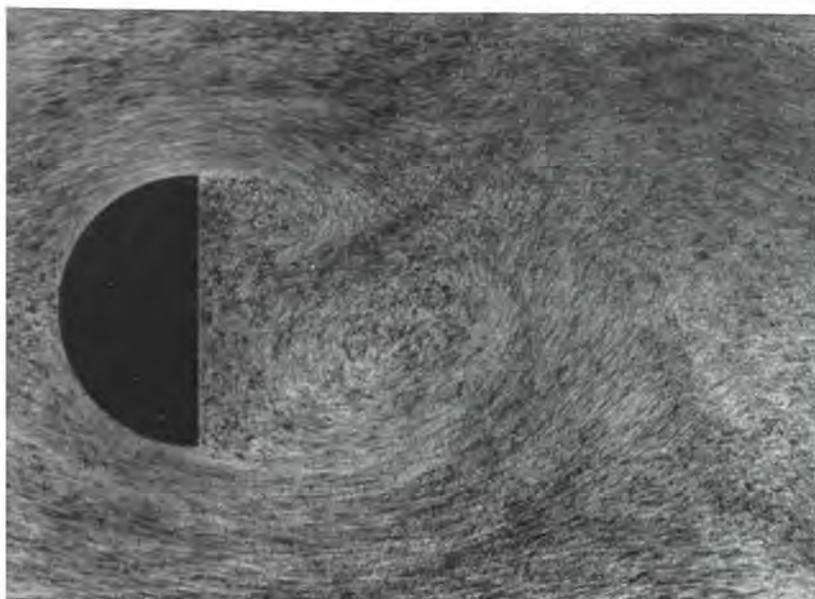
**Visibilidad excelente**, a la simple vista o por proyección, hasta en las salas más grandes.

**Salida del fluido en circuito cerrado**, que permite prolongar a discreción la duración del experimento.

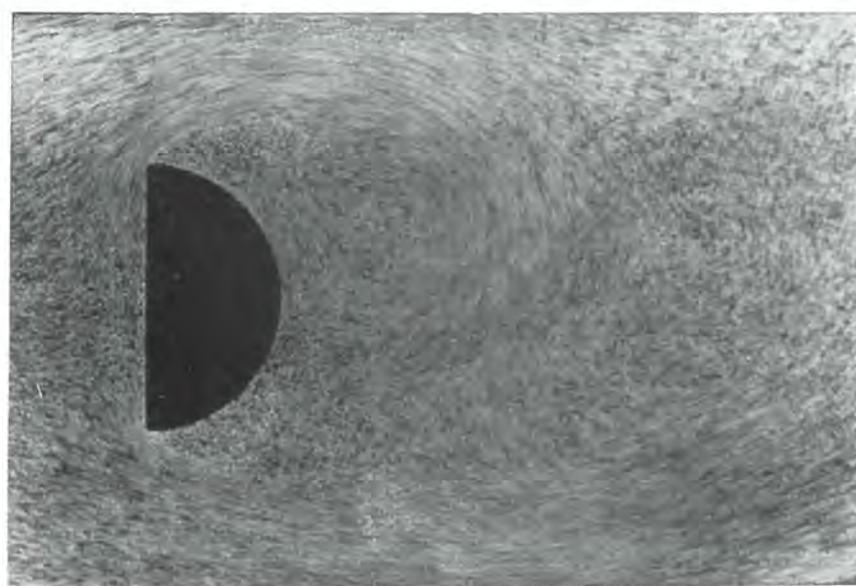
**Posibilidad de introducir un cuerpo perfilado de cualquier forma.**

**Reproducción perfecta de todos los experimentos**, toda vez que el fluido sale bajo la forma de una vena regular y paralela.

**Velocidad de salida del fluido graduable.**



Formación de torbellinos importantes detrás de un semi-cilindro, parte redondeada por delante.

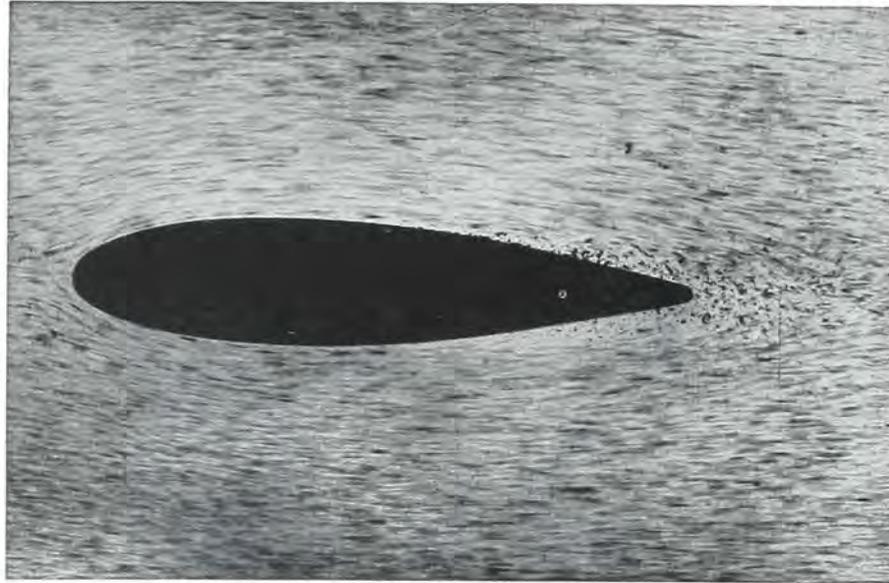


Formación de torbellinos detrás de un semi-cilindro, parte llana por delante.

Las figuras indicadas representan algunos de los experimentos realizables. Los más sorprendentes son los que muestran la formación y la desaparición de los torbellinos alrededor de los cuerpos que ofrecen una gran resistencia a la salida. El aparato puede ser utilizado para mostrar la resistencia ofrecida por cualesquiera cuerpos, tales como modelos de camiones de remolque, tubos doblados, toberas etc.



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL



Perfil en forma de gota.

373 01 **Canal de Eicke** para la observación directa o para la proyección de filetes líquidos con alumbrado por transparencia, compuesto de un sistema de circulación continua llevando en un sitio paredes de vidrio. El aparato está provisto de dos mangos que sirven para fijarlo sobre dos soportes. Se llena con agua mezclada con una pequeña cantidad de aserraduras de encina previamente lavadas. Un enderezador tiene por objeto formar filetes fluidos paralelos entre sí y animados de una misma velocidad por toda la longitud de la superficie de proyección. El aparato se suministra con: placa llana, cuadrado,

semi-cilindro, cilindro, cuerpo en forma de gota desmontable y perfil de ala.

373 02 —, con motor universal montado dentro (precisar el voltaje al formular el pedido).

373 03a **Pie para atornillar**, utilizado cuando el aparato no está montado sobre soportes.

373 04 **Accesorios** para demostrar el efecto Magnus, constituido por un pequeño rotor accionado por un motor alimentado por una batería.

373 05 **Reostato graduable**, 550 ohmios 220 voltios o 300 ohmios 110 voltios.



Perfil de ala con ángulo de incidencia normal.



Perfil de ala con ángulo de incidencia demasiado grande: Discontinuidad y formación de torbellinos.



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Mediciones de las presiones y de las velocidades

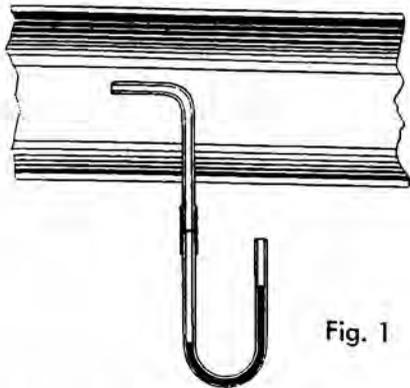


Fig. 1

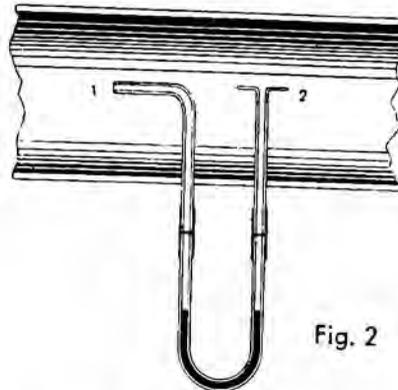


Fig. 2

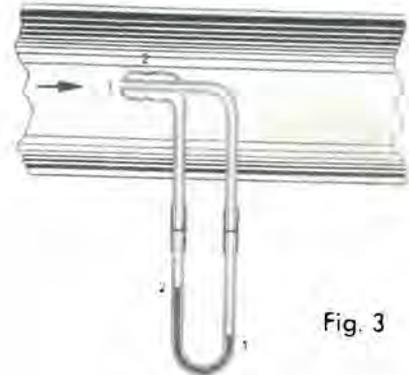
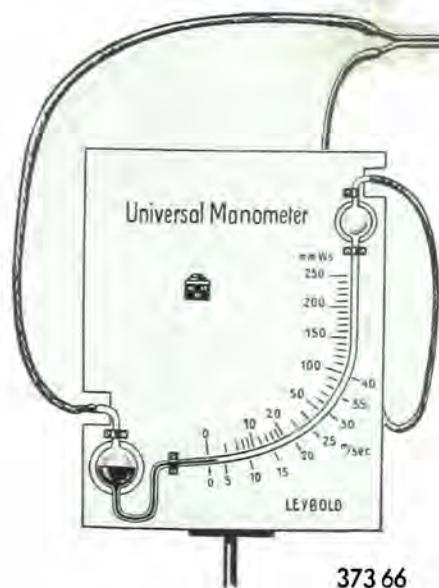
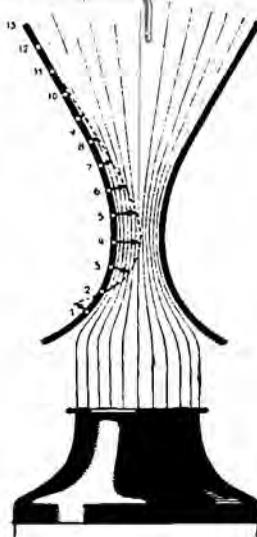


Fig. 3

**El tubo de Prandtl.** Si el tubo representado arriba no está recorrido por ninguna corriente de aire, pero si hay en él una sobrepresión con relación al exterior, el manómetro indicará una «presión estática». Dispuesto como en la figura 2, el manómetro no indicará la sobrepresión con relación al exterior. Si la corriente sale de la izquierda a la derecha, la presión estática y la presión debida a la corriente de aire accionan sobre la abertura 1, mientras que la presión estática sola acciona sobre la abertura 2. La figura 3 muestra la misma disposición que la figura 2: es la forma clásica de un tubo de Prandtl.



373 66



373 69  
y  
373 64

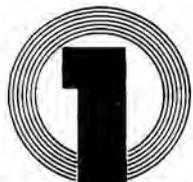
El tubo simplificado permite medir la velocidad de salida al aire libre; pero en un vaso cerrado, es decir en todas partes donde la salida de aire choca contra un obstáculo, hay que utilizar el tubo de Prandtl. Esto ocurre especialmente al medir las velocidades del aire entre las dos planchas dobladas de la figura arriba representada. Este experimento permite mostrar que la velocidad de salida es mayor en el lugar más estrecho. Midiendo la repartición de las presiones a lo largo del eje longitudinal (véase el experimento página 37), se puede comprobar experimentalmente la ley de Bernoulli y mostrar que la presión estática decrece cuando la velocidad de salida aumenta. Como lo indican las flechas, se produce entre las dos planchas una depresión.

El manómetro universal representado en la figura posee dos escalas. La escala superior indica la presión dinámica en mm. de agua, y la escala inferior las velocidades de salida correspondientes.

**373 64 Manómetro** montado sobre una tablilla, con tubos de caucho y junta, destinado a la medición de las velocidades de salida.

**373 66 Manómetro universal** para medir pequeñas o grandes diferencias de presiones, compuesto de una tablilla en mm. y en m./seg., tubo de vidrio doblado con dos balones provistos de juntas con graduación en cada extremo, de un mango con pie de soporte con tornillos de nivelación. (Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural.)

**373 69 Tubo de Prandtl** para medir la velocidad de salida y la presión estática, con dos tubos de caucho de 1 m. de largo. (Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural.)



## Mecánica

### Mecánica de los cuerpos gaseos

- 371 12 **Cata líquidos** de vidrio. (Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural.)
- 371 13 **Sifones de dos ramas** de vidrio, largo de la rama de salida 450 mm. (Fig.)
- 371 14 — con tubo de aspiración especial, largo de la rama de salida 450 mm. (Fig.)
- 372 43 **Aparato que muestra la ósmosis de los gases.** (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)  
El gas que se halla en el vaso subvertido penetra por difusión en el recipiente interior y a la inversa. Si el gas contenido en el recipiente posee un peso molecular más elevado que el otro, el aumento de presión que resulta de éllo en el interior del frasco provoca la formación de un chorro de agua.
- 371 81 **Tubo de vidrio para el ensayo de Torricelli;** cerrado por un extremo, de 90 cm. de largo. (Fig.)  
Sin el vaso indicado en la figura, en lugar del cual puede usarse de preferencia la cuba para mercurio no. 371 85. Empleando esta cuba el ensayo de Torricelli requiere de 1 kg. de mercurio.
- 371 82 — con graduación en mm. grabada.
- 371 83 — con graduación en mm. y con llave.
- 371 85 **Cuba para mercurio,** de porcelana. Tiene una forma especial que permitiendo un manejo cómodo, exige poco mercurio para llenarla. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)
- 317 12 **Barómetro de cubeta,** sobre tabla de madera pulimentada, con escala de papel, cubierta por una lámina de vidrio, lleno, con 75 gr. de mercurio.
- 317 15 **Barómetro de sifón,** montado sobre una tabla de madera, con escala de metal, graduación en mm., movable por un tornillo, nonius para  $\frac{1}{10}$  mm. y termómetro colocado sobre una placa de metal. Lectura mediante doble retículo. Llenado. (Fig.  $\frac{1}{9}$  del tamaño natural.)
- 317 20 **Barómetro aneroide** con escala de vidrio, de 16 cm. de diámetro. (Fig.)



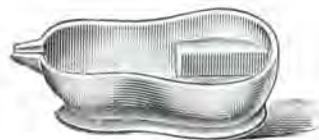
371 81



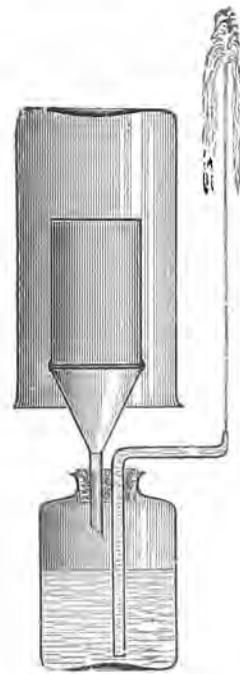
317 15



317 20



371 85



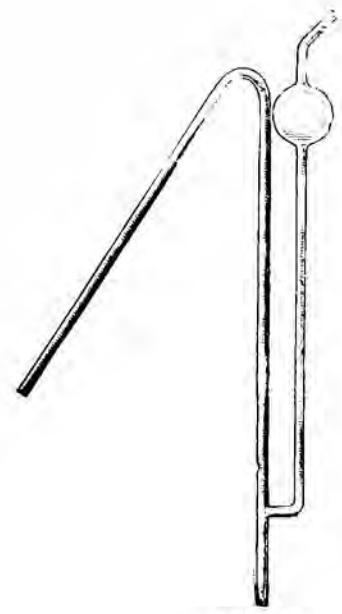
372 43



371 12



371 13



371 14



## Mecánica

### Mecánica de los cuerpos gaseos

#### Ley de Boyle y Mariotte



371 52

- 371 52 **Aparato simplificado para demostrar la ley de Mariotte.** (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

Por medio de un poco de mercurio se mete en la parte más estrecha del tubo en U un volumen determinado de aire. Al introducirse el pistón de vidrio el mercurio sube y comprime el aire encerrado. La diferencia de nivel indica el valor de la presión ejercida; los errores de capilaridad se evitan.

- 371 54 — modelo más grande. La escala entera es movable en una guía de modo que se puede leer directamente y sin cálculo el volumen y la presión lo cual facilita grandemente los experimentos. (Fig.  $\frac{1}{13}$  del tamaño natural.)

- 371 55 **Aparato para determinar la dilatación del aire a volumen constante** para acoplarlo al no. 371 54. Con soporte para colocarlo en posición horizontal junto al aparato de Mariotte. (Véase el esquema de puntos en la fig. no. 371 54.) Con el banco de madera para conservar el aparato seco y lleno. (Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural.)

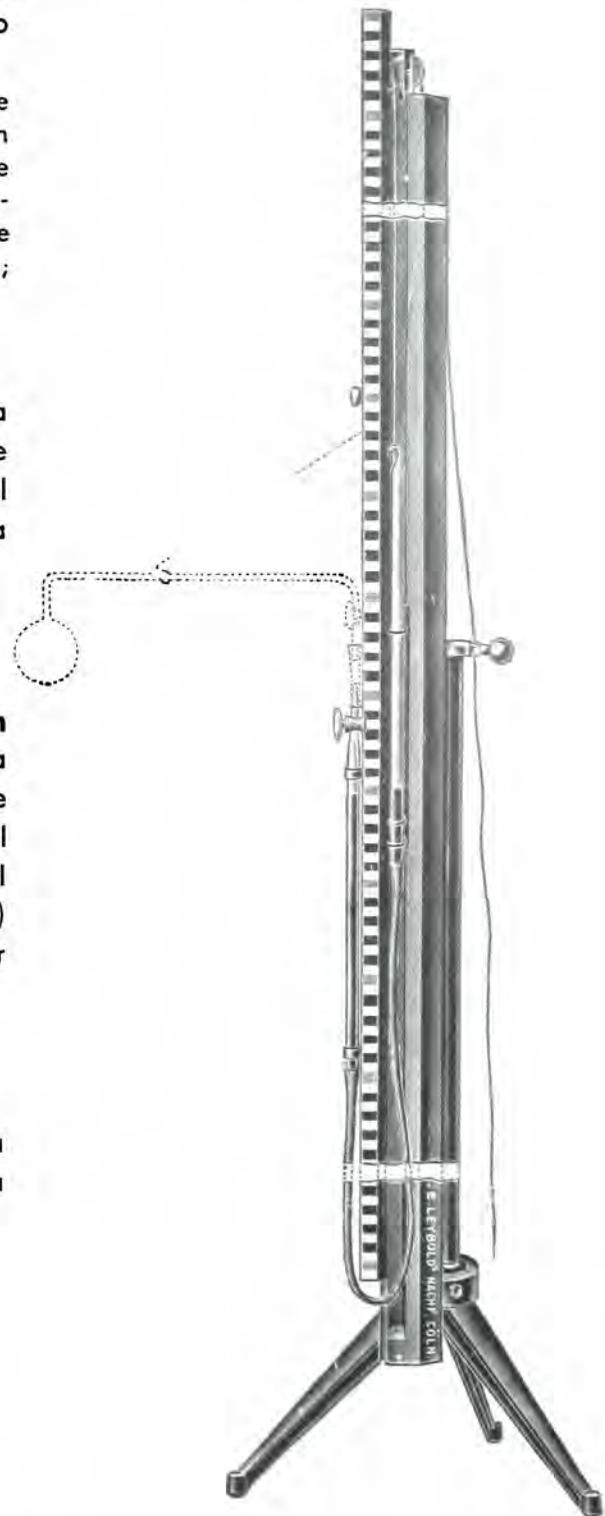
- 317 36 **Manómetro abierto para 1 atmósfera de sobrepresión, montado sobre una tabla de madera, con escala.** (Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural.)



317 36



371 55



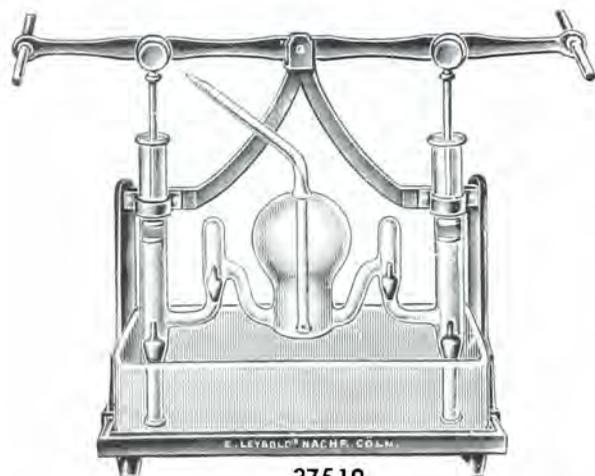
371 54



375 07



375 12



375 19



375 41



375 06

## Mecánica

### Presión

- 375 06 **Bomba aspirante**, modelo de vidrio.  
(Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)
- 375 07 — con soporte y depósito metálico.  
(Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)
- 375 11 **Bomba impelente**, modelo de vidrio.
- 375 12 — sobre soporte, con depósito metálico.  
(Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)
- 375 18 **Modelo de bomba de incendios**, todo de vidrio, con dos cuerpos de bomba, sin soporte.
- 375 19 — con soporte metálico. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)
- 375 41 **Bomba de aire** de metal, largo 26 cm., platina de 18 cm. de diámetro, juntura enroscada que permite atornillar los accesorios, llave con tres vías y cono para la entrada del aire. — Con abrazadera de tornillo para sujetarla a la mesa de experimentación.



## Mecánica

### Bombas de vacío

El empleo de una bomba rotativa a aceite es indispensable para poder realizar todos los experimentos fundamentales sobre el vacío. En efecto, de este modo es posible obtener un vacío mejor en un tiempo mucho más corto que con una bomba de émbolo. Estos experimentos merecen una atención muy especial, sobre todo en razón a las aplicaciones técnicas de los fenómenos de descarga eléctrica en una atmósfera rarificada. Una bomba rotativa a aceite permite suprimir el empleo de los fuelles en acústica, pues puede ser igualmente utilizada como compresor.

Las bombas rotativas a aceite se componen de un cuerpo cilíndrico 1 con un rotor 2 excéntricamente situado, que rodea en dirección de la flecha. En una ranura del mismo hay fijadas dos paletas 3, separadas una de la otra por resortes espirales, resbalando en las vueltas continuamente por la pared del cuerpo y empujando de esta manera el aire entrado por la abertura de aspiración 4 por delante de sí para al cabo expulsarlo por la válvula 5.

El cuerpo de la bomba está montado en una caja llena de aceite o superpuesto por un depósito que contiene el aceite necesario para la función de la bomba.

Las bombas se componen o de un solo cuerpo (Bombas Simplex) o de dos cuerpos conectados en serie (Bombas Duplex). Las bombas Duplex producen vacío final más alto.

El accionamiento puede efectuarse con la mano o por motor eléctrico. El accionamiento por motor es preferible cuando la bomba funciona como compresor.

Fabricamos tres modelos de bombas rotativas a aceite para la enseñanza:

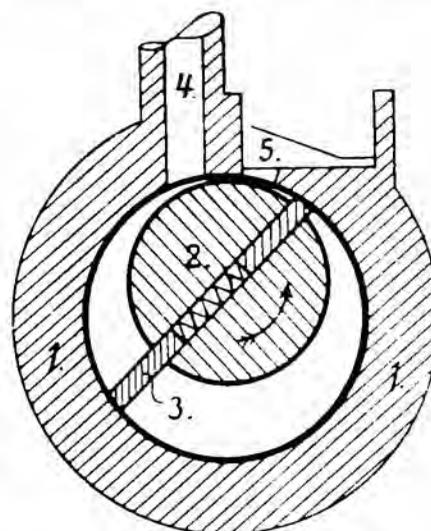
#### Bombas de vacío de Gaede, modelo I

Vacío final . . . . .	0,1 mm. Hg.
Capacidad . . . . .	2 m <sup>3</sup> por hora
Sobrepresión . . . . .	1 atm.
Fuerza necesaria . . . . .	1/8 fuerza caballo

Esta bomba permite realizar los experimentos sobre el vacío (página 55) así como los experimentos sobre la acústica (página 88).

- 102 10 **Bomba de vacío de Gaede, modelo I**, con polea para accionamiento por motor, sin motor.
- 102 11 — con plancha fundamental, con motor de corriente continua. (Fig. 1/9 del tamaño natural.)
- 102 12 — con motor de corriente alterna. (Fig. 1/9 del tamaño natural.)
- 102 13 — con motor de corriente trifásica. (Fig. 1/9 del tamaño natural.)
- 102 20 — con polea para accionamiento con la mano. (Fig. 1/4 del tamaño natural, pág. 54.)

Para cada pedido de bomba con motor se ruega indicar la naturaleza y la tensión de la corriente disponible.



Sección esquemática de una bomba rotativa a aceite.



Bomba modelo I no. 102 11/12/13 con Platina no. 180 11 y Campana no. 180 56



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

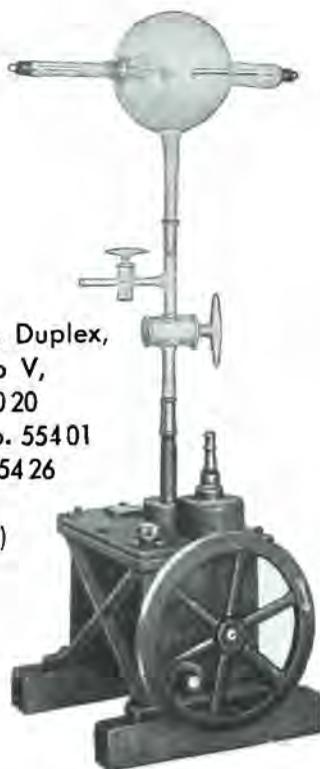
Bomba aspirante, modelo I, no. 102 20, pág. 53



Bomba Simplex, modelo IV, no. 104 20



Bomba Duplex, modelo V, no. 110 20 con no. 554 01 y no. 554 26 (pág. 57 y 58)



## Mecánica

### Bombas de vacío de Gaede

#### Bomba Simplex, modelo IV

Vacío final . . . . .	0,002 mm. Hg.
Capacidad . . . . .	2 m <sup>3</sup> por hora
Sobrepresión . . . . .	2 atm.
Fuerza necesaria . . . . .	1/6 fuerza caballo

Esta bomba permite realizar los experimentos sobre el vacío (página 55) así como los experimentos sobre la acústica (pág. 88).

104 20 **Bomba Simplex, modelo IV**, sin motor. (Fig. 1/5 del tamaño natural.)

104 21 — sobre plancha fundamental, con motor de corriente continua.

104 22 — con motor de corriente alterna.

104 23 — con motor de corriente trifásica.

104 30 — con polea para accionamiento con la mano.

Para cada pedido de bomba con motor se ruega indicar la naturaleza y la tensión de la corriente disponible.

#### Bomba Duplex, modelo V

Vacío final . . . . .	0,00001 mm. Hg.
Capacidad . . . . .	2 m <sup>3</sup> por hora
Sobrepresión . . . . .	2 atm.
Fuerza necesaria . . . . .	1/6 fuerza caballo

Esta bomba (Duplex) permite efectuar, rápidamente, todos los experimentos descritos en este catálogo. Su superioridad sobre la bomba Simplex se manifiesta en los experimentos sobre el vacío elevado. Se alcanzan presiones más bajas de manera que por ejemplo en los tubos de vacío la descarga desaparece totalmente.

110 10 **Bomba Duplex, modelo V**, sin motor.

110 11 — sobre plancha fundamental, con motor de corriente continua.

110 12 — con motor de corriente alterna.

110 13 — con motor de corriente trifásica.

110 20 — con polea para accionamiento con la mano. (Fig. 1/10 del tamaño natural.)

Para cada pedido de bomba con motor se ruega indicar la naturaleza y la tensión de la corriente disponible.



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Mecánica

Para poder efectuar todos los experimentos clásicos se coloca sobre la juntura de aspiración, que está provista de un rodaje macho normalizado una platina provista de un rodaje hembra normalizado. La impermeabilidad entre la platina y la campana de vidrio está asegurada por un disco de caucho no. 180 36. Este disco es suficientemente blando para poder ser ligeramente comprimido por la campana bajo la influencia de la presión atmosférica formando así una juntura impermeable sin grasa.

Los diferentes aparatos se colocan sobre el disco de caucho, y para producir el vacío en ellos se recubren o no — según los casos — con la campana de vidrio. De esta manera se pueden ejecutar los experimentos sobre la transmisión en el vacío, el baroscopio, el aparato rompe-vejigas, el molinete de vacío, la lluvia de mercurio.

Los hemisferios de Magdeburgo no. 181 09 y el tubo no. 181 11a (ver página 56) están provistos de junturas para un tubo de caucho.

180 11 **Platina para bomba de vacío**, enteramente de metal, con tornillo de entrada de aire que se puede montar sobre la juntura de aspiración de una bomba de vacío y recibir el disco de caucho no. 180 36, diámetro de la platina 24 cm. Para usar con el no. 180 36. (Fig. ver página 53.)

180 36 **Disco de caucho** que se coloca sobre la platina, diámetro 24 cm.

180 55 **Campana para las bombas de vacío**, con reborde ancho, esmerilado, altura 210 mm., diámetro 155 mm.

180 56 — altura 250 mm., diámetro 230 mm.

181 01 **Aparato rompe-vejigas**. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

181 03 **Pelota de caucho** con llave que permite mostrar la expansión del aire cuando la presión decrece.

181 05 **Barómetro corto** sobre escala de madera con pie de metal. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

181 07 **Esfera de vidrio con 2 llaves** para mostrar el peso del aire y de los gases. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

181 08 **Aparato para la transmisión del sonido en el vacío**. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)



181 01



181 05



181 07



181 08



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL



181 09

## Mecánica

181 09 **Hemisferios de Magdeburgo** con llave y con asas, de 155 mm. de diámetro. (Fig.)

181 10 **Baroscopio.** (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

181 11a **Tubo para la caída de los cuerpos,** largo de 1 m. (Fig.)

181 12 **Turbina de aire.** (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

181 15 **Tubo de Bourdon para explicar el barómetro aneroide y los manómetros metálicos.** (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

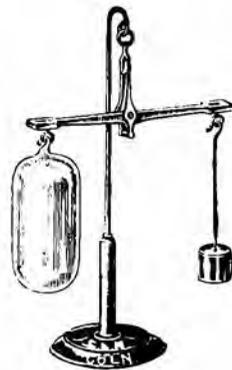
181 16 **Lluvia de mercurio,** para mostrar la porosidad de la madera. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

181 21 **Crióforo** que trabaja según el principio de la máquina congeladora de Carré. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

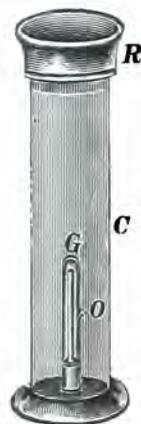
Para todos los experimentos en los cuales se utiliza una bomba de Gaede como compresor, tales como los experimentos sobre tubos sonoros etc. se suplica revisar la sección acústica.



181 11 a



181 10



181 16



181 12



181 15



181 21



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Mecánica

### Experimentos relativos al vacío elevado



Bomba rotativa, modelo Duplex, con motor no. 110 11/13, pieza de unión de vidrio no. 554 02, vacuscopio no. 160 23, pág. 61, tubo de descarga no. 554 11, alimentada por un carrito de inducción no. 521 11, pág. 184.

554 01 **Pieza de unión** de vidrio con conos normales hembras no. 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>, llave de via larga y llave de entrada de aire, que permite montar sobre la bomba aspirante los tubos de descarga no. 554 11 y sig.

554 02 — pero con cono hembra lateral, que permite montar un vacuscopio. (Fig.)

554 11 **Tubo de descarga**, largo 50 cm., con cono macho no. 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>. (Fig.)

554 12 — largo 1 m., con cono macho no. 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>. (Fig.)

Estos tubos de descarga permiten mostrar las formas características de la descarga en el vacío, así como la fluorescencia del vidrio bajo la acción de los rayos catódicos. Si se aproxima un imán al catodo, se desvían los rayos catódicos, y en todas partes donde no tocan ya el vidrio desaparece la fluorescencia.

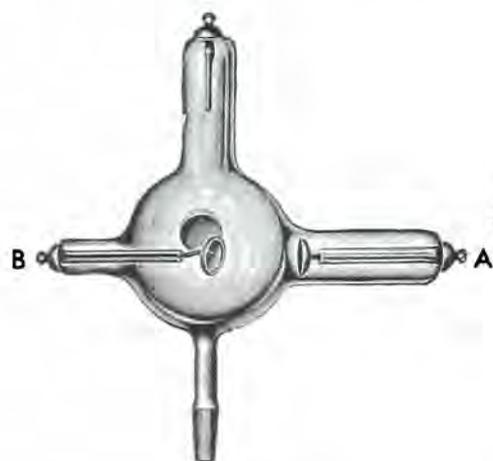
### Forma de la descarga

	Presión en mm. Hg. alrededor	Tiempo necesario en segundos para el tubo no. 55411			
		Bomba Simplex accionada por motor		Bomba Duplex accionada por motor	
		a mano	a mano	a mano	a mano
Aparición de los haces de rayos eléctricos . . . . .	15	3	8	3	8
Descarga incandescente . . . . .	1,5	5	12	5	12
Aparición de la luz estratificada . . . . .	0,1	6	16	6	16
Fluorescencia del vidrio . . . . .	0,01	12	24	9	24
Desaparición de la fluorescencia . . . . .	0,001	—	—	13	30



## Mecánica

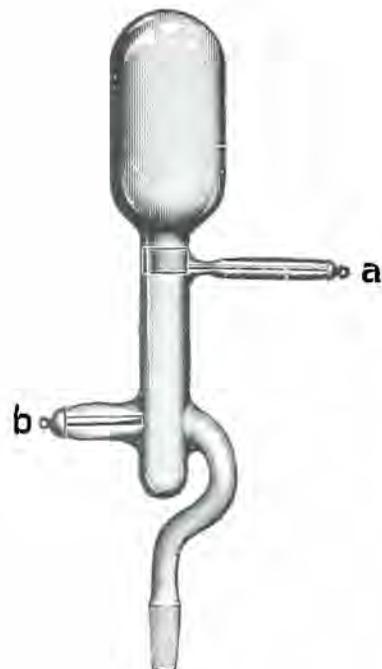
### Experimentos relativos al vacío elevado



554 26

554 26 **Tubo de rayos X**, cabida  $\frac{3}{4}$  de litro, con cono macho no. 1 $\frac{1}{2}$ . (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

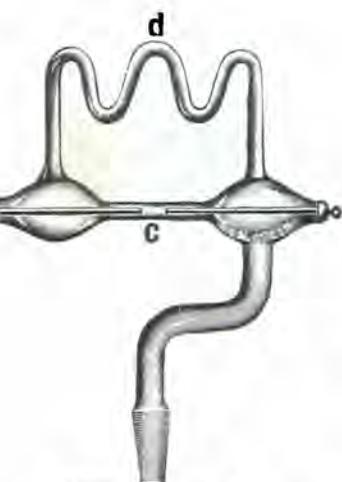
El electrodo opuesto al anticatodo es conectado con el polo negativo del carrete de inducción, el otro electrodo con el polo positivo. El tubo permite obtener, sobre una pantalla fluorescente, no. 555 92, pág. 189, una imagen radioscópica del brazo o de la mano. La emisión de rayos X alcanza su máximo de intensidad cuando la fluorescencia del vidrio es muy intensa. La regulación se efectúa mediante una válvula, no. 110 21, pág. 61.



554 31

554 31 **Tubo de rayos canales**, con rodaje macho no. 1 $\frac{1}{2}$ . (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

Los dos electrodos a y b son conectados, respectivamente, con el polo negativo y el polo positivo de un carrete de inducción. Para un vacío determinado se apercibe encima de a una coloración rosa debida a los rayos canales.



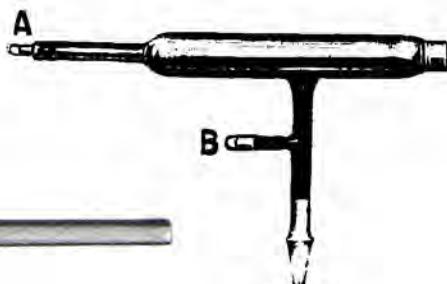
554 36, pág. 59.

554 32 **Tubo de Lenard**, conteniendo una pantalla fluorescente y una ventanilla de aluminio, con cono macho no. 1 $\frac{1}{2}$ . (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

El cátodo A se conecta con el polo negativo de un carrete de inducción y el electrodo B con el ánodo. Una hoja de aluminio colocada sobre un soporte en forma de tamiz permite el paso de los rayos catódicos del vacío al aire exterior. La emisión de rayos Lenard es suficientemente intensa para iluminar una pantalla fluorescente.

554 33 **Tubo de descarga de Gaede**, que permite poner en evidencia la carga negativa de los rayos catódicos, con cono macho no. 1 $\frac{1}{2}$ . (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

El electrodo a y el electrodo b son conectados, respectivamente, con el polo negativo y el polo positivo de un carrete de inducción. El electrodo b, de forma tubular, rodea el electrodo c que es, igualmente, tubular. El electrodo c está protegido, mediante una retícula situada en el interior del electrodo b, contra las cargas electrostáticas que nacen en el interior del tubo. Los electrodos contienen, además, dos puntas que forman un espinterómetro. Cuando se hace el vacío en el tubo, los rayos catódicos atraviesan las mallas de la retícula y llevan el electrodo c a un potencial suficientemente elevado, con respecto al potencial de b, para que puedan saltar al exterior, en f, pequeñas chispas brillantes y muy visibles.



554 32



554 33



## Mecánica

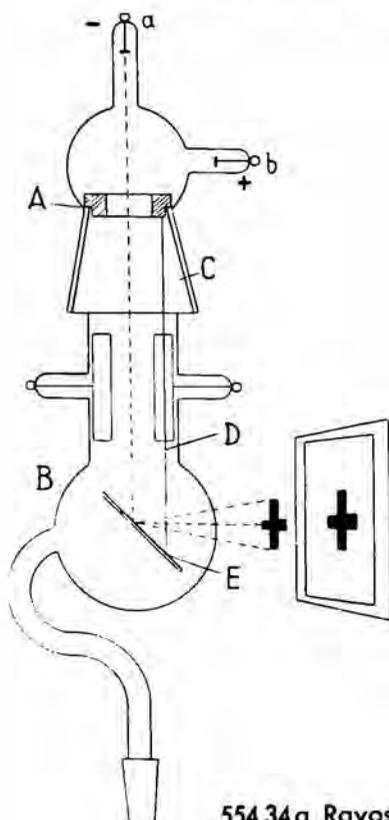
### Experimentos relativos al vacío elevado

554 36 **Tubo de Hittorf** con brazo corto y largo, con cono macho no. 1 $\frac{1}{2}$ . (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural, página 58.)

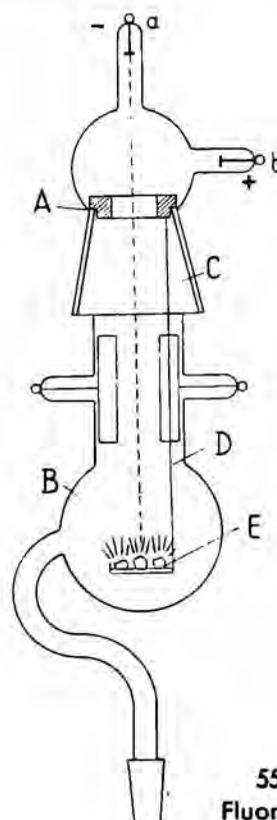
Los electrodos se conectan con un carrete de inducción. Al hacer el vacío en el tubo, empieza a producirse la descarga en el espacio c. Elevando el vacío, la descarga cesa de pasar en c para atravesar el tubo d, aunque éste sea más largo. En efecto, a consecuencia del alargamiento del espacio oscuro, la resistencia del tubo d se vuelve menos grande que la del espacio c.

554 34 **Tubo universal de Gaede** con sus accesorios: montura, platillo, pantallas, etc., que permite toda una serie de demostraciones relativas a los rayos catódicos. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.) Las dos partes del tubo están juntadas mediante un cono C. El catodo A y el electrodo B se conectan, respectivamente, con el polo negativo y con el polo positivo de un carrete de inducción. Este tubo permite mostrar las propiedades siguientes de los rayos catódicos:

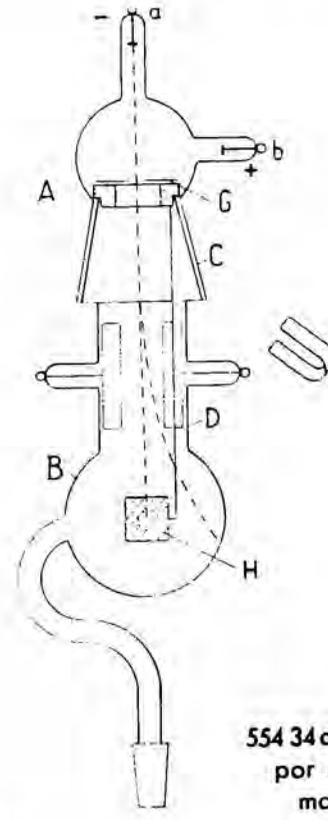
- Rayos X.** Se atornilla en el soporte constituido por el anillo A y la barrita D, el platillo de aluminio E inclinándolo en 45° sobre la vertical, cuidándose, previamente, de introducir en él la pequeña arandela de platino. Este dispositivo permite obtener un haz de rayos X suficiente para mostrar en radioscopia los huesos de la mano. Se puede reemplazar el anticatodo de platino por una pieza de moneda.
- Fluorescencia.** Atornillase en posición horizontal el platillo E sobre la barrita D, disponiendo en él las sustancias fluorescentes.
- Permeabilidad del aluminio a los rayos catódicos.** Se coloca sobre el anillo A un diafragma provisto de tres pies y de una abertura. Todo se monta en C. Se pega una hoja de aluminio sobre el diafragma. Los rayos catódicos atraviesan la hoja de aluminio provocando la fluorescencia de la substancia puesta en el platillo. (Es preferible utilizar un trozo de espato.) Para evitar la fusión de la hoja de aluminio se recomienda intercalar en el circuito secundario del carrete de inducción la resistencia de agua no. 554 35, pág. 60, utilizando sus bornas o y q.
- Desviación por un campo magnético.** Se reemplaza el soporte de la hoja de aluminio pegada, por un diafragma G en el cual hay una pequeña abertura. Fijase en D la pantalla fluorescente H, inclinada en 45° sobre la vertical. Los rayos catódicos forman sobre esta pantalla una mancha con los contornos muy claros que se mueve al acercar un imán a C.



554 34a Rayos X.



554 34b  
Fluorescencia.

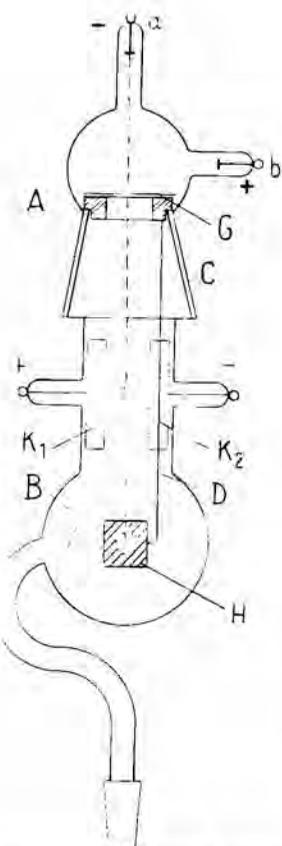


554 34d Desviación  
por un campo  
magnético.

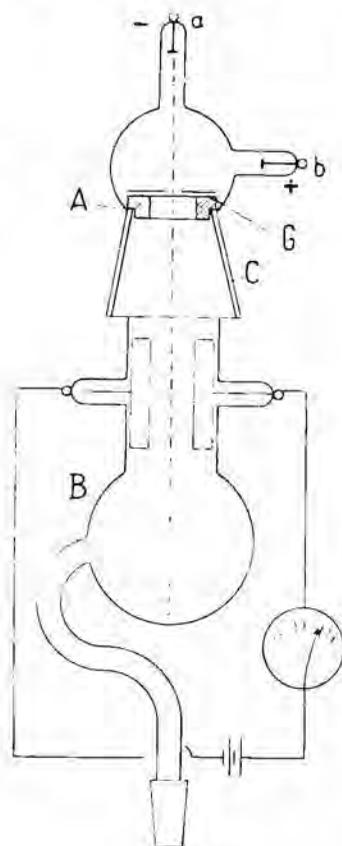


## Mecánica

### Experimentos relativos al vacío intenso

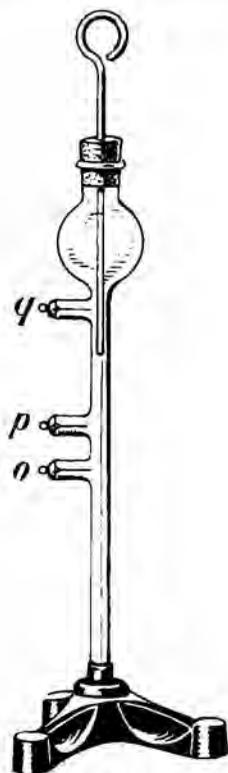


554 34e Desviación por un campo magnético.



554 34f Ionización.

- e) **Desviación por un campo eléctrico.** El mismo montaje como para el experimento d. Estableciendo entre las armaduras  $K_1$  y  $K_2$  del condensador situado en el interior del tubo una diferencia de potencial suficiente, se moverá la mancha fluorescente sobre la pantalla. Pero si se aproxima exteriormente un bastón electrizado, el haz catódico no sufre ninguna desviación, porque el gas situado en el interior del tubo es ionizado y, por lo tanto, conductor. La alta tensión necesaria para la realización de este experimento es suministrada cómodamente por el aparato no. 55435 utilizando el esquema indicado. Al introducir la barrita de vidrio la resistencia entre o y q crece y, por consiguiente, decrece la diferencia de potencial entre p y o (conectadas con  $K_1$  y  $K_2$ ). Así disminuye la amplitud de la desviación del haz catódico quedando adaptada a las necesidades de la demostración.
- f) **Ionización.** Se coloca el soporte en C después de haberlo provisto de un diafragma. Los rayos catódicos que nacen en a ionizan el aire situado en el espacio comprendido entre las armaduras  $K_1$  y  $K_2$ . Poniendo  $K_1$  y  $K_2$  en serie con una fuente de corriente y un galvanómetro de espejo, se comprueba que el galvanómetro se desvía tan pronto como los rayos catódicos penetran en B. La intensidad de la corriente de ionización puede alcanzar alrededor de  $1 \times 10^{-5}$  de amperio utilizando una batería de acumuladores. Si se impide que los rayos catódicos penetren en B, desviando el haz mediante un imán, acercado en A, el galvanómetro vuelve al cero. Este montaje permite una excelente demostración de la „corriente de saturación“.
- g) **Acciones caloríficas.** Fijase en la barrita D una pantalla inclinada en  $45^\circ$  sobre la vertical, pintada de color sensible al calor. El montaje es el mismo como para el experimento no. 55434d. El calentamiento producido por los rayos catódicos modifica el color de la pantalla haciéndolo pasar del rojo al marrón oscuro. Una vez efectuada esta transformación, es indispensable cortar la corriente de la bobina de inducción para no deteriorar la pantalla.



554 35

554 35 **Resistencia de agua regulable con tres electrodos**, utilizable con el tubo no. 554 34. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

Llénase la resistencia con una solución de 0,01 gr. de sal común en un litro de agua. Puede ser utilizada como resistencia de choque como en no. 554 34c o montada en paralela como en no. 554 34e, para la desviación electrostática de los rayos catódicos.

Para el experimento no. 554 34c se conecta uno de los polos del carrete de chispa con la borna o de la resistencia y el otro polo con el tubo de descarga. El segundo electrodo del tubo de descarga es conectado con la borna q de la resistencia.

Para el experimento no. 554 34e los dos polos del carrete de inducción se conectan con los electrodos a y b del tubo de descarga. Luego se conecta el cátodo del carrete con la borna q, y el ánodo con la borna o de la resistencia. Finalmente, se conectan p con la armadura  $K_1$  y o con la armadura  $K_2$ .

554 41 **Tripode con cono hembra no. 1 $\frac{1}{2}$**  y secadero para conservar los tubos al abrigo de la humedad. Los tubos húmedos necesitan, en efecto, una evacuación de más larga duración.



## Mecánica

### Aparatos para medir el vacío

El manómetro no. 160 11 permite hacer mediciones de vacío entre 100 y 1 mm. Hg.

Para las presiones comprendidas entre 35 y 0,01 mm. Hg. se utiliza el vacuscopio de Gaede no. 160 23.

El vacuscopio se compone de un recipiente que contiene 10 a 15 cm<sup>3</sup> de mercurio, de un barómetro reducido i y de un manómetro de compresión c. Al invertir el aparato el mercurio llena o el barómetro reducido o el manómetro de compresión. Durante la medición efectuada con el manómetro de compresión los gases que se encontraban en c y d son comprimidos en d, pero de modo insuficiente para producir la condensación de los vapores que podrían encontrarse mezclados en ellos. El vacuscopio permite efectuar mediciones de vacío entre 50 y 2 mm. por medio del barómetro reducido, y entre 4 y 0,01 mm. por medio del manómetro de compresión. Está provisto de un rodaje que permite montarlo en la pieza de unión no. 554 02, pág. 57. El manejo de un vacuscopio es muy sencillo: Basta hacer girar el vacuscopio en el rodaje para efectuar una medición del vacío. Un vacuscopio permite seguir perfectamente los fenómenos de descarga en el vacío. Para ello se monta la pieza de unión no. 554 02 en la bomba, colocando el vacuscopio no. 160 23 ó 160 24 sobre el cono lateral. El tubo de descarga se introduce en el cono superior de la pieza de unión. Haciendo el vacío en el tubo de descarga se ve aparecer, sucesivamente, los diferentes fenómenos de la descarga en el orden conocido (ver página 57). En cada aparición de un nuevo fenómeno se cierra la llave de la pieza de unión no. 554 02, pág. 57 y se mide la presión con el vacuscopio.

160 11 **Manómetro de Bennert**, con escala móvil, esfera de medida: 1—100 mm. Hg.

160 21 **Vacuscopio**, con barómetro reducido, construcción «A» con conexión para tubo de goma, para medidas de presión de 35 a 0,01 mm. Hg. aprox. (Fig.)

160 22 — construcción «B», con conexión para tubo de goma, para medidas de presión de 80 a 0,05 mm. Hg. (Fig.)

160 23 — construcción «C», con cono normal macho no. 1, para medidas de presión de 35 a 0,01 mm. Hg. aprox. (Fig.)

160 24 — construcción «D», con cono normal macho no. 1, para medir presiones comprendidas entre 80 y 0,05 mm. Hg. Un rodaje hembra no. 1 se suministra gratuitamente con cada vacuscopio no. 160 23 ó 160 24. (Fig.)

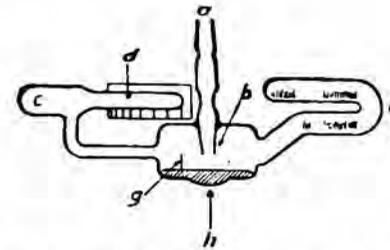
### Válvulas de regulación

Pueden colocarse sobre los tubos de aspiración de las bombas válvulas de regulación calibradas que hacen penetrar al aparato aire o otros gases por un orificio micrométricamente regulable, así permitiendo la regulación de cualquier presión deseada entre el vacío preliminar y el vacío final. La regulación se efectúa por medio de una rueda a mano con indicador que permite observar la presión regulizada en un disco con marcos.

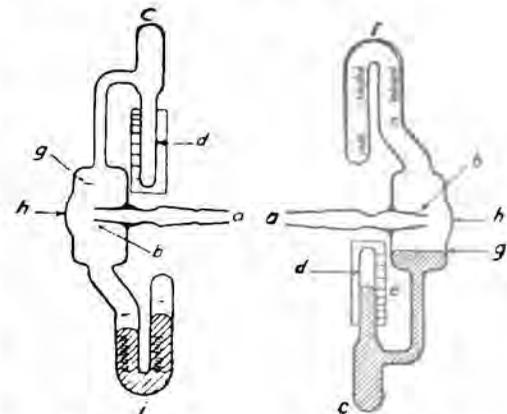
102 21 **Válvula de regulación** para las bombas, modelo I, para la regulación de cualquier vacío deseado entre el vacío final y 10 mm. (Fig. 1/3 del tamaño natural.)

104 31 — para la bomba Simplex, modelo IV.

110 21 — para la bomba Duplex, modelo V.



Vacuscopio antes de la medición.



Vacuscopio sirviendo de barómetro reducido. Vacuscopio sirviendo de manómetro de compresión.  
160 21—160 24



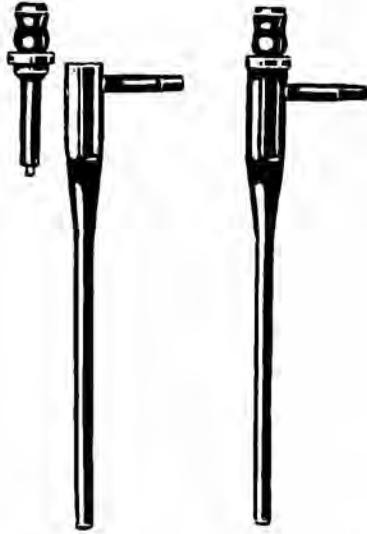
160 11



102 21



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL



Trompa a chorro de agua de metal no. 152 20.

## Mecánica

### Trampas a chorro de agua

#### Trompas a chorro de agua de vidrio

- 152 01 **Trompa a chorro de agua** de vidrio.
- 152 02 — con placa de retención.
- 152 03 — con placa de retención y llave.

#### Trompas a chorro de agua de metal

Están inquebrantables y se limpian fácilmente.

Vacío final: normalmente 12 mm., igual presión de saturación del vapor de agua a una temperatura del agua de 15 grados C.

Capacidad aspiratoria: 350 l/hora a la presión de agua de 2 atm., 650 l/hora a la presión de agua de 4 atm.

Presión mínima necesaria en la cañería de agua: 1 atm.

- 152 20 **Trompa a chorro de agua de metal** con conexión para tubo de goma.
- 152 21 — con conexión de rosca de paso de gas  $3/4''$  apropiada para llave de agua con rosca  $1/2''$ .
- 152 22 — con rosca de conexión como no. 152 21, con placa de retención.
- 152 23 — con rosca de conexión, manómetro y placa de retención.
- 152 40 **Acoplamiento** para la colocación de la trompa a chorro de agua no. 152 20 en cada llave de agua normal.  
El acoplamiento se pase sobre la salida de la llave fijándolo con una cadena. La presión del agua comprime un anillo de goma para el cierre completo.

### Accesorios para trabajos con el vacío elevado

- 170 32 **Cono normal hembra no. 1 $1/2$ .**
- 170 33 — encorvado en 90°, con aceituna.
- 172 02 **Tubo de goma para vacío**, diámetro interior 7 mm., exterior 17 mm.
- 172 03 — diámetro interior 10 mm., exterior 20 mm.
- 177 01 **Aceite especial** para rellenar las bombas neumáticas rotativas a aceite, por kg. incl. aceitera.
- 177 31 **Grasa Ramsay**, gruesa, para enchufes, 10 gr.
- 177 41 — blanda, para llaves, 10 gr.



## Calor

A pesar de la gran cantidad de fenómenos caloríficos y un conocimiento más profundo de algunos de ellos, los métodos de enseñanza han variado poco.

Solamente existen algunas novedades en el dominio técnico de la termo-dinámica en la que se crean poco a poco métodos y aparatos apropiados, pero los cuales salen, evidentemente, del cuadro de la enseñanza en las escuelas.

Nos hemos limitado, por tanto, a perfeccionar los aparatos usuales o a suprimir aquellos cuya realización ya no corresponda a las exigencias modernas.

### Expansión

381 01 **Esfera de metal con una anilla** para mostrar la dilatación de los sólidos por el calor.  
(Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)



381 01

381 16 **Aparato de Tyndall** que muestra que una masa metálica calentada puede ejercer, cuando se contrae al enfriarse, una fuerza mecánica muy elevada; con 12 tuercas de hierro fundido. La rotura necesita una fuerza de 560 kg. aproximadamente. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)



381 16 con 381 18

381 18 **Mechero de gas**, para el anterior, para poder calentar la varilla cuadrada de hierro, sin tener que separarla del soporte. Este mechero es también muy práctico para calentar las varillas del pirómetro no. 381 21 y 381 22.  
(Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)



381 21

381 17 **Vigueta de repuesto**, para el no. 381 16.

381 21 **Pirómetro de palanca**, de forma sencilla, con una varilla de hierro.  
(Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)

381 22 — con 3 varillas (hierro, latón y zinc).

Para calentar las varillas de estos pirómetros de palanca, se recomienda el mechero de gas no. 381 18.

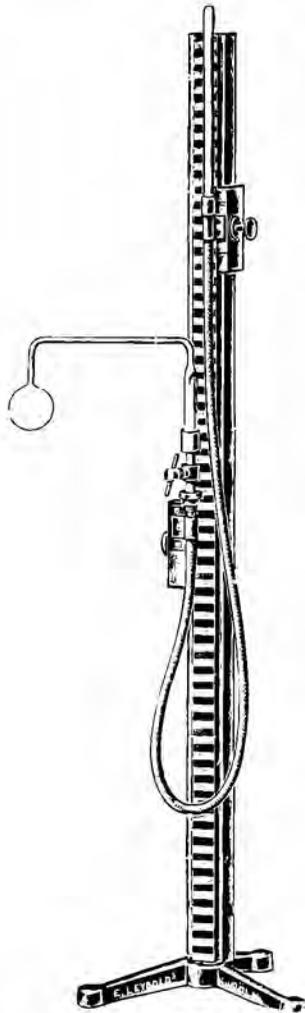
381 24 — con tubos de hierro, latón, aluminio y vidrio para ser calentado por vapor de agua.  
(Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural.)



381 24



## Calor Expansión



381 61

381 32 **Cintas formadas** por 2 metales que se encorvan calentando o enfriando.

(Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

381 47 **Aparato para el máximo de densidad del agua**, con 2 termómetros y con vasija para enfriar con hielo. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)

381 51 **Esfera de vidrio con cuello alargado**, para demostrar la dilatación del aire por el calor. Sin vaso ni mechero. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

381 61 **Termómetro de aire** sobre soporte de madera, con escala pintada dividida en cm., llave de acero y depósito de aire desmontable.

(Fig.  $\frac{1}{12}$  del tamaño natural.)



381 51



381 32



381 47



## Calor

### Termometria

382 02 **Termómetro de aire y de agua, con escala.** (Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural.)

382 04 **Matraz de vidrio para la dilatación de cuerpos.**  
(Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

La esfera está llena de petróleo teñido con rojo.

382 15 **Dilatómetro de Regnault.** (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

382 23 **Tubo termométrico con un ensanchamiento en la parte superior, para poder llenarlo.** Sirve para mostrar a los alumnos como se prepara un termómetro ordinario. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

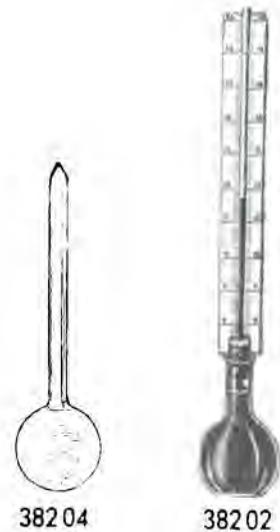
382 24 — lleno de mercurio, con una franja de vidrio blanco en la pared posterior y con el  $0^{\circ}$  y  $100^{\circ}$  C. indicados.

382 25 — lleno de mercurio, sobre placa de vidrio aporcelanado, sin graduación, de 30 cm. de largo. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

Los puntos de congelación y de ebullición pueden determinarse y marcarse sobre la placa de vidrio.

382 32 **Aparato para determinar el punto de ebullición en los termómetros de Regnault, compuesto de una vasija de latón de dobles paredes; con tubos termométricos llenos, manómetro y trípode, pero sin mechero.**  
(Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural.)

382 37 **Aparato para determinar el punto de congelación en los termómetros.** Vasija de vidrio con llave y con un tubo termométrico lleno.  
(Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural.)



382 04

382 02



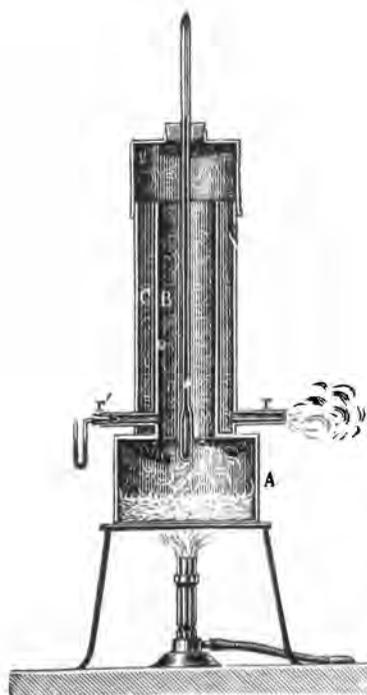
382 15



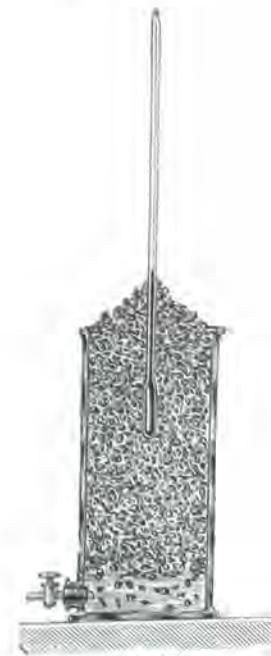
382 23



382 25



382 32



382 37



## Calor

### Termometría

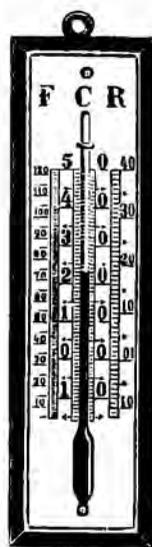
- 382 41 **Termómetro para demostraciones**, de 50 cm. de largo, con escala en color de  $-60^{\circ}$  a  $+160^{\circ}$  C. dividida de  $10^{\circ}$  en  $10^{\circ}$ . (Fig.)
- 382 51 **Termómetro graduado según Fahrenheit, Celsius y Réaumur**, sobre madera, con escala de vidrio aporcelanado. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)
- 382 54 **Termómetro para habitaciones**, con escala de vidrio aporcelanado, biselado, sobre tabla barnizada de 20 cm. de largo, con depósito cilíndrico. (Fig.)
- 382 55 **Termómetro para ventana**, colocado dentro de un tubo de vidrio, con escala de vidrio aporcelanado, armadura niquelada, para atornillarlo al marco de la ventana. Largo 25 cm. (Fig.)

**Termómetros cilíndricos** para usos corrientes en las escuelas, con divisiones muy visibles en grados, sobre vidrio aporcelanado, diámetro exterior 25 mm. En la parte superior llevan una caperuza metálica para colgarlo. (Fig.)

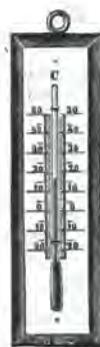
no.	382 56	382 57	382 58
hasta	$100^{\circ}$	$150^{\circ}$	$360^{\circ}$ C.



382 41



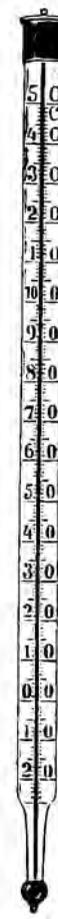
382 51



382 54



382 55



382 57



## Calor

### Termometría · Meteorología

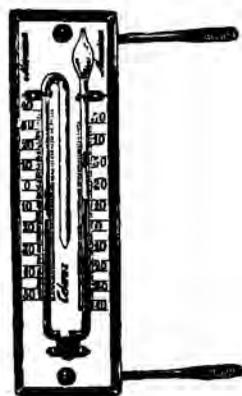
- 382 67 **Termómetro de varilla**, para experiencias corrientes, de  $-30^{\circ}$  a  $+130^{\circ}$  C., dividido en grados.
- 382 68 — de  $0^{\circ}$  a  $+100^{\circ}$  C. dividido en  $1/10^{\circ}$ , sobre escala de vidrio aporcelanado.
- 382 69 — con la parte no graduada de 6 cm., de  $-5^{\circ}$  a  $+100^{\circ}$  C., dividido en  $1/5^{\circ}$ , sobre escala de vidrio aporcelanado. (Fig.  $1/4$  del tamaño natural.)
- 382 70 — con escala de  $-20^{\circ}$  a  $+50^{\circ}$  C. dividido en  $1/5^{\circ}$ .
- 382 82 **Termómetro para mezclas frigoríficas**, escala de  $-200^{\circ}$  a  $+30^{\circ}$  Celsius dividido en grados, sobre vidrio aporcelanado, lleno de pentano.
- 382 83 — dispuesto para proyecciones. (Fig.  $1/3$  del tamaño natural.)



382 69

### Meteorología

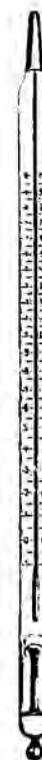
- 383 18 **Termómetro de máxima y mínima de Six**, con una varilla de acero envuelta en un estuche de vidrio, que puede colocarse mediante un imán que acompaña el aparato. (Fig.  $1/5$  del tamaño natural.)
- 383 19 — sobre una placa de vidrio mate, con brazos de latón para fijarlo. (Fig.  $1/5$  del tamaño natural.)



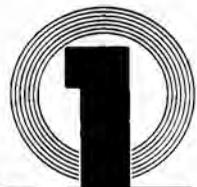
383 19



383 18



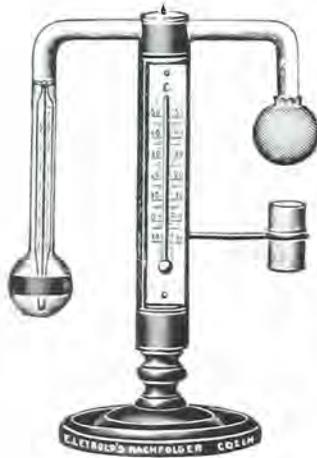
382 83



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Calor

### Meteorología



383 32

383 32 **Higrómetro de Daniell para determinar el punto de rocío, con anillo dorado.** (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

383 33 — con aspirador sencillo. (Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural.)

383 36 **Higrómetro de cabello, de Saussure.** Con termómetro y montura de madera. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)



383 33

383 40 **Polímetro, una combinación de un termómetro con un higrómetro.** (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

El aparato indica:

- 1° La temperatura.
- 2° La humedad relativa.
- 3° La tensión máxima de vapor.
- 4° El contenido máximo en vapor de agua de un metro cúbico de aire.
- 5° El número de grados.
- 6° El punto de rocío.
- 7° La tensión de vapor verdadera.

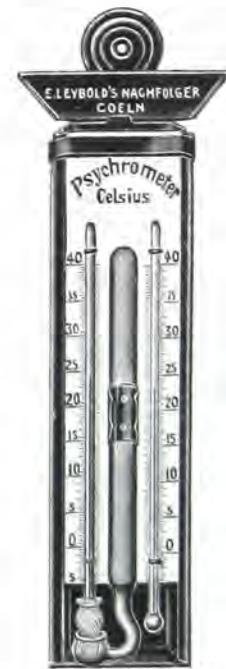
383 42 **Psicrómetro en garita de metal.** (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)



383 36



383 40



383 42



## Calor

### Calor específico · Calorimetría

384 01 **Aparato para comprobar la diferencia en el calor específico de los metales**, según Tyndall. Compuesto de un pie de metal, una placa de cera, un molde y 5 bolas de diferentes metales.

(Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

384 11 **Calorímetro** de Lavoisier y Laplace. Altura 50 cm., diámetro 15 cm. (Fig.)

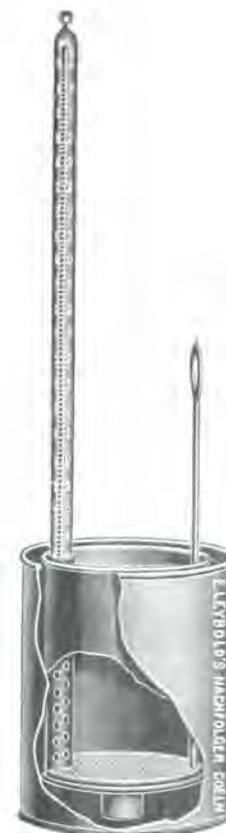
384 16 **Calorímetro de agua** de dobles paredes, con agitador y termómetro. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

384 17 **Dispositivo para la determinación del calor de vaporización del agua**, a usarse junto con el calorímetro no. 384 16. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

384 34 **Aparato de calefacción**. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

384 35 **Perdigones de cobre**, 200 gr.

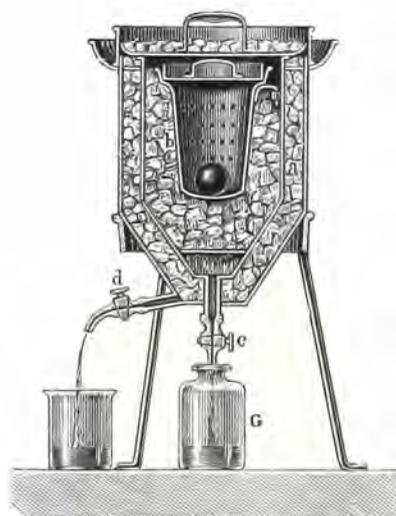
384 36 **Bolas de vidrio pequeñas**, 100 gr.



38416



384 17



384 11



384 01

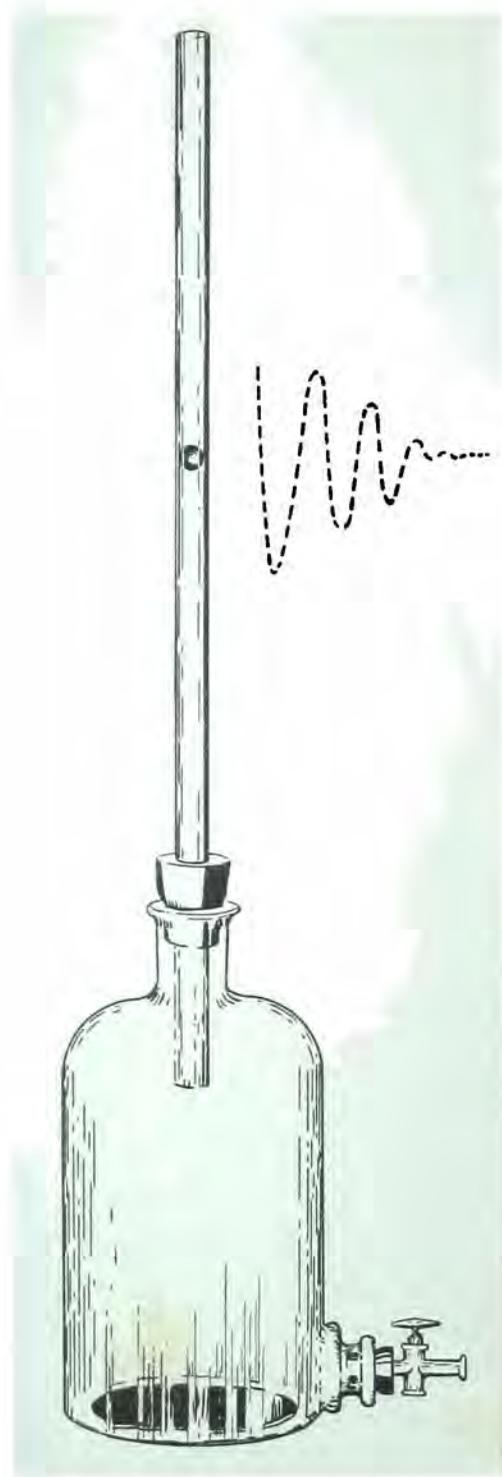


38434



## Calor

### Cambios de estado



371 04

371 04 **Aparato para la determinación de la relación de los calores específicos de los gases ( $\frac{C_p}{C_v}$ ).**

(Método nuevo de Rüchardt.)

(Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

La parte esencial de este aparato está constituida por un tubo de vidrio cuyo diámetro está calibrado exactamente a  $16,03 \pm 0,01$  mm. Una bola de acero de precisión de 16,00 mm. de diámetro puede pues deslizarse al interior del tubo y, a pesar de ello, constituir un cierre casi estanco. Este tubo va colocado por intermedio de un tapón sobre un frasco de vidrio que lleva en su parte inferior una llave de vidrio para permitir la introducción de diversos gases al interior del frasco. Al dejarse caer la bola en el tubo de vidrio efectúa oscilaciones de manera que el gas se comprime y expande adiabáticamente, en razón de la rapidez de las oscilaciones. Es sabido que para tales fenómenos se aplica la fórmula  $pV^k = \text{const.}$ , en la cual  $k$  representa la razón  $\frac{C_p}{C_v}$ .

En las instrucciones para el uso, que acompañan a cada aparato, se encuentra explicada una fórmula detalladamente, permitiendo así la determinación fácil de la razón  $\frac{C_p}{C_v}$ , en función de la masa de la bola, del volumen del frasco, del diámetro del tubo, de la presión reinante al interior del tubo y del período de oscilaciones. Este último debe ser determinado con precisión por medio de un cronómetro.

La ejecución de la experiencia es tan simple como el aparato mismo.

371 05 **Tubo de vidrio calibrado, solo, con una bola de acero.**



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Calor

### Cambios de estado

#### Vaporización

- 385 02 **Aparato para medir la fuerza elástica de diversos vapores**, con tres tubos barométricos graduados, con una cuba de mercurio común. Los tubos están provistos de llaves goteras, el conjunto va sobre un soporte de hierro. (Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural.)
- 385 06 **Martillo de agua y pulsómetro** de Franklin, para mostrar la ebullición en el vacío. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)  
El aparato está lleno de alcohol teñido de rojo, y antes de cerrarlo se expulsa el aire por los vapores de alcohol.
- 385 13 **Marmita de Papin**, con válvula de seguridad; el lastrado se hace corriendo la pesa á lo largo del brazo de palanca; con termómetro hasta  $250^{\circ}$ , colocado en un tubo de hierro lleno de mercurio; con manómetro. (Fig.  $\frac{1}{9}$  del tamaño natural.)
- 385 27 **Aparato de Dumas para determinar densidades de vapor**, compuesto de un alambre con dos aros y un matraz de vidrio con el cuello estirado en punta. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)
- 385 28 **Matraces** para el anterior.



385 02



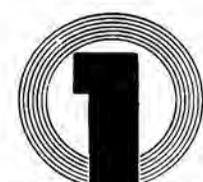
385 13



385 27



385 06



## Calor

### Cambios de estado



385 36



385 75

385 36 **Aparato para determinar densidades de vapor**, de Victor Meyer. Con cubeta y campana graduada. (Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural.)

385 37 **Frasquitos para la sustancia con tapón esmerilado** para el no. 385 36.

385 46 **Vaso de cobre para el experimento de Leidenfrost**. Diámetro de 50 mm. (Fig.)

385 57 **Martillo de agua** de Weinhold, utilizable además para demostrar la sobreebullición. (Fig.  $\frac{1}{9}$  del tamaño natural.)

385 75 **Aparato de compresión** (prensa de Andrews) para hacer visible por proyección, la condensación en gotas de un gas comprimido. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

385 76 **Tubo con anhídrido sulfuroso**, para mostrar los fenómenos de la temperatura crítica. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

385 86 **Tubo de vidrio con anhídrido carbónico**; en estuche, conteniendo una cantidad tal de anhídrido carbónico, que el tubo parece vacío a la temperatura ordinaria y solo aparece líquido al enfriar.

385 88 — lleno hasta la mitad con anhídrido líquido a la temperatura ordinaria. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

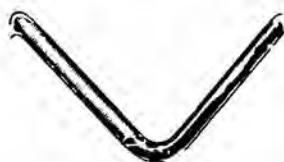
Los fenómenos en la proximidad del punto crítico pueden ser hechos fácilmente comprensibles por proyección a un círculo grande de auditores.



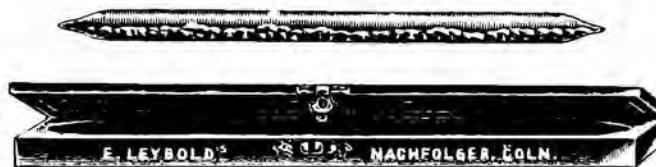
385 76



385 46



385 57



385 88



## Calor

### Cambios de estado

386 15 **Frasco de paredes dobles para conservar el aire liquido**, con pie de metal, largo 300 mm., diámetro interior 42 mm. (Fig.)



386 15

386 55 **Frasco de dobles paredes**, con pie de metal, capacidad 1000 cm.<sup>3</sup>. (Fig.)

386 95 **Copa de doble pared**, con pie de vidrio, diámetro exterior 100 mm. (Fig.)



386 95

387 01 **Globo para la conservación de aire liquido**, capacidad 2 litros, con cesta de hilo.

387 22 **Bolsa de paño**, para obtener el carbónico sólido. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)



387 22



386 55



## Calor

### Cambios de estado



387 51

387 51 **Termómetro de congelación**, para mostrar el retraso en la congelación del agua enfriada por bajo de  $0^{\circ}$ . (Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural.)

387 61 **Granada de hierro colado**, que estalla por el aumento de volumen experimentado por el agua al congelarse. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

387 62 — sin tapón (Granada de repuesto para el no. 387 61).

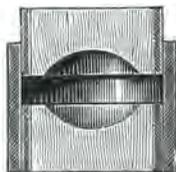
387 67 **Molde para la congelación del hielo** mediante una prensa hidráulica, según Faraday, en forma de lenteja. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

387 78 **Metal de Wood**. Punto de fusión  $+65^{\circ}$  C. En varillas; 50 gr.

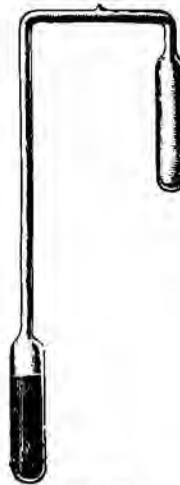
391 44 **Crióforo de Wollaston**. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)



387 61



387 67



391 44



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Calor

391 01 **Termoscopio doble de Looser**, utilizable para numerosas experiencias acerca del calórico, y como manómetro sensible en muchos otros ensayos. Las oscilaciones se ven muy claramente desde los dos lados del aparato, de modo que el profesor y los alumnos pueden ver simultáneamente el ascenso o descenso de las dos columnas líquidas y leer la diferencia de altura sobre la escala en medios cm. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.) Precio sin las vasijas a y n.

391 06 **Accesorios generales** para el termoscopio no. 391 01, comprendiendo los nos. 391 07 a 391 15. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

391 07 2 receptores pequeños esmerilados (i).

391 08 2 receptores grandes horizontales (k).

391 09 2 receptores grandes verticales (l).

391 10 2 cápsulas de dobles paredes, divididas en  $\text{cm}^3$  (a).

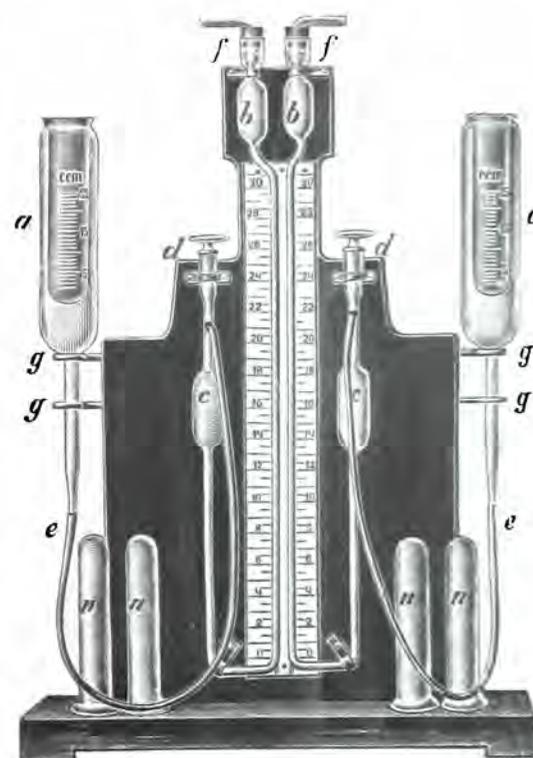
391 11 2 tablillas de madera (m).

391 12 4 tubos de vidrio (n).

391 13 2 vasos (p).

391 14 1 limpiador (q).

391 15 1 frasco (r) con líquido azul para los indicadores.



391 01 con 391 10 y 391 12



391 07—391 09, 391 11 y 391 13—391 15

## Calor



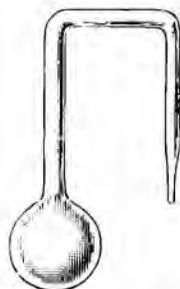
391 23



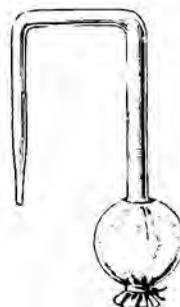
391 34



391 46



391 45 A



391 45 B



391 47

- 391 21 **Dilatación de los cuerpos**, comprendiendo los nos. 391 22 y 391 23.  
 391 22 2 cápsulas taradas con perdigones.  
 391 23 1 campana grande con 3 orificios laterales y con dos esferas de vidrio (t). (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)  
 391 26 **Conductibilidad calorífica**, comprendiendo los nos. 391 27 a 391 35.  
 391 27 3 varillas (2 de cobre y 1 de hierro) dobladas en ángulo recto.  
 391 28 2 vasos de cinc para colocarlos en los receptores.  
 391 29 2 placas de madera, cortadas perpendicularmente y paralelamente a las fibras.  
 391 30 1 placa de mármol.  
 391 31 3 placas metálicas (cobre, hierro y plomo).  
 391 32 2 cápsulas para mostrar la diferencia de conductibilidad calorífica en los líquidos.  
 391 33 2 cápsulas para la misma experiencia en los gases.  
 391 34 2 receptores, uno con aire y el otro vacío, sujetos a una tabla mediante corchos. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)  
 391 35 2 placas de cuarzo cortadas perpendicularmente y paralelamente al eje óptico.  
 391 41 **Variaciones del calor por los cambios de estado**, comprendiendo los nos. 391 42 a 391 47.  
 391 42 2 cápsulas; una con esperma de ballena, la otra con cera.  
 391 43 1 tubo para la producción del hielo por enfriamiento con éter, evaporado en una corriente de gas del alumbrado.  
 391 44 1 crióforo. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural, página 74.)  
 391 45 2 tubos con esferas terminales, una de ellas recubierta por un pedazo de lienzo. (Fig. A y B  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)  
 391 46 2 martillos de agua, uno lleno de alcohol y el otro de éter. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)  
 391 47 Aparato para el punto de ebullición de los vapores procedentes de soluciones salinas. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

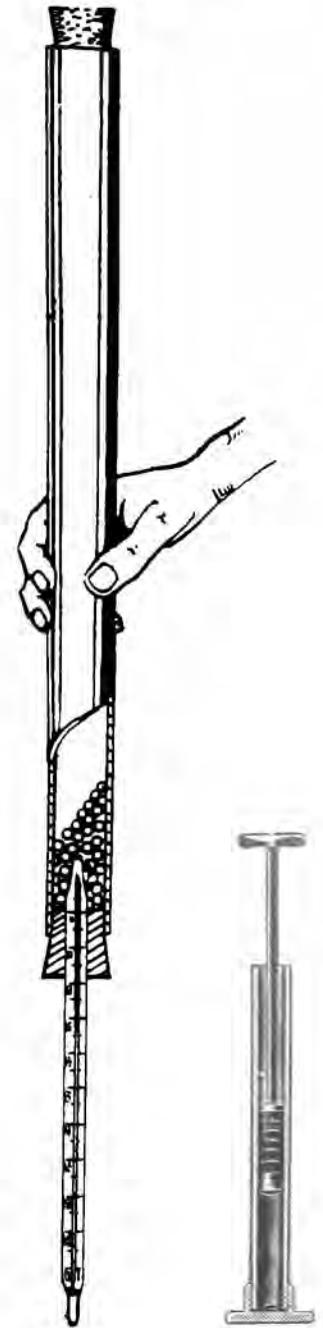


# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Calor

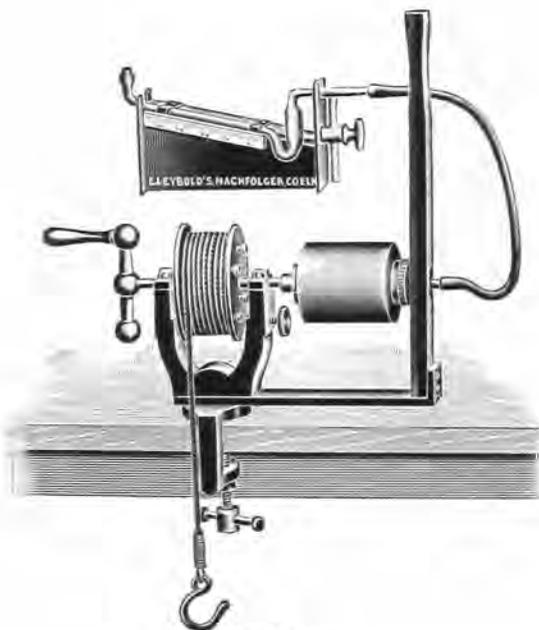
### Calor y Trabajo

- 347 78 **Aparato de Tyndall para mostrar la producción de calor por rozamiento.** Adaptable a nuestra máquina centrífuga. (Véase también, página 20.)
- 388 02 **Encendedor neumático, de metal.** (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)
- 388 09 **Aparato para determinar el equivalente mecánico del calor.** (Fig.  $\frac{1}{9}$  del tamaño natural.)  
Una pesa que cae hace girar un cilindro de madera; el trabajo mecánico viene dado por el producto fuerza  $\times$  camino recorrido. El cilindro de madera va unido a un cono hueco de cobre, que gira dentro de un cilindro de madera provisto de una oquedad cónica; el interior de aquel está en comunicación con un manómetro.
- 388 10 **Tubo de Whiting, con dos tapones de corcho, termómetro y 2 kgs. de granallas de plomo.** (Fig.)  
El tubo, de 1 m. de largo, es girado cincuenta o cien veces de manera que en cada movimiento las granallas de plomo caen 1 metro.  
El calentamiento de las granallas de plomo se mide por medio del termómetro, y el calor específico del plomo se determina en el calorímetro. Resulta así la cantidad de calor producida, el consumo de energía puede ser calculado directamente. Una exactitud de algunos por cientos puede ser fácilmente alcanzada.
- 388 16 **Aparato para mostrar la acción de los vapores, todo de vidrio, pero sin lámpara y mango.** (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)
- 388 20 **Bola de Heron que gira por la acción del vapor; de vidrio, sobre soporte.** (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)



388 10

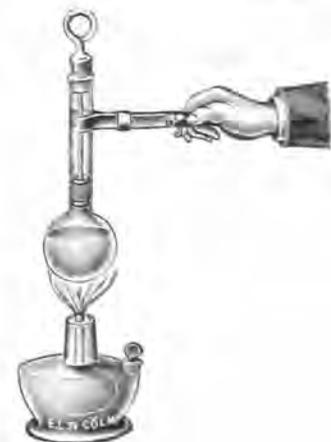
388 02



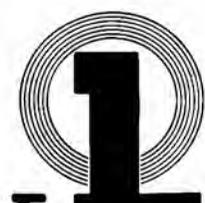
388 09



388 20



388 16

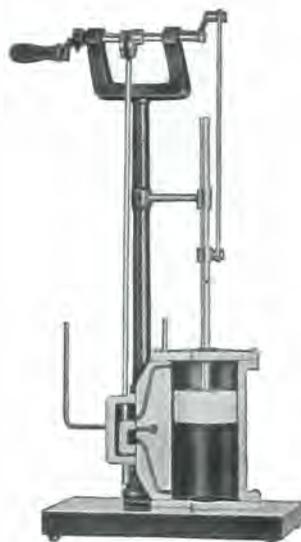


## Calor

### Modelos de máquinas térmicas

388 30 **Modelo en sección de una máquina a vapor**, con comando por válvula a corredera. Dimensiones interiores del cilindro: 6 por 12 cm. Montado sobre base de madera. (Fig.)

388 51 **Modelo en sección de un motor a explosión de cuatro tiempos, con bujía de encendido.** Este modelo representa un cilindro y un émbolo de motor de automóvil. Todas las piezas son de metal; los tubos de aspiración y de escape son distintamente coloridos. El movimiento del émbolo y de las válvulas son visibles desde lejos. Una lamparita incandescente de 4 voltios cuyo zócalo tiene la forma de una bujía de encendido, se ilumina en el momento en que ha de producirse la chispa del encendido. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)



388 30

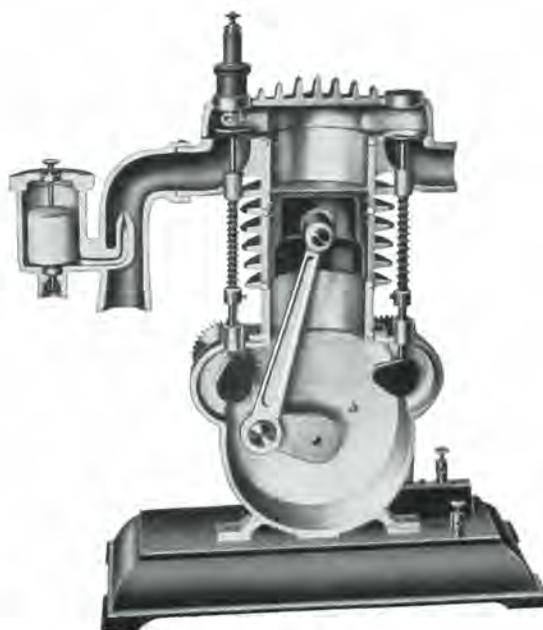
388 54 **Modelo en sección de un motor a explosión de dos tiempos, con bujía de encendido.** Este modelo representa un cilindro, un émbolo y el carburador del motor de motocicleta. Una lamparita incandescente de 4 voltios, cuyo zócalo tiene la forma de una bujía de encendido, se ilumina en el momento en que ha de producirse la chispa del encendido. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

388 55 **Modelo en sección de un motor Diesel de dos tiempos, sin compresor.** Este modelo representa un cilindro y su émbolo, y está montado en un zócalo común de fundición junto con la botella para la partida. Las válvulas de admisión y de seguridad, el inyector y el decompresor, son representados en este modelo. El funcionamiento de esta clase de motores puede ser por lo tanto fácilmente explicado. Todas las piezas están pintadas en colores diferentes.

(Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)



388 54



388 51



388 55



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

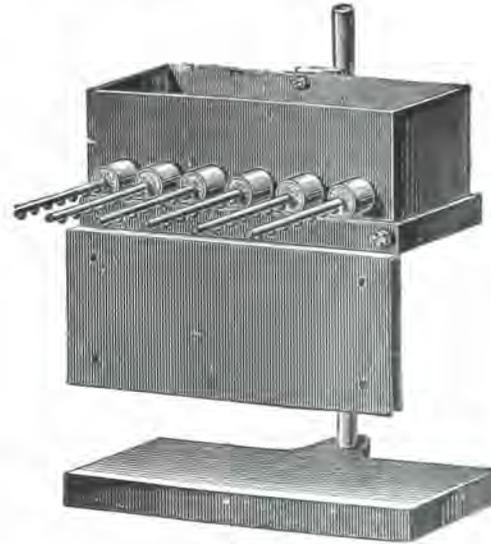
## Calor

### Propagación del calor - Conducción

389 03 **Aparato de Ingenhouz para mostrar la conductibilidad calorífica de los cuerpos sólidos**, con soporte, con una doble pantalla protectora, que evita que el calor irradiado por el foco calorífico llegue a las varillas. Las varillas van cubiertas en su parte superior por una capa de ioduro de plata y mercurio. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

389 18 **Tubo doblado formando un rectángulo**, con embudo, para mostrar la circulación del agua. El ángulo que debe calentarse se rodea de una tela metálica para evitar la rotura. (Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural.)  
La circulación del agua se hace visible dejando caer en el agua un grano de permanganato de potasio.

389 20 **Lámpara de seguridad de Davy**. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)



389 03

### Calor radiante

389 23 **Dos espejos cóncavos de metal pulido**, para las experiencias de radiación, diámetro 35 cm. (Fig.) Los espejos van montados sobre soportes con articulación y pueden girar alrededor de un eje horizontal o ser regulados en altura. El trípode lleva un dispositivo de fijación pudiendo recibir una bola calentada etc.

389 26 **Cubo de Leslie**, de latón, de 10 cm. de lado. De las cuatro caras verticales una está pulida, la segunda mate, la tercera blanca y la cuarta ennegrecida. (Fig.)  
Antes de emplear el cubo, deberá llenarse de agua caliente cuya temperatura puede ser continuamente medida por medio de un termómetro. La pila no. 557 36, pág. 80, y nuestro galvanómetro no. 532 01, pág. 151, son especialmente recomendables para la determinación de las radiaciones de las diversas caras. El cubo de Leslie muestra que la radiación de la cara ennegrecida es muchas veces más intensa que la de la cara pulida.



389 18



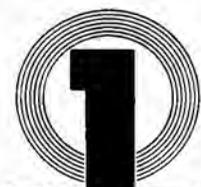
389 20



389 26



389 23



## Calor radiante



557 36

557 36 **Pila termoeléctrica superficial de Moll**, compuesta de 17 elementos sobre un círculo de 1 cm. de diámetro. Resistencia: 10 ohmios. El equilibrio térmico es alcanzado en menos de 2 segundos. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

La pila térmica es para ser acoplada a un galvanómetro sensible a espejo; recomendamos especialmente nuestro galvanómetro no. 532 01, pág. 151. La radiación del calor de la mano puede ser constatada aún a una distancia de varios metros. La pila térmica se adapta perfectamente a toda experiencia de radiación, distribución de la energía en el espectro.



389 86

389 48 **Pantalla de hoja de estaño**, en un soporte, para experiencias sobre el poder reflector y el poder de absorción. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

A uno de los lados de la pantalla se halla aplicado un círculo de color negro, mientras que el otro lado está pintado de un color sensible al calor. Cuando la radiación es muy intensa por el lado del círculo (lámpara de arco), el color sensible al calor, que está al otro lado, se vuelve oscuro en la posición del círculo negro.

389 49 **Vasija con solución de iodo en sulfuro de carbono**, para mostrar la absorción de los rayos luminosos y la permeabilidad para los rayos caloríficos. (Fig.  $\frac{1}{2}$  del tamaño natural.)

389 86 **Radiómetro de Crookes**, con pie. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)



389 48



389 49



## Movimiento de las ondas

### Aparato para ondas líquidas

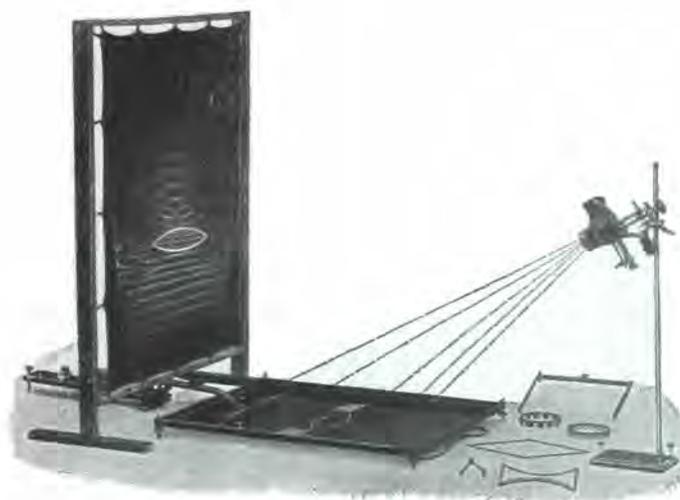


Fig. 1, nos. 40801/4, 30002, 30044a, pág. 83 y 84.

Este aparato ha sido concebido para permitir la materialización de fenómenos ondulatorios. El es particularmente cómodo para explicar de un modo concreto y claro un gran número de fenómenos de óptica, de acústica y de electricidad. La longitud y la amplitud de las ondas pueden ser modificadas en el curso del funcionamiento del aparato.

La figura 1 muestra la disposición del aparato. La cubeta, de una capacidad reducida ( $1/2$  litro de agua solamente), permite construir una capa líquida que se ilumina de preferencia con una lámpara de arco. Un generador provoca una sucesión de ondas en la cubeta. La imagen reflejada es proyectada así, ya sea sobre una pantalla, ya sea

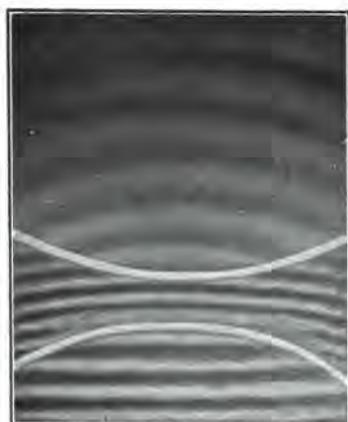
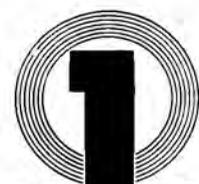


Fig. 2  
Lente bicóncava.



Fig. 3  
Interferencia de dos sistemas  
de ondas circulares.



## Movimiento de las ondas

### Aparato para ondas líquidas

sobre un muro, ya sea sobre el techo de la pieza. La velocidad de propagación de ondas líquidas es función de la profundidad de la capa de agua. Por consiguiente se puede materializar los fenómenos de refracción de la luz, disponiendo en el fondo de la cubeta trozos de vidrio plateado. Estos trozos representan cortes de laminillas con caras paralelas, de prismas, o de lentes. Gracias a la plateadura, los contornos de estos trozos se proyectan en forma muy nítida sobre la pantalla, de suerte que se puede seguir con gran facilidad las modificaciones provocadas por ésta sobre las ondas líquidas emitidas. Todos estos trozos son exactamente de la misma altura; el grosor de la capa líquida que los cubre es por lo tanto el mismo en todas partes. La figura 5 por ejemplo, representa la pérdida de velocidad debida a la propagación de la onda a través de una laminilla de caras paralelas. Este fenómeno es semejante a la pérdida de velocidad sufrida por la

luz, en este caso, al pasar un rayo luminoso del aire al vidrio o a otro ambiente más denso que el aire. Entonces, cuando el camino de las ondas encuentra una cara oblicua, él es reflejado o desviado según su incidencia.

El generador de ondas es movido por un motor cuyo eje lleva un cono. La regulación de la amplitud se alcanza por desplazamiento del eje del motor y la regulación de la frecuencia, accionando sobre la velocidad del motor por medio de un reostato. El motor funciona con 4 voltios y una simple pila de bolsillo que basta para alimentarlo.

Llamamos la atención especialmente a las figuras 14 y 15, que representan dos de las experiencias más interesantes que permite realizar nuestro aparato.

La experiencia de la figura 14 muestra la interferencia de una onda circulatoria y de su onda de reflexión sobre una pared plana. Se distingue claramente las bandas de interferencia. Se puede usar estas experiencias para explicar la desaparición o «fading» de las ondas hertzianas.



Fig. 4  
Reflexión.



Fig. 5  
Se observa la disminución de la longitud de onda en un ambiente más denso.



Fig. 6  
Prisma doble o bi-prisma.



Fig. 7  
Lente convergente.



## Movimiento de las ondas

### Aparato para ondas líquidas

Para materializar un punto figurado del receptor fijo se dispone un peso en el fondo de la cubeta. Cuando este peso está a la derecha de una banda de interferencia la onda resultante que se recibe es de muy débil amplitud. Representa un receptor en el momento que se percibe el fenómeno de «fading».

Si se desplaza en seguida la pared reflejante, se desplazan igualmente las bandas de interferencia.

La figura 15 representa el dispositivo que sirve para reproducir la experiencia del espejo de Fresnel. Esta experiencia no presenta ninguna dificultad. Alcanza solamente para evitar que las sucesiones de ondas se cortan.

La posición de las piezas de vidrio plateado es sin importancia referente a la cubeta. La altura del baño de agua que las cubre se puede aminorar, chupando agua con una pipeta.



Fig. 8  
Principio de Huyghens.  
Cuando la abertura es suficientemente angosta, se producen ahí nuevas ondas circulares.



Fig. 9  
Principio de Huyghens.  
La misma experiencia con ondas rectilíneas.

408 01 **Generador de ondas** con motor de 4 a 6 voltios, reostato de regulación, soporte para el motor y comprendiendo los accesorios siguientes:

Generador de ondas circulares (desde un centro)

Generador de ondas circulares desde dos centros (de distancia variable)

Generador de ondas rectilíneas

Generador de ondas rectilíneas que tiene un pequeño número de dientes

Generador de ondas rectilíneas que tiene un gran número de dientes

(Fig. 1, 1/15 del tamaño natural, pág. 81.)

Las figuras son fotografías no corregidas de algunos de los experimentos para ondas líquidas que el aparato permite hacer.



Fig. 10  
Principio de Huyghens.  
Nuevas ondas circulares nacen en los orificios poco numerosos de un anillo de lata en cuyo centro un generador hace nacer ondas circulares.



Fig. 11  
Principio de Huyghens.  
Cuando la cantidad de los orificios se aumenta se producen ondas circulares.



## Movimiento de las ondas

### Aparato para ondas líquidas

- 408 02 **Cubeta** de metal, barnizada de negro, dimensiones 450 X 350 mm., con una placa de vidrio que cubre el fondo, 4 tuercas de nivelación (Fig. 1, pág. 81) y comprendiendo los accesorios siguientes:
- Anillo de zinc con un diámetro de 100 mm. perforado con una pequeña cantidad de orificios
  - Anillo de zinc con un diámetro de 100 mm. perforado con una gran cantidad de orificios
  - Estos dos anillos sirven para demostrar el principio de Huyghens
  - Anillo de zinc de diámetro de 200 mm. que permite obtener ondas estacionarias
  - Varilla articulada de zinc para el experimento con el espejo de Fresnel
  - Diafragma para el anterior
  - Varilla macisa de zinc con pie, que sirve como espejo
  - Cinta de zinc de una longitud de 220 mm. para reflexiones en paredes curvadas
  - 2 diafragmas de una longitud que se puede regular
  - Pantalla de zinc con un pie de 5 cm. de ancho
  - 2 pantallas de zinc con un pie de 2,5 cm. de ancho.



Fig. 12  
Retención de una sucesión de ondas por medio de una pantalla que tiene una abertura relativamente grande en relación a la longitud de onda.



Fig. 13  
Red de difracción.

Estas tres pantallas sirven para formar aberturas en combinación con diafragmas.

4 cuerpos de vidrio plateado para experimentar, cubiertos de una capa protectora contra la humedad:

- a) lámina de caras paralelas
- b) prisma doble
- c) lente convergente
- d) lente divergente

1 cuerpo cilíndrico, para mostrar el principio de ultramicroscopía.

- 408 03 **Pantalla de proyección**, dimensiones 95 X 120 mm., enteramente desmontable, con pie y soporte de madera. (Fig. 1, pág. 81.)

- 408 04 **Lámpara de arco** con desplazamiento a mano de los carbones ya sea simultáneamente, ya sea separadamente, pudiendo fijarse sobre un soporte, con 5 pares de carbones. (Fig. 1, pág. 81.)

- 300 02 **Soporte de 200 mm.** de dos piernas con un oyo central provisto de una tuerca para fijar. (Fig. 1, pág. 81.)

- 300 44a **Columna** de acero con un diámetro de 13 mm., 1000 mm. de longitud, con una pinza móvil. (Fig. 1, pág. 81.)

- 408 10 **Juego de 7 planos** que describen detalladamente los diferentes experimentos (en alemán).



Fig. 14  
Interferencia por simple reflexión.

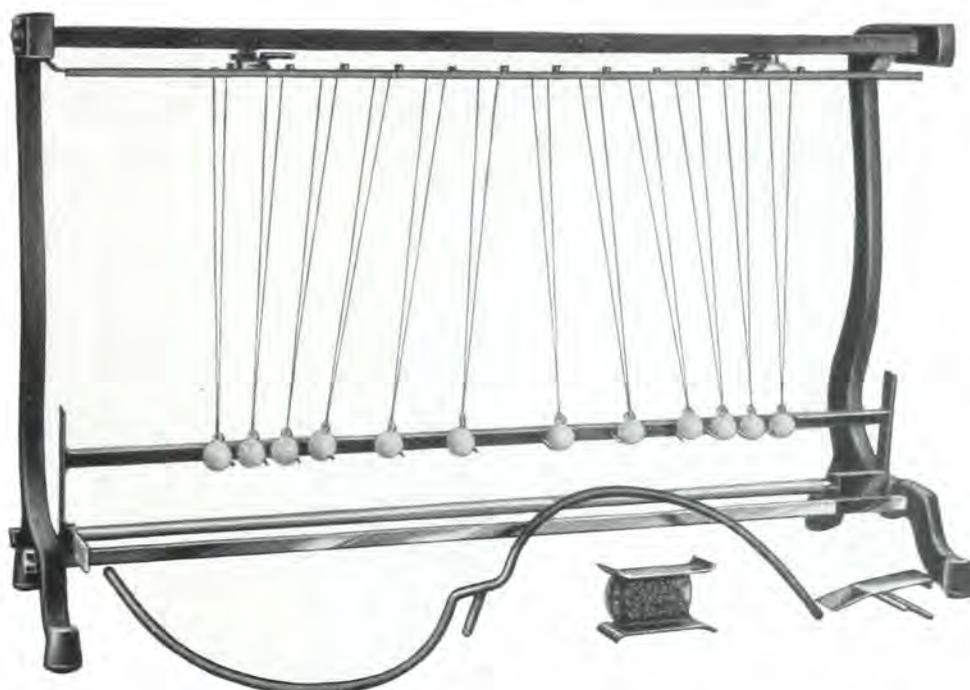


Fig. 15  
Espejo de Fresnel.



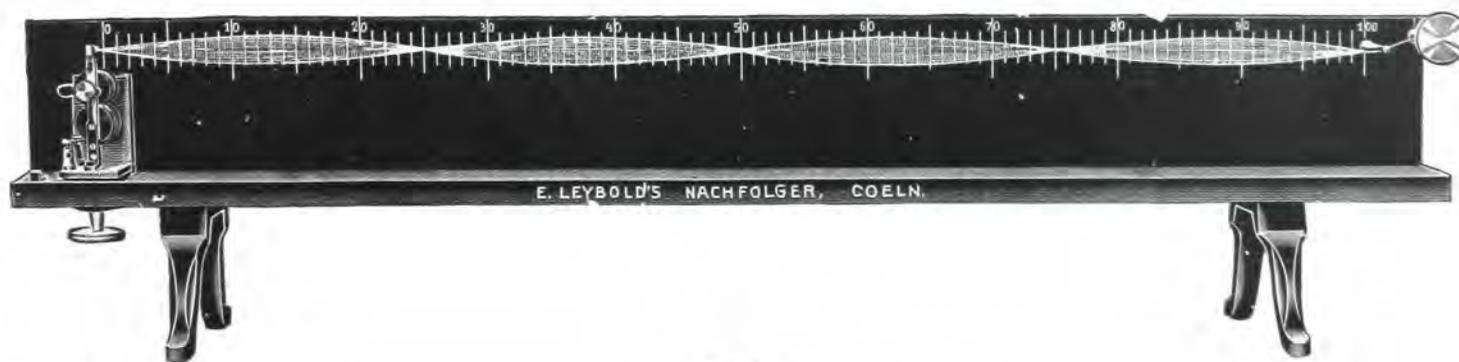
**E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL**

## Movimiento de las ondas



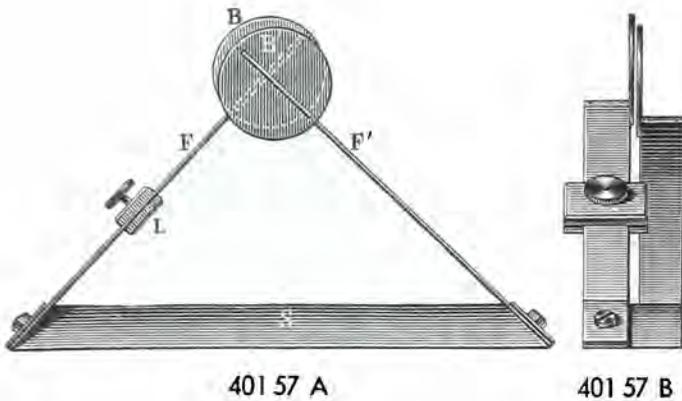
40108

- 40108 **Aparato para el estudio de ondas según Mach.** Sobre un pedestal de hierro, con un dispositivo de guía para la realización de ondas transversales y longitudinales, estacionarias o emitidas en una dirección; por una maniobra simple se puede pasar de un tipo de ondas al otro.  
(Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)



40103

- 40103 **Aparato para mostrar las vibraciones de una cuerda.** Con excitador electromagnético que puede moverse en ángulo de  $90^\circ$ .  
(Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)



401 57 A

401 57 B

## Movimiento de las ondas

- 401 57 **Aparato para la proyección de curvas de Lissajous**, con dos hendiduras que vibran en sentido vertical de una parte a otra. (Figs. A y B  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

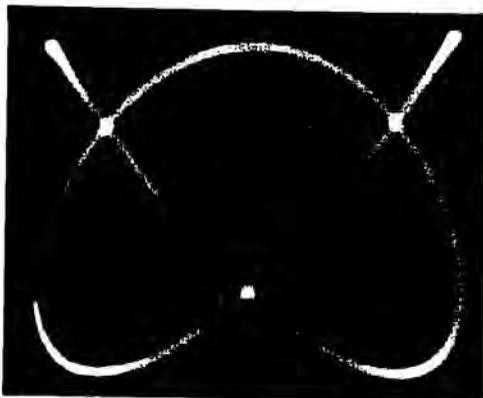


401 60

- 401 60 **Aparato para demostrar la producción de oscilaciones compuestas**. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

El aparato se compone de dos sistemas, de los cuales cada uno lleva un lazo de hilo en el cual es fijado un espejo. Un interruptor electromagnético hace oscilar los hilos y por consiguiente los espejos. Se hace variar la cantidad de oscilaciones del sistema, haciendo variar la tensión de los hilos con ayuda de una tuerca. La regulación se puede hacer de una precisión tal, que es posible obtener figuras estacionarias y de pasar de una manera continua de una figura a la otra.

(Véase página 18: No. 346 53 Péndulo doble.)



3 : 4

Figuras de Lissajous  
con no. 401 60



2 : 3



## Acústica

Los experimentos de acústica se facilitan grandemente empleando una bomba rotativa a aceite. Se puede alimentar de tal manera tubos sonoros de toda especie, se puede mostrar por ejemplo las figuras de Chladni y los experimentos de Kundt con un pito de Galton. El tubo de Kundt según Kröncke (no. 413 51, pág. 90) constituye un aparato notable que permite ver las ondas estacionarias a todo un auditorio.

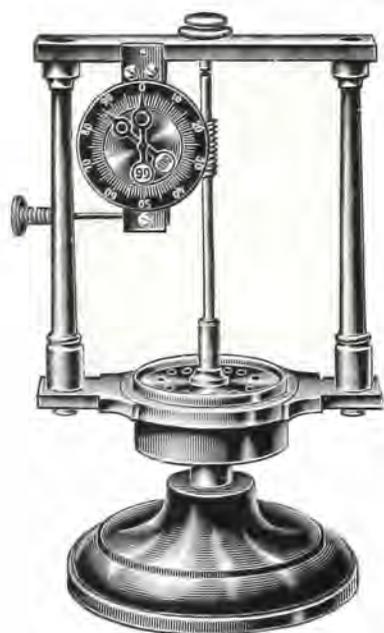
347 73 **Discos de sirena**, de zinc, con 5 series de orificios, para producir sonidos en tono mayor y menor. (Sin el eje.) (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)

411 52 **Sirena** según Cagniard de la Tour, con contador. Con pie sobre el cual se coloca la sirena al no usarla. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

La sirena de Cagniard de la Tour es una turbina de aire que funciona con aire comprimido. El tubo cónico de comunicación se adapta sobre los secretos nos. 412 02, pág. 88, y 412 11—12, pág. 89. El aire comprimido, que pasa por los ojos de la sirena, provoca la formación por choque de ondas sonoras. Regulando convenientemente el inyector no. 412 16, pág. 89, se puede hacer variar la presión del aire al interior del secreto, obteniendo así un sonido de una altura determinada. Un contador da la velocidad de rotación de la sirena.

411 81 **Diapasón para demostrar el principio de Doppler**, dando serie de 2000 vibraciones. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

411 97 **Mechero para llamas sensibles** con tela metálica. Puede utilizarse con cualquier presión de gas. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)



411 52



347 73



411 81

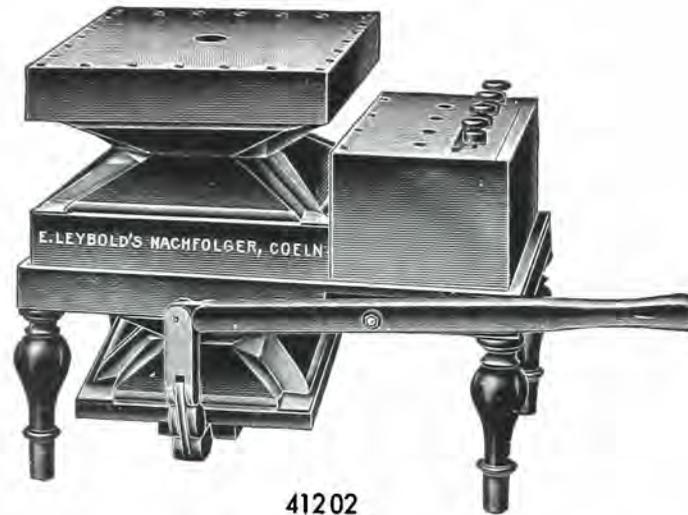


411 97



**E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL**

## Acústica



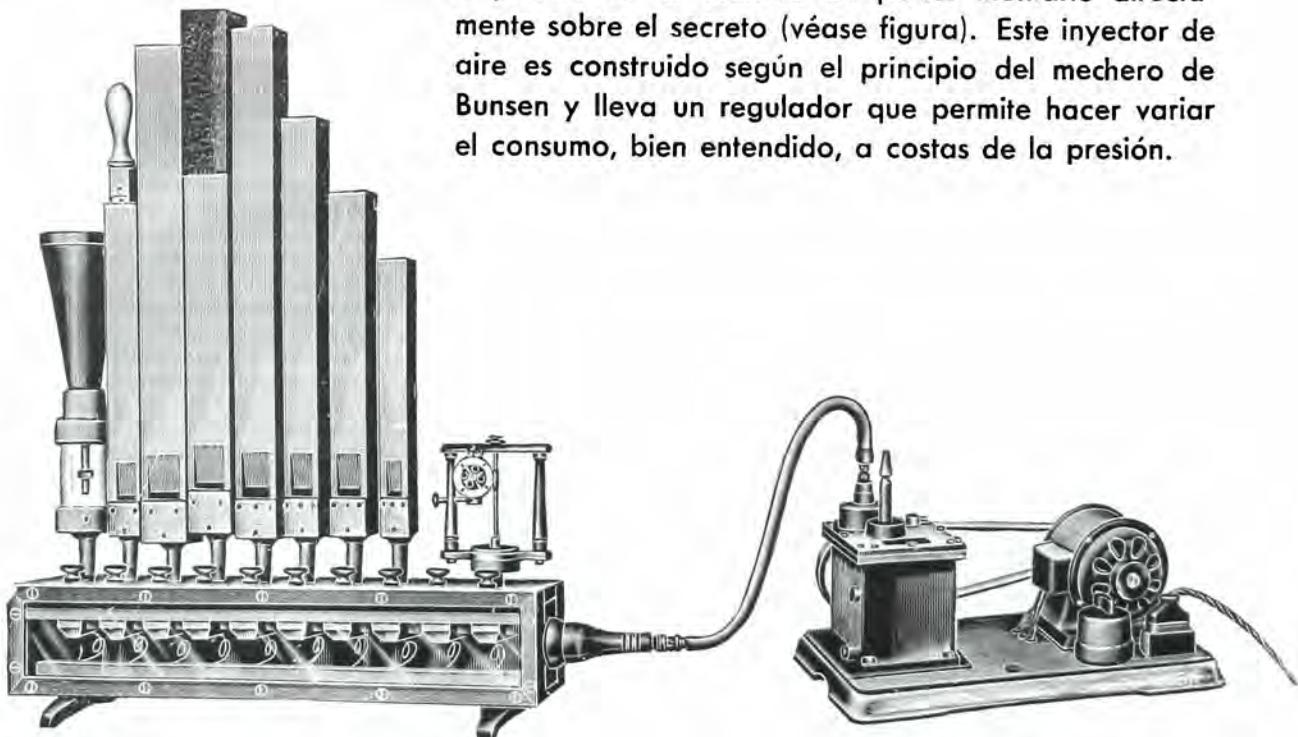
41202

412 02 **Fuelle** con secreto de 4 válvulas. (Fig. 1/9, del tamaño natural.)

Para los ensayos de presión, en lugar de un fuelle recomendamos usar una de nuestras bombas rotativas a aceite.

Nuestras bombas rotativas a aceite, que se mueven con un motor eléctrico, pueden dar una sobre-presión de 1—2 atmósferas. Son particularmente muy adecuadas para hacer funcionar los tubos sonoros y las sirenas montándolas sobre un secreto con 5 ó 10 válvulas, nos. 412 11 ó 412 12, pág. 89.

Para los tubos que tienen un gran consumo de aire, es necesario intercalar entre la bomba y el secreto un inyector de aire número 412 16, pág. 89, el cual está dispuesto de tal manera de poder montarlo directamente sobre el secreto (véase figura). Este inyector de aire es construido según el principio del mechero de Bunsen y lleva un regulador que permite hacer variar el consumo, bien entendido, a costas de la presión.



104 21/23 con 412 12, 412 16, 412 32, 412 33, 412 35, 412 45 y 411 52



## Acústica

### Tubos de órgano

412 11 **Secreto con 5 registros.** (Fig.  $\frac{1}{9}$  del tamaño natural.)

412 12 — con 10 registros.

412 16 **Inyector de aire,** para los secretos nos. 412 11 y 412 12.

412 31 **Tubo de embocadura de flauta,** con tapadera móvil que permite emplearlo como tubo cerrado o abierto y con pared que puede abrirse.  
(Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)

Abriendo la pared lateral, se puede ver el mecanismo interior. Al abrir la tapadera móvil del tubo se encuentra en el medio un nodo, y un vientre en cada extremidad. Al cerrar la tapadera, el sonido se hace una octava más bajo. La columna de aire encerrada en el tubo vibra entonces con una frecuencia correspondiente a un cuarto de la longitud de onda del sonido emitido; por lo tanto se produce un nodo contra la tapadera.

412 32 **Tubo de embocadura de flauta de longitud regulable** con una escala graduada. (Fig.  $\frac{1}{9}$  del tamaño natural.)

Este tubo, con ayuda de un pistón móvil, permite demostrar que la altura del sonido depende de la longitud del tubo. Las estrías del pistón móvil corresponden a los diferentes sonidos de la escala cromática.

412 33 **Juego de cuatro tubos de embocadura de flauta abiertos.**

Alimentando todos en conjunto, dan el acorde en do mayor.

412 35 **Juego de dos tubos abiertos para ensayos de interferencias; uno es de longitud variable.**

(Fig.  $\frac{1}{9}$  del tamaño natural.)

Uno de los tubos lleva una envoltura de cartón que se puede hacer variar fácilmente, de manera de aumentar la longitud del tubo, para hacer bajar la altura del sonido. Si los dos tubos tienen la misma longitud, dan el mismo sonido. Alargando el tubo solamente 5 mm., por medio de la envoltura de cartón, se oye las interferencias lentas, que se aceleran si se sigue desplazando la envoltura de cartón.

412 45 **Tubo de lengüeta.** (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)

El tubo tiene una lengüeta elástica que puede vibrar en el interior del cilindro de vidrio sobremontado por un embudo provisto de una tapa movable. Un dispositivo permite acortar o alargar la longitud de la lengüeta y por lo tanto subir o bajar el sonido. Este tubo permite igualmente producir artificialmente los sonidos de las vocales.

412 46 **Tubo de lengüeta.** (Fig.  $\frac{1}{15}$  del tamaño natural.)

La lengüeta se regula por la  $do^{-1} = 64$  vibraciones por segundo. El poderoso sonido que él emite, contiene armonías que un oído experimentado puede oír directamente o por medio de los resonadores, ver página 96 no. 415 46.



41231

41232



41235



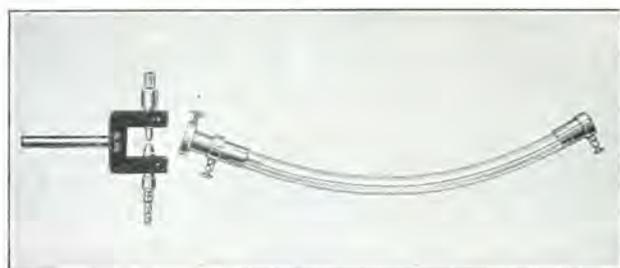
41245



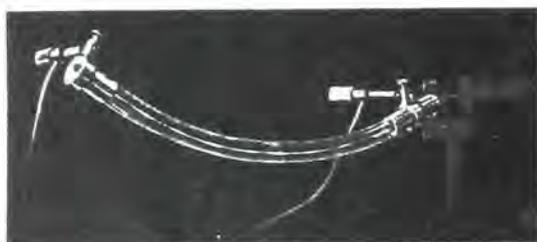
41211



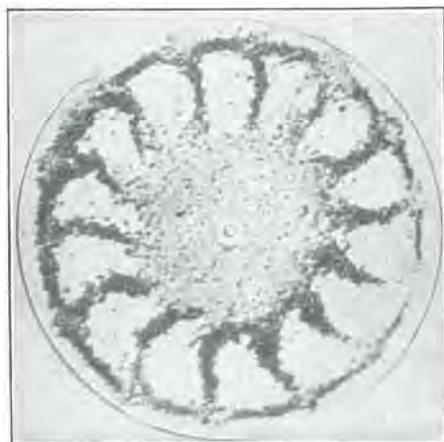
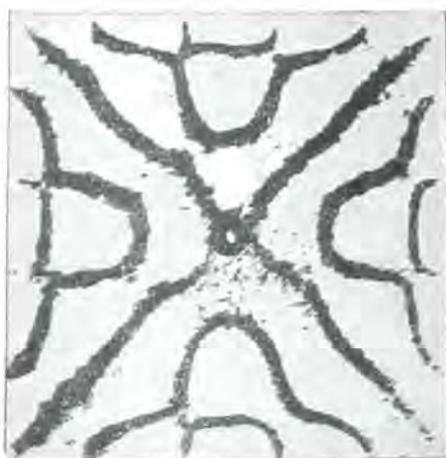
41246



41271 con 41351



41351



## Acústica

### Experimento con las ondas sonoras de corta longitud

El sonido se produce con un pito de Galton, alimentado directamente, por una bomba rotativa a aceite. Regulando el pito, se pueden obtener sonidos entre 6000—30 000 vibraciones por segundo, permitiendo realizar los experimentos más variados.

Para los sonidos tan elevados, el tubo con filamento metálico incandescente según Kröncke, constituye un receptor de sonido muy simple. En el interior de un tubo de vidrio se sostiene un filamento metálico incandescente calentado por una corriente. Cuando se envía al tubo ondas sonoras, se forman ondas estacionarias que se hacen visibles gracias a la extinción de la incandescencia en el lugar del vientre de la oscilación. Los nodos aparecen por lo tanto como puntos luminosos, completamente visibles aún en una sala de grandes dimensiones. El intervalo entre dos puntos corresponde a la mitad de la longitud de las ondas sonoras (pero a causa de la temperatura elevada del filamento, aparenta en 10 % aumentada).

Siempre preparado para funcionar sigue fielmente a todas las variaciones en la altura del sonido, pasando por encima del límite superior de perceptibilidad del sonido.

- 41270 **Pito según Galton**, altura del sonido regulable por medio de un tornillo micrométrico, entre 6000 y 30 000 por segundo, dado en una curva escalonada.
- 41271 **Modelo simplificado del pito de Galton.** (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)
- 41351 **Tubo con filamento incandescente.** (Fig.)
- 41352 **Resistencia de 350 ohmios**, para conectar el no. 41351 a 220 voltios.
- 41353 **Resistencia de 130 ohmios**, para conectar el no. 41351 a 110 voltios.
- 41366 **Tubo para interferencia**, completamente de metal, para fijar sobre un soporte de Bunsen. Utilizado en combinación con el tubo con filamento incandescente, no. 41351.
- 41371 **Placas redondas o cuadradas de vidrio**, para formar las figuras de Chladni con el pito de Galton.
- 41415 **Placas sonoras según Chladni**, con prensa metálica, una placa cuadrada en latón de 20 cm. de longitud y una placa circular de vidrio de 20 cm. de diámetro, para formar las figuras de Chladni con un arco de violín.
- 38923 **2 espejos cóncavos** de metal, diámetro 35 cm. (Fig. véase pág. 79.)
- 41359 **Dispositivo de inversión con pequeña lámpara de incandescencia.**



## Acústica

### Experiencias con ondas sonoras de corta longitud

Se puede variar lentamente la altura del sonido emitido por el pito. Para una longitud determinada de onda (15 000—18 000 por segundo), el sonido que se puede oír desaparece; pero aún existen ondas que se pueden demostrar con ayuda del tubo con filamento incandescente no. 413 51, pág. 90.

### Reflexión del sonido

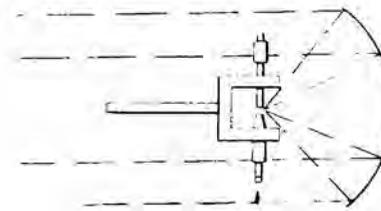
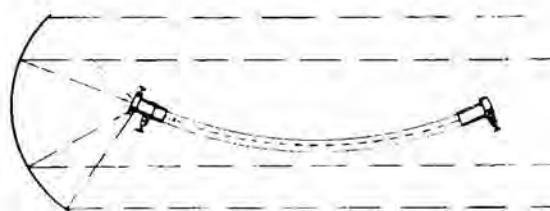
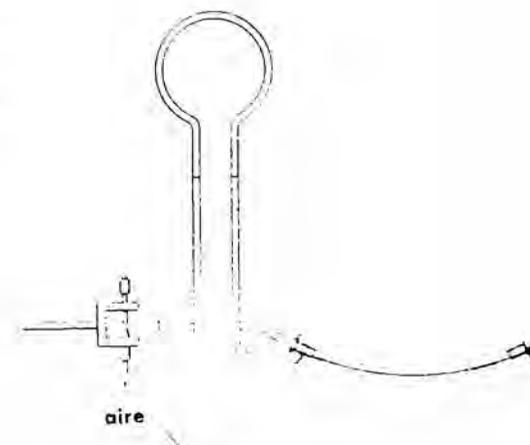
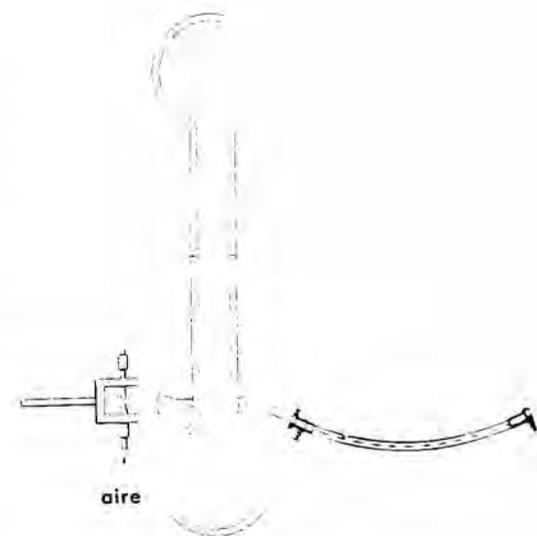
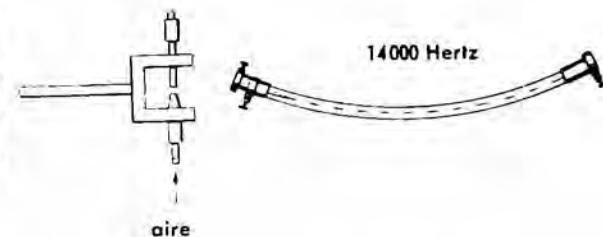
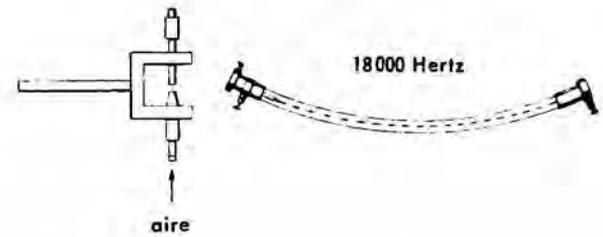
El pito de Galton se coloca en el foco de un espejo de 35 cm. de diámetro. El tubo no. 413 51 está colocado en el foco de un segundo espejo a varios metros de distancia. Al hacer funcionar el pito se forma en el interior del tubo una serie de nodos y vientres. Al colocar entre los espejos una pantalla u otro tropiezo cualesquiera, desaparece el fenómeno.

La regulación de los espejos se puede hacer simplemente por medio de un método óptico, en el cual se usa el dispositivo no. 413 59, pág. 90, que lleva una pequeña lámpara que puede ser colocada exactamente en el lugar de la abertura del pito de Galton.

El tubo de interferencia no. 413 66, pág. 90, permite efectuar experimentos de interferencia hasta más allá de lo que se puede oír. Cuando las dos sucesiones de ondas que traspasan los dos brazos del tubo, se encuentran en fase, aparecen nodos en el tubo con filamento incandescente. Por contrario desaparecen éstos, si se hace variar la longitud de un brazo del tubo, se genera una oposición de fases.

### Figuras de Chladni

Es más fácil formar las figuras de Chladni con el pito de Galton, que con un arco de violín. Basta atacar con el pito una placa de vidrio sostenida sobre un soporte. Las figuras se pueden proyectar sobre el techo de la pieza.





# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL



41265

## Acústica

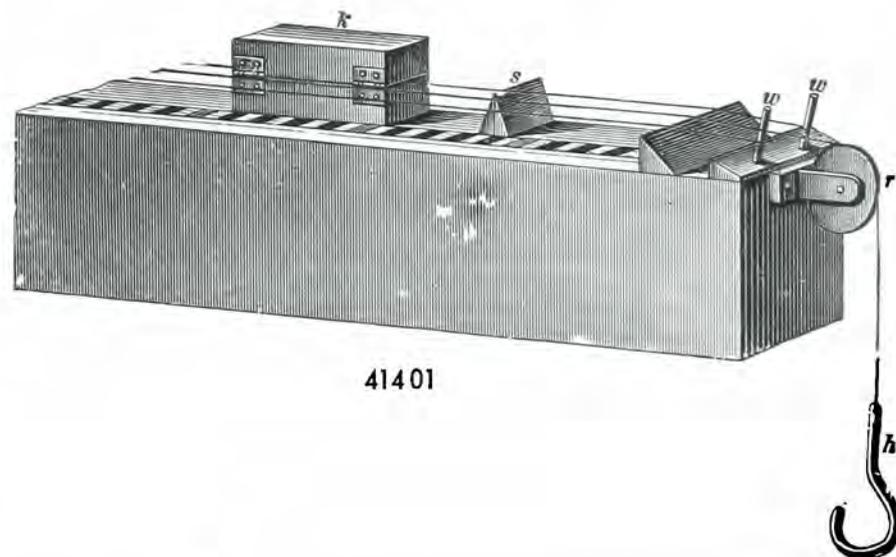
- 41265 **Tubo de resonancia**, con soporte, tubo de goma y 2 aros de goma. (Fig.  $\frac{1}{13}$  del tamaño natural.)
- 41301 **Tubo de Kundt para obtener figuras acústicas** de polvo. (Fig.  $\frac{1}{20}$  del tamaño natural.) Precio sin las abrazaderas nos. 41306 y 41307 indicadas en la figura.
- 41303 **Tubo de latón** para el no. 41301.
- 41304 **Varilla de madera de pino** para el no. 41301.
- 41306 **Abrazaderas de tornillo**, 1 par, para sujetar tubos de Kundt. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)
- 41307 — para sostener tubos de Kundt. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)
- 41308 **Licopodia**, 10 gr., en un frasco.

- 41402 **Monocordio** de Hahn con accesorios. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)



41301 con 41306 y 41307

- 41401 **Monocordio**, con 3 cuerdas, puestas en tensión mediante clavijas las dos laterales y con pesas la del centro; con escala en cm. pintada en colores, caballete móvil y pinza; longitud libre de la cuerda 120 cm. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)



41401

- 41403 **Pesas de hierro**, para poner tensas las cuerdas del monocordio no. 41401.



41402



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Acústica

414 22 **Ocho varillas de madera** que arrojadas al suelo dan una octava.  
(Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

414 23 **Aparato para obtener vibraciones longitudinales en varillas elásticas**; con cuatro varillas de diferente longitud, que forman un acorde.  
(Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural.)

414 31 **Diapasón**  $la^1 = 435$ .

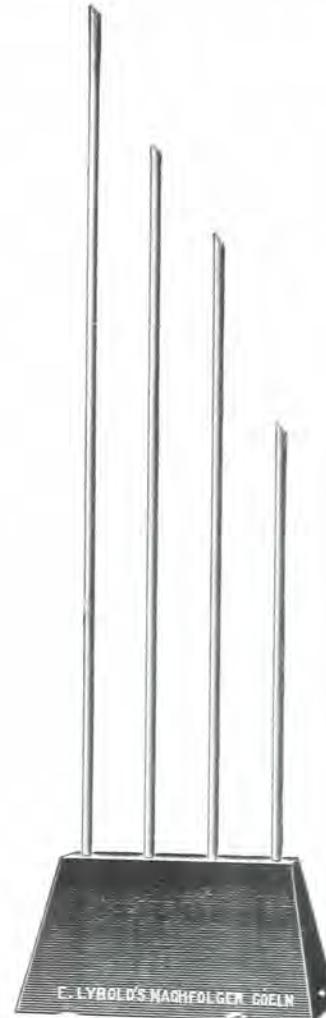
414 32 —  $do^0 = 128$ .

414 33 —  $do^1 = 256$ .

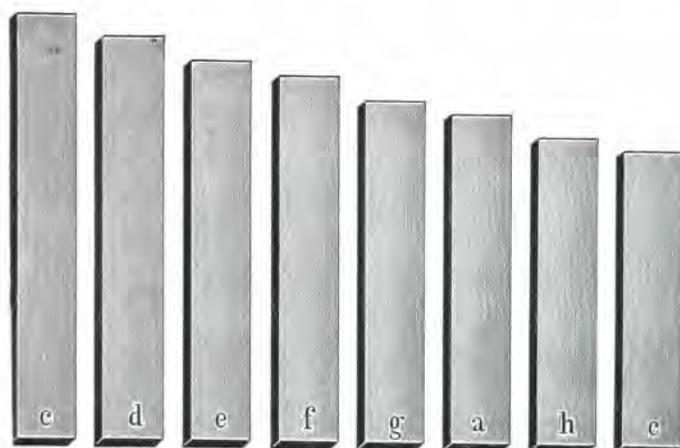
414 34 —  $do^2 = 512$ . (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

414 41 **Diapasón normal**  $la^1 = 435$ . Modelo del P. T. Reichsanstalt; en estuche. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

414 47 **Diapasón para 200 vibraciones, movido electromagnéticamente**.  
(Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)



414 23



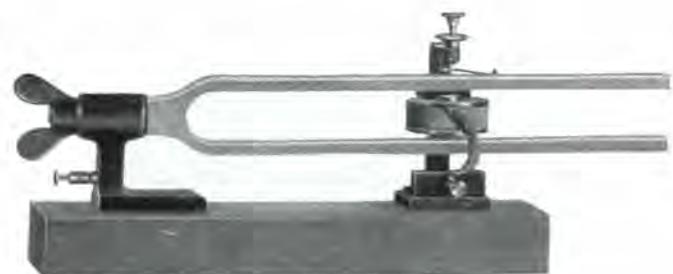
414 22



414 34

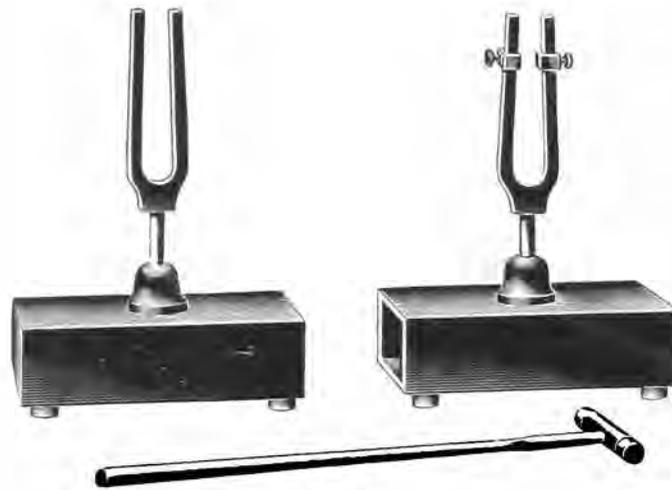


414 41



414 47

**Acústica**



41472

414 54 **Ocho diapasones grandes**, dando la octava  $do^1$  hasta  $do^2$ , cada uno sobre su caja de resonancia.

41472 **Dos diapasones grandes**  $la^1 = 435$  para consonancia y disonancia, sobre caja de resonancia; uno de los diapasones lleva pesos móviles sobre los dos brazos, para producir interferencias. Con un martillo recubierto de fieltro. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

41476 **Diapasón con una punta** para inscribir la curva de vibración sobre una placa de vidrio recubierta de negro de humo,  $do^0 = 128$ . (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.) Sin la placa de vidrio.



41476



## Acústica

- 415 01 **Tubo para interferencias** de Quincke. Con auricular.  
(Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural.)  
La diferencia de longitud entre los dos tubos es de 39 centímetros correspondiendo a la longitud de semionda de la nota de  $la^1 = 435$ . Por ésto debe emplearse en los ensayos un diapasón  $la^1$ .
- 415 21 **Espejo cúbico de rotación** sobre soporte a bolas, puesto en movimiento a mano con ayuda de un tornillo moletado y con polea para movimiento por motor para fijarlo sobre un soporte de Bunsen, en cada posición. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.) Sin comprender el soporte.
- 571 11 **Espejo rotativo de precisión**, de 6 caras formadas por espejos planos de  $250 \times 64$  mm., para movimiento a mano y con dos poleas para movimiento por motor, sobre tripode.
- 571 12 — impulsado con un mecanismo de reloj, montado en una caja de madera, con doble razón de transmisión para 2 velocidades, regulables a voluntad entre 30 y 100 revoluciones por minuto. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)
- 571 13 — impulsado por un motor eléctrico universal, que funciona con 110/220 voltios.



415 21



415 01

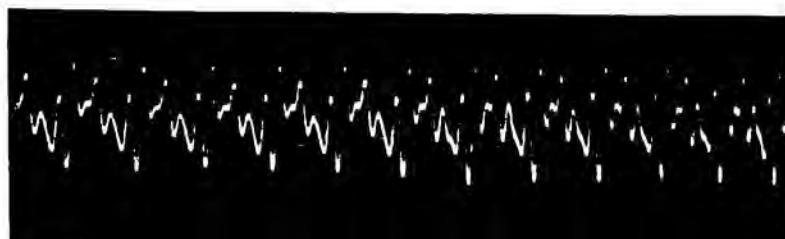
## Demostración de las oscilaciones por medio de un oscilógrafo

El oscilógrafo de demostración, utilizado en combinación con un micrófono, permite efectuar las experiencias sobre el análisis de los sonidos. Para mayores detalles véase en la sección «Oscilaciones eléctricas» pág. 197 y siguientes.

**Ejemplo de curvas obtenidas con un oscilógrafo.**



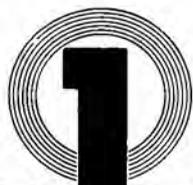
Interferencias.



Oscilaciones de la vocal a.

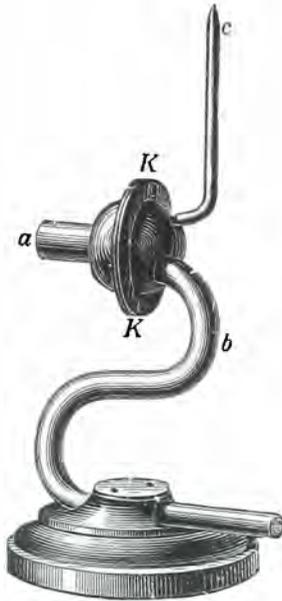


571 12



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Acústica



41532

41532 **Manómetro para llamas de gas**, con bocina y tubo de goma. (Fig.  $\frac{2}{5}$  del tamaño natural.)

41546 **Resonadores cilindricos**. 11 piezas, de cartón, dando la serie de notas  $ut_0$ — $sol_2$ , armonías del tubo no. 41246, pág. 89. (Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural.)



41611

41601 **Organo auditivo**, desmontable en: tímpano, huesecillos del oído, y laberinto con el caracol semidescubierto. (Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural.)

41611 **Laringe** de tamaño natural, sobre una base representando media cabeza, con la boca abierta; abierto por detrás para ver las cavidades nasal y faríngea. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)



41601



41546



## Óptica

La enseñanza de la óptica es hoy mucho más práctica que en los tiempos pasados. Al considerar la importancia de los fenómenos de las ondas en la mecánica, óptica, acústica y electricidad, queda uno justamente asombrado de que el aparato de ondas líquidas no sea utilizado con mayor frecuencia. El reproche que se hace a menudo de que el montaje de esta clase de aparatos va demasiado despacio no es, de ningún modo, aplicable a nuestro **Aparato de ondas líquidas** (ver pág. 81) el cual resulta de muy fácil manejo y permite proyectar las imágenes no por transparencia sino por reflexión; su puesta en servicio resulta, pues, mucho más rápida. Los cuerpos experimentales sumergidos están hechos de vidrio plateado; sus contornos — sobre todo los de las lentes — son, por lo tanto, muy claros, y hasta es posible ver de qué manera los trenes de ondas se mueven en el interior del cuerpo.

Los defectos que presentaban los antiguos bancos de óptica, pesados y poco manejables, están ahora suprimidos gracias a la construcción de nuestro **pequeño banco de óptica** (ver pág. 100). Este pequeño aparato, muy elegante, de 0,5 m. de largo solamente, reúne con pocas complicaciones todas las propiedades de un banco de óptica y de un aparato de microproyección. Su equipo puede ser completado progresivamente y permitir así, poco a poco, la realización de todos los experimentos fundamentales de la óptica. Constituye así el prototipo del aparato de enseñanza moderna con numerosas aplicaciones.

### Fuentes de luz

450 50 **Lámpara de incandescencia** bajo cárter, montada sobre un mango normalizado para caballete, derivación por clavija de contacto. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

La lámpara de incandescencia especial — 6 voltios, 25 vatios — posee un filamento muy corto y puede ser considerada, prácticamente, como fuente de luz de punto. Recomendamos especialmente su alimentación por corriente alterna con nuestro transformador de experimentación no. 562 00 (ver página 170).

450 51 **Lámpara de recambio** para el no. 450 50.

450 61 **Transformador monofásico** con cordón de derivación y clavija del lado primario y cordón con clavija del lado secundario, potencia 45 voltios-amperios para derivación sobre la red alterna 110 voltios.

450 62 — para derivación sobre la red alterna 220 voltios.

450 71 **Filamento de Nernst** montado en un cuerpo de linterna sobre mango para caballete, para corriente continua 110 voltios, con resistencia adicional; conviene especialmente para experimentos de espectroscopia. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

450 72 — para corriente continua 220 voltios.

450 73 — para corriente alterna 110 voltios.

450 74 — para corriente alterna 220 voltios.

450 76 Filamento de Nernst de recambio para corriente continua de 110 voltios.

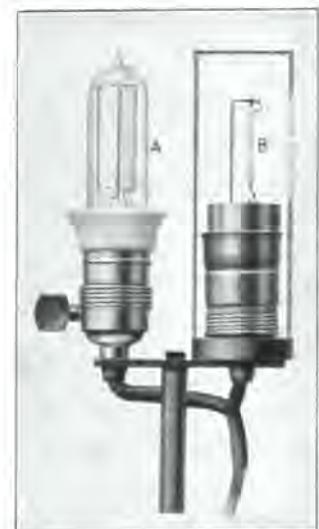
450 77 — para corriente continua 220 voltios.

450 78 — para corriente alterna 110 voltios.

450 79 — para corriente alterna 220 voltios.



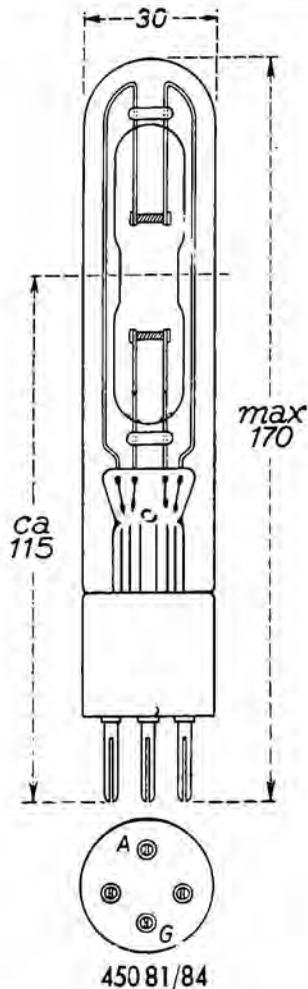
450 50



450 71



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL



## Óptica

450 81 **Lámpara eléctrica con vapor de sodio** para corriente continua de 110 voltios. (Fig.)

Esta lámpara con vapor de sodio da una luz monocromática sumamente clara, quema de un modo continuo, con una luminosidad constante, unas veinte veces más fuerte que un mechero Bunsen de sodio. Se utiliza solamente con una resistencia intercalada de 170 ohmios bajo 110 voltios o 160 ohmios bajo 220 voltios. Consumo de corriente 1,3 amperios. El dispositivo de derivación no. 450 86 tiene un conmutador, necesario para producir el alumbrado.

450 82 — para corriente continua 220 voltios.

450 83 — para corriente alterna 110 voltios.

450 84 — para corriente alterna 220 voltios.

450 86 **Dispositivo de derivación** para los nos. 450 81/84 comprendiendo un soporte para la lámpara, una resistencia intercalada, con cordón y clavija.

23/14 **Lámpara de arco** que puede ser utilizada para experimentos de óptica, en cajita, sobre mango normalizado para caballete, para corriente continua y alterna 4 amperios. (Fig. 1/5 del tamaño natural.)

La lámpara comprende un cárter bien ventilado con ventanillas de observación que pueden ser levantadas, y dispositivo para regular los carbones de sitio simultáneamente o separadamente.

23/25 **Condensador** con disco de vidrio resistente para la lámpara de arco no. 23/14, distancia focal 5 cm., para la luz convergente, paralela y divergente.

49/17 **Carbones de recambio** (25 pares), para corriente continua o alterna.

8/81 **Resistencia** para la lámpara de arco no. 23/14 para 110 voltios.

8/82 — para 220 voltios.

322 32 **Epidiascopio** para distancias de proyección de 4 a 8 metros, caja metálica, lámpara de incandescencia 500 vatios, espejo plano plateado en la parte anterior, conmutador automático, platillo regulable para poner los objetos opacos que se han de proyectar, resorte, placa de vidrio resistente para aplanar las imágenes de papel; cable flexible, condensador con dos lentes de 115 mm. de diámetro, con equipo para proyección diascópica, **soporte-guía para clichés** y dos pares de chasis para diapositivos, objetivo de proyección de 180 mm. de distancia focal para proyección diascópica y anastigmático de proyección de 330 mm. de distancia focal, abertura 1 : 3,6 para la proyección de los objetos opacos. (Fig. 1/10 del tamaño natural.)

Se ruega precisar el voltaje al formular el pedido.

322 33 **Lámpara de incandescencia de recambio**, 110 voltios, 500 vatios.

322 34 — 220 voltios, 500 vatios.

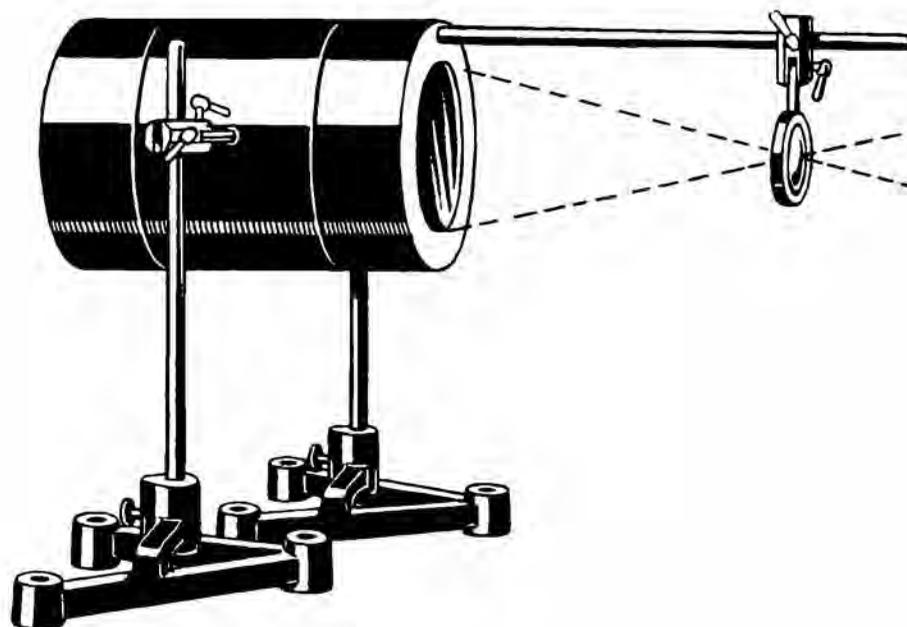
322 35 **Accesorio para la micro-proyección**, con objetivo de gran luminosidad de 40 mm. de distancia del foco.

441 48 **Pantalla de proyección**, 2 x 2 m., con tapa de protección, cubierta de una tela blanca especial.





**E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL**



37307, 37303

## Óptica

### Aparato de proyección de física

Aparato que permite la proyección diascópica de objetos transparentes tales como diapositivos, imágenes de filetes fluidos o de líneas de fuerza, y utilizable con los aparatos de medición que se prestan a la proyección. El campo utilizable, correspondiendo al diámetro del condensador, es un círculo de 140 mm. de diámetro más o menos.

El aparato se compone de una caja grande con condensador doble de 140 mm. de diámetro, de una lente movable a lo largo de un mango, de un prisma de reflexión total que permite proyectar la imagen en cualquier dirección.

La fuente luminosa es constituida por una lámpara de 100 vatios con filamento de punto, alimentada bajo 12 voltios por nuestro transformador desmontable de experimentación. Este aparato de proyección tiene múltiples aplicaciones en física. En especial permite ampliar por proyección las figuras obtenidas en el Canal de Eicke (ver pág. 46).

373 07 **Aparato de proyección de física**, con lámpara para baja tensión. (Fig.)

373 07a **Lámpara de recambio**, 12 voltios, 100 vatios.

373 03 **Soportes** que permiten montar el aparato de proyección en posición horizontal y que comprenden: 2 pies en V, 2 columnas de 500 mm. de largo y 2 pinzas universales. (Fig.)

562 00 **Transformador de experimentación** para alimentación de la lámpara de baja tensión con la corriente alterna de la red, y compuesto de:  
Núcleo 155 × 140 × 40 × 40 mm., desmontable, con armadura de fijación, una bobina de empalme a la red (indicar el voltaje), y una bobina secundaria de baja tensión para tensiones de 2 a 20 voltios. Véase también la página 170.

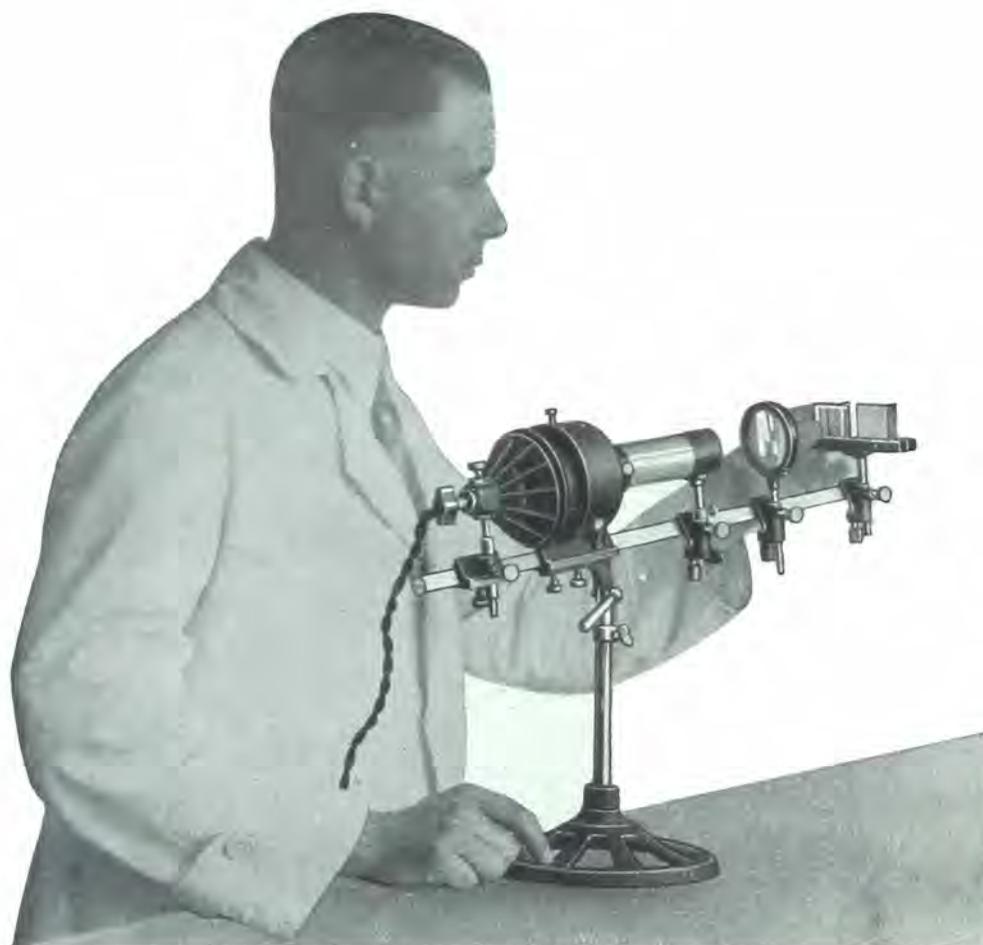


**E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL**

---

---

## Óptica



### **Pequeño banco de óptica para la enseñanza y las investigaciones científicas**

**Funcionando con lámpara de incandescencia**

**Permite realizar todos los experimentos de enseñanza de la óptica**

**Puesta en servicio y manejo sencillos y rápidos.**

El pie del instrumento está provisto de una articulación y puede ser girado de modo que se puedan proyectar las imágenes al sitio deseado de la sala y hasta sobre los cuadernos de los alumnos. Este instrumento se presta a los experimentos con luz rasante y también a experimentos llenos de interés en el dominio de los colores espectrales, de la mezcla de los colores, de la demostración de los colores complementarios, de los colores fundamentales, de las interferencias y de la difracción.



## Óptica

### Pequeño banco de óptica

#### Descripción del aparato

El pequeño banco de óptica se compone de una lámpara de incandescencia dispuesta en un cárter y montada sobre un rail triangular fijado sobre un soporte. Sobre este rail pueden ser fijados los diferentes caballetes necesarios para cada experimento. El conjunto del aparato montado puede moverse y orientarse sin que la regulación recíproca de los caballetes y de los diferentes elementos del montaje sea modificada. El conjunto del aparato es de un peso muy reducido, de modo que fácilmente puede ser transportado de un punto a otro. Su luminosidad permite utilizarlo hasta en grandes anfiteatros.

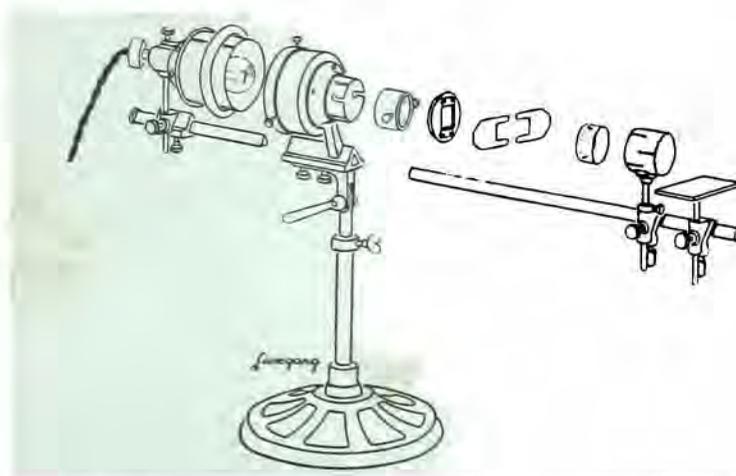
La lámpara de incandescencia del pequeño banco de óptica funciona sobre 6 a 8 voltios. Cuando se dispone de corriente alterna, la alimentación de la lámpara se hace por mediación de un transformador especial o de nuestro transformador de experimentación no. 562 00, ver página 99 y 170. En caso de alimentación por corriente continua se conecta una resistencia apropiada en serie con la lámpara, o bien se alimenta la lámpara mediante una batería de acumuladores.

Para ciertos experimentos resulta más cómodo valerse de una pequeña lámpara de arco de experimentación que puede ser alimentada por el sector por medio de una resistencia.

Fabricamos para este aparato una serie de piezas sueltas de un precio relativamente bajo que permite efectuar un gran número de experimentos. En las páginas siguientes indicamos ciertos grupos de estas piezas sueltas y los experimentos que pueden realizarse. Estas piezas se venden separadamente y permiten, cuando los recursos son limitados, la adquisición progresiva del aparato.

#### 1° Óptica gemoétrica, primera adquisición

- 23/1 Pequeño banco de óptica (Fig. 1/4 del tamaño natural.)
- 9/31 Lámpara de recambio
- AB 15 Soporte horizontal con dispositivo de sujeción
- AD 16 Pantalla con dos hendiduras
- AD 32 Pantalla con abertura en forma de P
- AD 36 Pantalla con una hendidura
- AE 2 Pantalla metálica
- CA 1 Espejo
- CD 1 Prisma rectangular
- CE 1 Cubo de vidrio
- CF 1 Dos prismas con ángulo agudo
- CH 1 Placa de hoja de lata pulida flexible



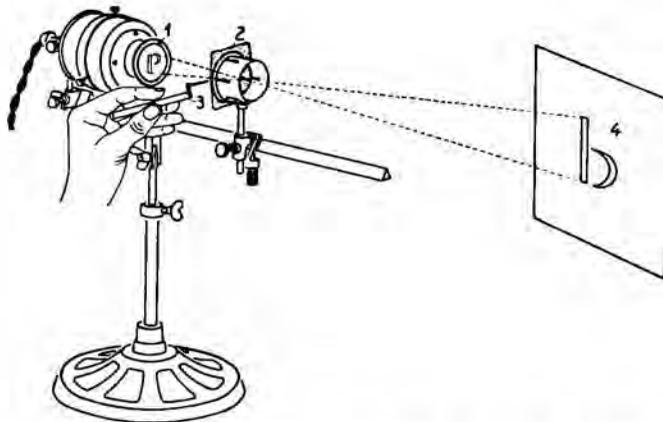
**23/1 Pequeño banco de óptica, comprendiendo:**  
Soporte, linterna con condensador, lámpara de incandescencia, porta-pantalla con 2 pantallas, 2 barras triangulares, 2 caballetes, lente de objetivo, tablilla móvil.

#### Experimentos realizables:

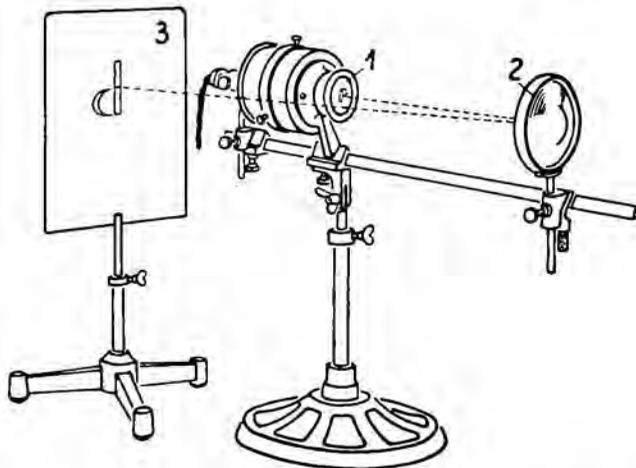
1. Reflexión sobre las superficies planas
2. Reflexión total
3. Placa plana-paralela
4. Prisma para la dispersión



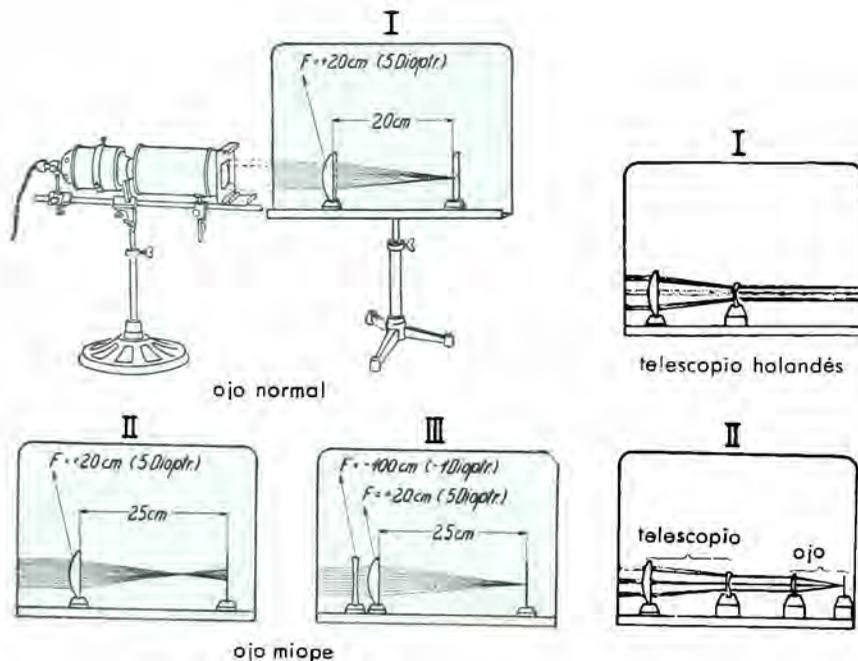
# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL



**Experimento no. 6:** Experimento sobre la cámara oscura. 1 = diafragma con hendidura en forma de P (AD 32). 2 = diafragma con agujero (BD 1). 3 = manecilla indicadora (BD 7) que permite perforar el diafragma después del montaje del experimento. 4 = imagen. Se puede sustituir el diafragma en forma de P por el diapositivo (BD 5).



**Experimento no. 8:** Experimento sobre el espejo cóncavo. 1 = diafragma con orificio en forma de P (AD 32). 2 = espejo cóncavo CB 1. 3 = pantalla de observación (AE 1) o pantalla metálica (AE 2). Sobre la pantalla cuya distancia se hace variar se forma la imagen invertida que hace aparecer la letra P bajo el aspecto de un d.



## Óptica

### Pequeño banco de óptica

#### 2º Óptica geométrica, adquisición complementaria

- AA 2 Trípode
- AC 32 Armadura para obtener un haz intensivo de rayos paralelos
- AD 28 Placas con hendiduras para el anterior
- AE 1 Pantalla de óptica
- BD 1 Soporte para hoja de estaño que permite cortar diafragmas a discreción
- BD 5 Diapositivo para el anterior
- BD 7 Manecilla indicadora
- BE 1 Cristal mate
- BE 5 Bastón de sombra
- CD 6 Soporte para barras de cristal etc.
- CD 8 Barra de cristal liso, curvado
- CD 9 Barra de cristal rugoso, curvado
- CB 1 Espejo cóncavo
- CK 1 Juego de 5 lentes cilíndricas.

### Experimentos realizables:

5. Propagación rectilínea de la luz
6. Experimentos sobre la cámara oscura con agujero
7. Sombras
8. Reflexión sobre superficies curvas
9. Experimentos con la luz rasante: reflexión, refracción, reflexión total, birefringencia, desvío prismático, dispersión cromática y lentes
10. Experimentos sobre la luz rasante y las lentes. Efecto de las lentes simples y compuestas, anteojos

**Experimento no. 10:** Experimentos sobre las lentes y la luz rasante. 1 = armadura (AC 32). 2 = placa con hendidura grande (AD 28). 3 = pantalla de óptica (AE 1). 4 = trípode (AA 2). 5 = lente cilíndrica con zócalo formando parte del juego CK 1. Estas piezas permiten materializar el trayecto de los rayos en los anteojos astronómicos así como el efecto de las lentes de anteojos. Estos experimentos podrán efectuarse en una sala en la cual la luz ha sido ligeramente atenuada.



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Óptica

### Pequeño banco de óptica

#### 3° Experimentos fundamentales sobre el espectro y los colores de los objetos

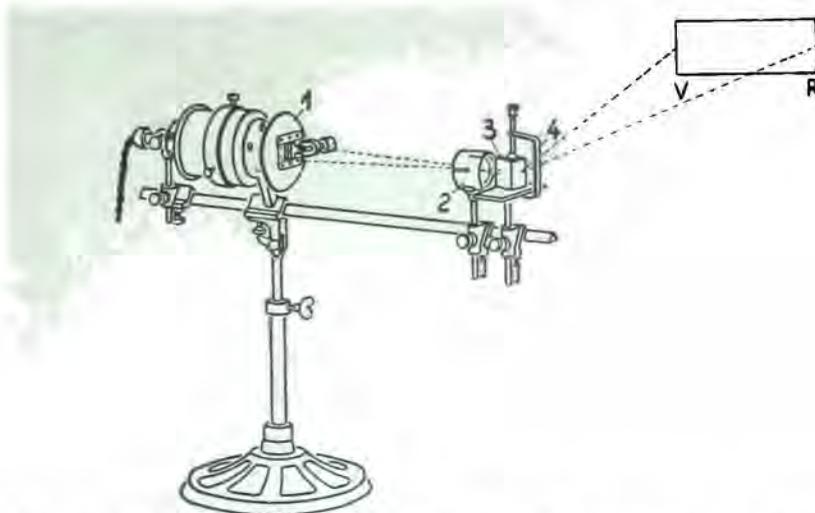
Para estos experimentos se utiliza el trípode AA 2 del conjunto precedente.

- AC 12 Lente convergente, diámetro 6 cm.
- AD 4 Obturador
- DA 1 Prisma de flint
- DA 8 Prisma de Amici
- AB 22 Pinza para el prisma
- DB 1 Semi-lente convergente para la mezcla de los colores
- DD 3 Cubo de vidrio de uranio
- DD 5 Filtro para este cubo
- DD 9 Pantalla al sulfuro de zinc
- DF 1 Filtro para luz ultravioleta
- DF 3 Caja conteniendo un frasquito de yodo
- DF 5 Plaquita de ebonita
- DF 6 Radiómetro
- DH 7 Cubo de vidrio de didímo
- EA 1 Cartón con campos coloreados
- EA 2 6 placas de vidrio coloreado
- EB 4 Chasis doble con dos placas de seis colores y una placa de tres colores
- EB 8 Lente cilíndrica

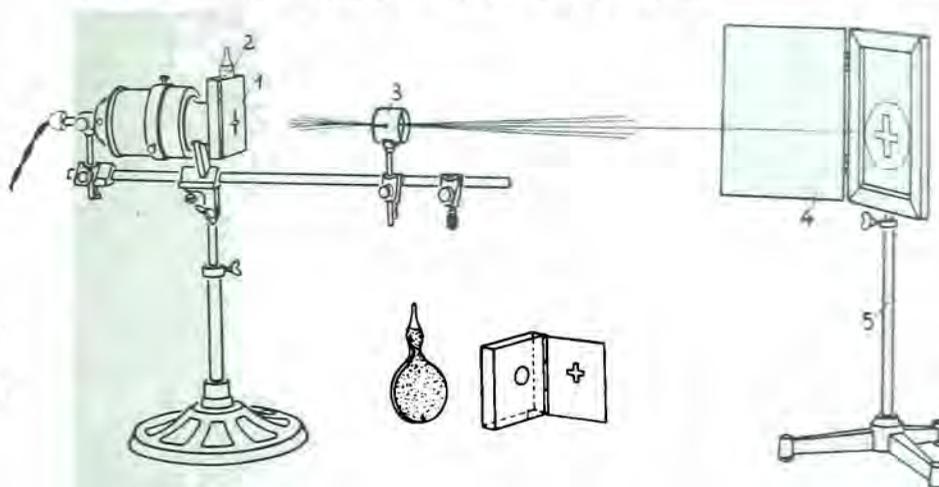
#### Experimentos realizables:

11. Espectro
12. Fluorescencia y fosforescencia
13. Filtro para luz ultravioleta
14. Filtro para luz ultraraja
15. Espectros de absorción
16. Colores de los cuerpos
17. Mezcla aditiva y subtractiva de los colores

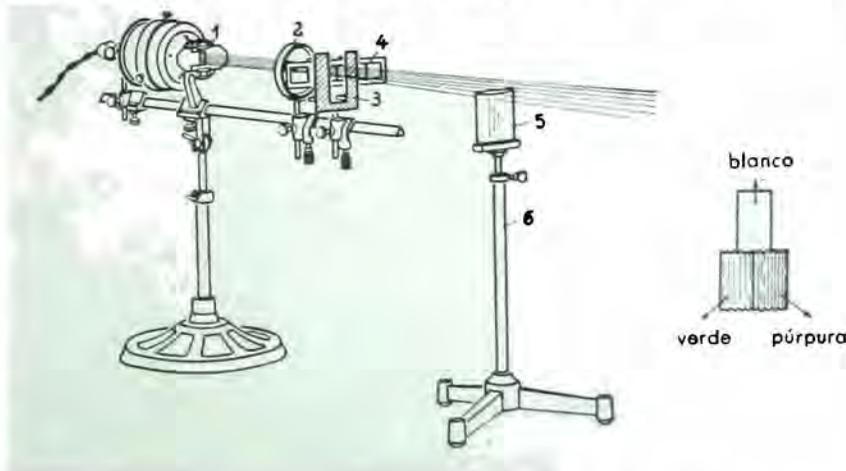
Experimento no. 17: Mezcla aditiva de los colores. 1 = corredera doble que da una hendidura de 1 cm. (suministrada con el banco). 2 = lente convergente (AC 12). 3 y 4 = chasis doble con placa de seis colores (EB 4). 6 = trípode (AA 2). Cada uno de los colores puede ser mezclado en cualquier proporción con el color vecino. La lente cilíndrica 5 (EB 8) muestra, al mismo tiempo, sobre la pantalla los dos colores separados (p. e. verde y púrpura) así como la mezcla de estos colores sobrepuestos (por ejemplo el blanco). Con la placa de tres colores se mezcla, en cualquier proporción, el rojo, el verde y el azul. El mismo dispositivo, ligeramente modificado, permite la mezcla subtractiva de los colores.



Experimento no. 11: Espectro. Para los experimentos fundamentales recomendamos el prisma de flint (DA 1) que produce, gracias a su fuerte dispersión, un espectro de gran tamaño. El prisma de Amici (DA 8) es sobre todo útil para la representación de los colores complementarios y de las mezclas de colores (experimento no. 18). La disposición es sumamente sencilla con este prisma de Amici. Este prisma se utiliza igualmente para los otros experimentos sobre el espectro (absorción etc.). Se obtiene un espectro muy desarrollado cuando se utiliza simultáneamente los dos prismas DA 1 y DA 8. En los experimentos simples se puede reemplazar también el obturador AD 4 por las correderas dobles que forman parte del aparato. 1 = AD 4, 2 = AC 6 (suministrada con el banco), 3 = DA 1, 4 = AB 22.



Experimento no. 14: Extinción de la fosforescencia por los rayos infrarrojos. 1 = caja (DF 3) conteniendo un frasquito de yodo (2). 3 = lente (AC 6) (suministrada con el banco). 4 = pantalla al sulfuro de zinc (DD 9). 5 = trípode (AA 2). Primero se abre la caja montada en el aparato (1), se saca el frasquito conteniendo la solución de yodo (2). Se mete al punto con la lente (3) sobre la pantalla (4) el campo circular y se ilumina la pantalla durante cierto tiempo hasta que se vuelva fuertemente fosforescente. Luego se introduce el frasco que contiene la solución de yodo en la caja, se cierra la tapa en la cual ha sido hecha una cruz (1 y 2). El frasco de yodo deja pasar solamente los rayos invisibles infrarrojos. Estos rayos tienen el poder de apagar la fosforescencia. La cruz se destaca por lo tanto inmediatamente sobre la pantalla en negro. Se puede hacer el mismo experimento, pero con menos claridad, con la placa de ebonita (DF 5). El molinete óptico (DF 6) es accionado por los rayos infrarrojos en un movimiento de rotación rápida.



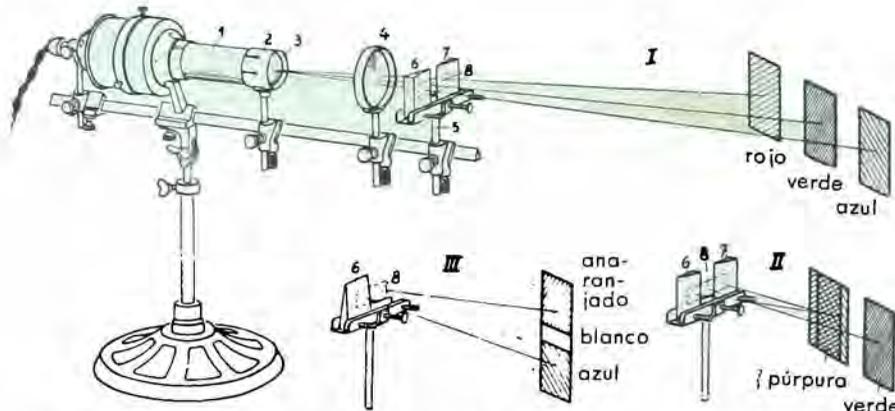


## Óptica

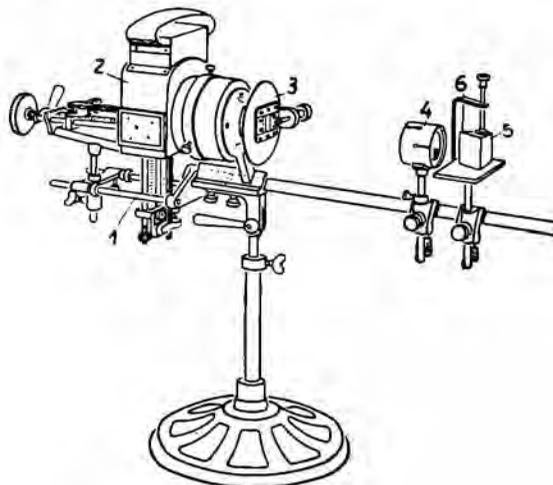
### Pequeño banco de óptica

#### 4º Otros experimentos sobre el espectro

Se utilizan, para efectuar estos experimentos, las piezas AB 15 y CF 1 de la lista no. 1, AC 12, AD 4, DA 8, AB 22 y DB 1 de la lista no. 3.



**Experimento no. 18:** Mezcla de los colores del espectro reproduciendo el blanco. Representación de los colores complementarios y de las mezclas de colores. 1 = prisma de Amici (DA 8). 2 y 3 = tubo de soporte con lente de objetivo (AC 6) (suministrado con el banco). 4 = lente convergente (AC 12). 5 = soporte (AB 15). 6 y 7 = prismas de ángulo agudo (CF 1). 8 = pequeño espectro. En I están representados los tres colores fundamentales obtenidos por descomposición del espectro. Al quitar los prismas 6 y 7 se produce sobre la pantalla un campo blanco debido a la mezcla de los colores. En II el prisma 6 ha sido montado en sentido inverso de modo que el campo rojo cae sobre el campo azul (mezcla que da el tinte púrpura). En III el prisma 6 se utiliza sola y se coloca sobre el campo, los dos campos de colores complementarios se recubren parcialmente.



**Experimento no. 19:** Utilización de la lámpara de arco en el banco de óptica. 1 = soporte (AB 34). Este soporte está fijado sobre el proyector en el sitio del rail triangular de atrás, que lleva la lámpara de incandescencia. 2 = lámpara de arco (23/14). El montaje de la figura sirve para la representación de los espectros de emisión. 3 = obturador (AD 4). 4 = lente de objetivo (AC 6) (suministrada con el banco). 5 = prisma de flint (DA 1). 6 = pinza (AB 22).



**Experimento no. 20:** Reversión de la raya del sodio. Se hace pasar la abrazadera del soporte auxiliar (AB 26) por encima del tubo del aparato de modo que la barra-guía se halle de lado, se aprieta la tuerca de orejas (3) y se coloca el mango (AB 26) (2) en el pie (1) del soporte (AA 1) (suministrado con el banco). 5 = obturador (AD 4). 6 = barra triangular (suministrada con el banco). 7 = platillo (AB 27). 8 = mechero Bunsen (DJ 1). 9 = lente de objetivo (AC 6) (suministrada con el banco). 10 = soporte de tablilla (AB 28). 11 = mesita (AB 29) (suministrada con el banco). 12 = prisma de flint (DA 1).

- AA 10 Caballete especial para rail triangular
- 23/14 Lámpara de arco con carbones
- AB 34 Soporte para la lámpara de arco
- AC 2 Condensador doble especial
- DG 1 3 carbones de alma metálica, Na, Ba y Ca
- DG 5 Carbón con alma de hierro
- AB 26 Soporte auxiliar
- AB 27 Platillo para atornillar al pie del soporte
- AB 28 Soporte de platillo
- DJ 1 Mechero Bunsen con tubo y nave
- DJ 5 Sodio metálico

### Experimentos realizables:

- 18. Mezcla de los colores del espectro reproduciendo el blanco, representación de los colores complementarios y de las mezclas de colores
- 19. Espectros de emisión
- 20. Reversión de la raya del sodio



## Óptica

### Pequeño banco de óptica

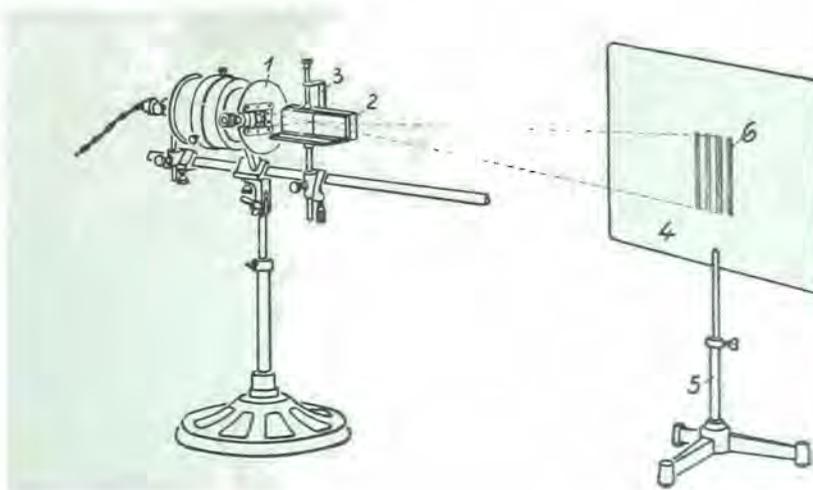
#### 5° Interferencia y difracción

Para la ejecución de estos experimentos se utilizan las piezas AB 15 de la lista no.1, AD 4 de la lista no.3 y AA 10 de la lista no.4.

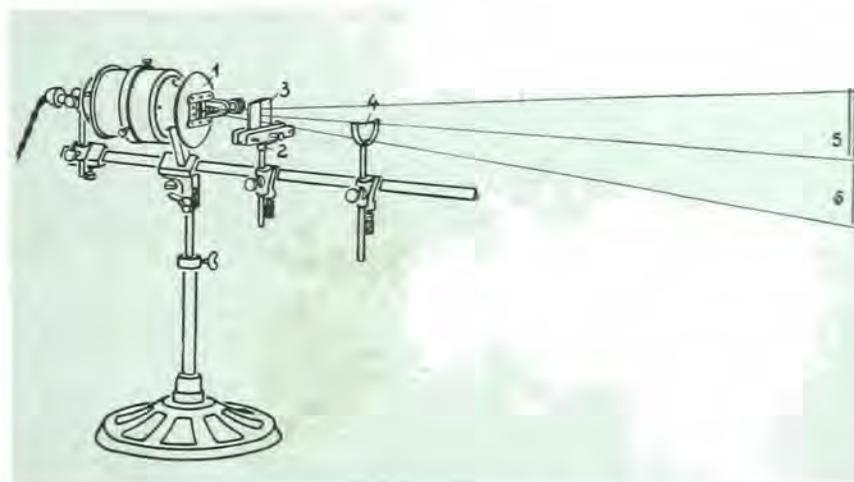
- GA 3 Espejo de Fresnel
- GA 5 Prisma de Fresnel
- GA 6 Semi-lente
- GA 8 Placa mate con división
- AB 18 Llave soporte
- GA 13 Juego de lentes para anillos coloreados de Newton
- GA 15 Pantalla azul-roja
- AA 7 Brazo triangular
- AA 10 Caballete especial
- GB 1 Obturador de 0,1 mm.
- GB 4 Hilo de 0,25 mm.
- GB 5 Hilo de 0,5 mm.
- AE 2 Pantalla de metal
- GB 8 Red de difracción
- GB 9 Fotografía de red
- GB 12 Tela metálica
- GB 16 Placa para obtener anillos de difracción
- AD 1 Diafragma iris

#### Experimentos realizables:

21. Ensayos de interferencia con el espejo y el prisma de Fresnel
22. Anillos de Newton
23. Ensayos de difracción con un obturador, un corte, dos obturadores, un hilo, una red (medición de la longitud de onda)



**Experimento no. 21a:** Franjas de interferencia con el espejo de Fresnel. 1 = obturador (AD 4). 2 = espejo de Fresnel (GA 3). 3 = pinza de presión (AB 22). Se abre ligeramente el obturador y se hacen caer los rayos luminosos, bajo un ángulo muy poco pronunciado, sobre el espejo recogiendo sobre la pantalla colocada a una distancia de 50 a 100 cm. Se hace girar el obturador hasta que esté exactamente paralelo al plano del espejo y las franjas de interferencia aparezcan con el máximo de claridad. Luego se hace girar la pantalla 4 (AE 2) de manera que los rayos caigan oblicuamente sobre esta pantalla. Las franjas de interferencia (6) se ensanchan así artificialmente resultando visibles para espectadores alejados. Al adelantar la tablilla que lleva el espejo hacia el extremo del rail, el tamaño de las bandas de interferencia disminuye.



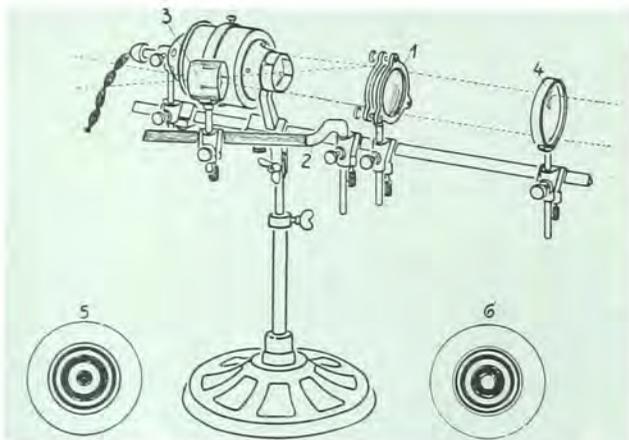
**Experimento no. 21b:** Bandas de interferencias con el prisma de Fresnel. 1 = obturador (AD 4). 2 = soporte del prisma (AB 15). 3 = prisma de interferencia (GA 5). Primero se hacen aparecer las bandas de interferencia sobre la pantalla colocada a corta distancia. Después se aumenta esta distancia llevándola hasta 2 metros a lo menos, luego se mete el semi-lente convergente 4 al punto sobre el obturador de modo que sobre la pantalla aparezcan simultáneamente las bandas de interferencia 5 y la imagen doble 6 del obturador. Al mover el prisma, la distancia que separa las dos imágenes 6 del obturador varía en razón inversa al intervalo que separa las bandas 5. Para la medición de las longitudes de onda se utiliza la placa de vidrio con división milimétrica (GA 8).



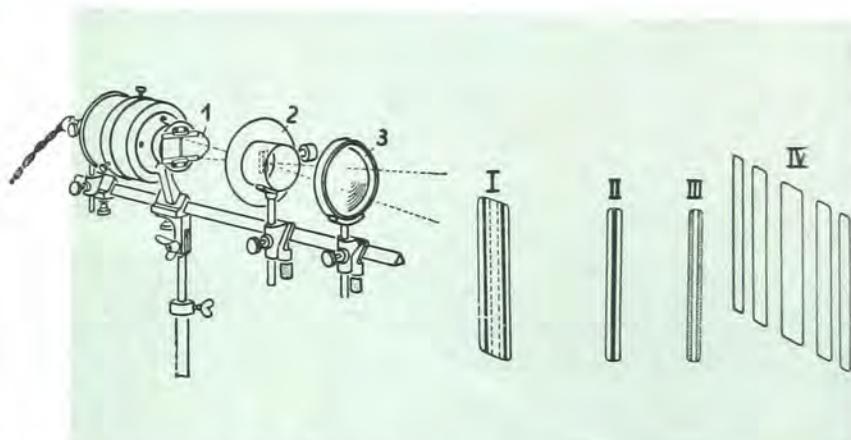
## Óptica

### Pequeño banco de óptica

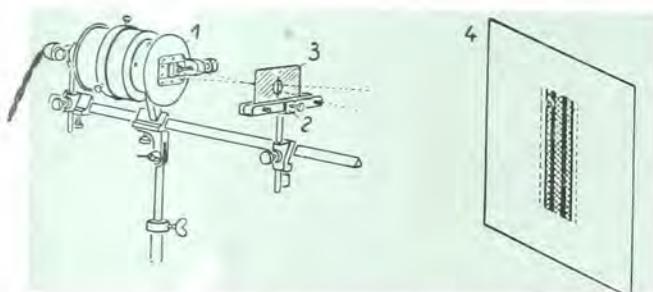
#### Otros experimentos sobre la interferencia y la difracción



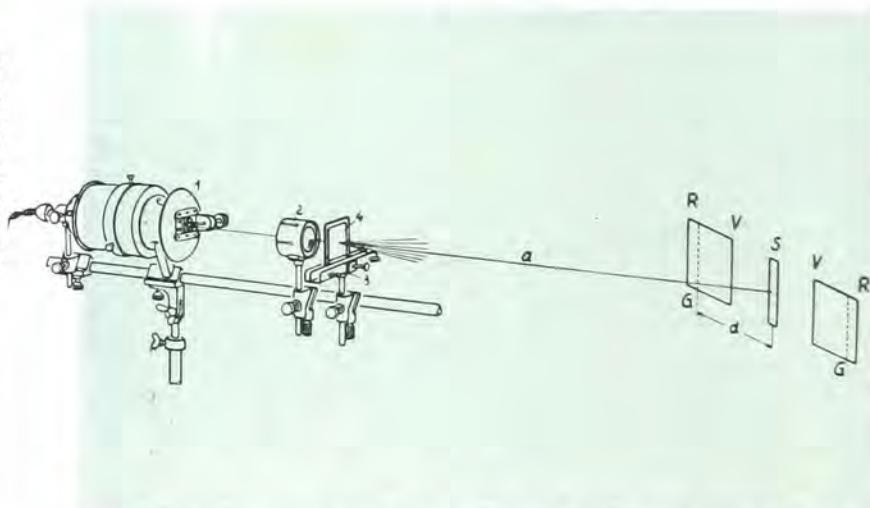
**Experimento no. 22:** Anillos de Newton. 1 = juego de lentes (GA 13) en una montura de presión. 2 = rail triangular (AA 7). 3 = tubo-montura con lente de objetivo (AC 6) (suministrada con el banco). 4 = lente convergente (AC 12).



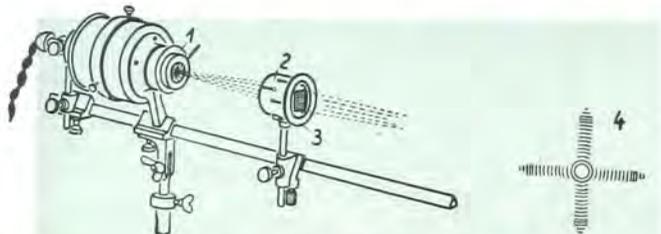
**Experimento no. 23b:** Difracción con dos obturadores (arriba el experimento de Poisson, abajo el experimento de Fraunhofer). 1 = obturador de 0,1 mm. (GB 1). 2 = obturador (AD 4). Primero se da al obturador un tamaño de algunos milímetros para formar sobre la pantalla una banda luminosa (I) con franjas de difracción a la derecha y a la izquierda que se ponen al punto con la mayor claridad posible mediante regulación del obturador. Se disminuye el tamaño del obturador hasta que los dos primeros mínimos de las franjas se recubran y se produzca, por consiguiente, una gran raya negra (II) en el centro de la banda luminosa. Se obtiene, por lo tanto, una banda oscura en el sitio donde normalmente se debería tener el máximo de claridad. Cuando se reduzca más el obturador, los primeros máximos se recubren dando una raya muy luminosa (III). Al reducir más aún el tamaño del obturador se obtienen los espectros de difracción laterales de Fraunhofer (IV). Es ventajoso utilizar para este experimento un lente (AC 18) (3).



**Experimento no. 23:** Difracción alrededor de un hilo. 1 = obturador (AD 4). 2 = soporte (AB 15). 3 = placa con hilo de 0,5 mm. de diámetro (GB 5). 4 = pantalla de observación (AE 2). Se dispone la lámpara de modo que la imagen del filamento luminoso vertical caiga sobre el hilo de la placa. Se reduce el tamaño del obturador girando el mismo hasta que las franjas laterales de difracción y las bandas negras de interferencia en la sombra del hilo sean lo más claras posible lo que se consigue cuando el obturador está exactamente paralelo al hilo de la placa. Para la medición de las longitudes de onda se utiliza la placa de vidrio mate con división milimétrica (GA 8).



**Experimento no. 23c:** Espectros de difracción y medición de las longitudes de onda. 1 = obturador (AD 4). 2 = lente de objetivo (AC 6) (suministrada con el banco). 3 = soporte (AB 15). 4 = fotografía de red (GB 9). S = imagen del obturador. R-V = espectros de difracción de primer orden. La longitud de onda es igual a  $\frac{k \cdot d}{a}$ ; siendo k igual al intervalo de dos rayas de la red (constante de la red), es decir en nuestro caso igual a 0,01 mm. d es igual a la distancia con relación al centro de la imagen del obturador del color cuya longitud de onda se quiere medir. a es igual a la distancia entre la rejilla y la pantalla. Para a = 2 m. = 2000 mm. se halla en nuestro ejemplo para d el valor de 120 mm. en cifras redondas. Por consiguiente, la longitud de onda de la radiación amarilla es igual a  $\frac{6}{10000}$  mm.



**Experimento no. 23a:** Difracción alrededor de los hilos de una red. 1 = diafragma iris (AD 1). 2 = tubo-montura con lente de objetivo (AC 6) (suministrada con el banco) puesto al punto sobre el diafragma iris del cual se reduce la abertura. 3 = tela metálica (GB 12). La imagen del diafragma iris es constituida por los espectros de difracción cruzados (4). Al hacer girar la tela, la cruz gira igualmente sobre la pantalla. La placa (GB 16) con numerosos granos de polvo irregularmente repartidos produce sobre la pantalla, al ponerla en el sitio de la tela, anillos de difracción.



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Óptica

### Pequeño banco de óptica

#### 6° Doble refracción y polarización

Para estos experimentos se utilizan las piezas AB 15 de la lista no. 1, AA 2 de la lista no. 2, y AD 1 de no. 5.

- HA 6 Diapositivo
- HA 8 Prisma de doble refracción
- HA 10 Diafragma
- HA 11 Diafragma amovible
- HA 12 Prisma acromatizado de espato
- AB 3 Tubo-Montura
- AB 19 Mango de unión
- HB 1 Una docena de láminas de vidrio de espejo delgadas
- HB 3 Juego de placas de vidrio
- HB 10 Espejo negro
- HC 4 Nicol
- AB 11 Soporte para las preparaciones
- HD 5 Lámina de yeso de espesor desigual
- HD 6 Lámina de yeso con 4 escalones de espesor diferente
- HD 8 Figura de yeso
- HD 14 Dos placas de vidrio duro
- CE 2 Barra de vidrio

#### Experimentos realizables:

- 24. Doble refracción
- 25. Polarización por reflexión y refracción
- 26. Polarización por doble refracción
- 27. Preparaciones para experimentos de polarización en luz paralela

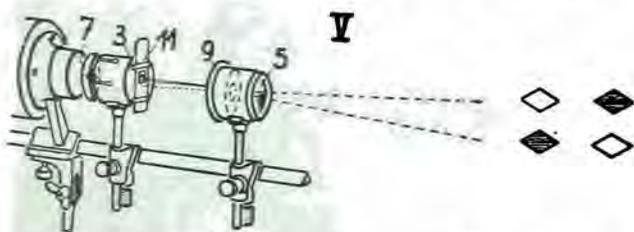
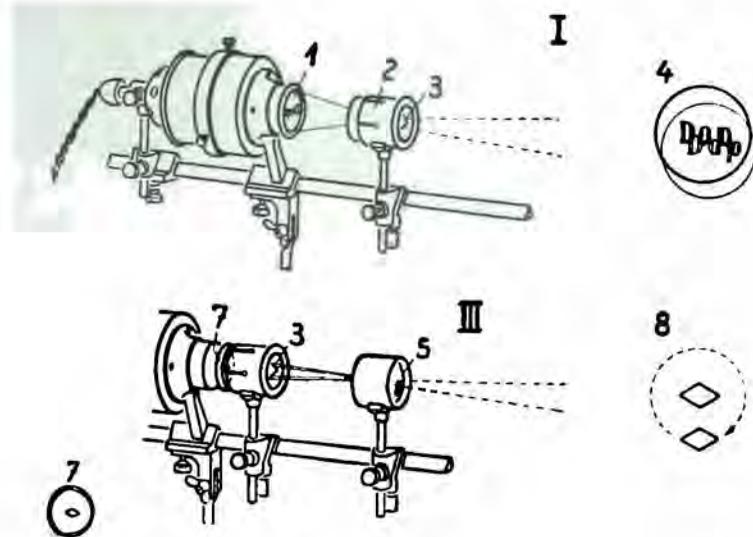
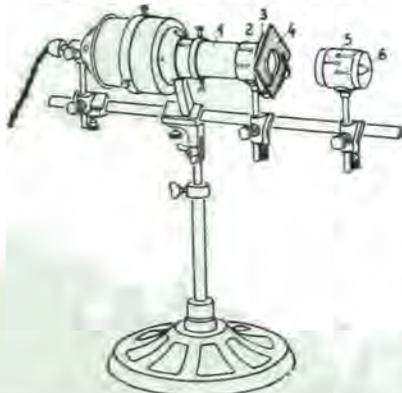
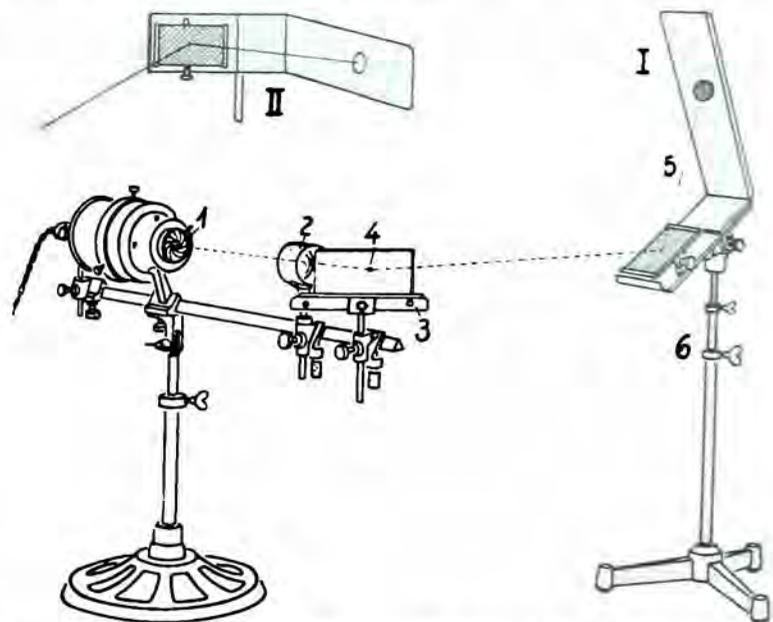


Figura no. V: Se coloca en el tubo-montura de delante el prisma acromatizado de espato 9 (HA 12). Cada una de las dos imágenes 8 se redobra una segunda vez. Al hacer girar el prisma (9), estas imágenes oscurecen alternativamente dos por dos. Para el análisis de este fenómeno se intercepta, mediante el diafragma amovible 11 (HA 11) uno de los rayos que produce el cristal 3 HA 8, de modo que sobre la pantalla no queden más que dos imágenes que se oscurecen alternativamente cuando pasan en las posiciones determinadas por la rotación del prisma. Se puede interceptar el otro rayo moviendo el diafragma.



Experimento no. 24: Doble refracción. Figura no. I: 1 = diapositivo llevando la inscripción Dop (HA 6). 2 = tubo-montura (AB 3). 3 = cristal de doble refracción (HA 8). La inscripción (4) aparece doble en la pantalla de proyección. Al hacer girar el cristal, una de las imágenes de la inscripción gira alrededor de la otra. Figura no. III: Se quita el dispositivo reemplazándolo por el diafragma 7 (HA 10) de forma de losange y el cristal de doble refracción 3. En la parte de delante se monta un segundo tubo-montura (AB 3) con un lente de objetivo 5 (AC 6) (suministrada con el banco) y se mete al punto sobre las dos imágenes 8 separadas por el cristal, las cuales indican la dirección del eje. Al hacer girar el cristal, una de las imágenes gira alrededor de la otra que permanece fija.



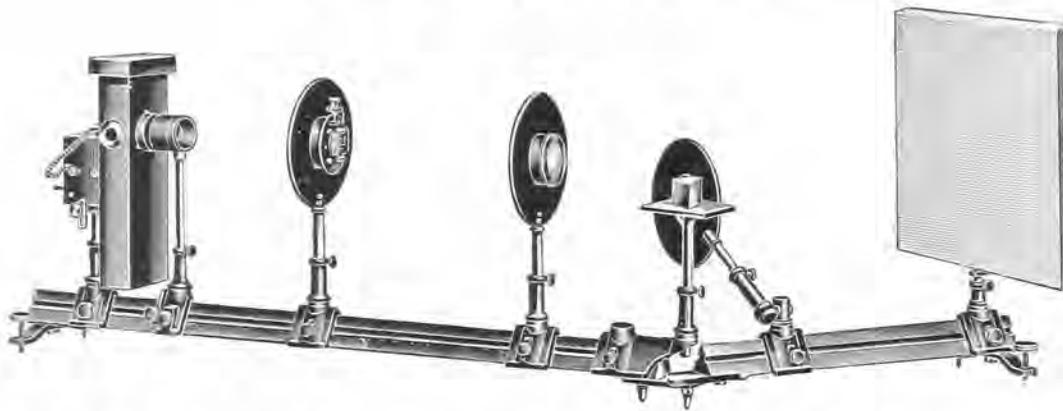
Experimento no. 25: Polarización por reflexión. 1 = diafragma iris (AD 1). 2 = lente de objetivo (AC 6) (suministrada con el banco). 3 = soporte (AB 15). 4 = una o varias placas de vidrio del juego HB 1. 5 = espejo negro orientable e inclinable (HB 10). 6 = mango intermedio AB 19 con trípode AA 2. En la posición I los planos de polarización están cruzados, y la imagen del diafragma iris proyectada sobre la pequeña pantalla está oscura. Si se hace girar de 90° el espejo negro 5 de la posición (posición II), los planos de polarización están paralelos y el campo de la imagen está iluminado. La imagen se hace igualmente clara, cuando en la posición I se aparta la placa 4 o el espejo negro 5 de la posición correspondiente al ángulo de polarización. La pantalla de observación es amovible de manera que el dispositivo 5, que puede también ser fijado sobre el proyector, puede ser utilizado como un simple espejo negro.

Experimento no. 27: Polarización en luz paralela con un juego de placas de vidrio y un nicol. 1 = juego de placas de vidrio (HB 3) que sirve para la polarización. 2 = tubo-montura (AB 3). 3 = soporte amovible para preparadas (AB 11). 4 = preparado, por ejemplo figura de yeso (HD 8). 5 = segundo tubo-montura (AB 3). 6 = nicol (HC 4). Haciendo girar el nicol o el juego de las placas de vidrio, se obtiene sobre la pantalla el fenómeno complementario. También se puede hacer girar el soporte (3) con el preparado.



## Óptica

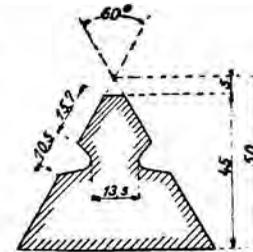
### Banco de óptica y soportes



Banco de óptica con dispositivo experimental para mostrar la descomposición espectral de la luz, comprendiendo los nos. 460 31, 460 33, con zócalos de caballete no. 460 45, caballete-prolongación no. 460 52, una lámpara de arco, pantallas con abertura no. 460 71, platina no. 460 81, pantalla de proyección no. 460 86 y accesorios.

460 31 **Banco de óptica con perfil normalizado**, largo 1 m., montado sobre pies. (Fig.)

El banco de óptica posee el perfil normalizado de un uso ahora general y el cual está representado por la figura. El banco permite realizar muy rápida y cómodamente la mayoría de los experimentos de óptica, gracias a la facilidad de centraje de los aparatos. El alumno puede darse cuenta, muy fácilmente, de la manera de la cual se dispone el experimento sobre el banco.



460 33 **Rail adicional** de 50 cm. de largo, montado sobre pies, que puede girar alrededor de su articulación (experimento de espectroscopia). (Fig.)

460 35 **Zócalo de caballete**. La columna de estos zócalos está perforada al diámetro de 13,75 mm. para recibir el mango normalizado. El tamaño de los pies es de 60 mm., la altura de 45 mm.

460 45 — El tamaño de los pies es de 60 mm., la altura de 80 mm. (Fig.)

460 48 — El tamaño de los pies es de 60 mm., la altura de 125 mm. (Fig. pág. 109.)

Conviene proveer cierto número de estos zócalos que pueden también ser utilizados para mangos de un diámetro más reducido.

460 52 **Caballete-prolongación**. Este caballete sirve para montar la platina no. 460 81 para los prismas, las redes etc. sobre la articulación del rail adicional giratorio. (Fig.)

460 55 **Caballete inclinable** de 40 mm. de alto.



## Óptica

- 460 71 **Pantalla con abertura** sobre mango normalizado para caballete, para recibir prismas, obturadores, diafragmas etc. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

Esta pantalla sirve para recibir los accesorios designados en los capítulos siguientes, tales como obturadores, prismas de visión directa, etc. Conviene proveer de 3 a 5 de estas pantallas en el equipo de banco.



460 81 en 460 48

- 460 72 **Armadura** para el no. 460 71 con pinzas de resorte y mango normalizado para recibir filtros coloreados, redes etc.

- 460 81 **Platina** para prismas etc. Armazón de  $10 \times 10$  cm., sobre mango normalizado. (Fig.)

- 460 86 **Pantalla de proyección**, chasis de madera, sobre mango normalizado. (Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural, pág. 108.)

- 461 11 **Prisma de reflexión total** que gira sobre mango normalizado. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)



461 11 en 460 45

- 461 27 **Juntura con obturador** regulable mediante tornillos, que se monta sobre la pantalla no. 460 71. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

- 461 28 **Juntura con obturador triple** con un disco de vidrio rojo y uno de vidrio verde y dos placas metálicas.

Este obturador está montado en la pantalla no. 460 71, y sirve para mostrar la marcha de los rayos luminosos en los experimentos sobre los lentés y con el disco óptico de Hartl no. 463 51, pág. 111.

- 461 29 **Juntura con diafragma iris**. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

- 461 51 **Pantalla de proyección**, dimensiones  $70 \times 70$  cm., con arrollador automático.

El empleo de esta pantalla es de aconsejar en muchos experimentos, sobre el prisma por ejemplo, porque es fácilmente movable, teniendo, al mismo tiempo, dimensiones suficientes; se puede colocar fácilmente.



460 71



461 27



461 29



## Óptica

### Óptica geométrica

- 462 03 **Placa con perlas de vidrio** agrupadas para dibujar la cifra 1, montada sobre mango normalizado. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)  
Las perlas de vidrio están introducidas en agujeros hechos en una plancha de madera; iluminadas por detrás, parecen luminiscentes. Como dibujan un 1, constituyen, cómodamente, un «objeto» en todos los experimentos sobre la formación de las imágenes, lo que permite ver fácilmente, si la imagen está invertida o revuelta.
- 462 11 **Lente biconvexa**,  $f = 5$  cm., diámetro 40 mm., montada en una pantalla, sobre mango normalizado. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)  
Esta lente puede servir de condensador en muchos experimentos.
- 462 12 —  $f = 10$  cm.
- 462 13 —  $f = 25$  cm.
- 462 16 —  $f = 30$  cm., diámetro 10 cm.
- 462 21 **Lente plano-convexa**,  $f = 15$  cm., diámetro 7,5 cm., montada en una pantalla, sobre mango normalizado.  
Es práctico poseer dos de estas lentes.
- 462 22 —  $f = 30$  cm.
- 462 23 —  $f = 60$  cm.
- 462 26 **Lente bicóncava**,  $f = 10$  cm., diámetro 5 cm., montada en una pantalla, sobre mango normalizado.
- 462 28 **Lente plano-cóncava**,  $f = 30$  cm., diámetro 5 cm., montada en una pantalla, sobre mango normalizado.
- 462 31 **Lente cilíndrica**,  $f = 15$  cm., montada en una pantalla, sobre mango normalizado. Estas lentes permiten la realización de todos los experimentos de óptica importantes.
- 462 56 **Pantalla con diafragmas**, montada sobre mango normalizado, para el estudio de la aberración esférica. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)



462 03



462 56



462 11



## Óptica

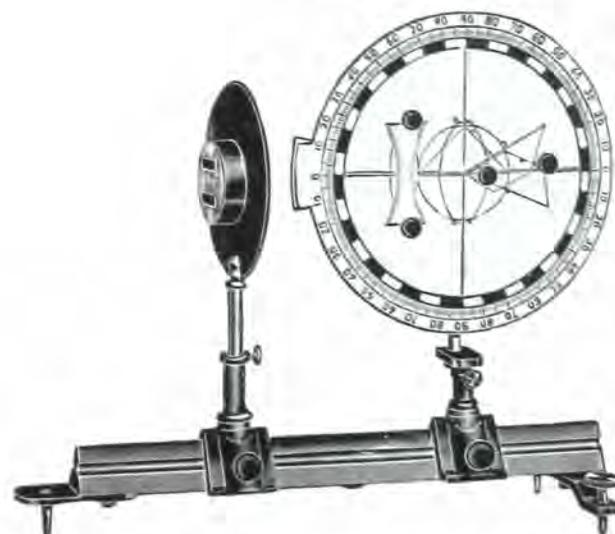
- 463 11 **Espejo cóncavo** sobre mango normalizado, diámetro 80 mm., rayo de curvatura 1200 mm., cara cóncava plateada y protegida por una tapa metálica.  
Para poder mostrar, con una precisión suficiente, las leyes de la acción de los espejos cóncavos, es necesario disponer de un buen espejo de vidrio con la cara delantera plateada y de gran distancia focal.
- 463 12 **Espejo cóncavo-convexo**, de vidrio, con montura negra de madera provista de mango, diámetro 125 mm. (Fig.)
- 463 51 **Disco óptico** según Hartl, montado sobre mango normalizado para caballete, diámetro del disco 30 cm., con los accesorios siguientes: espejo plano, espejo cóncavo y convexo, semi-cilindro de vidrio, prisma de vidrio rectangular isócel con base paralelepípedica, lente biconvexa, lente bicóncava y cilindro de vidrio, todo está contenido en una caja. (Fig.)  
Este disco permite la realización perfecta de casi todos los experimentos de óptica geométrica; se utiliza con la juntura con triple obturador no. 461 28, pág. 109. El aparato se suministra con una colección de fotografías que reproducen los diferentes experimentos.
- 463 52 — pero montado sobre un trípode sólido con pantalla de diafragma vertical y accesorios. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)



463 52



463 12



463 51 con 460 71 y 461 28, pág. 109,  
sobre el banco de óptica.



## Óptica

### Reflexión y refracción

- 464 01 **Aparato para la demostración de la reflexión sobre las superficies.** (Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural.)

El aparato es constituido por una banda metálica cintrada siguiendo un semi-círculo con una graduación de  $0^\circ$  a  $90^\circ$  sobre la parte interior y una hendidura de mira a  $0^\circ$ .

Un espejo solidario con una manecilla larga puede girar alrededor de un eje que pasa por el centro del semi-círculo.



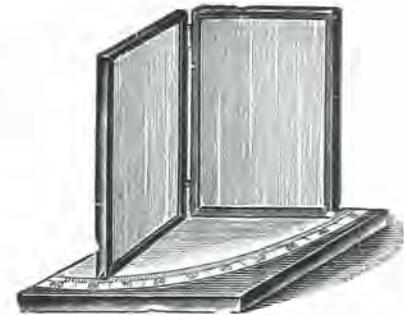
464 09

- 464 04 **Espejos angulares,** con charnela y arco graduado. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

- 464 09 **Caleidoscopio,** caja de metal, con dispositivo de rotación, sobre soporte. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

- 464 17 **Modelo de sextante con espejo,** de metal, división en grados. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

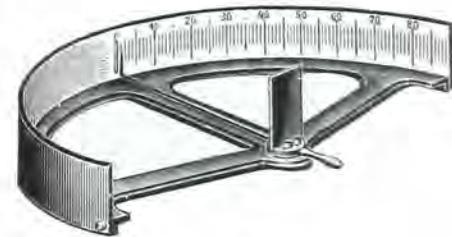
El sextante con espejo sirve para medir los ángulos, en especial para medir la desviación angular de dos estrellas para las determinaciones de posición en la navegación marítima.



464 04

- 464 21 **Aparato para mostrar la refracción de la luz,** para llenar con agua. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

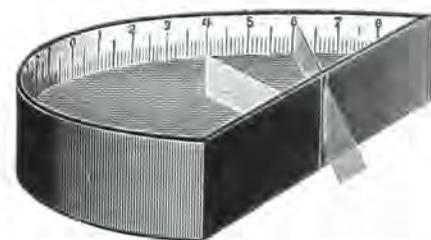
Un recipiente semi-cilíndrico lleva una división en grados sobre la pared interior. La pared plana del recipiente está provista, en su centro, de una ventanilla vertical de vidrio para la entrada de la luz. El recipiente está llenado de agua a media altura, y ésta coloreada por algunos granos de sal sódica de fluoresceína no. 469 74, página 118. Si un haz de rayos paralelos cae sobre la ventanilla de vidrio en una dirección conveniente, los rayos que entran por la mitad superior de la ranura, se propagan en línea recta en el aire, mientras que los que atraviesan la mitad inferior sufren una refracción a su entrada en el agua.



464 01



464 17



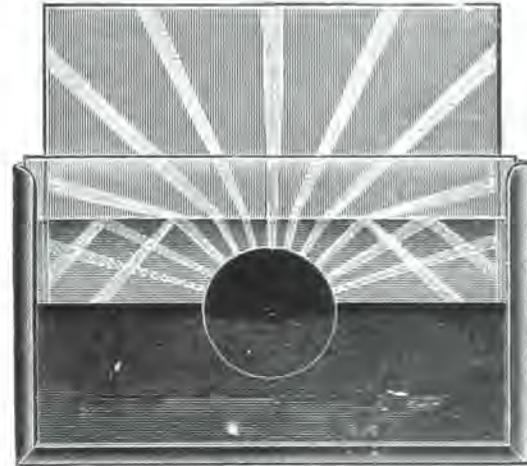
464 21



## Óptica

- 464 26 **Aparato para mostrar la refracción y la reflexión total** en el agua, con vaso de vidrio y montura auxiliar. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

Un vaso de vidrio rectangular, midiendo 30 cm. de largo, 6 cm. de ancho y 18 cm. de alto, se llena con agua hasta la mitad; está provisto de una pantalla de hoja de lata. Sobre la pantalla está fijada una caja provista de orificios y abierta por detrás. En el interior de la caja se halla un espejo cónico cuya punta está vuelta hacia atrás. Si se pone una fuente luminosa detrás de la pantalla en la altura de la abertura, se ven distintamente en el agua, sobre todo si la misma está teñida con algunos granos de sal sódica de fluoresceína no. 46974, página 118, los rayos luminosos reflejados por el espejo cónico a través de los orificios de la caja. Para facilitar la observación del fenómeno conviene enturbiar el aire encima del agua del vaso, por humo de cigarillo por ejemplo, cubriéndolo todo con una tapa de cartón.



464 26

## Fotómetros

- 464 51 **Fotómetro con mancha de aceite** según Bunsen, con montura y mango normalizado para caballete.
- 464 52 — en una caja de hoja de lata con espejos que reflejan la mancha de aceite, montado sobre mango normalizado. (Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural.)  
El aparato está ejecutado, en principio, como el aparato no. 464 51, pero se encuentra bajo cárter y está provisto de espejos para que sea posible la observación simultánea de los dos lados del fotómetro.
- 464 61 **Soporte para una bujía** sobre mango normalizado para caballete.
- 464 62 **Soporte para 4 bujías** sobre mango normalizado para caballete. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)  
Estos soportes sirven para comprobar la ley de variación de las intensidades luminosas con el cuadrado de las distancias de fotómetro.
- 464 64 **Bujías** para los soportes arriba indicados, en paquete.
- 464 68 **Soporte con porta-lámpara Edison, 27 mm.**, sobre mango normalizado para caballete, con cordón de conexión.
- 464 71 **Lámpara de acetato de amilo** con medidor de llama que sirve como unidad de comparación. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)



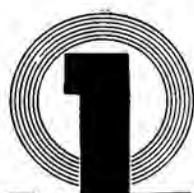
464 52



464 71



464 62



## Óptica

### Descomposición espectral de la luz del infra-rojo al ultra-violeta



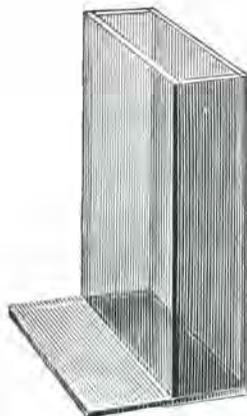
465 11



465 51



466 11



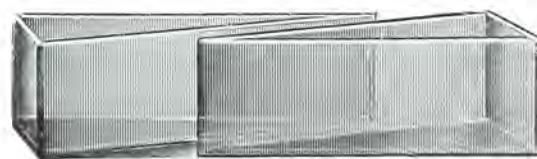
466 41



466 14



466 02



466 46

- 465 11 **Prisma equilátero de cristal**, de 11 cm. de altura y 5 cm. de lado. (Fig.)
- 465 22 **Prisma de Crownglas, equilátero**, largo 30 mm. y lado de 30 mm.
- 465 37 **Prisma equilátero, de Flintglas**, largo 30 mm. y lado de 30 mm.
- 465 46 **Prisma de reflexión total** de cristal, lado del ángulo recto 30 mm., alto 30 mm.
- 465 51 **Prisma de reflexión total de cristal de espejo**, con tapón esmerilado, equilátero, de 60 mm. de lado y 60 mm. de alto.  
Para llenar este prisma es más ventajoso utilizar etilo de canela en lugar de sulfuro de carbono. El etilo de canela debe conservarse en un sitio oscuro.
- 466 02 **Montura con prisma de visión directa**, según Amici. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)  
Esta montura se utiliza con la pantalla de diafragma no. 460 71, pág. 109. El prisma de Amici está compuesto de 3 prismas de crownglas y flint. Visión directa para la línea F.
- 466 11 **Prisma acromático** que consta de 2 partes, hechas de crownglas y de flint, con montura y charnela, sobre mango normalizado para caballete. (Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural.)
- 466 14 **Lente acromático**, compuesto de partes móviles juntadas mediante una charnela, diámetro 45 mm., sobre mango normalizado para caballete. (Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural.)  
Por refracción en el lente la luz produce franjas de color. La coloración resulta más fuerte con el vidrio flint que con el crown. Un fuerte lente convergente de crown combinado con un lente divergente más débil hace desaparecer la difracción cromática.
- 466 25 **Discos coloreados**; 8 piezas, de las cuales una está pintada con los colores del espectro, las otras están hendidas según Maxwell. Diámetro 120 mm.  
Estos discos pueden ser utilizados con nuestra máquina centrífuga no. 347 15, página 19.
- Filtros de luz monocromática**, ver los nos. 468 01 etc., página 117.
- 466 41 **Cubeta de absorción**, forma rectangular, con tapa, altura 55 mm., anchura 35 mm., profundidad 10 mm. (Fig.)
- 466 46 **Cubeta prismática** hecha de cristal de espejo, largo 100 mm., alto 40 mm., profundo 20 mm. (Fig.)  
Esta cubeta está particularmente indicada para los espectros de absorción; la forma prismática permite, en efecto, dar a la capa de absorción una anchura decreciente.  
No es, por lo tanto, necesario verificar exactamente la concentración del líquido.



## Óptica

### Espectroscopios

- 467 02 **Espectroscopio de bolsillo** con prisma y obturador variable. (Fig.  $\frac{1}{2}$  del tamaño natural.)

Este espectroscopio sirve muy bien para la observación de las rayas de Fraunhofer.

- 467 11 **Espectroscopio escolar** según Kirchhoff y Bunsen, con anteojo de observación y colimador con obturador. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

El anteojo de observación provisto de una retícula está móvil y aumenta 5 veces. El obturador es regulable y provisto de un prisma de reflexión total que puede cubrir la mitad superior del obturador. Sirve para formar, encima del espectro estudiado, un espectro de comparación. El prisma principal está protegido contra toda luz por una tapa metálica.

- 467 14 — más grande, con anteojo de observación, colimador con escala y articulación, que permite las observaciones solares como lo muestran las figuras A y B.

(Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

El anteojo de observación posee una regulación por tornillos y cremallera. El anteojo y el colimador de escala pueden ser graduados para una región cualquiera del espectro. El colimador de escala está provisto de un espejo orientable en todos los sentidos para la iluminación de la escala. El aparato puede oscilar, como lo muestra la figura 467 14 B, para permitir las observaciones solares.

Estos dos espectroscopios sirven para todos los experimentos de demostración que se refieren a la óptica espectral, para la determinación de la raya del sodio y su reversión, para el estudio de los espectros de rayas, de bandas y de absorción.



467 14 A



467 14 B



467 11



467 02

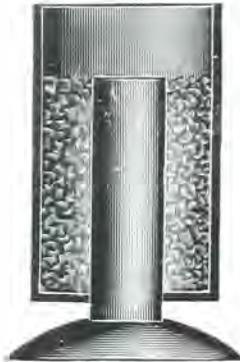


## Óptica

### Accesorios para el análisis espectral



467 81 con el no. 467 66.



476 56

467 31 **Tubito de vidrio** llevando un hilo de platino soldado, para coloraciones de llamas al quemar las sustancias.

467 35 **Soporte** para el no. 467 31.

467 32 **10 varillas de magnesia** para coloraciones de llamas. Ahora utilizanse, las más de las veces, estas varillas en lugar de los tubos de vidrio con hilo de platina que cuestan mucho más caros. Después del uso romper la parte de la varilla que ha servido y conservar el resto para el experimento siguiente.

467 36 **Soporte** para el no. 467 32.

467 41 **10 frasquitos con reactivos** para coloraciones de llamas. En caja de madera. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

**Lámpara de sodio monocromática** de gran luminosidad, ver no. 450 81, página 98.

467 56 **Dispositivo para la reversión de la raya D del sodio**, con cápsula de hierro para la combustión del sodio metálico. (Fig.  $\frac{2}{3}$  del tamaño natural.)

Este nuevo dispositivo permite mostrar la reversión de la raya del sodio de un modo cómodo y seguro, en particular sobre el banco de óptica. La línea negra de absorción del sodio parece entonces sumamente luminosa. Apagando el espectro continuo se puede ver la raya de emisión del sodio.

467 61 **Tubo espectral** para la absorción transversal, con dos llaves para llenar el tubo a discreción. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

467 66 — conteniendo los gases siguientes: O, H, N, CO, CO<sub>2</sub>, Cl, HCl, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, Br, HCl, NO, N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, SnCl<sub>4</sub>, SiFl<sub>4</sub>, gas del alumbrado, éter, petróleo, trementina, cloroformo, aire puro. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

467 67 — conteniendo uno de los gases siguientes: Argon, helio, neon. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

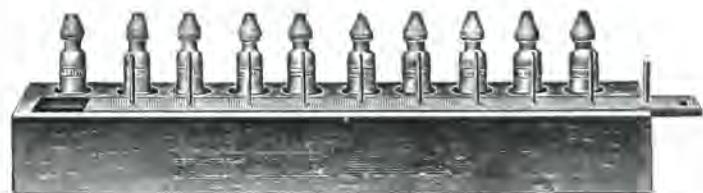
467 81 **Soporte** para recibir los tubos espectrales nos. 467 61 a 467 67 con tomas para empalme por clavijas de contacto, para montar sobre un soporte Bunsen. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)



467 61



467 66/67



467 41

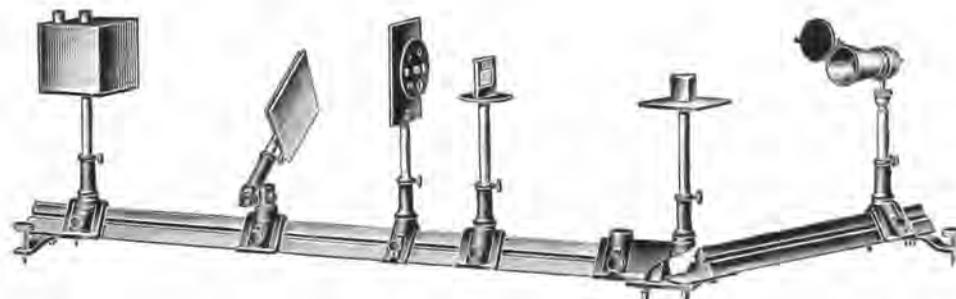


## Óptica

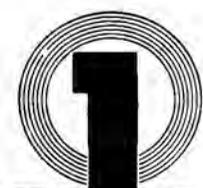
- 468 01 **Filtro de luz monocromática.** Tamaño 60 X 90 mm.  
Rojo oscuro > 630  $\mu\mu$ .
- 468 03 — rojo monocromático > 610  $\mu\mu$ .
- 468 05 — amarillo > 495  $\mu\mu$ .
- 468 07 — zona espectral amarillo a verde, 520—570  $\mu\mu$ .
- 468 09 — zona espectral verde azul 450—550  $\mu\mu$ .
- 468 11 — zona espectral azul con violeta < 550  $\mu\mu$ .
- 468 13 — violeta espectral < 475  $\mu\mu$ .  
Estos filtros se montan sobre una armadura con pinzas de resorte no. 460 72, pág. 109.
- 468 51 **Tabla espectral,** 95 X 67 cm., conteniendo los espectros del Ka, Rb, Cs, Tl, Na, Li, Ca, Sr, Ba con listones terminales para arrollarlas.
- 468 52 — conteniendo los espectros de In, C, B, Mn, Pb, Cu, Co, Ni, Fe con listones terminales para arrollarlas.

## Rayos infra-rojos y ultra-violetas

- 461 30 **Pantalla de protección** de dos placas.
- 468 61 **Lente de sal gema,** biconvexo, distancia focal 150 mm., diámetro 40 mm., para el espectro infra-rojo. (Fig. página 118.)  
La óptica de vidrio es también permeable al espectro infra-rojo pero no tanto como la óptica de sal gema. Siendo este último higroscópico, debe ser conservado bajo campana de vidrio con fondo pegado con leucoemplasto.
- 468 62 **Prisma de sal gema,** lado 30 mm., alto 40 mm. (Fig. página 118.)
- 468 72 **Pantalla de cartón con cubierta de sulfuro de cinc** para descubrir el espectro infra-rojo.  
El sulfuro de cinc expuesto a una iluminación intensa del sol o al arco voltaico da una fosforescencia verde. Esta luminiscencia se apaga en la parte roja del espectro y en la infra-roja.



Experimentos sobre los rayos infra-rojos con el banco de óptica y la pila termoeléctrica de Moll no. 557 36.



## Óptica

### Rayos infra-rojos y ultra-violetas

- 557 36 **Pila termoeléctrica** de Moll, compuesta de elementos manganina-constantana bajo forma de bandas de 0,0003 mm. de espesor, de fuerte soldadura; la pila es muy sólida, de gran sensibilidad y de equilibrio rápido (unos dos segundos). (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

Esta pila se utiliza con un galvanómetro de espejo de gran sensibilidad y corto período (p. e. nuestro no. 532 01, página 151). Permite establecer todas las leyes de radiación, incluso la repartición de la energía en el espectro y el fenómeno de Wien, aun con óptica de vidrio. Como fuente de luz aconsejamos particularmente el mechero NERNST no. 450 72 etc., página 97.

- 469 07 **Lente de cuarzo** para el espectro ultra-violeta, distancia focal 150 mm., diámetro 40 mm., hecho de cuarzo, mezcla natural.

Aquí se puede emplear una mezcla de cuarzo que gira a la derecha y de cuarzo que gira a la izquierda lo cual permite realizar una economía de 30 % sin perjuicio en cuanto al valor óptico del lente.

- 469 17 **Prisma de cuarzo**, lado 30 mm., de cuarzo mezcla natural.

- 469 41 **Pantalla de cartón con cubierta de platina-cianuro de bario** para descubrir el espectro ultra-violeta.

La pantalla conservada primero en la oscuridad, presenta una viva fluorescencia bajo la acción del espectro ultra-violeta. Este fenómeno se observa sobre todo al utilizar una óptica de cuarzo. La pantalla debe ser conservada al abrigo de la luz cuando no sirve.

### Radiación por luminescencia

- 469 70 **Cubo de vidrio de urano**, longitud lateral 50 mm.

Este cubo de vidrio de urano colocado en un haz de luz blanca presenta una luminescencia verde clara. Este fenómeno resulta particularmente bonito cuando el foco del haz se forma sobre el cubo.

- 469 74 **Sal sódica de fluoresceína**, fácilmente soluble en el agua, para preparar un líquido fluorescente, el frasquito de 10 gr.

Basta disolver en el agua algunos granos de esta sal para que el trayecto de los rayos luminosos se haga muy visible.

- 469 75 **8 tubos de vidrio llenados de líquidos fluorescentes** en estuche de cartón, que se abren de dos lados de manera que se pueda observar la fluorescencia, sea en luz transmitida o en luz reflejada. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

- 469 79 **Placa de vidrio negro**, que deja pasar solamente el ultra-violeta para mostrar la radiación fluorescente. Este filtro absorbe la radiación visible e infra-roja.

- 469 82 **Cartón con 24 colores luminosos** para mostrar la diferencia entre la fluorescencia y la fosforescencia.

Nueve de estos colores son fosforescentes en la oscuridad cuando han estado expuestos a la luz del día. Los otros son fluorescentes. Se muestra la fluorescencia en la luz ultra-violeta detrás del filtro para ultra-violeta no. 469 79.



468 61/62 (pág. 117)



469 75



557 36



## Óptica

### Interferencia

471 02 **Espejo interferencial de Fresnel**, para obtener interferencias luminosas. Los dos espejos de cristal (40 X 50 mm.) van pegados a un bloque de madera. (Fig.)

471 03 — en montura metálica pudiendo inclinarse uno de los espejos de cristal, en relación al otro, mediante un tornillo; con obturador y diafragma para ser metidos en la pantalla no. 460 71, página 109. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

471 08 **Prisma doble de interferencia** según Winkelmann-Abbe. (Fig.  $\frac{2}{3}$  del tamaño natural.)

Este prisma doble permite una bonita realización de los experimentos de interferencia. Una cubeta de vidrio rectangular, con tapón, se llena de benzol (en caso necesario agregarle 5 a 10 % de bencina). La corte refringente del prisma de cristal esmerilado con ángulo obtuso se gira hacia el interior de la cubeta. La cubeta se coloca perpendicularmente a la dirección de la luz mirando el prisma hacia el obturador. Muy fácilmente se obtienen las bandas de Fresnel y este experimento resulta particularmente bonito con un filtro rojo. Las bandas se distinguen de las bandas de difracción por ser aquellas de intervalo constante.

471 16 **Anillos coloreados de Newton**, en montura, diámetro 65 mm., sobre mango normalizado para caballete. (Fig.)

Placa de vidrio plano-paralela y lente plano-convexo de muy grande distancia focal. El montaje en una montura metálica se efectúa de tal manera que mediante tornillos se pueda aumentar la superficie de contacto y modificar su posición. Se observan los anillos coloreados en luz incidente o, con preferencia, en luz reflejada sobre una pantalla.

**Obturador** regulable por tornillo, a utilizar con la pantalla de diafragma no. 460 71, ver página 109.

471 21 **4 redes** con las constantes 1; 0,5; 0,2; 0,1; superficie dividida de 30 mm., en estuche.

471 23 **Copia de un resalto de Rowland**, de aproximadamente 6000 líneas por centímetro, 25 X 25 mm., en estuche. (Fig.)



471 23



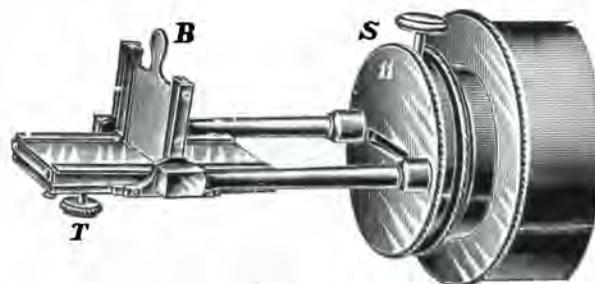
471 16



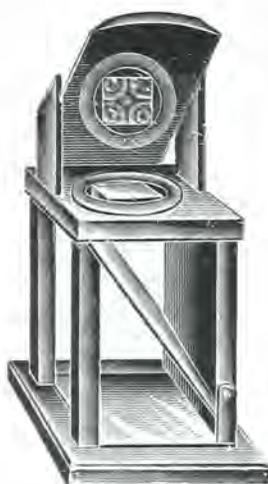
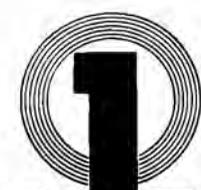
471 02



471 08



471 03



472 42



472 44

## Óptica

### Doble refracción y polarización

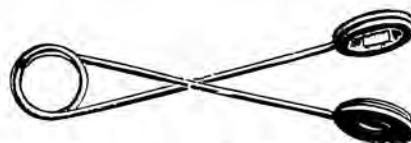
- 472 01 **Romboedro de espato de Islandia** para mostrar la doble refracción en el espato. Superficies de las caras naturales. (Fig.)
- 472 02 — pulimentado, con caras terminales oblicuas. Lado 10 mm.
- 472 03 — en montura sobre mango normalizado para caballete.
- 472 21 **Prisma de Nicol**, con caras terminales oblicuas y sección rómbica, lado 10 mm.
- 472 22 — en montura sobre mango normalizado para caballete.
- 472 23 — en montura con división en 180° y pantalla de diafragma sobre mango normalizado para caballete.
- 472 42 **Aparato de polarización**, modelo sencillo. (Fig. 1/5 del tamaño natural.)
- 472 44 — de Grimsehl. (Fig. 1/4 del tamaño natural.)  
El aparato está ejecutado como el no. 472 42, pero en vez del espejo negro el analizador está constituido por un equipo giratorio, con un juego de placas de vidrio. Los dos aparatos reemplazan, en principio, los aparatos de polarización de Nörrenberg.
- 472 51 **Pinzas de turmalinas**. (Fig. 1/4 del tamaño natural.)  
La turmalina que recibe la luz paralelamente a su eje óptico tiene el mismo poder de polarización como el Nicol. En las pinzas de turmalinas se reúnen dos turmalinas de las cuales una puede girar. Los dos brazos de las pinzas que forman resorte encierran el cristal examinado.

### Preparaciones cristalinas

- 472 61 Lámina de mica de cuarto de onda.
- 472 62 Cuarzo paralelo al eje.
- 472 63 Alumbre.
- 472 64 Cuarzo dextrogiro, para las espirales de Airy.
- 472 65 Cuarzo levagiro, para las espirales de Airy.
- 472 66 Espato.
- 472 67 Lámina de cuarzo de Laurent.
- 472 68 Cuña de yeso.
- 472 69 Azúcar.
- 472 70 Nitro.
- Los cristales son montados en corcho y se utilizan con el aparato no. 472 51.
- 472 75 **3 muestras de vidrio enfriados rápidamente**, en montura de madera. Para utilizar con los aparatos nos. 472 42 y 472 44.



472 01



472 51



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Óptica

- 472 83 **Polarímetro** con polarizador de Laurent para producción de penumbras y con un tubo de observación de 200 mm. de largo. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

El tubo de observación con el líquido que se ha de estudiar se halla colocado entre los dos Nicols. El Nicol delantero puede girar y el índice se mueve delante de una división en grados con un vernier que da el  $0,1^\circ$ . Entre los Nicols está montada una placa de cuarzo que cubre la mitad del campo visual. Así se puede realizar la igualdad de claridad de las dos placas con mucha precisión. El empleo de una luz monocromática es necesario.

- 472 85 **Dos tubos de observación**, de 189,4 y 94,7 mm. de largo, para lectura directa del contenido en glucosa. Para el no. 472 83.



472 83

## El ojo

- 473 51 **Modelo anatómico del ojo**, el hemisferio superior puede quitarse mostrando la superposición de los tejidos; córnea, iris, cristalino y cuerpo vítreo, que pueden separarse. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)

- 473 56 **30 diafragmas** para representar la ceguera, en estuche.

Las 30 piezas permiten mandar hacer el experimento simultáneamente por treinta alumnos. Suministradas con instrucciones de aplicación.

- 473 61 **Estereoscopio**. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

- 473 63 **12 láminas estereoscópicas del cielo estrellado**. En una carpeta.

- 473 64 **36 figuras estereoscópicas**, con texto aclaratorio.

Las láminas muestran el fenómeno del relieve, de la visión de la profundidad, del brillo estereoscópico etc., así como el empleo del estereoscopio para distinguir impresiones y copias de recibos verdaderos y falsificados.

- 473 76 **Placas de vidrio para ilusiones ópticas con sistemas de líneas grabadas** como lo indica la figura, que pueden ser colocadas en un marco de madera. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

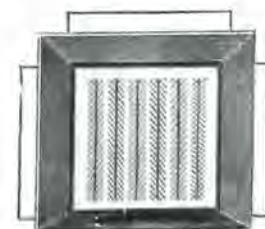
Proyectando las imágenes separadamente se muestran los diferentes sistemas de líneas sin superposición; luego, sobreponiendo cada uno de los pares de discos, se muestra que las seis líneas que parecían, primitivamente, paralelas parecen no estarlo ya, que las dos líneas paralelas parecen curvadas y que los ángulos rectos parecen transformarse en ángulos agudos u obtusos.



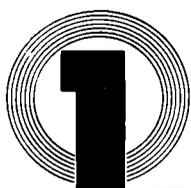
473 51



473 61



473 76



## **Electricidad y Magnetismo**

Los perfeccionamientos habidos en los aparatos de enseñanza de la electricidad son particularmente notables en:

- 1° La balanza de torsión
- 2° El electroscopio universal de Wulf
- 3° Los aparatos de cuadro para la enseñanza de la electricidad y de la radiotécnica
- 4° El transformador desmontable de experimentación
- 5° Los aparatos para oscilaciones eléctricas.

La balanza universal de torsión (ver página 127) es utilizada para demostrar las leyes fundamentales de la electrostática y del magnetismo, para medir pequeñas fuerzas, especialmente en los campos magnéticos formados por corrientes eléctricas así como para efectuar toda una serie de diversos experimentos. A pesar de su extrema sensibilidad, es un aparato de enseñanza de primer orden: La balanza es fácilmente transportable, de construcción sólida, muy demostrativa y posee, verdaderamente, numerosas aplicaciones. Se presta no solamente a la enseñanza de la electricidad, sino también a la demostración de diferentes leyes de la mecánica.

No basta verificar los fenómenos eléctricos; es también menester poder medirlos. Los aparatos antiguos, que no tienen más que un valor histórico, han resultado insuficientes, pues no permiten ilustrar el concepto moderno que uno se hace de la naturaleza de la electricidad. El electroscopio universal de Wulf (ver página 142) responde a las exigencias de la enseñanza moderna. Su sensibilidad puede variar entre anchos límites. La demostración de los fenómenos se efectúa por proyección. La electrostática, considerada durante mucho tiempo como una «materia árida» es ahora el objeto de una enseñanza viva.

Un alumno ya experimentado y familiarizado con las diferentes formas bajo las cuales se manifiesta la electricidad en la vida cotidiana puede arreglárselas en medio de los hilos intrincados de un transformador de experimentación montado sobre la mesa de demostración. Conoce los aparatos montados y sabe leer un esquema de conexiones. Un alumno más joven y menos experimentado comprende todo esto difícilmente. Los aparatos de cuadro para la enseñanza de la electricidad y de la radiotécnica (ver páginas 153 y 191) reducen este esfuerzo de asimilación al estricto mínimo. El montaje del experimento aparece claramente en el cuadro. Todo el mundo puede seguir la construcción de un aparato partiendo de sus piezas sueltas, y concebir el conjunto del esquema de montaje. La fijación de los aparatos sobre el cuadro y la confección de las conexiones eléctricas son operaciones que se efectúan con una rapidez y claridad asombrosas.

En razón a la importancia creciente de la corriente alterna en la técnica moderna los experimentos fundamentales sobre el transformador han debido ocupar, en la enseñanza de la física, un lugar preponderante. Nuestro transformador desmontable de experimentación (ver página 170) está especialmente indicado para desempeñar este papel. Puede ser utilizado no solamente como aparato de enseñanza sino también como fuente de corriente. Su valor didáctico, la multiplicidad de sus aplicaciones, la simplicidad de su manejo, en breve todas sus ventajas, que son debidas a nuestra larga experiencia en la construcción de los transformadores, hacen del mismo, justamente, nuestro aparato preferido.

La necesidad y el valor de un oscilógrafo de demostración no precisan, hoy día, ser demostrados para la enseñanza de las oscilaciones eléctricas. Señalaremos, por lo tanto, sólo brevemente las ventajas del oscilógrafo de demostración (ver página 197).

Este aparato abraza una gama de frecuencias suficientemente vasta para las necesidades de la enseñanza. El sistema oscilante propiamente dicho forma un bloque único con el aparato de alumbrado. Su sensibilidad eléctrica es muy grande: Una corriente de algunas fracciones de miliamperios da a la curva proyectada sobre la pantalla una amplitud de varios decímetros. En cambio, su construcción mecánica es tan resistente que sin temor alguno se puede meter en manos de los alumnos.



## Magnetismo

510 01 **Magnetita**, imán natural.

510 02 — con piezas polares de hierro y armadura.  
(Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

510 11 **Barra imantada**, con los polos pintados de rojo y blanco. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

510 12 **Dos imanes**, longitud 20 cm., con armadura, en estuche.  
(Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

510 21 **Imán de herradura**, con los polos pintados de blanco.  
(Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

510 22 — de acero al cobalto, longitud 6 cm.

510 23 **Imán de herradura** más potente, de acero al cobalto, montado en un soporte con imán fuerte de varilla.  
(Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)  
Este está suspendido en la debida posición de polos sobre los del imán de herradura.

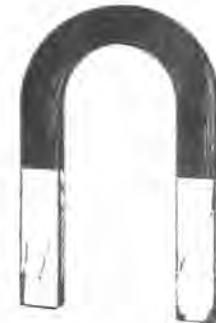
510 24 **Modelo de imán molecular**; compuesto de 24 pequeñas agujas magnéticas. Todas ellas van montadas sobre una tabla. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

510 25 **Imán grande de herradura**, de acero al tungsteno, perfil 30 × 10 mm., con dorso aplanado y un taladro de 10 mm.

510 31 **Varilla de hierro dulce** para imantar por influencia, de 150 mm. de largo y 15 mm. de grosor.



510 02



510 21



510 11



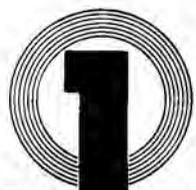
510 23



510 12



510 24



## Magnetismo



510 32

510 32 **10 varillas de hierro dulce**, para la influencia magnética, de 20 mm. de largo; para suspenderlas de un imán. (Fig.)

510 33 **Tubo de vidrio lleno de limaduras de hierro.**

510 34 **Varilla de níquel**, longitud 15 cm.

510 35 **Cinta magnética de acero**, para mostrar que los dos polos de un imán son diferentes y se neutralizan. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

Si la cinta está, magnéticamente, cerrada sobre ella misma, no existe ya ninguna línea de fuerza dirigida hacia el exterior.

510 37 **Doce imanes anulares sin polos.**

510 38 **Barrita de hierro**, largo 500 mm., sección 20 × 20 mm., constituida por una ensambladura de planchas delgadas de hierro dulce. Sirve para los experimentos sobre la imantación magnética producida por el campo terrestre.



513 51 con 513 11

513 11 **Aguja imantada** de 10 cm. de largo, con centro de ágata. (Fig.)

513 12 — de 20 cm. de largo, con centro de ágata.

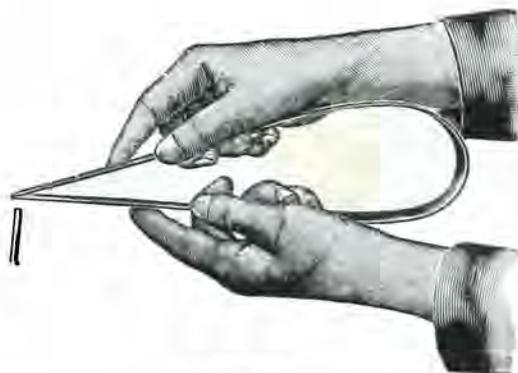
513 51 **Soporte pequeño de madera** con una punta de acero, para colocar las agujas imantadas nos. 513 11 y 513 12. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

540 50 **Soporte aislante**, ver capítulo Electricidad, página 137.

513 71 **Brújula** en forma de reloj de bolsillo, con disposición para detener la aguja, cubierto por una placa de vidrio, diámetro 40 mm. (Fig.)



513 71



510 35



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Magnetismo

51372 **Brújula marina**, con suspensión Cardán, montada sobre una tabla de madera. Diámetro de la rosa 60 mm. (Fig.)



51372

51401 **Aguja de inclinación**, apoyada sobre una horquilla con soporte, pudiendo emplearse también como aguja de declinación. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

51402 **Declinómetro e inclinómetro**, con arco graduado de 130 mm., con indicador y bornas para la experiencia de Oerstedt y para aplicarla como galvanómetro. (Fig.)



51401

51451 **Balanza polar** para determinar la componente horizontal del magnetismo terrestre. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)

El aparato consta de un espejo con graduación milimétrica y un cierto número de líneas, de las cuales unas se colocan paralelamente y otras perpendicularmente al meridiano; además de un pequeño soporte con una caja compuesta de un alambre de acero y de uno de latón y un soporte con la aguja de repulsión.

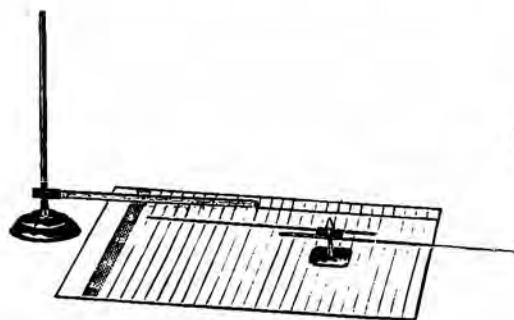
51452 **Balanza polar para determinar la masa magnética de los polos de las agujas imantadas.** (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)

El aparato se compone de la balanza polar, de la escala vertical, del soporte para la aguja auxiliar y de un juego de pequeños caballetes de pesos diferentes. La balanza permite la demostración de la ley del magnetismo de Coulomb, es decir la relación entre la atracción o la repulsión de los polos y la distancia entre los polos.

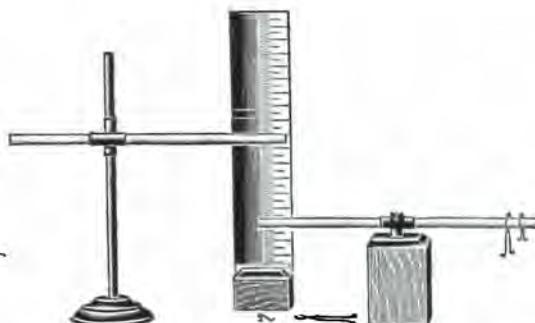
Una balanza de una calidad superior ver página 127.



51402a



51451



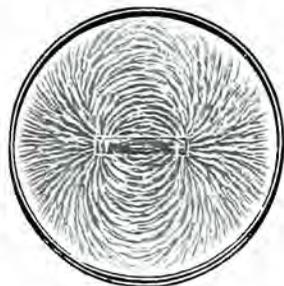
51452



51402b



## Magnetismo



51475

- 51471 **Imán de herradura que produce un campo homogéneo,** con imán y barrita de hierro dulce, sobre pie.

Entre los polos de un imán de herradura, con ramas muy abiertas, se coloca una pequeña placa de madera barnizada de blanco sobre la cual se esparcen limaduras de hierro. El imán orienta sus líneas de fuerza en una dirección que corresponde a su polaridad. La barrita de hierro dulce se orienta asimismo en la dirección de las líneas de fuerza del campo, pero puede, también, ser descalada de 180°.



51476

- 51472 **Salvadera para limaduras de hierro, llenado.** (Fig. 1/2 del tamaño natural.)

- 51473 **Limaduras de hierro, 250 gr.**

- 51474 **Agujas imantadas sobre pies pequeños.** (Fig.)

Las agujas, de unos 7 mm. de largo, sirven, principalmente, para mostrar la dirección de las líneas de fuerza. Pueden ser proyectadas, al mismo tiempo, que las limaduras de hierro con respecto a las cuales presentan la ventaja de indicar la dirección de las líneas de fuerza.



51477 A

- 51475 **Imán horizontal para proyecciones.** (Fig. 1/4 del tamaño natural.)

- 51476 **Imán de herradura para proyecciones.** (Fig. 1/4 del tamaño natural.)

- 51477 **Dos imanes horizontales para proyecciones.** (Fig. A y B 1/4 del tamaño natural.)

- 51478 **2 imanes perpendiculares uno contra el otro,** para proyección. (Fig. 1/4 del tamaño natural.)

Estos aparatos para dibujar campos magnéticos pueden muy bien ser proyectados por nuestro proyector de física no. 373 07, página 99.



51477 B



51478



51472

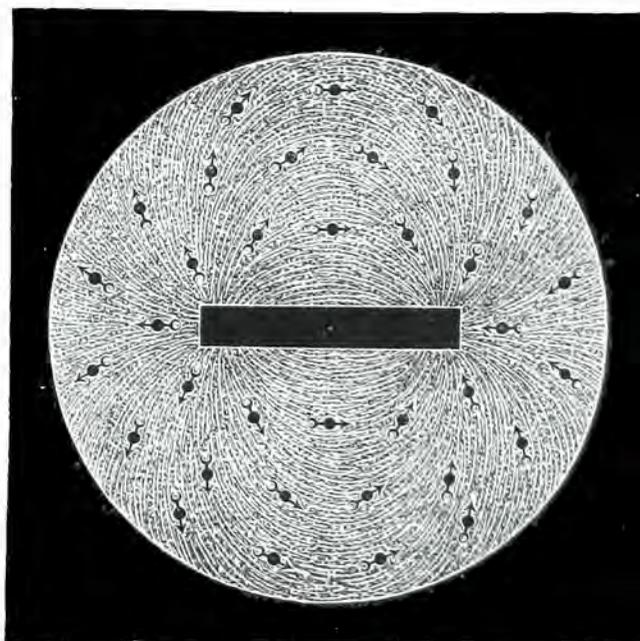


Imagen proyectada del no. 51475 con las agujas no. 51474 y con limaduras de hierro.



**E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL**

## Electricidad

### Balanza universal de torsión

Aparato con múltiples aplicaciones, utilizable para la demostración durante el curso o para las manipulaciones en todos los casos en que se trate de mediciones relativas o absolutas de fuerzas o de momentos de torsión de poco valor.

Ejemplos de aplicación:

**Ley de Coulomb en electricidad**

**Ley de Coulomb del magnetismo**

**Ley de Biot y Savart**

**Ley de la inducción**

**Mediciones de intensidad en un campo magnético no homogéneo.**

**Determinación experimental de la relación existente entre el número de amperios-vueltas/cm. y el número de Gauss.**

**Establecimiento de curvas de histéresis.**

**Mediciones de fuerzas y de trabajo en un campo eléctrico homogéneo, para mostrar, por ejemplo, la correspondencia entre las unidades C. G. S. y las unidades eléctricas del sistema internacional.**

**Galvanómetro balístico** que permite comparar los valores de dos capacidades y tratar cuantitativamente las leyes de la inducción:

En mecánica:

**Demostración de la fórmula  $t^2 = 4 \pi^2 \cdot \frac{1}{D}$ , pudiendo ser determinada D con facilidad por un método estático.**

**Demostración de las leyes de la torsión elástica.**

**Experimentos sobre los momentos de inercia.**

**Ventajas del aparato:**

- Utiliza las propiedades de la torsión elástica — por lo tanto exactitud de las mediciones.
- Hilo de acero tendido entre dos puntos, construcción sólida — por lo tanto aparato transportable.
- Posibilidad de graduación por procedimientos estáticos o dinámicos — por lo tanto posibilidad de efectuar mediciones sin conocer la fórmula del movimiento pendular.
- Lectura por espejo — por lo tanto visibilidad de los experimentos en toda la sala de curso y sensibilidad máxima.
- Amortiguador de aire muy eficaz — por lo tanto paro rápido del movimiento.

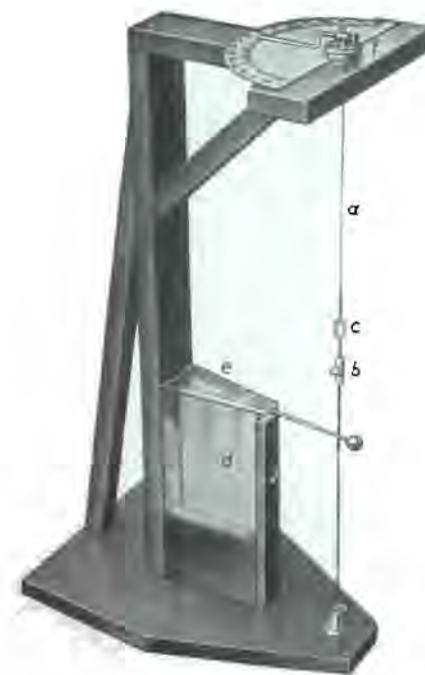


Fig. 1.  
Balanza universal de torsión no. 51601



**E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL**

## Electricidad

### Balanza universal de torsión

**El hilo de torsión está tendido por sus dos extremos y transportable sin dificultad.**

El hilo de torsión es de acero cuya resistencia a la tracción es de 12 kilos. En la mitad de la longitud el hilo lleva una pieza corta de latón con dos agujeros perpendiculares uno con relación al otro, y destinados a recibir los accesorios necesarios para la ejecución de los diferentes experimentos.

**El sistema de lectura por espejo hace los experimentos visibles en toda la sala de curso y permite tener una sensibilidad muy grande.**

#### Regulación aperiódica

debido a un sistema de amortiguamiento de aire, constituido por una hoja de papel encerrada en una caja de vidrio, y equilibrado por un contrapeso.

**Graduación de la balanza por los métodos estático y dinámico. El conocimiento de la fórmula de oscilación no es, por lo tanto, necesario.**

Una desviación de 1 cm. sobre una escala situada a una distancia de 1 m. corresponde a un momento de torsión de 15 dinas/cm. más o menos, sea la que fuere la tensión del hilo. Para las mediciones por regulación consecutiva a cero la balanza está provista de una cabeza de torsión montada sobre cojinete de bolas, llevando un gran sector dividido en grados, provisto de una manecilla de lectura.

### Algunos experimentos realizables:

#### 1° Graduación de la balanza. (Fig. 2.)

Cada balanza está graduada antes de ser entregada, pero se puede, sin dificultad, repetir esta operación ante los alumnos. Para ello se dispone de dos procedimientos: El primero, **por vía dinámica**, utilizando la fórmula del movimiento pendular  $t^2 = 4 \cdot \pi^2 \cdot \frac{J}{D}$ . El segundo, **por vía estática**, utilizada cuando la fórmula precedente no es todavía familiar a los alumnos, no necesita ningún conocimiento especial. Se invierte la balanza de un modo que el hilo de torsión esté horizontal. Un peso P de 500 mg. está suspendido a la barra St y al volver la cabeza de torsión T se repone la barra a su posición primitiva. Estando así D determinada por vía estática (con un error máximo de 1 % con relación a la graduación por el método dinámico), se puede demostrar cómodamente la fórmula del movimiento pendular  $t^2 = 4 \cdot \pi^2 \cdot \frac{J}{D}$ , y de la misma manera, la proporcionalidad entre el ángulo y el momento de torsión.



Fig. 2.  
Graduación de la balanza de torsión.



## Electricidad

### Balanza universal de torsión

#### 2° Ley de Coulomb del magnetismo. (Fig. 3.)

Se utilizan agujas de acero imantadas de 40 cm. de largo cuya polaridad ha sido establecida, previamente, por la misma balanza de torsión. Una de las dos agujas está fijada a la balanza y protegida contra los movimientos del aire por el tubo de aluminio R. La otra aguja está metida en el soporte G que lleva una escala de 50 cm. de largo. Se hace variar el espacio entre los polos moviendo el soporte G sobre la mesa; la medición de la distancia se efectúa con una sola lectura utilizando la punta de la aguja como índice.

**El amortiguamiento rápido del sistema permite hacer toda una serie de mediciones en 3 minutos.** La influencia del campo magnético terrestre es nula. Las cuatro agujas de acero se suministran en un estuche E hecha de chapa de hierro.

Desviación del valor medio: 1 %.



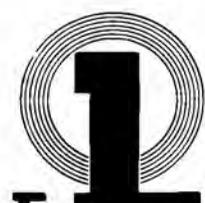
Fig. 3.  
Ley de Coulomb del magnetismo.

#### 3° Ley de Coulomb de la electricidad. (Fig. 4.)

$K_1$  y  $K_2$  representan dos bolas niqueladas y pulidas, aisladas con ámbar, y de 15 mm. de diámetro.  $K_1$  se fija sobre la balanza.  $K_2$  está montada en una barra S provista de un índice M que se puede mover a lo largo de la escala A la cual permite medir la distancia entre los centros de las dos bolas. Si se coloca la escala de lectura a una distancia de 2,50 m., los desplazamientos de  $K_2$  debidos a la modificación del espacio entre las bolas, son amplificados 100 veces. El error medio cometido sobre el producto  $r^2$ . P en el curso de una serie de observaciones no excede del 1 al 2 %.



Fig. 4.  
Ley de Coulomb de la electricidad.



## Electricidad

### Balanza universal de torsión

#### 4° Mediciones sobre el campo de los solenoides. (Fig. 5.)



Fig. 5.  
Mediciones sobre el campo de los solenoides.

Trátase de mostrar la relación existente entre la intensidad del campo  $H$ , el número de vueltas, la longitud de la bobina y la intensidad de la corriente. Una pequeña aguja imantada (de 25 mm. de largo), de acero al cobalto de la mejor calidad, está fijada sobre la balanza y rodeada, como lo enseña la figura, de dos semi-bobinas de una longitud total de 60 cm. En el curso del experimento se utilizan bobinas de la misma longitud pero de diámetros diferentes. Una de ellas lleva dos arrollamientos paralelos de diferentes colores, siendo el espacio entre dos espiras consecutivas de un mismo arrollamiento de 0,5 cm. La segunda bobina no posee más que un solo arrollamiento. Cada una de las semi-bobinas resulta, pues, prácticamente, idéntica a la otra. Las mediciones se verifican, por lo tanto, con gran precisión. La influencia del campo magnético es nula.

#### 5° Medición de la intensidad del campo de un solenoide por la atracción ejercida sobre un polo de un imán (Determinación experimental de la relación entre el número de amperios-vueltas/cm. y la intensidad del campo en Gauss). (Fig. 6.)

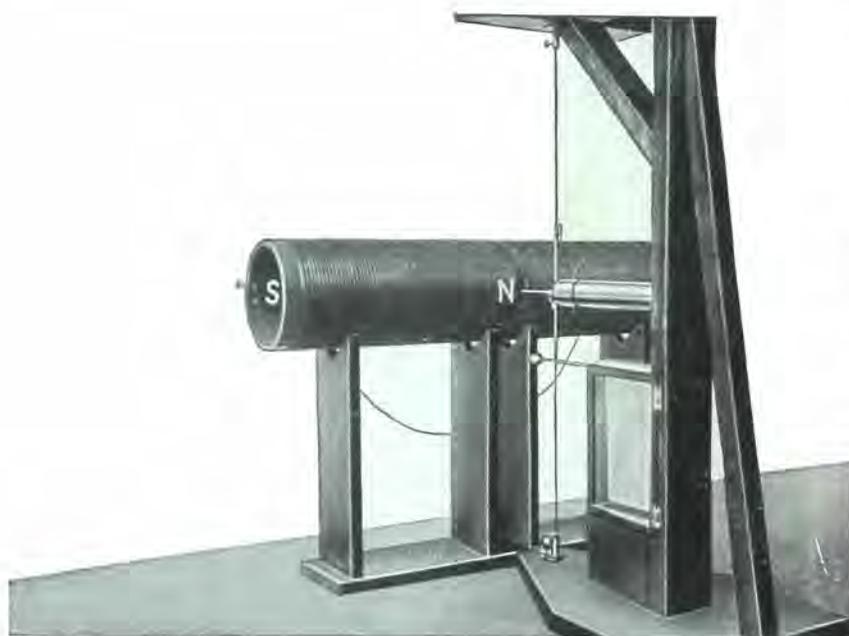


Fig. 6.  
Medición de la intensidad del campo magnético de una bobina por la atracción ejercida sobre el polo de un imán. Relación entre el número de amperios-vueltas/cm. y la intensidad en Gauss.

Introdúcese el extremo de una aguja imantada  $N$  de 40 cm. de largo, fijada sobre la balanza, en el interior de la bobina  $S$  después de haber medido, previamente, la masa magnética de la aguja. Estando graduada la balanza, la desviación permite calcular el momento de torsión que resulta, y por consiguiente, la fuerza ejercida sobre el polo del imán. Este procedimiento de determinación de la intensidad en Gauss de un campo magnético está rigurosamente conforme a la definición. Los resultados son de una precisión sorprendente. Ocho experimentos consecutivos efectuados con agujas y bobinas diferentes han dado las relaciones siguientes entre el número de Gauss y el número de amperios-vueltas/cm.: 1,28; 1,24; 1,24; 1,25; 1,23; 1,25; 1,27; 1,26, siendo la relación exacta de 1,257.



## Electricidad

### Balanza universal de torsión

#### 6° Mediciones de intensidad en un campo magnético no homogéneo. (Fig. 7.)

La pequeña barra imantada de acero al cobalto es calibrada primero por medio de la balanza. Así se determina la desviación que corresponde a un campo magnético dirigido perpendicularmente al eje longitudinal de la barra imantada y cuya intensidad es igual a 1 amperio-vuelta/cm. o a 1 Gauss. Para medir la intensidad de un campo magnético cualquiera se coloca la barra en la posición A (figura), después en la posición perpendicular B; en los dos casos se anota la desviación obtenida con relación al cero. De esta manera se tienen dos componentes sensiblemente perpendiculares una a la otra (toda vez que el movimiento de la barra es muy reducida), correspondiendo el resultado al vector de la intensidad del campo magnético en este punto. Es fácil suprimir la acción del campo magnético terrestre o determinar por ella la componente horizontal.



Fig. 7.  
Mediciones de intensidad en un campo magnético no homogéneo.

#### 7° Medición del campo magnético de conductores circulares o rectilíneos. Ley de Biot y Savart. (Fig. 8.)

Por los experimentos precedentes resulta claramente que se puede, sin dificultad, no solamente estudiar la relación entre la intensidad del campo magnético de tales conductores y la intensidad de la corriente, el radio, el número de espiras o la intensidad de la corriente y el distanciamiento de las espiras, sino también expresar el valor del campo en amperios-vueltas/cm. o en Gauss. (Fig. 6.) Los conductores circulares están compuestos (Fig. 8) de anillos de aluminio de 40 ó 20 cm. de diámetro, sobre cada uno de los cuales están arrolladas 10 espiras (con toma intermedia todas las 5 vueltas). Estos anillos son montados en un mango que se fija sobre un soporte Bunsen ordinario. Sobrepasando la barra ligeramente el plano del bobinado, resulta solamente un error inferior al 1%. Para pequeños movimientos de la barra imantada las intensidades del campo magnético son proporcionales a las desviaciones.

El campo magnético producido por un conductor rectilíneo se mide con la misma facilidad tendiendo encima o debajo de la barra imantada un hilo de cobre de 3 m. de largo y 0,5 mm. de diámetro colocado en uno de sus extremos sobre una polea y mantenido tirante por medio de un peso.

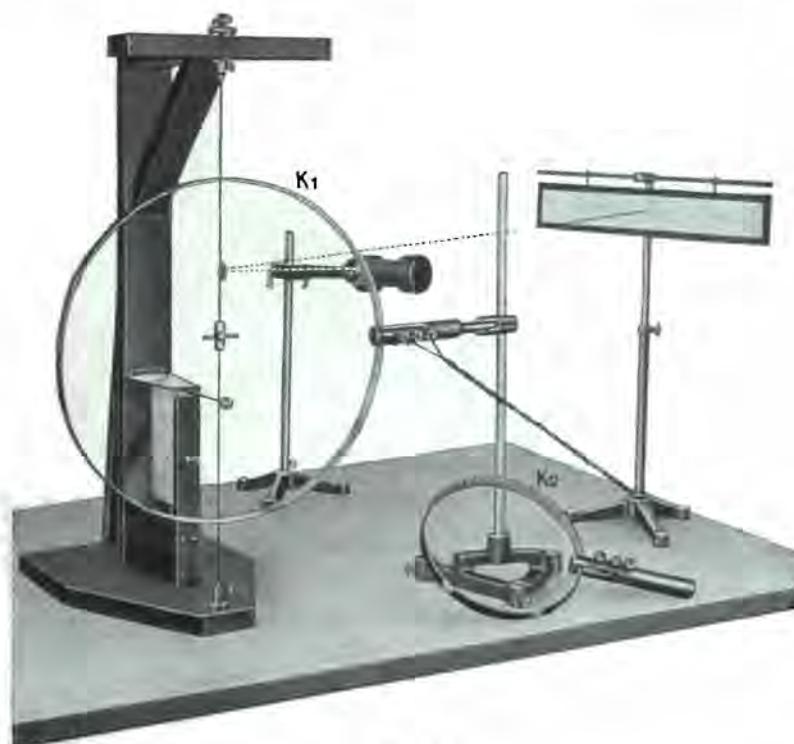


Fig. 8.  
Medición del campo magnético de conductores circulares o rectilíneos.



## Electricidad

### Balanza universal de torsión

#### 8° Fuerza y trabajo en un campo eléctrico homogéneo. (Fig. 9.)

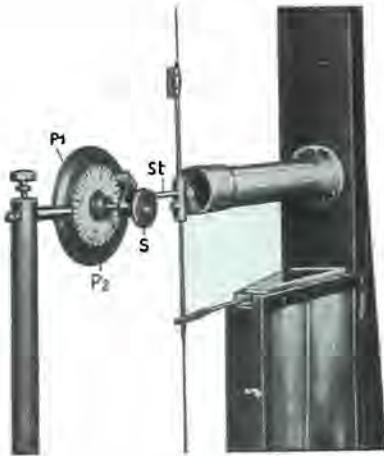


Fig. 9.  
Fuerza y trabajo en un campo eléctrico homogéneo.

Si uno toma como punto de partida no ya la ley de Coulomb en un campo radial, sino el sistema voltio-amperio en un campo homogéneo, es necesario establecer la correspondencia entre las unidades eléctricas y las unidades C. G. S. La aplicación a la electricidad del equivalente mecánico de la caloría por la teoría o la experiencia no es satisfactoria. El verdadero problema consiste en medir una fuerza en un campo eléctrico homogéneo. Una balanza ordinaria resulta muy poco práctica, pero el empleo de la balanza de torsión es extraordinariamente sencillo. Una placa de aluminio  $P_1$ , se fija en el hilo de suspensión. Frente a ella se dispone una placa  $P_2$  de latón de las mismas dimensiones que lleva en su centro un tornillo  $S$  de paso conocido y en su reverso un círculo dividido. El espacio entre las dos placas (0,5 a 1 mm.) puede, por lo tanto, ser medido con precisión. El tornillo lleva una punta aislante de ámbar. Entonces es fácil orientar las dos placas paralelamente. Luego se aplica la tensión, **siendo suficiente un potencial de 120 voltios**. Girando la cabeza de torsión, las sacudidas transmitidas al hilo dejarán libre la placa de aluminio que seguirá los movimientos del hilo. Después de haber chocado contra el tornillo, la placa retrocede solamente de unos

0,5 cm. Por medio de un imán — la placa de aluminio lleva a este efecto una pequeña pieza de hierro en su reverso — se puede atraer la placa nuevamente sin comunicarle ninguna vibración. Si permanece inmóvil se aumenta o se disminuye el ángulo de torsión. De este modo se trabaja rápidamente por aproximaciones sucesivas. Siendo el espacio entre las placas muy pequeño, los efectos de borde son, a su vez, muy pequeños. Están limitados a una zona cuya anchura es inferior al distanciamiento de las placas (1 mm.). Ejemplo: Distanciamiento de las placas = 0,5 mm.; ángulo de torsión:  $44^\circ$ ; superficie de las placas:  $35 \text{ cm}^2$ . Estando la balanza graduada, se obtiene 1 voltio-amperio-segundo =  $9\,750\,000 \text{ ergs}$  (en lugar de  $10^7$ ).



Fig. 10. Establecimiento de curvas de histéresis.

#### 9° Establecimiento de curvas de histéresis. (Fig. 10.)

La figura muestra el montaje bien conocido. El núcleo de hierro se introduce en la bobina  $S_1$ . La bobina  $S_2$ , recorrida por la misma corriente, compensa el campo de la bobina  $S_1$ . El experimento puede, igualmente, ser realizado con la bobina  $S_1$  sola midiendo para una misma intensidad las desviaciones provocadas únicamente por el campo magnético de la bobina y las cuales son proporcionales a la intensidad de la corriente. El resultado se obtiene por el cálculo.



## Electricidad

### Balanza universal de torsión

#### 10° Utilización de la balanza como galvanómetro balístico para la comparación de capacidades. (Fig. 11.)

Fijando sobre la balanza una aguja imantada larga y fina, protegida por el tubo de aluminio R contra las corrientes de aire, entre dos bobinas S (las de nuestro transformador desmontable, por ejemplo), se consigue, de este modo, un excelente galvanómetro balístico de enseñanza que tiene un **apreciable período de 12 segundos, fuertemente amortiguado, y que vuelve, por consiguiente, rápidamente a su cero.** Este aparato permite comparar capacidades superiores a  $0,1$  ó  $0,2 \mu\text{F}$  (según si se dispone de una tensión de  $220$  ó  $110$  voltios de corriente continua) con una precisión de  $1-2\%$ , hacer mediciones de capacidades, si uno dispone de un condensador normal, y finalmente mostrar los diferentes montajes de los condensadores. Las desviaciones son proporcionales, con una precisión sorprendente, a la integral de la corriente, y el aparato posee, a pesar de su construcción elemental adaptada a las necesidades de la enseñanza, una excelente estabilidad de cero.

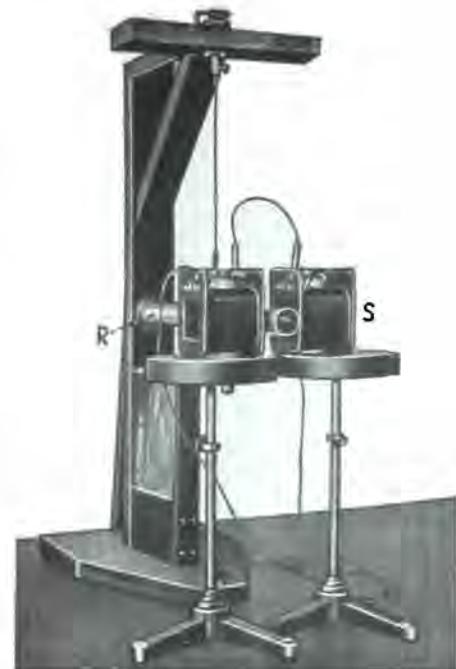


Fig. 11. Utilización de la balanza como galvanómetro balístico para la comparación de capacidades.

#### 11° Utilización de la balanza de torsión como galvanómetro balístico para la demostración de la ley de la inducción.

Sustituyendo las dos bobinas del experimento 10 por otras bobinas que tengan una resistencia más débil y un número menos grande de espiras (utilizar para ello nuevamente las bobinas de nuestro transformador desmontable), se puede demostrar la ley esencial del electromagnetismo. **Este mismo aparato permite determinar fácilmente las constantes ( $10^{-8}$  ó  $4 \pi 10^{-8}$ ).**

#### 12° Torsión elástica, momento de inercia, relación entre la fuerza directriz, el momento de inercia y el período de oscilación. (Fig. 12.)

La figura muestra el aparato equipado para los experimentos sobre las oscilaciones. Los hilos de torsión de longitudes y diámetros diferentes, fijados sobre barritas de latón, pueden montarse fácilmente en el sitio del hilo utilizado ordinariamente. De este modo se puede mostrar que la fuerza directriz depende de la longitud y del diámetro del hilo, sea por la medición de las oscilaciones, sea por un procedimiento estático. Al introducir en el pequeño soporte una barrita ligera provista de dos pesos móviles, se pueden efectuar los experimentos fundamentales sobre los momentos de inercia. Pero sobre todo, en vista de que la fuerza directriz puede ser determinada por vía estática, **es posible hacer mediciones cuantitativas de la relación entre el período de oscilación, el momento de inercia y la fuerza directriz.**



Fig. 12. Torsión elástica, momento de inercia, relación entre la fuerza directriz, el momento de inercia y el período de oscilación.



## Electricidad

### Balanza universal de torsión

Todos los aparatos señalados con un \* son aquellos cuya adquisición es esencial.

- \*516 01 **Balanza de torsión** para la medición de fuerzas o momentos de torsión. Alto 650 mm. (Fig. 1 y 2, pág. 127 y 128) con una barrita y un peso de 500 mg. para la graduación de la balanza por vía estática y una barra oscilante para la graduación por vía dinámica.
  
- 516 02 **Dispositivo de alumbrado** (B en la figura 3, pág. 129), comprendiendo una caja de lámpara que contiene una bombilla de automóvil de 6—8 voltios, dos diafragmas con agujero y hendidura, un soporte y un dispositivo de fijación.
  
- 516 03 **Escala** de 300 mm. de largo (S en la figura 3, pág. 129), regulable verticalmente y transversalmente  
  
o
  
- 516 04 — de 1000 mm. de largo, sobre soporte elevado.
  
- \*516 20 **Accesorios para la demostración de la ley de Coulomb de la electricidad** (Fig. 4, pág. 129), compuestos de una bola  $K_1$  de 30 mm. de diámetro, aislada al ámbar, una bola  $K_2$  idéntica, montada sobre una barrita móvil de madera, una escala sobre soporte pesado, una bola  $K_3$  idéntica, montada sobre una barrita de madera.
  
- \*516 21 **Accesorios para la demostración de la ley de Coulomb del magnetismo** (Fig. 3, pág. 129), comprendiendo: 1 juego de 4 agujas imantadas de acero provistas de un refuerzo para facilitar su fijación, 1 tubo de protección R, amovible en dos piezas, para eliminar la influencia de las corrientes de aire, una escala metálica graduada, fijada en el soporte G, regulable verticalmente, y un índice Q que permite leer el distanciamiento de los polos.
  
- 516 22 **Accesorios para los experimentos sobre el campo de los solenoides**, para la determinación de la relación entre el número de amperios-vueltas/cm. y la intensidad en Gauss, para la medición de campos magnéticos no homogéneos, según figuras 5—7, páginas 130 y 131; comprendiendo: 1 bobina en dos piezas de 130 mm. de diámetro, 600 mm. de largo, con dos arrollamientos de diversos colores de hilo de cobre fuerte (S en la figura 6, página 130); una bobina idéntica de 90 mm. de diámetro, 600 mm. de largo, llevando un solo arrollamiento, dos soportes para fijar las bobinas, 1 barrita imantada de 25 mm. de largo, de acero al cobalto.



## **Electricidad**

### **Balanza universal de torsión**

- 516 23 **Accesorios para el estudio del campo de los conductores circulares** (Ley de Biot y Savart), (Fig. 8, pág. 131), comprendiendo: 1 bobina  $K_1$  con montura metálica de 400 mm. de diámetro montada en un soporte aislante, comprendiendo dos arrollamientos de 5 espiras de hilo de cobre fuerte, 1 bobina  $K_2$  idéntica de 200 mm. de diámetro con dos arrollamientos de 5 espiras.
- \*516 24 **Accesorios para la determinación de la fuerza y del trabajo en un campo eléctrico homogéneo**, comprendiendo dos placas con tornillos de regulación, dispuestas según el montaje representado en la figura 9, pág. 132, una escala y sus soportes.
- 516 25 **Accesorios para el establecimiento de curvas de histéresis** (Fig. 10, pág. 132), comprendiendo: 2 bobinas de 1000 espiras de hilo de cobre aislado de 1,2 mm. de sección y una barra de hierro dulce.
- \*516 26 **Accesorios para el estudio de torsiones elásticas**, de momentos de inercia o para la demostración de la relación existente entre la fuerza directriz, el momento de inercia y el período de oscilación (Fig. 12, pág. 133), comprendiendo: 3 hilos de acero de diámetros y longitudes diferentes con sus sistemas de fijación, 1 barra ligera y 2 pesos.
- \*516 27 **Accesorios que permiten utilizar la balanza de torsión como galvanómetro balístico** (Fig. 11, pág. 133), comprendiendo: una haz de varillas imantadas bastante larga y un soporte para las bobinas.

Para la comparación de capacidades se precisan, además:

- 562 16 **2 bobinas** de nuestro transformador desmontable de 10 000 espiras cada una

o

- 562 17 **1 bobina** de 23 000 espiras.

Para la demostración de la ley de la inducción se precisan:

- 562 14 **2 bobinas** de 500 espiras.

- 516 28 **2 imanes de herradura**, 125 × 110 mm., 10 × 30 mm. de sección, con soportes de madera.

- 516 29 **1 bobina** de 14 cm. de diámetro con 250 espiras y toma intermedia a 125 espiras (de iguales resistencias) y 1 bobina de 9,5 cm. de diámetro con 250 espiras (también de la misma resistencia).



## **Electricidad**

### **Electroestática**

- 520 01 **Tubo de vidrio**, cerrado por los extremos, 32 cm. de longitud.
- 520 02 — con centro, para ser fijado a la borna con pie aislante nos. 540 50/51 (ver pág. 137). (Fig.)
- 520 03 **Tubo de porcelana**, 30 cm. de longitud.
- 520 04 **Varilla de ebonita**, largo 32 cm., con sección cuadrada (gracias a esta forma no hay riesgo de que caiga rodando sobre la mesa).
- 520 05 — con centro, para ser fijado a la borna con pie aislante nos. 540 50/51.
- 520 06 **Varilla de ámbar** de 25 cm. de largo, en vaina de metal, con mango; sirve también para probar que los metales se electrizan por frotamiento.
- 520 21 **Cuero con amalgama**.
- 520 22 **Piel de gato**.
- 520 23 **Paño de lana y seda**.
- 520 24 **Amalgama**, 100 gr.
- 520 31 **Electróforo de masa resinosa**, en un plato de metal con tapa metálica también y mango de ebonita. Diámetro 210 mm. (Fig.)



520 02 en borna con pie aislante nos. 540 50 y 540 51, pág. 137.



520 31



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Electricidad

### Electroestática

**Máquina de inducción** de Wimshurst con 2 discos de ebonita giratorios en sentidos contrarios. (Fig.)

Las botellas de Leyden son separables y tienen unas divisiones marcadas abajo, con lo que se puede regular la intensidad de la chispa. La máquina se excita por sí sola estando el aire muy húmedo.

	No. 520 61	No. 520 65	No. 520 67
Diámetro del disco . .	18 cm.	31 cm.	41 cm.
Largo de la chispa . .	50—60 mm.	125—150 mm.	175—200 mm.

520 81 **Cadena** para conexiones, con ganchos en ambos extremos, para unir las máquinas electrostáticas con aparatos accesorios.

540 50 **Borna de pie aislada.** (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

540 51 **Punta** para las agujas eléctricas que se montan en las bornas con pie aislante no. 540 50. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

540 56 **Barrita de latón curvada,** que se monta en una borna con pie aislante, para colgar péndulos de bola hechos de meollo de sauco etc. (Fig. pág. 138.)



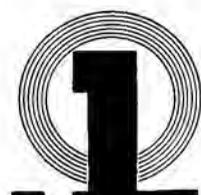
540 50



542 01, pág. 138, con  
540 50 y 540 51.



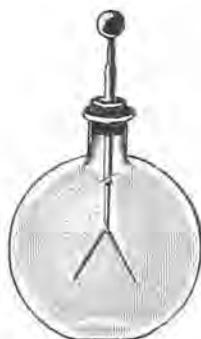
520 61/65/67



## Electricidad

### Electroestática

#### Electroscopios y accesorios



540 01

**Electroscopio universal de Wulf**, para todos los experimentos electrostáticos: ver página 142.

540 01 **Electroscopio de hojas**, con un pan de aluminio: En lugar de la bola de metal, pueden atornillarse las placas del condensador no. 540 03. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)



542 04 con 540 56.

540 03 **Placas de condensador**, de 50 mm. de diámetro, para atornillar al electroscopio no. 540 01.

**Electrómetros**, ver capítulo «Instrumentos de mediciones eléctricas», página 148.



542 51

542 01 **Aguja eléctrica con centro de latón**, adaptable al soporte no. 540 51, pág. 137. (Fig.  $\frac{1}{9}$  del tamaño natural, pág. 137.)

542 02 **Bolas de médula de sauco**, blanco, 10 piezas.

542 03 **Péndulo eléctrico**, para suspenderlo del brazo no. 540 56, pág. 137.

542 04 **Péndulo eléctrico doble**, de Canton, para suspenderlo del brazo no. 540 56, pág. 137. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)



542 52

542 36 **Banqueta aisladora**, constituida por una tabla fuerte, triangular, de madera, con 3 pies aisladores. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)



542 36

542 51 **Descargador eléctrico**, de alambre encorvado con bolas de metal, con articulación y 2 mangos de ebonita. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

542 52 **Esfera de prueba**, sobre barrita aislante. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)



## Electricidad Electroestática

543 02 **Conductor esférico** sobre soporte aislador, diámetro 100 mm.  
(Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

543 04 **Esfera conductora** de 120 mm. de diámetro, con abertura libre de 30 mm.  
Sirve para los experimentos sobre la distribución de la carga (Cilindro de Faraday). (Fig.)

543 05 **2 hemisferios de Cavendish**, con mangos aislantes, diámetro 140 mm.  
Se utilizan con el no. 543 02. (Fig.)

543 06 **Conductor para mostrar la distribución de la electricidad.**  
(Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

Un cilindro metálico muy largo es provisto de 3 péndulos dobles.  
Acercando un conductor cargado se pueden realizar fácilmente todos los experimentos importantes sobre la electrización por influencia.

543 07 **Conductor cónico.** (Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural.)

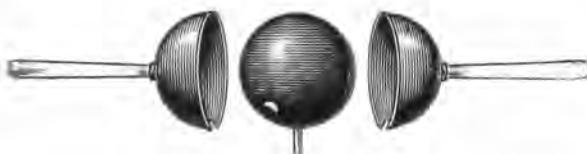
Con una esfera de prueba no. 542 52, pág. 138, y un electroscopio se muestra que la carga es lo más densa en la proximidad de la punta, que lo es menos cerca del arista, que lo es menos aún en la superficie del conductor, y finalmente que ya no se manifiesta en el interior del cono. Pero si se toca el cuerpo conductor con un hilo aislado, empalmado en el otro extremo con un electroscopio que dista 1 m. más o menos, se comprueba que el conductor está en todos los puntos en el mismo potencial con respecto a la tierra.



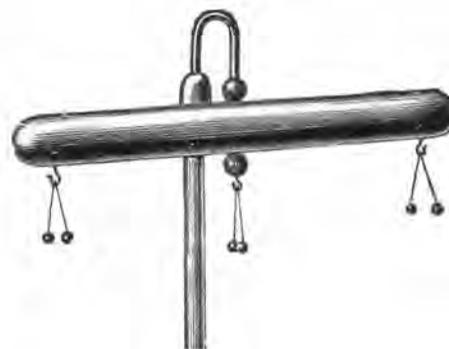
543 02



543 04



543 05 con 543 02.



543 06



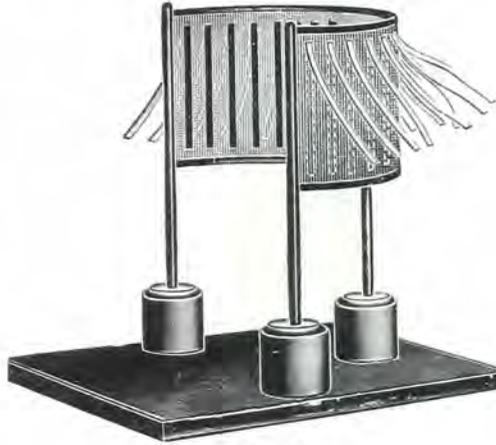
543 07



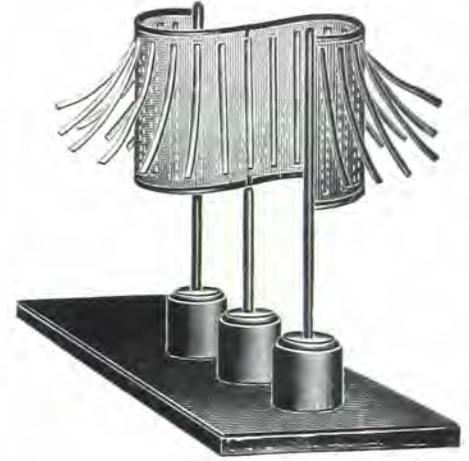
**Electricidad  
Electroestática**



54308 A



54308 B



54308 C

543 08 **Aparato** de Vandervliet, modificado por Rosenberg, sin placa. (Fig. A, B y C  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)

**Condensadores de demostración**

**Botellas de Leyden.** (Fig.)

No. . . . .	544 01	544 02	544 03
Altura del vaso . . .	160	260	390 mm.
Diámetro . . . . .	65	105	130 mm.

544 04 **Botella de Leyden desmontable,** cónica. (Fig.)

**Condensadores de platillo,** para usos técnicos. Ver rúbrica «Condensadores», página 163.

544 21 **Condensador con lámina de aire,** aislado al ámbar. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

544 22 **Condensador con lámina de aire,** aislado al ámbar, con tornillo micrométrico que permite una regulación exacta. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

El empleo de este condensador es de aconsejar particularmente, en razón a su construcción especial, para los experimentos de enseñanza sobre el campo eléctrico. Las placas aisladas al ámbar están montadas en un soporte pesado regulable, de hierro fundido. Una de las placas se mueve mediante un tornillo micrométrico permitiendo la lectura de los distanciamientos con una precisión de cerca de 0,01 mm.



544 21



544 22



544 01



544 02



544 04



## Electricidad Electroestática



54511



54535

**54511** **Dispositivo para mostrar las líneas de fuerza eléctrica**, que se compone de tres placas de vidrio cubiertas de electrodos de hoja de estaño de diferente forma. cuatro aisladores, un rascador y una pieza de madera tierna. (Fig.  $\frac{1}{2}$  del tamaño natural.)

Los electrodos están conectados en los extremos de la bobina de alta tensión no. 56216, pág. 177, sirviendo como bobina secundaria del transformador de experimentación, pág. 170, o bien con los conductores de una máquina de influencia. Mediante el rascador caen astillas de la madera tierna sobre las placas de vidrio y forman líneas de fuerza.



54539

**54530** **Colección de accesorios para las máquinas de influencia**, para la realización de experimentos simples de electrostática, en una caja, conteniendo las piezas cuyo detalle sigue a continuación:

- |  |  |
|--|--|
| <b>54531</b> Soporte aislador. (Fig.)  | <b>54537</b> Cuadro centellante. (Fig.)          |
| <b>54532</b> Plumero de papel. (Fig.)  | <b>54538</b> Tubo centellante. (Fig.)            |
| <b>54533</b> Juego de campanas. (Fig.)   | <b>54539</b> Pista para bolas. (Fig.)            |
| <b>54534</b> Granizo eléctrico. (Fig.)   | <b>54540</b> Condensador de humo. (Fig.)         |
| <b>54535</b> Hélice. (Fig.)  | <b>54541</b> Dos mangos.                         |
| <b>54536</b> Soporte para el tubo de Geissler no. 55501, pág. 186, y para el cuadro no. 54537. | <b>54542</b> Dos cadenas para conexiones. (Fig.) |

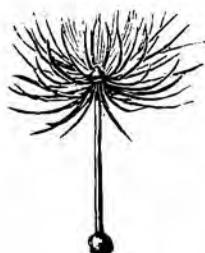
(Todas las figuras en  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)



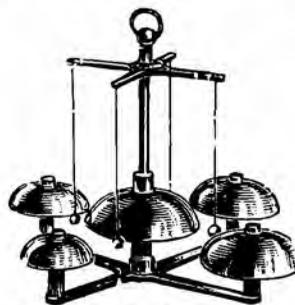
54538



54531 con 54537 y 54542.



54532



54533



54534



54540



Fig. 1. Electroscopio universal de Wulf no. 546 01 con dispositivo de alumbrado no. 546 02.

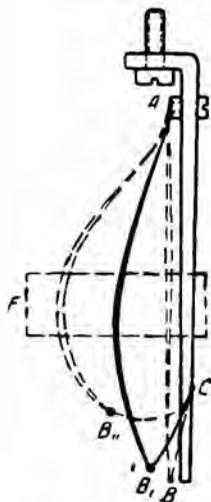


Fig. 2. Equipaje del electroscopio universal.



Fig. 3. Interior del aparato mostrando el conductor auxiliar.

## Electricidad

### Electroestática

#### Electroscopio universal de Wulf

El electroscopio universal según Wulf ha demostrado pronto ser un instrumento que permite medir no solamente el potencial sino también las cantidades de carga electrostática. Es, por lo tanto, a propósito para la enseñanza científica moderna.

El equipaje del electroscopio es constituido por una hoja metálica ligera que funciona según el principio de la repulsión. La hoja AB está sostenido por la boca de cuarzo BC que asegura una indicación inmediata y precisa. (Fig. 2.)

Desde el momento en que se llega a cierto potencial un electrodo de influencia descarga el equipaje. Haciéndolo tanto tiempo como el cuerpo cargado suministra energía, las cargas pueden ser medidas cuantitativamente.

Los experimentos descritos en las páginas siguientes dan una idea de las múltiples aplicaciones de este electroscopio; para los detalles suplementarios ver el libro de Wulf «Elektrostatistische Versuche mit dem Universalelektroskop», no. 546 46, página 147.

Como las gotas de agua se forman y se sueltan del bordo del vaso, el condensador se descarga «gota por gota».

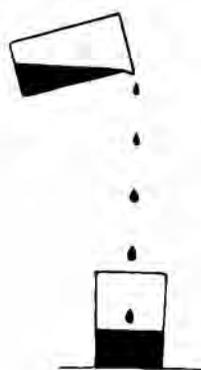


Fig. 4.

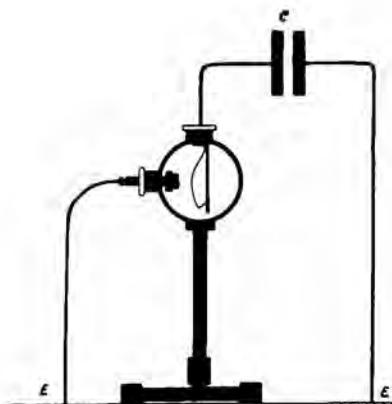


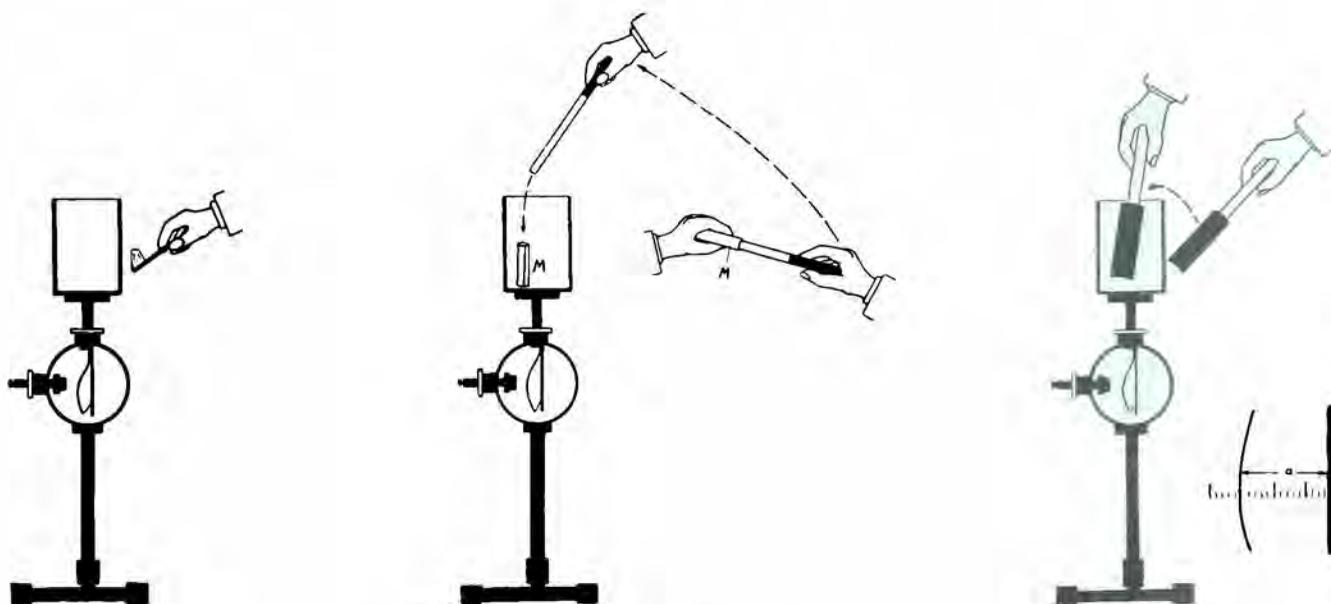
Fig. 5.



## Electricidad

### Electroestática

#### Electroscopio universal de Wulf



#### Ionización.

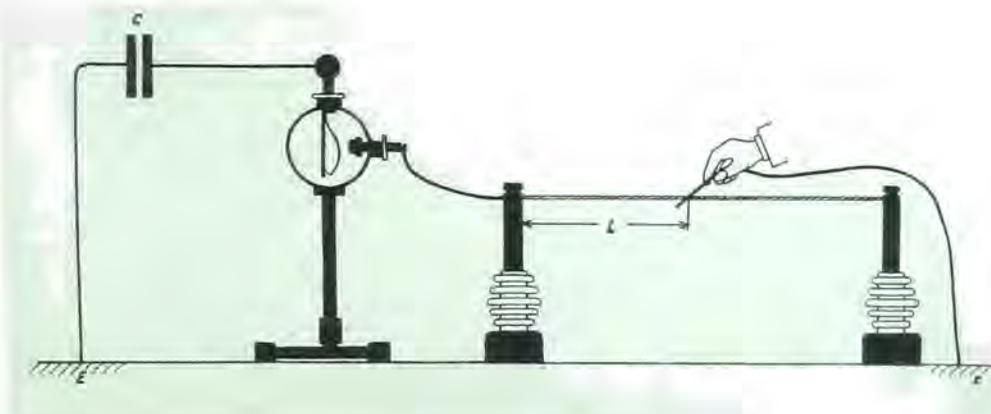
Una llama ioniza el aire haciéndolo conductor. La carga del electroscopio se iguala rápidamente con la del ambiente.

#### Demostración de la existencia de 2 clases de electricidad.

La hoja de estaño M está cargada positivamente por frotación sobre una varilla de ámbar que se carga negativamente. Se deja caer la hoja de estaño M en el cilindro de Faraday. El electroscopio desvía positivamente. Al sumergir entonces la varilla de ámbar en el cilindro de Faraday la desviación queda anulada, lo cual muestra que la varilla se había cargado de una cantidad de electricidad igual pero de signo contrario.

#### Acumulación de la carga en la superficie exterior de los cuerpos.

Se carga el cilindro de Faraday con la varilla de ámbar y se toca éste en su superficie externa con un pequeño platillo metálico que tiene un mango aislante (bola de prueba). La carga del cilindro se reparte de un modo igual en el platillo. Al separarlo disminuye la desviación. Si se toca entonces el interior del cilindro con el platillo, la carga arrastrada por el platillo vuelve al cilindro. La desviación del electroscopio vuelve a tomar su valor primitivo.



#### Demostración de la ley de OHM.

Un condensador C del cual se conecta una armadura con la tierra se descarga a través del electroscopio y un conductor resistente L (un cordón por ejemplo). La descarga del condensador provoca una sucesión de desvíos de la hoja del electroscopio de una frecuencia fácil de medir. Si se hace variar la longitud L mediante un conductor conectado con la tierra, se comprueba que la frecuencia de los desvíos del electroscopio y, por consiguiente, la cantidad de corriente que le atraviesa varía en razón inversa a la longitud L.



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

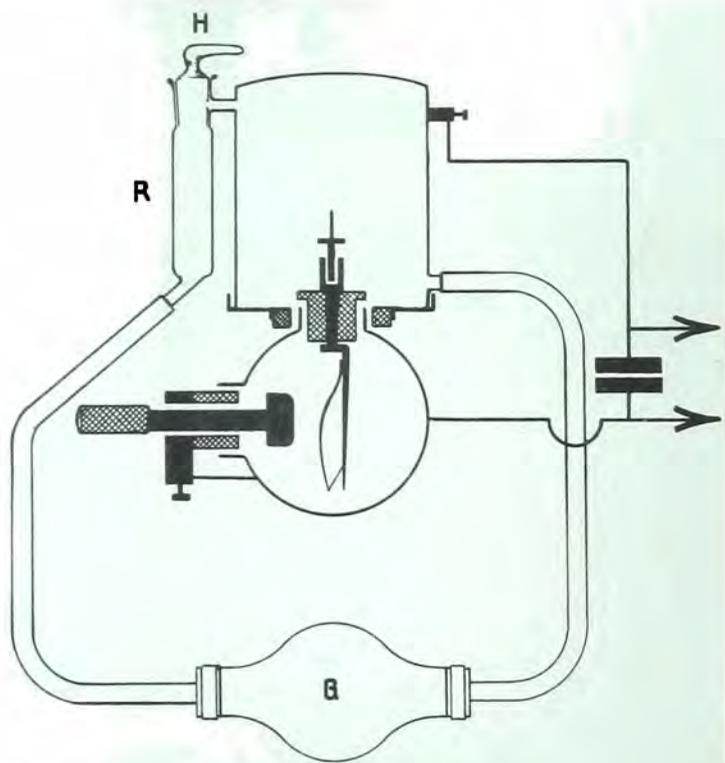
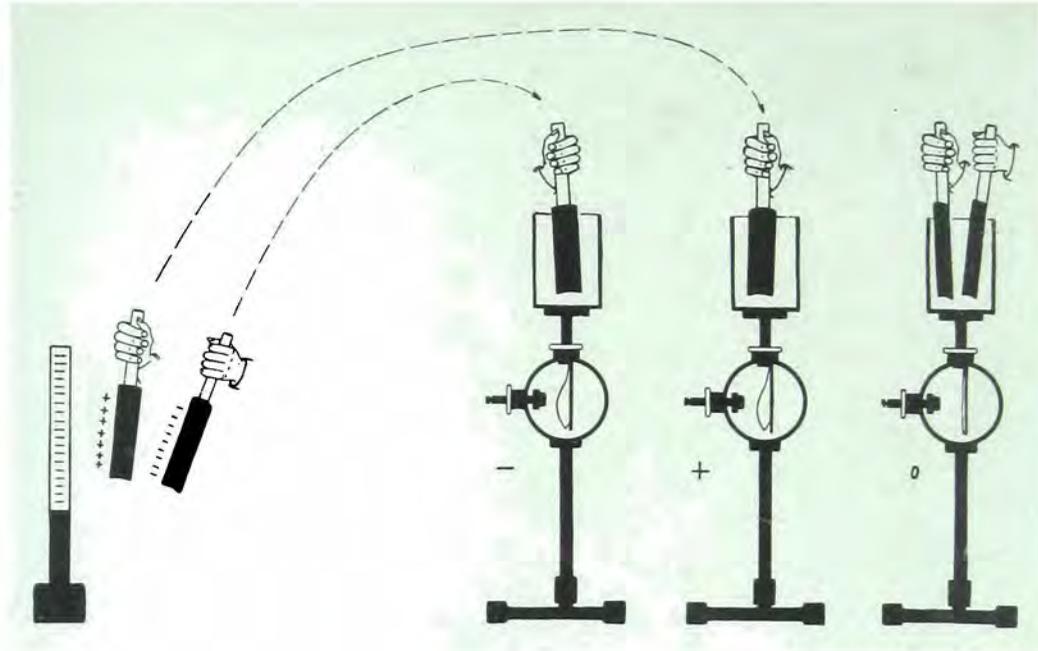
## Electricidad

### Electroestática

#### Electroscopio universal de Wulf

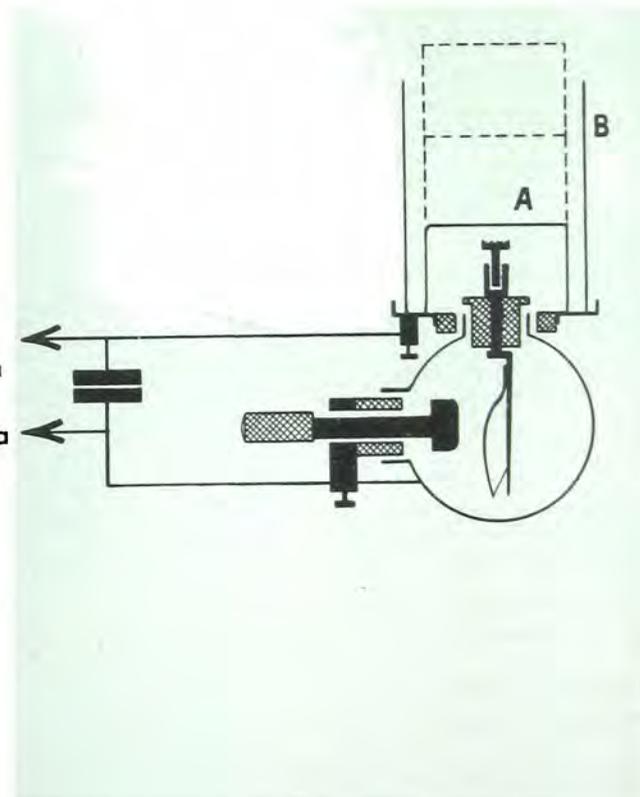
##### Carga por influencia.

Dos planos de prueba, que se tocan, son colocados cerca de una varilla de ámbar cargada y luego separados. Se puede demostrar que las cargas son iguales e, introduciéndolos juntos en el cilindro de Faraday, que son de signo contrario (neutralización).



##### Determinación del período del valor medio de la emanación de torio.

El tubo R contiene un tejido al que se adhiere el hidróxido de torio. La emanación que se produce es conducida, por la compresión de la bala de caucho G, a la cámara de ionización. La cantidad de la emanación es proporcional al número de iones producidos por segundo, y eso con la rapidez de carga de la hoja. Se observan los tiempos de un movimiento de la hoja hasta el otro, y al descomponerse la emanación aumentan estos intervalos. La medición de estos intervalos con el cronoscopio permite la determinación muy precisa del período del valor medio.



##### Alcance de los rayos $\alpha$ .

La tapa cilíndrica de la cámara de ionización es móvil. Su distancia de la preparación puede ser aumentada de 0,8 cm. a 10 cm. La tensión aplicada es de algunos cientos de voltios. La carga de la hoja se hace con mayor rapidez si la trayectoria aérea de las partículas  $\alpha$  aumenta, pues una mayor cantidad correspondiente de iones puede ser formada. La corriente de iones aumenta hasta que la distancia de la tapa a la preparación sea de 4 cm. A una distancia superior a 4 cm. se forman más iones nuevos, de manera que la corriente de iones permanece constante. El experimento demuestra que el alcance de los rayos  $\alpha$  es de unos 4 cm.

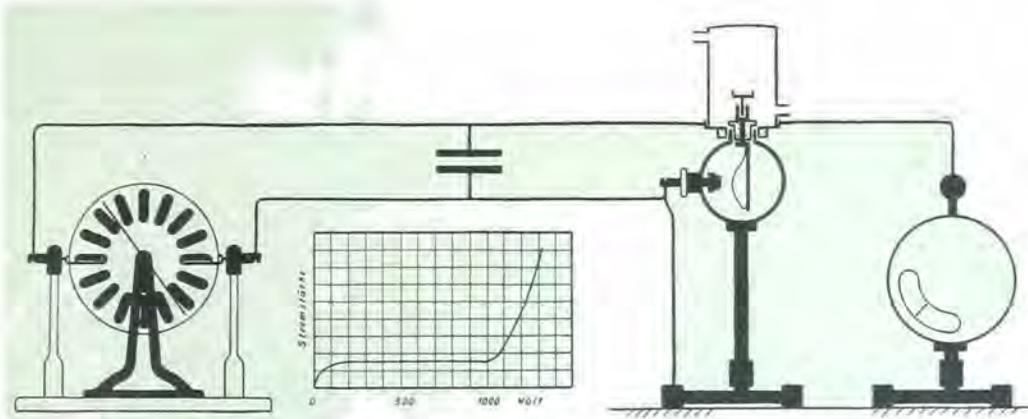


# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Electricidad

### Electroestática

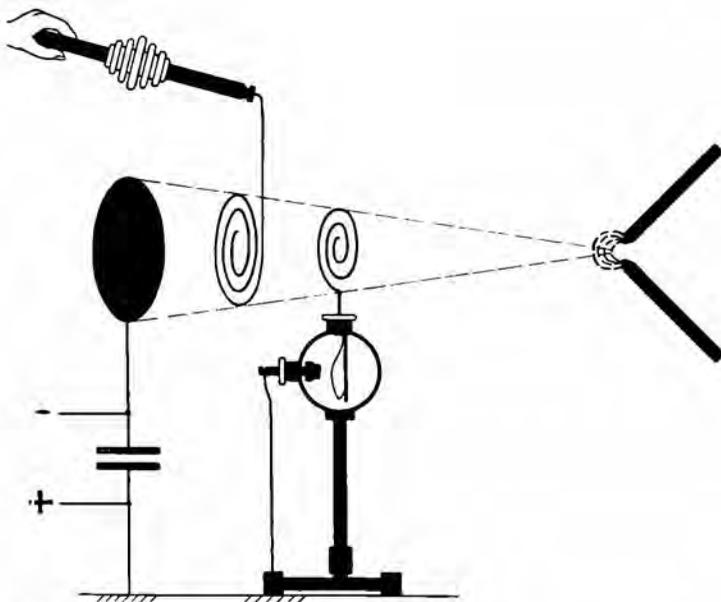
#### Electroscopio universal de Wulf



#### Demostración de la corriente de saturación en una atmósfera ionizada por radio-actividad.

Un pequeño soporte aislado está fijado sobre la cabeza del electroscopio; en este soporte se halla una preparación radioactiva que ioniza el aire del recipiente. Por medio de la máquina de influencia, se puede cargar el condensador hasta 1000 voltios (lo cual se comprueba mediante el electrómetro de la derecha). El condensador se descarga a través del aire ionizado. Haciendo variar la tensión,

se establece que la duración de la carga del electroscopio (considerada como medida de la intensidad) no depende, en este caso, de la tensión, sino que es mucho más directamente función del grado de ionización.

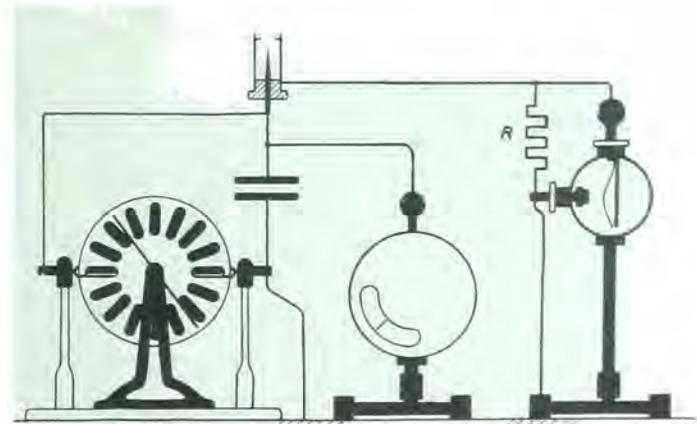


#### Efecto fotoeléctrico.

Una placa cubierta de amalgama de zinc (a la izquierda) cargada negativamente, libra, bajo el efecto de los rayos ultra-violetas (desprendidos por el arco voltaico de la derecha) electrones que son atraídos por una espiral metálica fijada en el electroscopio. Suprimamos, en pensamiento, la espiral del centro de la figura. El condensador se descarga a través del aire ionizado; se mide «la intensidad de la corriente» como en los experimentos precedentes midiendo la duración de carga del electroscopio.

#### Analogía con las válvulas.

Colocando entre la placa de zinc y la espiral del electroscopio una segunda espiral aislada, se comprueba, al cargarla positivamente o negativamente, que la corriente que se derrama en el aire ionizado crece o decrece (analogía con el retículo de las válvulas).



#### Enumeración de los electrones.

Se carga negativamente una punta aislada en el interior de un pequeño cilindro abierto en su parte superior (cámara de punta de Geiger). Se carga el condensador de tal manera que la electricidad esté justamente a punto de evadirse por la punta. Si se mantiene una preparación de radium encima de la abertura de la pequeña cámara con punta, penetran partículas alfa e ionizan el aire de tal modo que electrones saltan fuera de la punta. El electroscopio indica desviaciones más o menos rápidas según la fuerza de la preparación. Por una elección prudencial de la resistencia R se puede observar la entrada de partículas alfa aisladas en la cámara con punta. Si se conecta el electroscopio con el retículo de la primera lámpara de un amplificador, se pueden oír las descargas por medio de un alta-voz.



## **Electricidad**

### **Electroestática**

#### **Electroscopio universal y accesorios**

Recomendamos adquirir, en primer lugar, los instrumentos marcados con un asterisco. Los números indicados después de la descripción de los accesorios se refieren a los experimentos descritos en el libro no. 546 46, página 147.

- \*546 01 **Electroscopio universal** de Wulf, sobre pie con barrita soporte de objetivo y objetivo comprendiendo un equipo de recambio en una caja para el transporte.  
(Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural, página 142.)
  
- \*546 02 **Dispositivo de alumbrado**, que se monta sobre el electroscopio no. 546 01 y con lámpara de 6 voltios, 25 vatios. Si se dispone de corriente alterna se conectará el dispositivo con un transformador. (Ver página 170 o una de las siguientes.)
  
- 560 45 **Transformador**, para conectar el dispositivo no. 546 02 con la red de 110 voltios corriente alterna, con los hilos de conexión necesarios.
  
- 560 46 — para conectar con la red alterna de 220 voltios.
  
- 546 11 **Pequeña plataforma de madera** adaptable sobre el electroscopio no. 546 01.
  
- \*546 12 **Vaso de Faraday** adaptable sobre el electroscopio no. 546 01 (14 y siguientes).
  
- \*546 13 **2 platillos** con mangos aislantes, para experimentos sobre los fenómenos de influencia, sobre las cargas de paredes, etc. (26 y siguientes).
  
- \*546 14 **Placa de condensador**, con mango de ebonita, con lámina delgada de mica para demostrar la relación de dependencia de la tensión respecto del dieléctrico (31 y siguientes).
  
- \*538 81 **Condensador con placas de Minos**, que sirve como fuente de alta tensión hasta 8000 voltios, con bornas y pequeño espinterómetro que asegura la protección contra las sobrecargas.
  
- 520 61 **Máquina de inducción** para cargar el condensador no. 538 81.  
(Fig. pág. 137.)



## Electricidad

### Electroestática

#### Electroscopio universal y accesorios

- 546 21 **Comprobación de la ley de Ohm.** El aparato consta de hilo con piezas polares y borna de derivación (35 y siguientes).
- \*546 22 **Resistencia de seguridad,** de 100 000 ohmios (40).
- 546 23 **Condensador de ensayo,** con indicación de la diferencia de capacidad, para determinar tensiones pequeñas con el electroscopio (43 y siguientes).
- \*546 24 **Sartén pequeño con preparado radioactivo,** adaptable al electroscopio, para demostrar el efecto ionizante de las sustancias radioactivas (47).
- \*546 25 **Cámara de ionización** para seguir la ley de desintegración de la emanación del torio, adaptable al electroscopio universal, con pequeña varilla para la dispersión, con 5 gr. de hidróxido de torio contenido en un tubo de vidrio y con pera de caucho (49, 50, 52).
- \*546 27 — de altura variable para la determinación de la penetrabilidad de los rayos alfa (51). Sólo utilizable como complemento del no. 546 25. Para su colocación sirve la base de la cámara de ionización no. 546 25.
- \*546 28 **Cámara de punta de Geiger,** con un preparado de radio, adaptable sobre el condensador de placas de Minos no. 538 81, pág. 146 (53 y siguientes).
- 546 29 **2 electrodos en espiral plana** para experiencias sobre la ionización del aire (56 y siguientes).
- 546 30 **Sonda de llama** para investigaciones de potenciales en campos eléctricos (58 y siguientes).
- 546 31 **Placa de zinc amalgamado** para experiencias fotoeléctricas (69 y siguientes).
- 546 32 **Disco de celón,** transparente a la radiación ultravioleta, para experiencias fotoeléctricas (70).
- 546 33 **Lente de cuarzo,** para la misma experiencia.
- 546 34 **Varilla de dispersión,** para investigaciones sobre la conductividad del aire (95 y siguientes).
- 546 46 **Th. Wulf: «Experimentos de electroestática»** con el electroscopio universal, 1928, 8<sup>o</sup>, encuadernado en cartón, 85 páginas. Este volumen da una descripción detallada del electroscopio universal, de su empleo y de su lectura. Expone, además, con precisión 98 experimentos sobre la electroestática, el paso a la electrodinámica, la radioactividad y la ionometría; los números que, en la nomenclatura de arriba, siguen la descripción de los accesorios, remiten a estos experimentos. En alemán.



## Electricidad

### Instrumentos para mediciones eléctricas

#### Voltímetro de alta tensión

#### para corriente alterna y continua

El equipo de medición está constituido por un soporte T dos veces curvado en rectángulo en su centro. En esta parte curvada gira sobre puntas la aguja Z del aparato. Esta aguja está equilibrada de manera que su parte inferior sea un poco más pesada que la parte superior y que este exceso de peso sirva de fuerza de llamada.

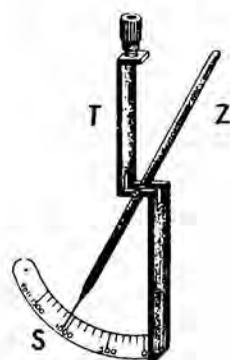
Las desviaciones de la aguja se leen sobre una escala S directamente graduada en kV. El equipo de medición está montado en la caja del aparato con interposición de un aislador de ámbar. La caja misma descansa, por mediación de un aislador de calita, sobre el trípode provisto de tornillos de nivelación.

Este aparato sirve para medir, a la vez, las tensiones entre conductores y las tensiones entre conductor y tierra.

Para las mediciones entre conductor y tierra se conecta la caja del aparato con la tierra. Se suprime esta conexión para pasar a las mediciones entre conductores.

204 36 **Voltímetro de alta tensión** hasta 3,5 kV., graduación de la escala 0,1 kV. por división. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)

204 37 — hasta 10 kV., graduación de la escala 0,5 kV. por división. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)



Equipo de 204 36/37



204 36/37



## Electricidad

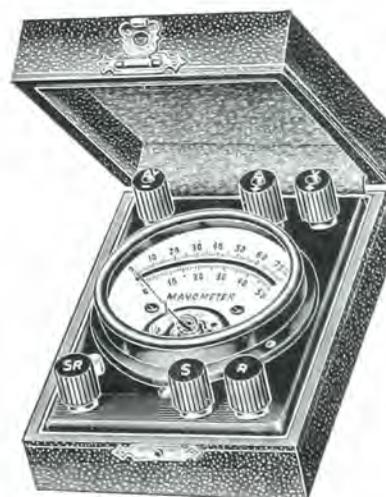
### Instrumentos para medidas eléctricas

#### Galvanómetros con cuadro móvil de demostración

- 531 41 **Galvanómetro con cuadro móvil de demostración**, en caja de madera, alto 245 mm., dimensiones de la placa de fundamento 250 × 110 mm., con placas de vidrio delante y detrás, escala grande y muy visible, punto de cero en el centro, sensibilidad 0,1 voltios y 2 mA., resistencia 50 ohmios. (Fig.)
- 531 42 — con punto de cero a la izquierda.
- 531 45 **Dispositivo combinado** para medir corriente continua, capacidades de 5 voltios, 10 miliamperios y un amperio, para el empleo con el no. 531 41.
- 531 51 **Pequeño instrumento de cuadro móvil**, para corriente continua, utilizable como miliamperímetro, milivoltímetro, amperímetro, voltímetro y ohmímetro. Movimiento aperiódico, escala con espejo debajo y ajuste del punto cero. Amplitudes de medida: 2 miliamperios, 100 milivoltios; resistencia interna 50 ohmios; resistencia interna como voltímetro 500 ohmios por voltio. (Fig.) Para utilizar este instrumento como voltímetro o amperímetro son necesarias las resistencias reductoras y shunts nos. 531 65 y siguientes, pág. 150; para medidas de corriente alterna se emplea el no. 531 76 y siguientes, pág. 150. (Fig.)
- 531 52 — con punto de cero en el centro, especialmente apropiado para el empleo en los puentes de Wheatstone.
- 531 60 **Caja** para guardar los instrumentos nos. 531 51/52. (Fig.)



531 41



531 51/60



## Electricidad

### Instrumentos para mediciones eléctricas

#### Galvanómetros con cuadro móvil para demostraciones



531 61



531 63 con 531 62 y 531 65—531 75  
en 531 81.

531 61 **Aparato de precisión con cuadro móvil** de demostración, punto de cero en el centro, resistencia 50 ohmios, desviación total 0,1 voltio y 2 miliamperios. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.) El instrumento está provisto de un dispositivo de corrección de cero. Al objeto de utilizar el instrumento como voltímetro y amperímetro, hay que hacer uso de las resistencias y shunts de los nos. 531 65 y siguientes. Con el aparato auxiliar nos. 531 76 y siguientes el instrumento puede ser empleado para medir corriente alterna.

A petición el instrumento puede ser suministrado con el punto de cero a la izquierda.

531 65 **Resistencia**, amplitud de medida hasta 1 voltio. (Fig.)

531 66 — hasta 2 voltios.

531 67 — hasta 10 voltios.

531 68 — hasta 100 voltios.

531 69 — hasta 200 voltios.

531 70 — hasta 500 voltios.

531 71 **Shunts**, amplitud de medida hasta 0,02 amp. (Fig.)

531 72 — hasta 0,2 amp.

531 73 — hasta 2 amp.

531 74 — hasta 4 amp.

531 75 — hasta 10 amp.

531 62 **Tablilla** para colocar 5 resistencias o shunts. (Fig.)

531 63 **Caja** para guardar la tablilla no. 531 62 con resistencias. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

Todas estas resistencias pueden ser usadas con el no. 531 51, página 149.

**Accesorios para medir la corriente alterna mediante los instrumentos nos. 531 61 y 531 51, pág. 149**, comprendiendo un rectificador. Como los valores de división para corrientes alterna o continua no son idénticos, estos aparatos están provistos de escalas de comparación.

531 76 **Accesorios para medir la corriente alterna con el galvanómetro no. 531 51, pág. 149**, tensiones de 0 a 5/25/50/100/250/500 voltios, consumo de corriente 3 miliamperios.

531 77 — tensiones de 0 a 5/50/100/250/500/1000 voltios, consumo de corriente 3 miliamperios.

531 78 — para medir intensidades de 0 a 5/10/25/50/100/250 miliamperios.

531 79 — intensidades de 0 a 0,5/1/2,5/5/10 amperios con transformador encajado en el aparato.

531 80 — con cero en el centro de la escala, para el empleo en combinación con los instrumentos nos. 531 52, pág. 149, y 531 61, suplemento de precio.

531 81 **Estuche** para los nos. 531 76 y siguientes. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)



## Electricidad

### Instrumentos para medidas eléctricas

532 01 **Galvanómetro con aguja y con espejo**, bajo caja enteramente de materia moldeada, superficie  $90 \times 90$  mm., alto 110 mm. (Fig.)

El cuadro móvil de suspensión por cinta metálica muy fina tiene una resistencia de unos 70 ohmios. La sensibilidad en intensidad es de  $1 \times 10^{-6}$  amp. aproximadamente por división de escala en las lecturas por medio de la aguja. Con espejo, una desviación de 1 mm. en una escala a 1 m. de distancia corresponde al valor  $22 \times 10^{-9}$  amp. La duración de una oscilación completa es de 1,6 segundos. La abertura para el espejo comprende un vidrio plano y un lente de 1 m. de longitud focal. El empalme se efectúa por medio de dos clavijas de contacto.

Resistencia límite exterior 50 ohmios, graduación 30 ... 0 ... 30.

El instrumento puede ser leído directamente mediante un telescopio y una escala o mediante un dispositivo luminoso y pantalla con escala. A este efecto recomendamos colocar el instrumento sobre la consola de pared no. 532 03 provista de una lámpara con filamento rectilíneo.



532 01

532 02 **Reductor de sensibilidad** para el galvanómetro no. 532 01.

Este reductor permite extender el terreno de mediciones del galvanómetro precedente de tal manera que se puedan medir todas las corrientes para las cuales un miliamperímetro de aguja no basta ya, y hasta las corrientes más débiles que el galvanómetro de espejo puede revelar todavía. El paso a las diferentes sensibilidades se realiza mediante una simple manipulación que permite una variación en las relaciones 1 : 1, 1 : 2, 1 : 10, 1 : 100 y 1 : 1000. Esta última relación corresponde a una desviación total del galvanómetro para 10 miliamperios aproximadamente. El montaje es tal que el paso a cada sensibilidad modifica al mismo tiempo la resistencia y la derivación, dejando invariables la resistencia del circuito exterior y la del circuito del galvanómetro; la amortiguación y el período del galvanómetro permanecen, por lo tanto, igualmente constantes para todas las sensibilidades.

532 03 **Ménsula**, para colocar el galvanómetro no. 532 01.

532 04 **Lámpara de un solo filamento**, 100 vatios, 110 voltios para el no. 532 03.

532 05 — 100 vatios, 220 voltios.

532 07 **Escala transparente** de vidrio, largo 1 m., en marco de madera, dividida de 5 en 5 cm. con cero en el centro.

532 08 — largo 2 m.



## Electricidad

### Instrumentos para medidas eléctricas

#### Voltímetros y amperímetros

**Voltímetro** para corriente continua, sistema electromagnético, en caja metálica redonda, negra esmaltada, con ajuste del punto cero, diámetro de la base 195 mm. (Fig.)

No. 532 51	532 52	532 53
Amplitud de medida 10	130	250 voltios

— para corriente alterna. (Fig.)

No. 532 56	532 57	532 58
Amplitud de medida 10	130	250 voltios

**Amperímetro** para corriente continua, sistema electromagnético, de construcción análoga a la de los voltímetros nos. 532 51—532 58. (Fig.)

No. 532 61	532 62
Amplitud de medida 1	10 amperios

— para corriente alterna. (Fig.)

No. 532 66	532 67
Amplitud de medida 1	10 amperios

532 71 **Soporte de madera** para los nos. 532 51—532 67.

532 81 **Miliamperímetro**, sistema de cuadro móvil, punto cero en medio con ajuste del mismo. Aparato montado entre columnas de modo que puede girar entre ellas, caja de 100 mm. de diámetro, con conmutador y 3 amplitudes de medida: 10, 100 y 1000 mA. (Fig.)

523 91 **Voltímetro de bolsillo**, sistema electromagnético, de 0—3 voltios, especialmente para medir la tensión de acumuladores. (Fig. véase pág. 159.)



532 51—532 67



532 81



**E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL**

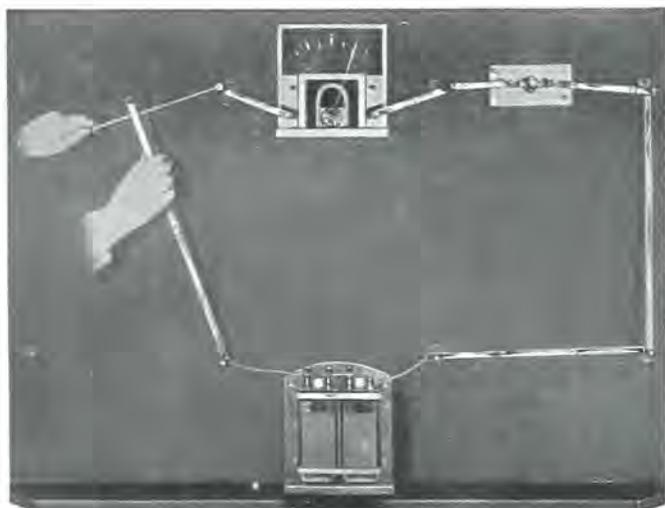
## Electricidad

### Aparatos para la enseñanza de la electricidad

Todos los aparatos siguientes son para fijar a una pizarra especial.

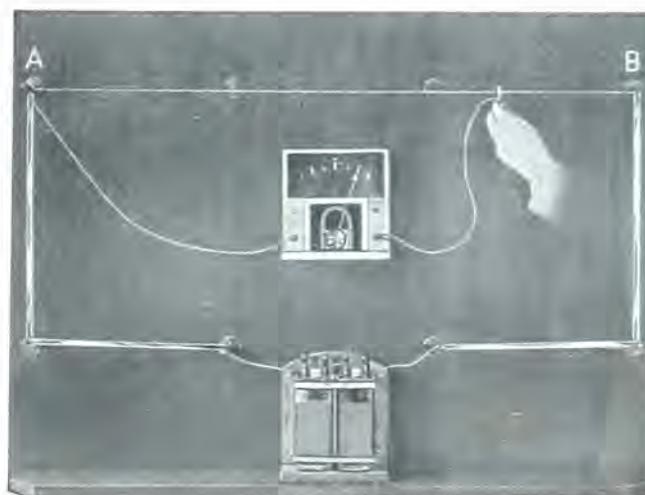
La disposición experimental corresponde tanto al dibujo como a la realidad. Cada aparato se monta de las piezas sueltas ante los alumnos.

### He aquí la disposición muy comprensible en la pizarra



#### Ley de Ohm.

Se hace variar la longitud de un hilo resistente montado en un circuito moviendo un cursor a lo largo de este hilo: Se observa que la amplitud de las desviaciones del aparato de medición o el alumbrado de la lámpara de comprobación varían según la longitud del hilo puesto en circuito. Este experimento muy vivo impresiona mucho la mente de los estudiantes quedando grabado en su memoria.



#### Nociones de caída de tensión.

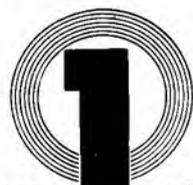
Los puntos A y B son conectados con una fuente de corriente de algunos voltios de tensión; se tiende entre ellos un hilo resistente. Un polo del voltímetro se conecta con el punto A, el otro con un hilo conductor del cual se puede pasar el extremo lentamente sobre el hilo de A hacia B. El voltímetro indica un aumento continuo de tensión. Aquí se trata también de un experimento sumamente sugestivo.

Los aparatos son sujetados a la pizarra especial mediante ganchos, de modo que no se puedan mover.

Las conexiones eléctricas se hacen por medio de cuadrillos conductores regulables provistos de clavijas de banana. Debido a los contrastes entre los cuadrillos conductores y la pizarra, los alumnos pueden seguir fácilmente los experimentos, hasta a largas distancias.

Por medio de pequeñas placas metálicas interpuestas en distancias iguales se puede obtener un diagrama muy claro de las conexiones. De este modo, el esquema de las conexiones queda en la memoria de los alumnos.

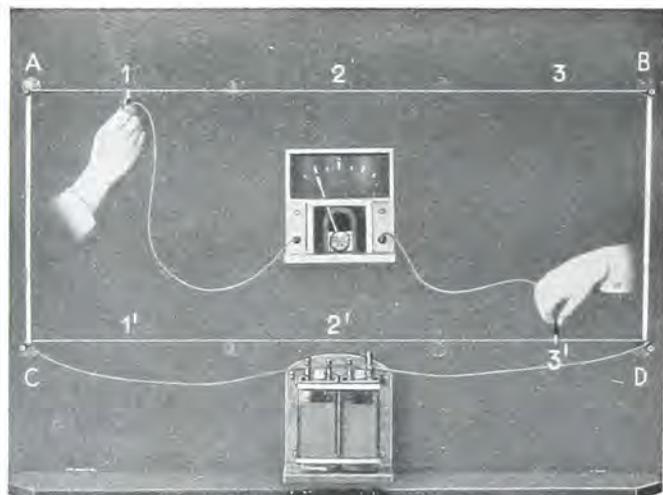
Las fotografías son tomadas del libro «Elektrizität» de Kranold-Kuhlmann-Sprenger en lengua alemana; este libro forma parte de nuestro material.



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

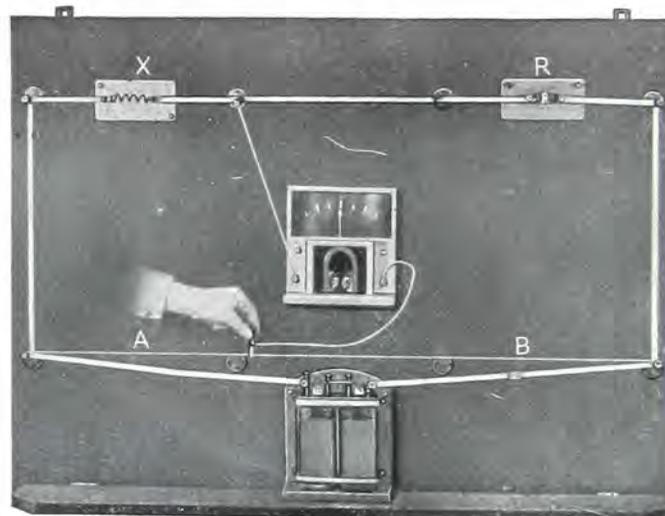
## Electricidad

### Aparatos para la enseñanza de la electricidad



#### Punto de igual potencial.

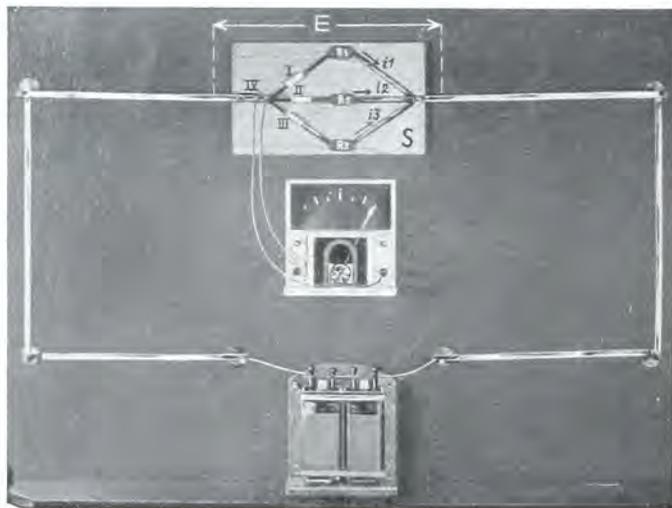
Entre los puntos A y B, C y D, son dispuestos hilos resistentes, siendo A, B, C y D unidos por reglas metálicas (cuya longitud es variable por corredera). C y D se conectan con una fuente de corriente de algunos voltios de tensión. El instrumento de medición se pone en serie sucesivamente con los puntos 1—1', 2—2', 3—3'; no indica ninguna desviación, porque los puntos 1 y 1' etc. ... están en el mismo potencial. Si se coloca el instrumento entre 1 y 3', indica una ligera desviación hacia la derecha, entre 1' y 3, una desviación igual pero en sentido contrario. Este experimento facilita la comprensión del principio del puente de Wheatstone.



#### Puente de mediciones.

Entre las barras metálicas A y B se pone abajo un hilo resistente, mientras que la resistencia desconocida X y una resistencia de clavijas R son puestas en serie arriba. Se conecta uno de los polos del instrumento de mediciones con un punto de la barra de conexión entre X y R. Con el otro polo se busca sobre el hilo resistente el punto del mismo potencial, es decir aquel para el cual el instrumento no indica ninguna desviación. Esta disposición hace resaltar de una manera particularmente feliz y fácil de retener la relación:

$$\frac{X}{R} = \frac{A}{B}, \text{ por tanto } X = \frac{RA}{B}$$



#### Ley de Kirchhoff.

En la pizarra S se pueden montar, en serie, las resistencias  $R_1, R_2, R_3$ . Se establece una derivación de 2 ó 3 empalmes. I a III son clavijas en corto circuito que sirven para medir las corrientes  $i_1, i_2, i_3$  por medio de un solo instrumento (quitando una clavija se conecta el aparato con las dos bornas que quedan libres). Se puede medir la tensión E, sea con el mismo instrumento dispuesto a tal efecto, sea utilizando un segundo instrumento de medición, lo cual resulta más comprensible. Se mide la corriente I retirando la clavija IV.

$$\text{De } J = i_1 + i_2 + i_3, \\ J = \frac{E}{R}, i_1 = \frac{E}{R_1} \text{ se deduce la ley } \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$



#### Armario para la colección de aparatos no. 550 46 (1/15 del tamaño natural).

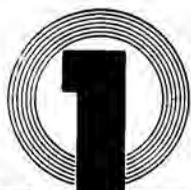
El armario de madera está barnizado de color natural, y tiene dos puertas de vidrio. En la parte interior están aplicadas unas escañas para colgar los aparatos. Cada artículo tiene su sitio marcado por su esquema, de modo que existe siempre orden y claridad, lo cual hace realizar economías de tiempo cuando se colocan los instrumentos después de su uso.



## Electricidad

### Aparatos para la enseñanza de la electricidad

- 550 46 **Colección** de los aparatos enumerados en las páginas 155 y 156, que permiten hacer los experimentos siguientes: circuito cerrado, efecto térmico, luz de incandescencia, efecto magnético, efectos químicos, acumuladores, galvanización, ley de Ohm. Telégrafo de Morse y timbre eléctrico, instrumento de medición, micrófono, teléfono, bobinas de cable, trabajos mecánicos y eléctricos, dinamo de corriente alterna, dinamo de corriente continua, motor eléctrico, solenoide, transformador, transmisión de alta tensión, aparato de inducción.
- 550 01 **Pizarra de pared**, 1250 × 900 mm., con placas para realizar las conexiones.
- 550 19 **Armario de madera** con puertas de vidrio, 1250 × 1000 × 250 mm., para recibir el material siguiente, con esquemas de los instrumentos en la parte interior, con escarpías para colgar los artículos, así como una caja para los electrodos. (Fig. página 154.)
- 501 50 **3 clavijas de banana** especiales para sujetar hilos y cables, taladro de 4 mm.
- 501 65 **2 bobinas de cables** con 20 m. de hilo aislado al caucho.
- 501 84 **2 porta-electrodos** para fijar los electrodos con rosca de juntura.
- 501 91 **2 hilos aislados al caucho** para 10 amperios, 0,5 mm.<sup>2</sup>, con 2 clavijas de banana, largo 10 cm.
- 501 92 — 4 hilos de 25 cm. de largo.
- 501 93 — 4 de 50 cm. de largo.
- 501 94 — 4 de 1 m. de largo.
- 504 45 **Interruptor**.
- 505 62 **2 zócalos para lámpara de incandescencia**, montados sobre placa de madera, 150 × 75 mm.
- 505 65 **4 lámparas de incandescencia especiales**, 2 voltios, 0,1 amperio.
- 514 72 **Salvadera para limaduras de hierro**, con 200 gr. de limaduras de hierro.
- 514 89 **Solenoide con 50 espiras sobre 3 espiras**, para la demostración de un campo eléctrico de una bobina con la más pequeña fuente de corriente, con placa de celuloide sobre la cual están esparcidas las virutas de hierro. (Fig. página 168.)
- 522 03 **Pequeño vaso de acumulador**, 75 × 50 × 110 mm.
- 522 04 **14 electrodos**, 95 × 20 mm., de los cuales cada vez dos de hierro, zinc, cobre, latón, plomo, níquel, carbón.
- 522 05 **2 porta-elementos** con 2 elementos, con dispositivo para acoplamiento en paralela y en serie, sobre placa de fundamento de 155 × 155 × 65 mm.
- 522 06 **Elemento de recambio** componiéndose de un vaso de celuloide, 55 mm. de alto, 40 mm. de diámetro, carbón con capa de bióxido de manganeso, 80 mm. de largo, 25 mm. de diámetro, cilindro de zinc, 45 mm. de alto, 35 mm. de diámetro, y 2 anillos de caucho.
- 522 45 **Cloruro de amonio**, 400 gr.
- 522 46 **Sal de níquel en cajita**, 50 gr.
- 522 48 **Frasquito de vidrio**, 0,25 litro, con tapón esmerilado, para ácido sulfúrico.



## Electricidad

### Aparatos para la enseñanza de la electricidad

- 531 41 **Galvanómetro con cuadro móvil de demostración**, con marco de madera, alto 245 mm., dimensiones de la placa de fundamento  $250 \times 110$  mm., con placas de vidrio delante y detrás, escala grande y muy visible, punto de cero en el centro o a la izquierda, sensibilidad, 0,1 voltio y 2 mA., resistencia 50 ohmios. (Fig. pág. 149.)
- 531 45 **Dispositivo combinado** para medir corriente continua, capacidades de 5 voltios, 10 miliamperios y un amperio, para el empleo con el no. 531 41.
- 536 22 **Resistencia regulable** sobre placa de fundamento,  $150 \times 150$  mm., 50 ohmios.
- 550 03 **6 cuadrillos conductores**, de metal, anchura 10 mm., regulables de 27,5 a 51,5 cm.
- 550 04 — regulables de 15,5 a 27,5 cm.
- 550 05 — regulables de 9,5 a 15,5 cm., 4 cuadrillos solamente. (Fig.)  
Todos los cuadrillos con clavijas de banana.
- 550 12 **Bobina de hilo resistente**, 0,1 mm. de diámetro, 100 m. = 390 ohmios.
- 550 14 **Bobina de hilo de cobre**, 0,5 mm. de diámetro.
- 550 16 **Tablilla de conexión** para la demostración de la ley de Kirchhoff, con 4 clavijas y 1 juego de resistencias intercambiables, 1, 2, 5, 10, 50 y 100 ohmios.
- 551 36 **Modelo de fusible**, dispositivo para la fijación de hilos finos.
- 560 21 **Electro-imán de herradura**, con 2 núcleos de hierro dulce destornillables y 2 bobinas con roscas de juntura. El electro-imán se presta a la instalación del telégrafo de Morse, de la campanilla de la máquina dinamo, del aparato de inducción etc. (Fig. página 179.)
- 560 22 **Soporte** para el electro-imán de herradura.
- 560 82 **Bobina de inducción** de unas 4000 espiras perfectamente aisladas una de la otra, 100 mm. de largo, 65 mm. de diámetro exterior, 25 mm. de diámetro interior.
- 560 83 **Interruptor para la instalación de un aparato de inducción**, sobre tablilla de  $150 \times 75$  mm. (usando una derivación del electro-imán no. 560 21). (Fig. página 179.)
- 560 84 **2 enchufes niquelados** para el interruptor. (Fig. página 179.)
- 561 02 **Modelo combinado de un telégrafo de Morse y de una campanilla eléctrica**. Placa de fundamento  $300 \times 200$  mm. Precio del modelo sin el electro-imán no. 560 21. (Fig. página 179.)
- 561 25 **Teléfono con micrófono**, aparato de mano.
- 561 26 **Micrófono sobre placa de fundamento**,  $150 \times 135$  mm. Los carbones están fijados en un diafragma de celuloide atornillado en un marco de metal.
- 561 92 **Modelo universal de un motor de corriente continua y de corriente alterna**. La máquina se compone de un fuerte imán de herradura de acero al tungsteno, del electro-imán no. 560 21 y de un colector con anillos colectores o bien de un transformador; es enteramente descomponible, está montada sobre tablilla de  $450 \times 200$  mm. Precio sin el electro-imán. (Fig. página 182.)
- 501 97 **2 soportes simples** para railes o cordones.
- 550 20 **Libro «Electricidad»** de Kranold-Kuhlmann-Sprenger, en lengua alemana.

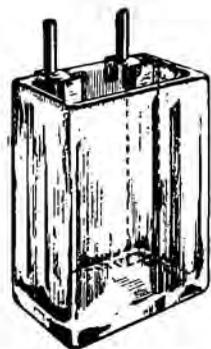




## Electricidad

### Elementos galvánicos

- 522 02 **Placa de zinc y placa de carbón**, para constituir un elemento de pila. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)
- 501 84 **Porta-electrodos** con pinza-láminas para fijar las placas no. 522 02. (Fig. ver página 215.)
- 522 03 **Pequeño vaso de acumulador**, que se usa para recibir el no. 522 02 etc. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)
- 522 11 **Pila de Leclanché**, vaso cilíndrico de vidrio, vaso poroso, con placo de carbón, varilla de zinc con alambre y borna. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)
- 522 12 **Pila Daniell**, vaso cilíndrico de vidrio, cilindro de cobre con hilo soldado, célula porosa, cruz de zinc amalgamado con hilo de cobre; bornas de conexión. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)
- 522 23 **Pila de bicromato**, desplazamiento 1 litro. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)
- 522 15 **Placa de carbón** de repuesto para el no. 522 23.
- 522 16 **Placa de zinc** de repuesto para el no. 522 23.
- 522 17 **Bicromato potásico** para preparar la solución para la pila no. 522 23, 1 kg.



522 02, 501 84 y 522 03



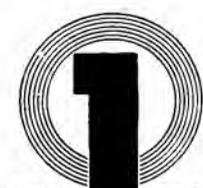
522 12



522 23



522 11



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Electricidad

### Interruptores



504 51

504 51 **Interruptor de palanca**, de Dubois-Reymond, unipolar, con abrazadera para la sujeción. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

504 61 — otra forma con mango grande, unipolar. Interruptor unipolar. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

504 64 — bipolar. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

504 52 **Clave**, que puede servir igualmente como clave de Morse. (Fig.  $\frac{1}{2}$  del tamaño natural.)

504 77 **Selector de líneas** para dos ramificaciones con manecilla y abrazadera de sujeción. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)



504 61

### Conmutadores

504 65 **Conmutador de báscula** de Pohl, que puede utilizarse como selector de líneas. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

504 66 **Conmutador** de Ruhmkorff. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

Accesorios para los experimentos y mediciones eléctricas, tales como clavijas, bornas, hilos de conexión etc., ver páginas 215 y 216.



504 64



504 52



504 65



504 66



504 77



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Electricidad

### Acumuladores y rectificadores

**Acumuladores de níquel-hierro**, en celdas de hierro niquelado. (Fig.)

Se llenan de lejía de potasio hidróxido de peso específico 1,2; son totalmente resistentes contra choques y golpes. Se conservan largo tiempo cargados o descargados. Para rellenarlos se emplea agua destilada. La tensión media de descarga para cada elemento oscila alrededor de 1,2 voltios. Estos acumuladores pueden sin perjuicio recibir mayores intensidades de corriente y son insensibles a las sobrecargas.

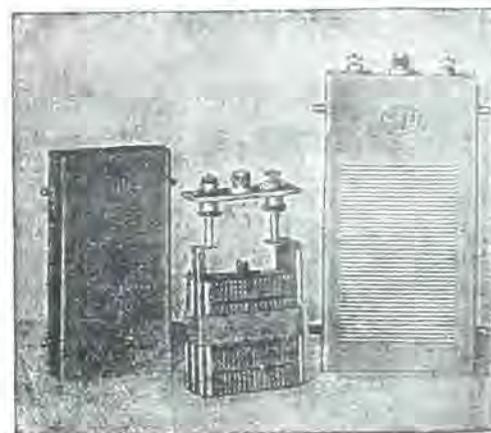
No.	Capacidad en amperios-hora	Intensidad de descarga en amperios	Medidas, Altura sin bornas en mm.	Ancho en mm.	Largo en mm.	Peso aprox. por elemento, con electrolito en kg.
522 51	10	1,25	164	80	29	0,75
522 52	15	1,9	164	80	41	0,90
522 53	22	2,75	214	105	29	1,35

**Batería de acumuladores de níquel-hierro**, en caja de madera abierta, con bornas de tornillo para cada tensión de elemento, con tapones-válvula de ebonita.

No. . . . .	522 71	522 72	522 73
Compuesta de 5 elementos del tipo .	522 51	522 52	522 53

Los precios se entienden para acumuladores con electrolito en estado sólido.

- 522 91 **Electrolito** para acumuladores de níquel-hierro en forma sólida, 1 kg.
- 523 76 **Areómetro** para determinar la densidad del ácido o la lejía de los acumuladores. Graduado de 1,14—1,26 en  $\frac{1}{1}$ . Con pipeta y pera.
- 523 91 **Voltímetro de bolsillo**, sistema electromagnético, de 0 a 3 voltios, en decimas, especial para medir la tensión de acumuladores. (Fig.  $\frac{1}{2}$  del tamaño natural.)



522 51—522 53

**Rectificadores como fuente de corriente para el uso en el colegio y para la carga de los acumuladores.**

Los rectificadores están empalmados a la red mediante un transformador conveniente. Nuestro transformador de demostración no. 562 00 (ver página 170) con la bobina no. 562 18 (ver pág. 176, 177) se adapta especialmente a este objeto.

- 523 61 **Rectificador** en seco, tensión secundaria 4 voltios, 1,5 amperios, sobre placa de madera con contactos de clavija.
- 523 62 — tensión secundaria 4 voltios, 6 amperios, sobre placa de madera con contactos de clavija.
- 523 63 — tensión secundaria 4 voltios, 10 amperios, sobre placa de madera con contactos de clavija.
- 523 57 **Grupo que se compone de un transformador y de un rectificador en seco**, para 2 a 12 voltios corrientes continua y alterna. El aparato suministra corrientes hasta 8 amperios.



523 91

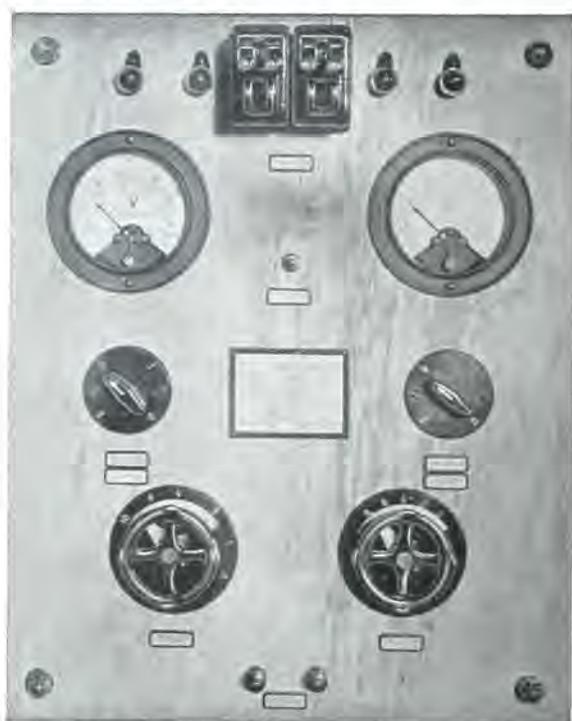


## Electricidad

### Cuadros de distribución

**Cuadro de distribución para experimentos**, para corrientes continua y alterna, compo- niéndose de una placa de mármol, unos 750 X 600 mm., montada en un bastidor de hierro. (Fig.) El cuadro de distribución está provisto de los accesorios y instrumentos detallados siguientes.

- 4 bornas de juntura, 2 interruptores automáticos a máximo,
- 1 voltímetro, diámetro de base 160 mm. con 2 alcances,
- 1 amperímetro, diámetro de base 160 mm.,
- 1 interruptor de botón para el segundo alcance,
- 1 interruptor principal bipolar, 1 interruptor unipolar de derivación,
- 1 resistencia de rejilla de aminato con placa de contacto como regulador para la graduación gruesa y resistencia rotativa de patinaje como regulador para la graduación fina, los dos reguladores con manivela en la parte frontal y con placa de cubierta,
- 2 bornas de derivación,
- 1 esquema de las conexiones.



como 524 50—54

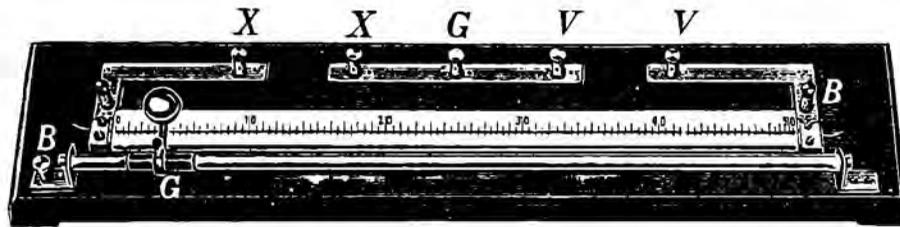
- 524 50 — para 110 voltios, 10 amperios.
- 524 52 — para 110 voltios, 20 amperios.
- 524 53 — para 220 voltios, 10 amperios.
- 524 54 — para 220 voltios, 20 amperios.
- 524 55 — con lámpara de comprobación que se enciende en el momento en que la corriente es conducida al cuadro de distribución.
- 524 56 — con interruptor encajado en el aparato y regulador para la dinamo, todo con fusibles y bornas necesarias.

A petición suministramos cuadros de distribución más grandes.



## Electricidad

### Resistencias



536 03



536 11—536 14

536 01 **Puente de Wheatstone, modelo simple** para la enseñanza y las manipulaciones. Largo 1 m. Graduación en cms. (Fig.)

536 03 **Puente de Wheatstone**, con hilo de 50 cm. de largo. Con todos los conductores visibles. (Fig.)

**Resistencias fijas.** Error máximo 1 %.  
(Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

No. 536 11 536 12 536 13 536 14

Resistencia 1 10 100 1000 ohmios

536 26 **Caja de resistencias** con 10 carretes bifilares de 1, 2, 2, 5, 10, 20, 20, 50, 100 y 200 ohmios de resistencia. Un pestillo de latón permite intercalar o quitar cada carrete aisladamente. Error máximo 1 %.  
(Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

536 31 **Resistencia en serie**, con los valores 0,1, 0,2, 0,3, 0,4 = 1 ohmio. Error máximo  $\frac{1}{5}$  %.  
(Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

Cada pieza metálica de la resistencia de serie está provista de un agujero para una borna de tornillo para toma de corriente en derivación.

536 32 — con las resistencias 1, 2, 3, 4 = 10 ohmios.  
(Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

536 33 — con las resistencias 10, 20, 30, 40 = 100 ohmios. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

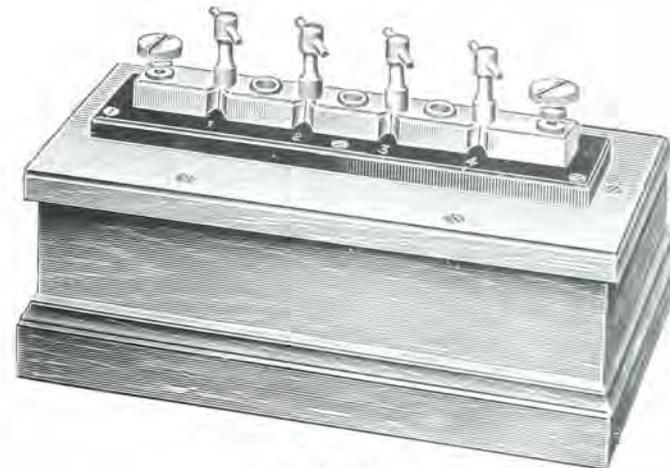
536 34 — con las resistencias 100, 200, 300, 400 = 1000 ohmios. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

536 35 — con las series nos. 536 32—536 34. Conjunto 1110 ohmios.  
(Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)

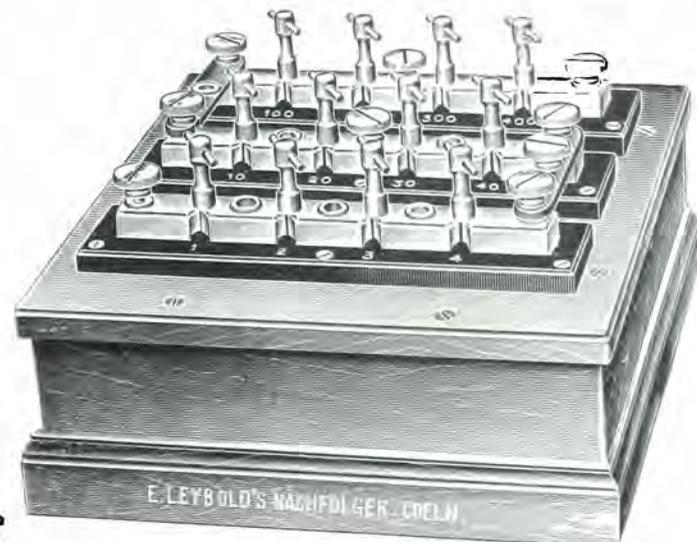
536 77 — con las series nos. 536 31—536 34. Conjunto 1111 ohmios.



536 26



536 31—536 34

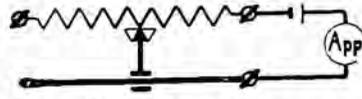


536 35

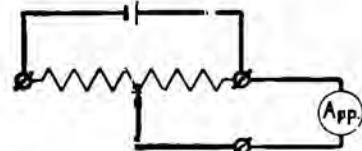


536 01

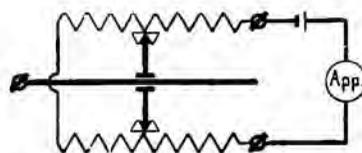
## Electricidad Resistencias



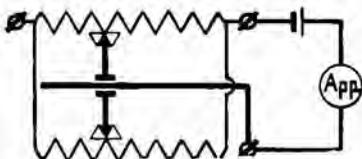
Resistencia reductora montada en serie.



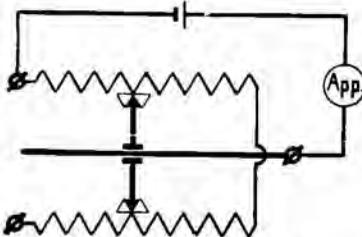
Potenciómetro en derivación.



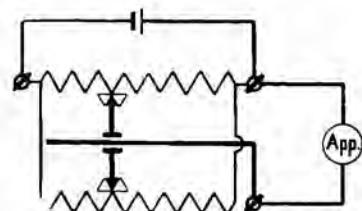
Resistencia en serie intercalando ambos carretes.



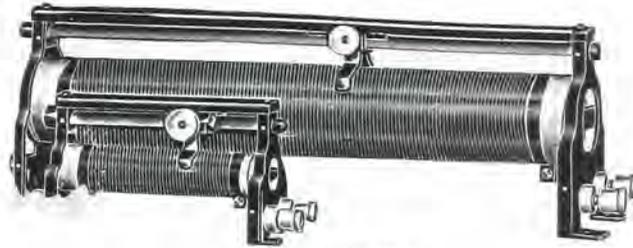
Resistencia en serie montando los carretes en paralelo.



Resistencia en serie con un solo carrete intercalado.



Potenciómetro montando ambos carretes en paralelo.



537 01—537 11

**Resistencias de deslizamiento**, que pueden servir también de potenciómetros, sin capote. (Fig.)

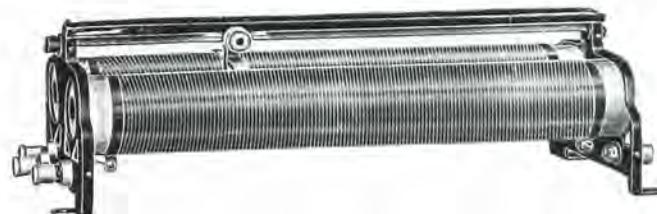
Nos. . . . .	537 01	537 02	537 03	537 04	537 05	537 06	
resistencia . . . . .	4260	600	265	85	35	21	ohmios
carga máxima . . . . .	0,3	0,45	1,2	2	3	3	amperios
dimensiones . . . . .	400 × 60	200 × 30	300 × 40	300 × 40	300 × 40	450 × 50	mm.

Nos. . . . .	537 07	537 08	537 09	537 10	537 11	
resistencia . . . . .	340	600	375	150	320	ohmios
carga máxima . . . . .	0,6	0,6	1	1,5	1,5	amperios
dimensiones . . . . .	200 × 30	300 × 30	300 × 30	300 × 40	500 × 50	mm.

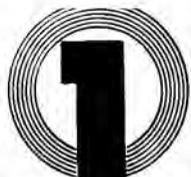
**Resistencias de deslizamiento** como los nos. 537 01—11, pero dobles, es decir formadas por 2 resistencias iguales. (Fig.)

Nos. . . . .	537 12		537 13		
	en serie	conexión paralela	en serie	conexión paralela	
carga máxima . . . . .	5	10	8	16	amperios
resistencia . . . . .	36	9	12	3	ohmios
dimensiones . . . . .	300 × 40		300 × 40		mm.

A petición suministramos, igualmente, resistencias de construcción y características diferentes.



537 12 / 13



## Electricidad Condensadores

**Botellas de Leyden** ver capítulo «Electroestática», página 140.

**Condensadores** en caja metálica, tensión de prueba 500 voltios. Error máximo: hasta 400 cm.  $\pm 20\%$ , de 1000 cm. a 4 microfaradios  $\pm 10\%$ . (Fig.  $\frac{2}{3}$  del tamaño natural.)

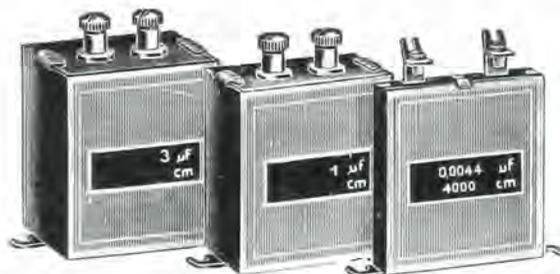
No.	538 01	538 02	538 03	538 04	538 05	538 06	538 07	538 08
Capacidad	100	1000	10 000 cm.	0,1	1	2	6	10 $\mu\text{F}$

538 56 **Juego de condensadores en caja metálica**, montado sobre una tablilla. Los condensadores pueden ser desconectados individualmente. Compuesto de un condensador de 1  $\mu\text{F}$ , un de 2  $\mu\text{F}$ , cinco de 4  $\mu\text{F}$ . (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

538 81 **Condensador de placas de vidrio de Minos**, capacidad 5000 cm., tensión de ensayo 8000 voltios, con espinterómetro.

Debido a su gran capacidad y su tensión de ensayo elevada, este condensador puede ser utilizado como fuente de tensión para experimentos de larga duración (ver ejemplo: Capítulo Electroscopio de Wulf, página 145).

**Condensador de precisión** para la realización de experimentos sobre los campos eléctricos: ver «Electroestática», página 140.



538 01—538 08

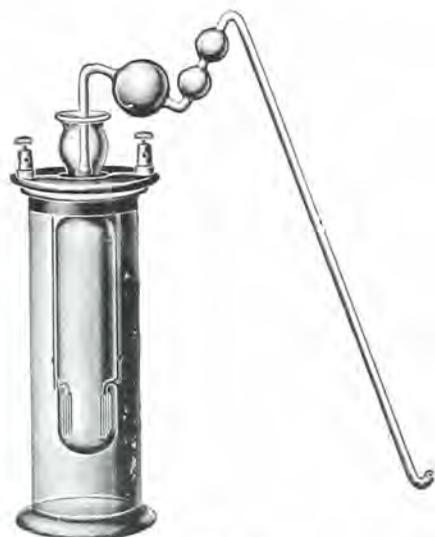


538 56



## Electricidad

### Acciones químicas de la corriente eléctrica



552 11

552 11 **Voltámetro de gas detonante** de Bunsen, con tapa de madera y bornas. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

552 12 **Voltámetro para obtener gases separados** de Grimsehl. (Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural.)

552 13 **Voltámetro de cobre** de Noack. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

552 55 **Voltámetro de plata**, con ánodo de plata maciza y un crisol de platino. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.) Precio sin el crisol de platino.

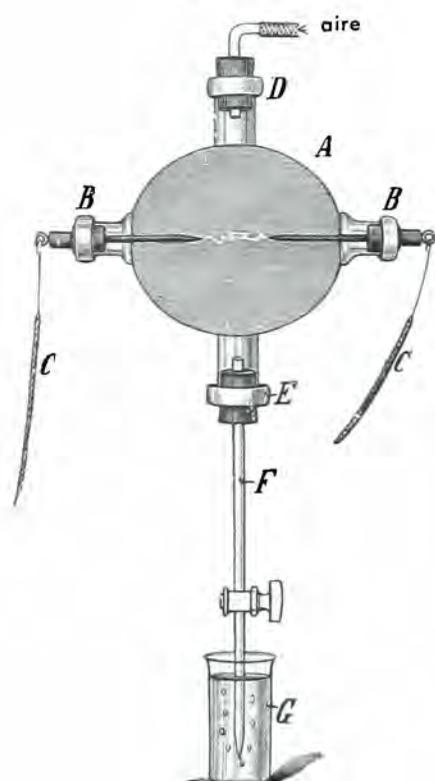


552 13

552 56 **Crisol de platino** para el no. 552 55, peso unos 20 g., al precio del día. (Fig.)

552 14 **Voltámetro** para mostrar por proyección las descomposiciones electrolíticas y las cristalizaciones, con electrodo auxiliar para obtener por cristalización el árbol de Saturno. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

552 03 **Síntesis del ácido nítrico; producción de ácido nítrico en el aire durante las tormentas.** (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)



552 03



552 12



552 14



552 55 con 552 56



## Electricidad

### Acciones químicas de la corriente eléctrica

- 552 17 **Aparato de galvanoplastia** para cobrear. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)
- 552 20 **Molde** de gutapercha (medallas, etc.) para la obtención de precipitados galvánicos.
- 552 31 **Aparato de Fresenius para descomponer el agua** con tubos divididos en  $\frac{1}{5}$  de  $\text{cm}^3$  y electrodos de platino. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)
- 552 32 **Voltámetro de Hofmann** para descomponer el agua. Sobre soporte, con electrodos de platino atravesando los tapones de goma y con tubos no graduados. (Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural.)
- 552 33 — con tubos graduados en  $\frac{1}{5}$  de  $\text{cm}^3$ .
- 552 34 **Electrodos de carbón** con bornas de tornillo para sustituir a los electrodos de platino de los nos. 552 32 y 552 33. (Fig.)
- 552 37 **Tubo de recambio** del voltámetro no. 552 32, para introducir los electrodos de platino o de carbón, no graduado.
- 552 38 — para el voltámetro no. 552 33, graduado.
- 552 39 **Velocidad de transporte de los iones.**  
(Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)



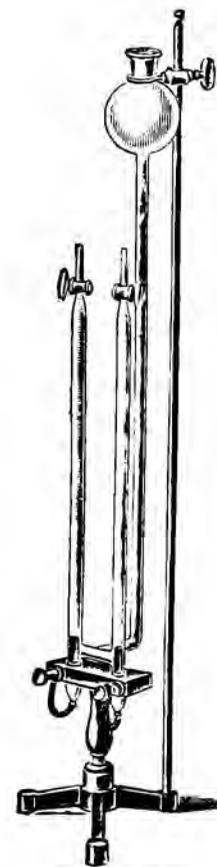
552 39



552 17



552 31



552 32 / 34



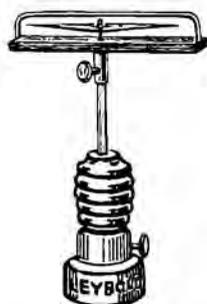
## Electricidad

### Termoelectricidad

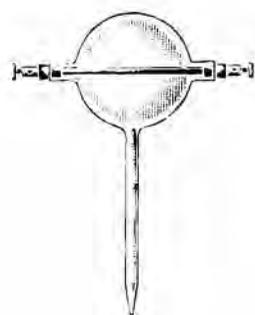
557 01 **3 elementos termoelectricos simples** (hierro-constantan, cobre-constantan, níquel-níquelcromo). Alimentados con un mechero Bunsen, estos elementos dan tensiones de algunos milivoltios.

557 02 **Elemento termoelectrico** de Seebeck, compuesto de un arco de alambre de cobre y una varilla de bismuto, para colocarlo en el soporte no. 540 50/51, pag. 137. Con aguja magnética, pero sin el soporte. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

Este elemento, caldeado por un fósforo (no usar nunca la llama de un mechero Bunsen), produce una corriente bastante fuerte para hacer desviar una aguja imantada.



557 02  
y 540 50/51



392 10

557 11 **Electroimán termoelectrico.** La corriente de un elemento de cobre-níquel, alimentado por un mechero Bunsen, atraviesa la espira única de hilo de cobre del electroimán que puede, entonces, llevar un peso de 5 kilos. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

Se produce una fuerza termoelectrica de 0,01 voltio, la cual produce, sin embargo, una corriente de 100 amperios con la resistencia de 0,0001 ohmio, y, por consiguiente, el número de amperios-vueltas es de 100, lo que es, relativamente, elevado.

557 12 **Electroimán termoelectrico** y bobina de 150 espiras. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tam. nat.) Una placa de hierro con un gancho permite suspender en ella pesos. Una corriente de un amperio en la bobina basta para levantar un niño. Se puede sustituir a la bobina una espira única termoelectrica (como arriba).

557 15 **Aparato para el experimento de Peltier**, que consiste en el calor o frío producido en la soldadura de 2 metales diferentes (antimonio y bismuto) al pasar por ellos una corriente galvánica en uno u otro sentido. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

392 10 **Bola de vidrio con elemento termoelectrico** para el calor de Peltier. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

Se utiliza con el termoscopio doble no. 391 01, pág. 75, o con cualquier otro manómetro de agua.

557 36 **Pila termoelectrica de Moll con superficie pequeña**, resistencia 10 ohmios, período de equilibrio 2 segundos. Esta pila se emplea con el galvanómetro de espejo no. 532 01, página 151; sirve para la demostración de la radiación calorífica y como pila lineal para las investigaciones espectrales.

La pila de Moll es la pila termoelectrica más sensible conocida hasta ahora. (Fig. ver pág. 80 y 118.)



557 11



557 12



557 15



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Electricidad

### Fotoelectricidad · Radioactividad

558 11 **Foto-elemento al selenio**, superficie activa 11 cm<sup>2</sup>. (Fig.) La capa límite es la capa superficial de contacto entre el selenio y un revestimiento metálico. Estas células no necesitan el empleo de ninguna batería y suministran una corriente fotoeléctrica intensa. (Fig.)



558 11

559 51 **Espintariscópio** de Crookes.

546 01 **Electroscopio universal** de Wulf (véase también pág. 142), con accesorios para medidas radioactivas, p. ej. no. 546 25 para medir los valores de desintegración de la emanación del torio (véase fig. al pie).

546 24 **Sartén pequeño con preparado radioactivo**, adaptable al electroscopio, para demostrar el efecto ionizante de las sustancias radioactivas.

546 25 **Cámara de ionización** para seguir la ley de desintegración de la emanación del torio, adaptable al electroscopio universal, con pequeña varilla para la dispersión, con 5 gr. de hidróxido de torio, contenido en un tubo de vidrio y con pera de caucho. (Fig.)

546 27 — de altura variable para la determinación de la penetrabilidad de los rayos alfa. Sólo utilizable como complemento del no. 546 25. Para su colocación sirve la base de la cámara de ionización no. 546 25.

546 28 **Cámara puntual de Geiger**, con un preparado de radio, con clavija para colocar sobre el condensador de hojas no. 538 81, pág. 163. (Fig. 1/2 del tamaño natural.)

559 53 **Aparato según Wilson** para hacer visibles las trayectorias de las partículas  $\alpha$ , modelo de Wulf. Con una preparación de sulfato de radium. (Fig. 1/6 del tamaño natural.)

Las partículas alfa ionizan moléculas de aire en vuelo, sobre las cuales queda el agua condensada. Estas huellas de gotas de agua son visibles en un rayo de luz.

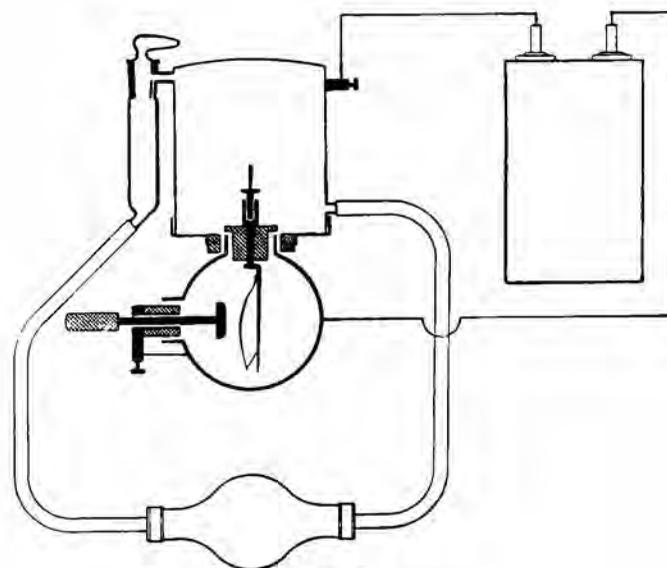
La cámara de condensación se compone de una cámara de vidrio, cuya parte frontal está cerrada por una placa de vidrio. La preparación de radium se coloca delante de una placa de hoja de metal ennegrecida. La cámara de neblina se une, por una larga espita, a dos botellas de Woulff. Mediante esta disposición el experimento puede ser repetido, si se quiere, con el mismo aire, que se vuelve, sucesivamente, más exento de polvo.



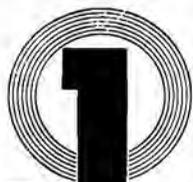
559 53



546 28



546 25, 546 01, 538 81



## Electricidad

### Electromagnetismo

Para demostrar los fenómenos electromagnéticos puede ser empleada la colección de aparatos no. 550 46, página 155, porque la dinamo descrita en la página 182 puede ser desmontada completamente y, por consiguiente, puede usarse para deducir las leyes de la inducción y como electro-imán.

Sin embargo, la aplicación de nuestro transformador de demostración es más universal, porque este aparato no se emplea solamente para tratar las cuestiones de gran importancia actual, tales como la transformación de la tensión con todas las aplicaciones hasta la corriente de Tesla. Además, las diversas piezas del transformador sirven para deducir las leyes de la inducción así como para la construcción de un electro-imán fuerte para experimentos extensos. Empleando el electro-imán construido de las diversas piezas del transformador se puede demostrar: La rueda de Barlow, el péndulo de Waltenhofen, la rotación magnética del plano de polarización, para- y diamagnetismo; hasta puede ser combinado un oscilógrafo simple con dos cordones que permite demostrar la forma de seno de la corriente alterna y la influencia de la auto-inducción y la capacidad. Por consiguiente, el transformador con sus accesorios representa uno de los aparatos fundamentales para la enseñanza de la electricidad.



531 11



514 89



531 01

- 531 11 **Galvanoscopio horizontal** con rosa de 160 mm. de diámetro y cuadro de 20 espiras. (Fig.)
- 531 01 **Brújula de tangentes**, con tres arrollamientos diferentes, brújula con división en grados, aguja con capa de ágata. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)  
Este aparato se puede utilizar también para dar una interesante explicación de la ley de Ohm y también de esta regla matemática que el cociente de dos cantidades pequeñas puede ser de un orden más elevado que el de cada uno de los factores.
- 514 89 **Solenoides** con 50 espiras arrolladas sobre 3 espiras falsas, para la demostración del campo magnético de una bobina con una fuente de corriente mínima, con placa de celuloide para verter en ella las virutas de hierro. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)
- 560 00 **Dispositivo experimental** para la demostración de la acción recíproca entre imanes y conductores recorridos por una corriente y entre varios conductores. Ver las figuras en la página siguiente. Este dispositivo ha sido establecido según «la Enseñanza de la Electricidad» de Pohl; se compone de:
  - 560 01 2 trípodes normales con barra de 1000 mm. de largo.
  - 560 02 Barra de latón, diámetro 13 mm., largo 200 mm.
  - 560 03 4 nueces universales.
  - 560 04 2 bastones de ebonita, diámetro 13 mm., largo 250 mm., con escarpías de suspensión y bornas de derivación.
  - 560 05 2 bornas con pies aislantes.
  - 560 06 Aguja magnética sobre trípode.
  - 560 07 Barra imantada.
  - 560 08 2 grandes imanes de herradura con bornas.
  - 560 09 2 conductores horizontales con 2 hilos de suspensión.
  - 560 10 Bobina móvil para suspender al no. 560 04 con borna de derivación.
  - 560 11 Bobina fija para montar sobre el no. 560 02.
  - 560 12 Pequeña placa de hierro dulce con aguja e hilo de suspensión y una pequeña placa de hierro dulce suelta.
  - 560 13 2 bobinas para resonancia eléctrica.

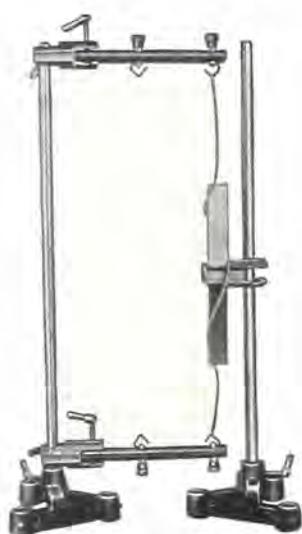


# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Electricidad Electromagnetismo Experimentos fundamentales

Dispositivo experimental para la demostración de la acción recíproca entre el campo magnético y la corriente eléctrica según el profesor R. W. Pohl.

El hilo recorrido por una corriente engendra un campo magnético que es orientado perpendicularmente a la aguja imantada. Esta toma una posición de equilibrio perpendicular al hilo. (Experimento de Oersted; ver figura a la derecha.) (Fig. 1/6 del tamaño natural.)



Si se envía una corriente al conductor deformable, éste se arrolla alrededor del imán colocado junto a aquél. Las líneas de fuerza circulares que se desarrollan alrededor del conductor móvil procuran tomar la misma dirección que las del imán.



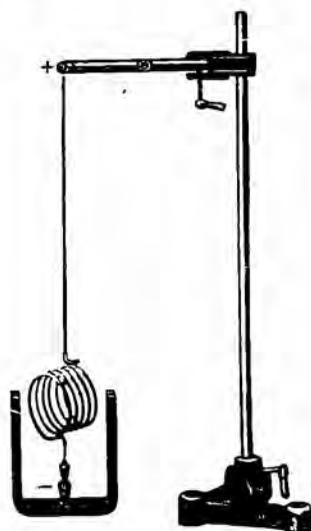
Si se envía una corriente a un conductor, éste es desviado en la dirección indicada, o en la dirección inversa, según el sentido de la corriente.



Si se unen los dos péndulos y se deja oscilar uno en el campo magnético del imán, la corriente alterna inducida provoca una oscilación igual del otro. Ello a condición de que los dos péndulos tengan las mismas características y el mismo largo.



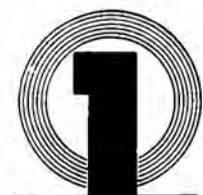
2 conductores recorridos por una corriente se atraen o se repulsan.



Las líneas de fuerza del campo magnético de la bobina recorrida por una corriente tratan de superponerse con las del imán de herradura. Si las dos direcciones son perpendiculares, la bobina gira cuando pasa la corriente.



Las líneas de fuerza del campo magnético de la bobina (móvil) recorrida por una corriente tratan de superponerse con las de la bobina fija. Si, al principio, estas líneas de fuerza son orientadas perpendicularmente unas con relación a las otras, resulta de ello una rotación.



## Electricidad



Figura 1 ( $\frac{1}{3}$  del tamaño natural).

### Transformador de experimentación para la demostración y la enseñanza con armadura de fijación

que permite obtener tensiones alternas de 2 a 10 000 voltios; que puede suministrar, en régimen permanente, hasta 300 vatios, para períodos cortos hasta 600 vatios. Manejo sencillo y rápido, fácilmente desmontable con una sola operación. Presión en un solo punto permitiendo, de este modo, que las partes de hierro se cierren perfectamente.

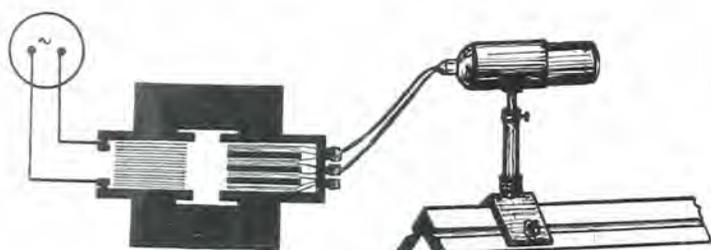


Figura 2.

Suministrando corriente alterna de 2 a 20 voltios, y hasta 10 amperios mediante la bobina no. 562 18, página 177.

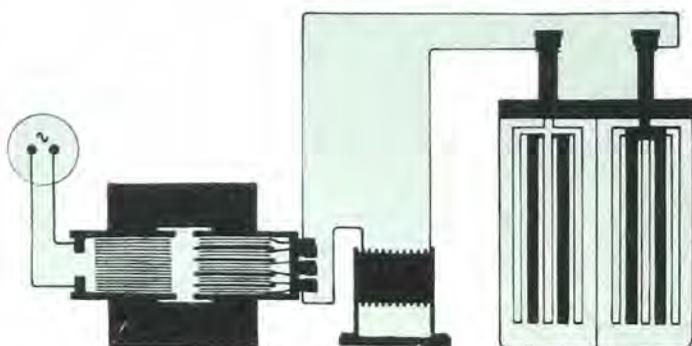


Figura 3.

### Carga de acumuladores.

Se emplea como secundaria la bobina no. 562 18, página 177, que puede soportar 10 amperios en régimen permanente con un rectificador no. 523 61 y siguientes, página 159.

El presente tipo de transformador de demostración es el resultado de estudios, durante varios años, en el terreno de transformadores de este género y de experiencias en su construcción. El primer transformador desmontable introducido por nosotros en el mercado hace 20 años, era, es verdad, del mismo tipo universal; pero en el interín lo hemos perfeccionado considerablemente al igual que los instrumentos necesarios, lo que permite una manipulación simplificada del transformador y, al mismo tiempo, una aplicación mucho más amplia. El tipo perfeccionado actual no solamente es un modelo destinado para ser demostrado una o dos veces al año, sino que está muy a propósito para el uso diario como fuente de corriente apropiada o para la enseñanza práctica en el colegio.

Las figuras siguientes dan una idea del terreno de aplicación variada al cual se adapta el transformador como electro-imán, como instrumento de demostración y como fuente de corriente.



## Electricidad

### Experimentos con el transformador

Fig. 4 **Soldadura por puntos.**

Póngase una de dos láminas metálicas delgadas sobre la otra apretándolas entre los electrodos. El circuito se encuentra así: cerrado por una resistencia mucho más grande que la del resto del circuito. Así se desarrolla una elevación de temperatura suficiente para llevar las láminas metálicas al blanco y conseguir con ello la soldadura.

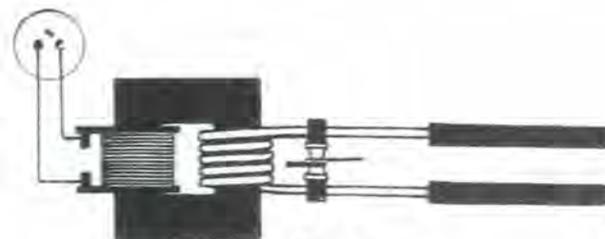


Fig. 4

Fig. 5 **Montaje que permite fundir o soldar hilo de 4 mm. de sección.**

La resistencia del secundario es suficientemente débil para permitir el paso de una corriente del orden de 100 amperios.

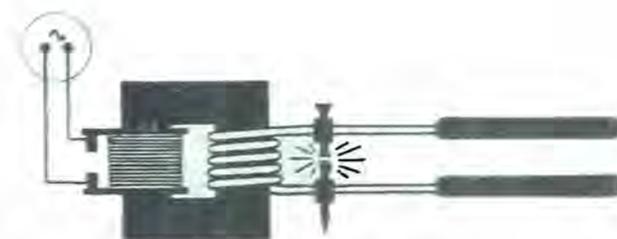


Fig. 5

Fig. 6 **Hornillo de inducción.**

Permite fundir estaño o plomo; la copela de cobre que reemplaza el arrollamiento de inducido forma un secundario con espira en corto circuito. De este modo se desarrolla una temperatura elevada que basta para fundir plomo o estaño.

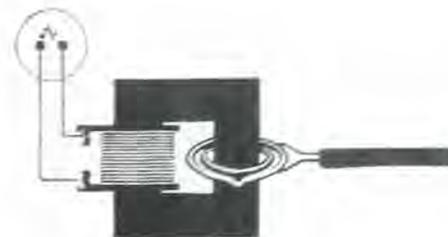


Fig. 6

Fig. 7 **Lámpara de arco.**

La lámpara de arco puede ser montada directamente sin resistencia sobre la bobina no. 562 18, pág. 177. Este montaje tiene la ventaja de no presentar ningún peligro con respecto al punto de vista eléctrico y, por consiguiente, no necesita ninguna protección especial.

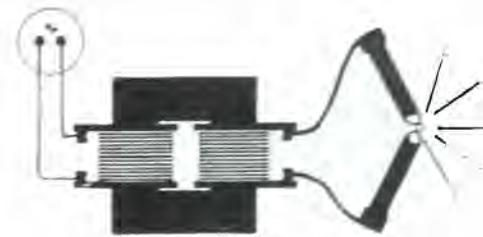


Fig. 7

Fig. 8 **Transporte de energía en alta tensión (4000 voltios).**

Las pérdidas en las canalizaciones están en razón directa al cuadrado de la intensidad de la corriente transportada; el montaje arriba indicado, en el cual se ha interpuesto una resistencia de un megohmio, pone bien en evidencia el interés que existe en utilizar las corrientes de alta tensión para los transportes de energía. (La lámpara se enciende a pesar de la resistencia muy elevada intercalada en el circuito de alta tensión.)

Se puede utilizar, para la resistencia, un hilo de lana ligeramente humedecido.

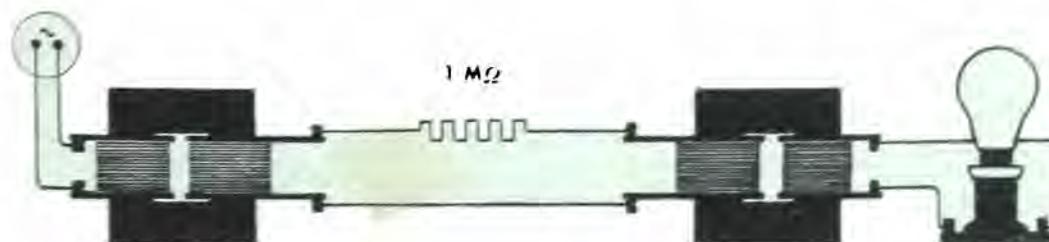


Fig. 8

## Electricidad

### Experimentos con el transformador

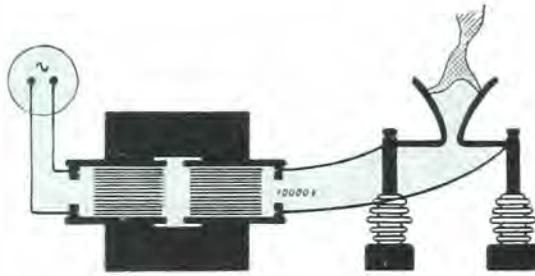


Fig. 10

Fig. 9 **Ionización del aire por una llama (circuito 4000 voltios).**

En el circuito se ha efectuado una interrupción; si se presenta en esta interrupción la llama de un fósforo, los iones contenidos en los gases de la llama bastan para permitir el paso de la corriente y para asegurar el alumbrado de la lámpara.

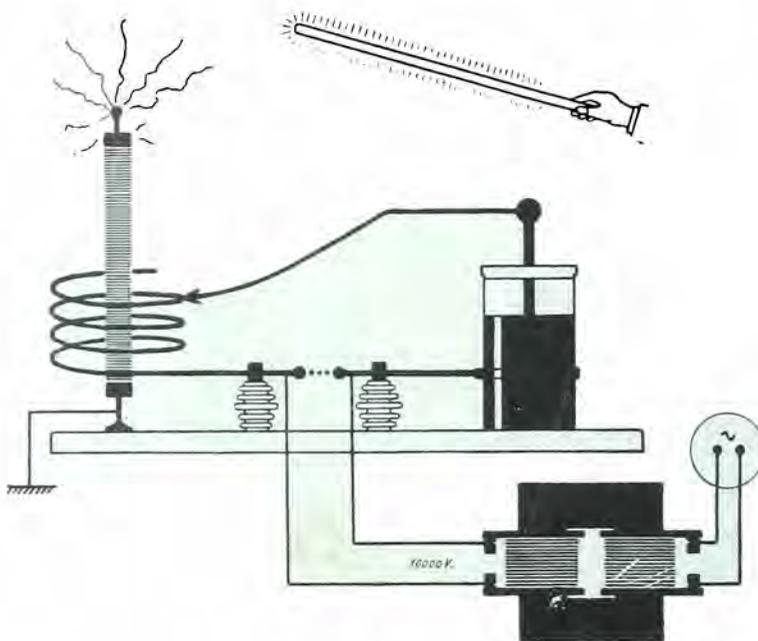


Fig. 11

Fig. 10 **Pararrayos corniforme.**

Al aplicar una tensión suficientemente elevada entre los dos cuernos del pararrayos, se atrae un arco que sube a lo largo de los cuernos y que acaba por ser cortado.

Fig. 11 **Conexión Tesla no. 562 34.**

El dispositivo reforzador de chispas utilizado en este montaje permite obtener efectos particularmente demostrativos (permite obtener chispas de 25 cm.).

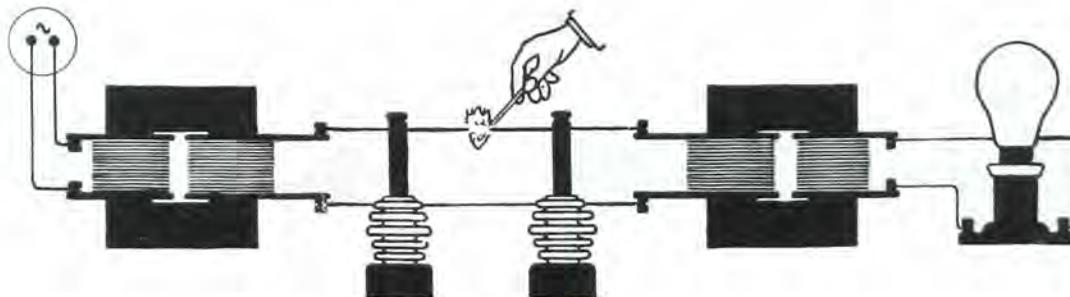


Fig. 9



## Electricidad

### Experimentos con el transformador

Fig. 12 **Auto-inducción.**

Este montaje permite poner en evidencia el efecto de auto-inducción en los arrollamientos durante un tiempo de unos 8 segundos.

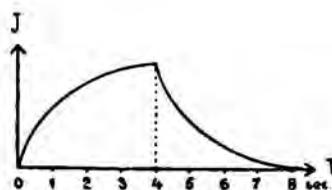


Fig. 13 **Oscilaciones muy lentas.**

Con este montaje, que permite el empleo de diferentes bobinas, se pueden obtener oscilaciones cuya frecuencia puede variar entre un período por segundo y 10 000 períodos por segundo.

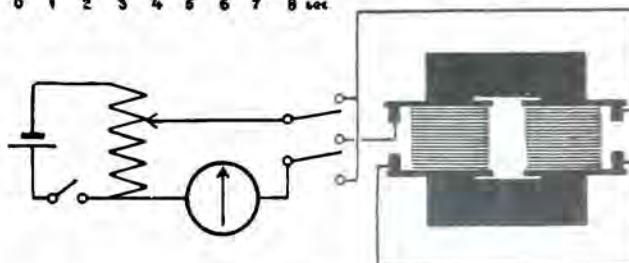


Fig. 12

Fig. 14 **Fenómenos de resonancia (corriente).**

En un circuito oscilante formado de una bobina y de un condensador la corriente es máxima cuando su propia frecuencia está en resonancia con la frecuencia de la red. Se regula la frecuencia propia del circuito desplazando el puente magnético.

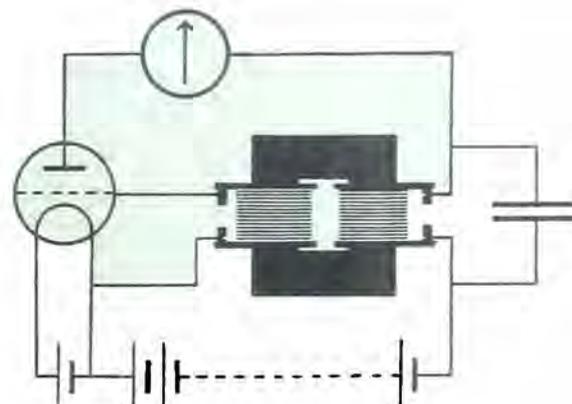


Fig. 15 **Fenómenos de resonancia (tensión).**

La intensidad de la corriente será máxima en el circuito cuando la tensión dada por el circuito oscilante sea igual y opuesta a la tensión de la corriente, es decir cuando se destruyen. Ello puede obtenerse obrando sobre el puente magnético del circuito oscilante. Este montaje permite poner en evidencia el valor de la auto-inducción de la bobina haciendo variar ésta por desplazamiento del puente magnético.

Fig. 13

Fig. 16 **Defasaje de la corriente con relación a la tensión.**

1 y 2 son dos lamparitas de incandescencia: 1 está conectada con una resistencia sin self, directamente a la fuente de la corriente. Al cerrar el circuito, 1 se enciende inmediatamente, mientras que 2, debido a la auto-inducción de la bobina, se enciende tardíamente.

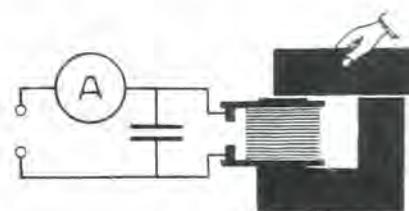


Fig. 14

Fig. 17 **El transformador como bobina de reacción para producir una tensión de corriente continua en el anodo.**

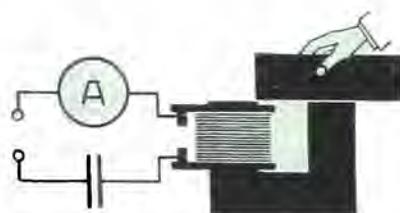


Fig. 15

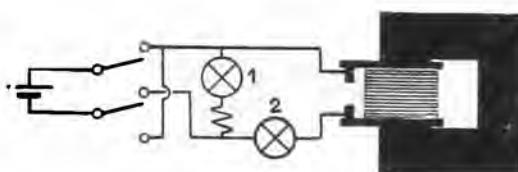


Fig. 16

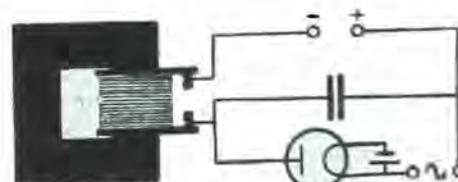
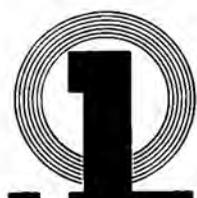


Fig. 17



## Electricidad

### Experimentos con el transformador



Fig. 18

Fig. 18 **Demostración sorprendente de la actividad de un electro-imán.**

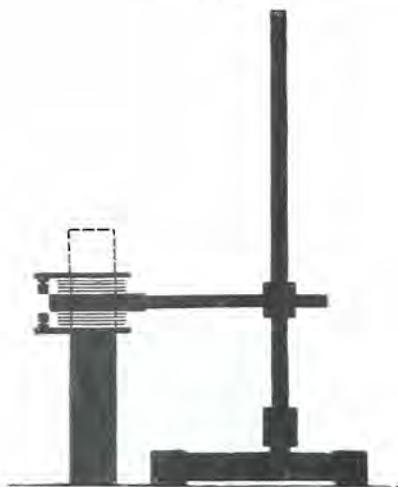


Fig. 19

Fig. 19 **El núcleo de hierro sube en la bobina a partir del momento en que ésta es recorrida por la corriente.**



Fig. 20

Fig. 20 **Electro-imán fuerte.**



Fig. 21

Fig. 21 **Experimento del anillo de Thomson.**

El anillo constituye una bobina de una espira en la cual nace una corriente, desplazada de  $180^\circ$  con relación a la corriente primaria. El campo magnético de este anillo es, pues, igualmente desplazado de  $180^\circ$ , es decir en sentido contrario, por lo tanto repulsión; el anillo será proyectado al aire cuando se cierre el circuito.

Fig. 22 **Freno eléctrico (Rueda de Barlow).**



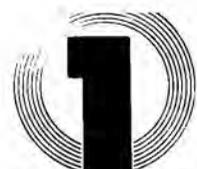
Fig. 22

Fig. 23 **Freno eléctrico-magnético.**

Un disco sólido de cobre, puesto en rotación con la mano, se para casi instantáneamente cuando la corriente es puesta en circuito. Empleando un disco provisto de hendiduras radiales, se produce solamente un frenaje ligero.



Fig. 23



## Electricidad

### Experimentos con el transformador

Fig. 24 **Péndulo de Waltenhofen.** El modo de acción es análogo al descrito en la figura 23. El péndulo puesto en oscilación cesa inmediatamente su movimiento en el momento en que el electro-ímán es atravesado por la corriente.

Fig. 25 **Para- y diamagnetismo.** Se fija, con hilos finos, la substancia que se ha de examinar, a la cual se ha dado una forma larga, y se coloca la misma entre las piezas polares del imán.

Se envía una corriente al electro-ímán; los cuerpos paramagnéticos se orientan paralelamente a las líneas de fuerza del campo magnético, mientras que los cuerpos diamagnéticos se orientan perpendicularmente. La rotación puede, fácilmente, ser puesta en evidencia por proyección.

Fig. 26 **Dispositivo de polarización** para mostrar la rotación magnética del plano de polarización. Este dispositivo permite hacer enteramente visible la rotación magnética del plano de polarización, ventajosamente por proyección, a través de los dos nicols. Para realizar este experimento hay que suprimir, cuidadosamente, toda luz lateral parásita y, por consiguiente, hacer la obscuridad absoluta en la sala. Con plena excitación del imán la rotación del plano de polarización en la pieza de vidrio de flint suministrado con el aparato alcanza, aproximadamente,  $2^\circ$ , y el sentido de esta rotación depende del sentido de la corriente eléctrica.

Fig. 27 **Oscilógrafo.** Si se pone entre los polos de un electro-ímán un cordón recorrido por una corriente, ésta se desvía en una dirección que varía según el sentido de la corriente y de las líneas de fuerza magnética; fijando un espejo al cordón se obtiene un oscilógrafo para corriente alterna. Un cordón así recorrido por una corriente permite proyectar la senoide de la red; con dos cordones se muestra el desplazamiento de fases producido por una auto-inducción y una capacidad.



Fig. 24

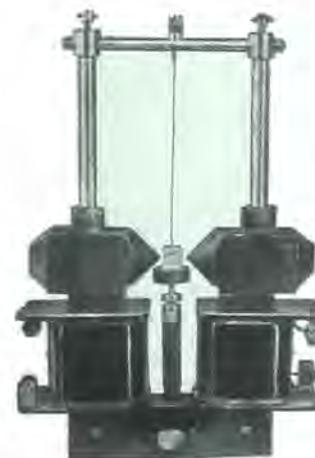


Fig. 25



Fig. 27



Fig. 26



## Electricidad

### Transformador de experimentos

#### Proposiciones para la adquisición sucesiva

##### Combinación I:

- 562 11 Núcleo de hierro
- 562 12 Dispositivo de presión
- 562 13 Bobina de 250 espiras, 110 voltios, 5 amperios
- 562 14 Bobina de 500 espiras, 220 voltios, 2,5 amperios
- 562 33 Anillo metálico
- 560 27 2 escarpías de fijación
- 560 28 2 resortes de fijación

##### Utilización:

Alimentación de una lámpara de arco, experimentos sobre el magnetismo, la inducción, la técnica de la corriente alterna, los aparatos de medición, el estudio de las oscilaciones (acuerdo de frecuencia), experimentos de Thomson, etc.

##### Combinación II:

- 562 18 Bobina de 46 espiras, tensiones de 2 a 20 voltios con tomas de 2 en 2 voltios
- 562 19 Bobina de 5 espiras, 2 voltios, 100 amperios
- 562 20 Anillo de fusión
- 562 31 Láminas metálicas para la demostración de la soldadura eléctrica
- 562 32 Tiras de plomo para la fusión

##### Utilización:

Carga de acumuladores mediante un rectificador no. 523 61/63 (ver página 159), experimento sobre corriente alterna de baja tensión hasta 20 voltios, fusión de metales, soldadura de láminas metálicas por el método de soldadura por puntos, soldadura de hilos hasta 4 mm. de diámetro.

##### Combinación III:

- 562 16 2 bobinas de 10 000 espiras, 4400 voltios, 0,1 amperio
- 562 11 Núcleo de hierro
- 562 12 Dispositivo de presión

##### Utilización:

Transporte de fuerza eléctrica de alta tensión, ionización del aire, cambio de frecuencia, producción de ondas cortas por medio de un espinterómetro no. 583 01 (ver página 196).

##### Combinación IV:

- 562 17 Bobina de alta tensión 23 000 espiras, 10 000 voltios, 0,01 amperio
- 562 34 Inductor de Tesla

##### Utilización:

Excitación de los tubos de descarga, montaje Tesla, pararrayos; producción de corriente de baja frecuencia hasta  $\frac{1}{2}$  período por segundo.

##### Combinación V:

- 562 15 2 bobinas de 1000 espiras

##### Utilización:

Estas bobinas completan la colección de manera que permiten realizar las relaciones más variadas de transformación y obtener tensiones regularmente crecientes. (Fig. 12.)

##### Combinación VI:

- 560 31 2 piezas polares con pie

##### Utilización:

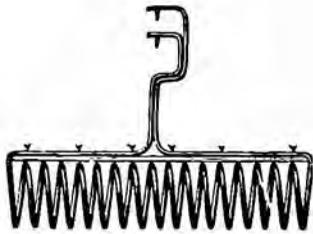
Empleando los accesorios enumerados bajo los números 560 32 a 560 43, pág. 177, el transformador puede ser empleado para demostrar el frenaje electro-magnético, el péndulo de Waltenhofen, la rotación magnético del plano de polarización.



## Electricidad

### Transformador de experimentación y accesorios

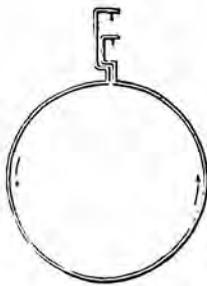
- 562 11 **Núcleo de hierro**, dimensiones 165 X 150 mm., sección del núcleo 40 X 40 mm., culata de 140 X 40 X 40 mm. Culata y piezas polares cuidadosamente pulimentadas.
- 562 12 **Armadura de fijación**, para fijar la culata.  
**Bobinas:** cuerpos sólidos con arrollamiento de hilo de cobre esmaltado; bornas de conexión que pueden, en caso necesario, recibir clavijas de banana, tensión por espira 0,44 voltio.
- 562 13 **Bobina de 250 espiras**, para derivación sobre corriente alterna 110 voltios, núcleo de hierro cerrado, intensidad máxima 5 amperios.
- 562 14 **Bobina de 500 espiras** (220 voltios), intensidad máxima 2,5 amp.
- 562 15 **Bobina de 1000 espiras** (440 voltios), intensidad máxima 1,25 amp.
- 562 16 **Bobina de 10 000 espiras** (4400 voltios), intensidad máxima 0,1 amp.
- 562 17 **Bobina de 23 000 espiras** (10 000 voltios), intensidad máxima 0,01 amp.
- 562 18 **Bobina de 46 espiras**, que permite obtener corriente alterna creciente de 2 en 2 voltios hasta 20 voltios, 10 amperios.
- 562 19 **Bobina de 5 espiras** (2 voltios), unos 100 amperios, para obtener intensidades fuertes; esta bobina puede servir, igualmente, para constituir una máquina de soldadura por puntos.
- 562 20 **Anillo con cuello** para fusiones (1 espira, 0,44 voltios), unos 200 amperios, que permite fundir plomo.
- 560 27 **2 ganchos de fijación** para la suspensión del electro-imán y de la culata. (Fig. 20.)
- 560 28 **2 resortes de fijación** de las bobinas. (Fig. 18/19/20.)
- 560 31 **2 piezas polares** con 3 dispositivos diferentes en forma de pirámide truncada, de cono y de cilindro, con soporte regulable para recibir los accesorios siguientes. (Fig. 22/23/24/25.)
- 560 32a **Disco giratorio de cobre** (rueda de Barlow), 120 mm. de diámetro. (Fig. 22/23.)
- 560 32b **Recipiente para mercurio** y columna de caucho, para los nos. 560 32a y 560 33. (Fig. 22/23.)
- 560 33 **Disco de cobre** como el no. 560 32a, pero provisto de hendiduras destinadas a demostrar que un tal disco no sufre ningún frenaje. (Fig. 23.)
- 560 34 **Péndulo de Waltenhofen**, con un sector lleno y un sector con hendiduras. (Fig. 24.)
- 560 41 **Soporte para experimentos sobre el para- y el dia-magnetismo**, tubo de vidrio en U para el estudio magnético de los líquidos, 3 varillas de níquel, bismuto y vidrio suspendidos en hilos. (Fig. 25.)
- 560 42 **Dispositivo de polarización**, con barrita de vidrio de flint, para mostrar la rotación magnética del plano de polarización así como la polarización rotativa en los cristales ópticamente activos. (Fig. 26.)
- 560 43 **Oscilógrafo de lazo**, con dos lazos para mostrar el desplazamiento de fase debido a una self y a una capacidad. Apropiado para las frecuencias usuales de las redes. (Fig. 27.)
- 560 44 **Dispositivo de alumbrado** sobre soporte, con montura, para el no. 560 43.
- 562 31 **Láminas de hoja de lata** para demostración de soldadura eléctrica. (Fig. 4.)
- 562 32 **Tiras de plomo** para fusión. (Fig. 6.)
- 562 33 **Anillo metálico** para el experimento de Thomson. (Fig. 21.)
- 586 33 **Válvula** con base y dos condensadores de 10  $\mu$ F sobre placa de madera para producir oscilaciones lentas. (Fig. 13/17.)
- 562 34 **Inductor de Tesla**, con sintonía por self variable que se compone de bobinas primaria y secundaria, botella de Leyden y espinterómetro especial, longitud de chispa alrededor de 25 cm. (Fig. 11.)
- 581 22 **Anillo de hilo** con lámpara de incandescencia movible para la demostración de la impedancia para el empleo con el no. 562 34.
- Accesorios suplementarios para el experimento de Tesla**, ver página 190.
- 562 41 **Juego completo de instrucciones** para el empleo del transformador de experimentación.



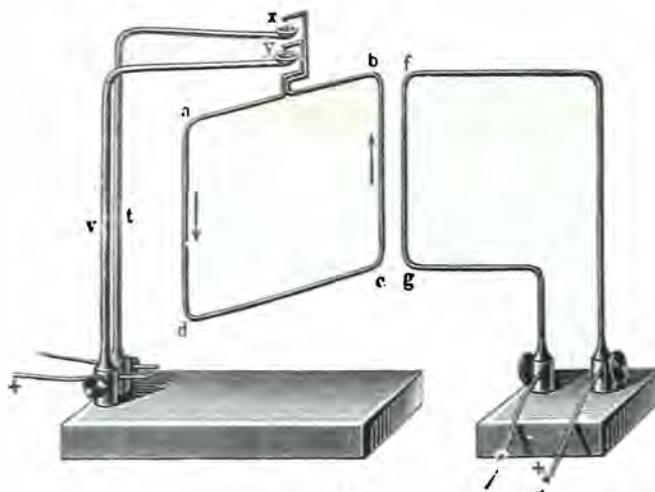
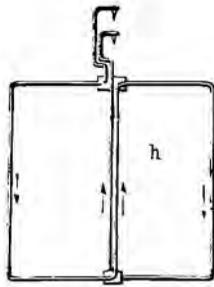
## Electricidad

### Electromagnetismo

- 560 51 **Soporte de Ampère**, que se compone de 2 soportes de metal terminados en pozillos de mercurio, montados sobre una tabla, de un conductor rectangular, de un conductor rectangular con espiras en dirección opuesta, de un conductor circular y de un conductor solenoidal. (Fig.  $\frac{1}{9}$  del tamaño natural.) Un segundo circuito sobre pie separado provoca la desviación del conductor dispuesto en la misma dirección.



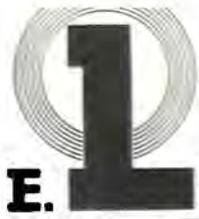
- 560 53 **Espiral de Roget** para demostrar que corrientes paralelas del mismo sentido o porciones de tales corrientes se atraen. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.) El aparato se conecta directamente y sin resistencia auxiliar con un acumulador de 2 a 4 voltios pudiendo suministrar, durante algún tiempo, 5 amperios y más.



560 51



560 53



## Electricidad

### Electromagnetismo

- \*560 21 **Electro-imán de herradura**, con 2 núcleos de hierro dulce destornillables y 2 bobinas, con 400 espiras cada una de 0,5 ohmios, corriente máxima 10 amperios. El electro-imán se presta a la instalación del telégrafo de Morse, de la campanilla, de la máquina dinamo, del aparato de inducción etc. (Fig. 1/5 del tamaño natural.)
- \*560 82 **Bobina secundaria** de unos 4000 espiras perfectamente aisladas una de la otra, 100 mm. de largo, 65 mm. de diámetro exterior, 25 mm. de diámetro interior, para la instalación del aparato de inducción, con una bobina primaria del electro-imán no. 560 21\*.  
(Fig. 1/5 del tamaño natural.)
- \*560 83 **Interruptor para la instalación de un aparato de inducción**, sobre tablilla de 150 X 75 mm. (usando una derivación del electro-imán no. 560 21\* y la bobina no. 560 82\*). (Fig.)
- \*560 84 **2 enchufes niquelados** para el no. 560 83\*. (Fig. 1/4 del tamaño natural.)



560 21  
Electro-imán.



560 82  
Bobina secundaria con bobina primaria del electro-imán no. 560 21.

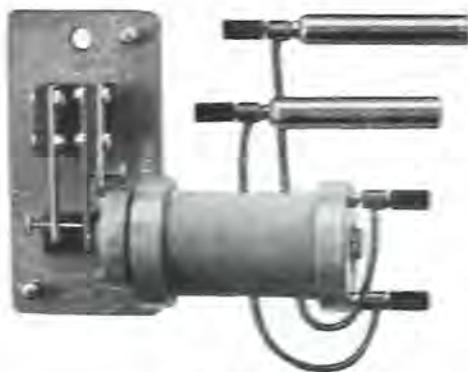
### Aplicaciones técnicas del electromagnetismo

- \*561 02 **Dispositivo combinado de un telégrafo de Morse y de una campana eléctrica.**  
Para utilizar con el electro-imán no. 560 21\* y el interruptor de Morse no. 504 52 (página 158). Sobre un zócalo de 300 X 300 mm. se halla una armadura con bomas destinadas a recibir la punta trazadora. Cuando funciona el aparato, éste frota sobre la tira de papel desenrollado con la mano (Fig. a).  
Si se reemplaza la tira de papel por un timbre y se invierte la punta de manera para hacerla servir de martillo, se obtiene una campanilla eléctrica. En este caso se puede mostrar el principio del interruptor automático (Fig. b). Precio sobre pie, pero sin electro-imán.



560 83  
Interruptor.

\* Estos aparatos pertenecen al aparato de enseñanza de la electricidad (ver página 153).



560 82/83/84  
Aparato de inducción para el empleo directo con bobina primaria del electro-imán no. 560 21.



561 02a  
Telégrafo de Morse con el electro-imán no. 560 21.

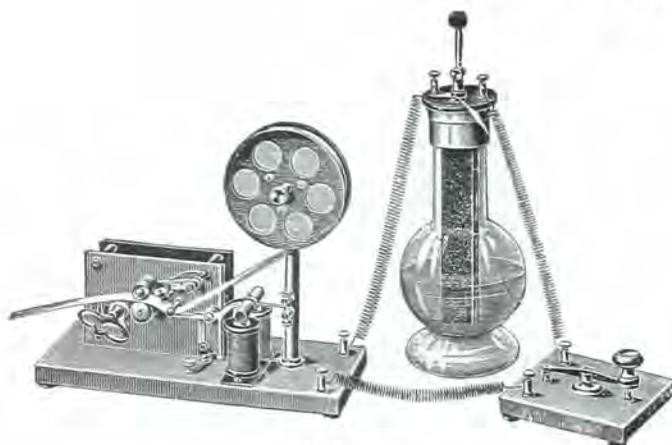


561 02b  
Campana eléctrica con el electro-imán no. 560 21.



## Electricidad

### Electromagnetismo

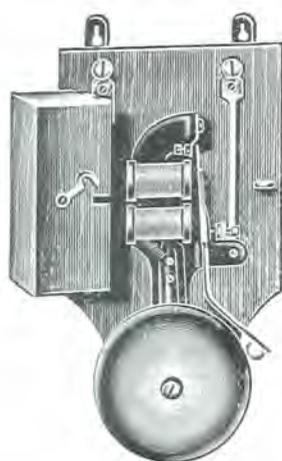


561 05

561 05 **Telégrafo Morse**, con manipulador, sin la pila.  
(Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

563 66 **Campana eléctrica** con caja de madera.  
(Fig.  $\frac{1}{2}$  del tamaño natural.)

561 16 **Relais para corriente intermitente**, en caja de madera, con tapa de vidrio que puede quitarse. Este relais funciona cuando pasa corriente por las bobinas del electro-imán; entonces se cierra otro circuito de corriente más intensa. Se utiliza en la enseñanza para experiencias con los cohesores. p. ej.



563 66

\*586 26 **Dispositivo microfónico**, tablilla 340 × 200 mm., montado sobre un trípode, comprendiendo un micrófono especial con auricular grande, reostato regulable, miliamperímetro y transformador microfónico.  
(Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural, ver también páginas 194 y 199.)

561 23 **Teléfono para la cátedra**, permitiendo ver la disposición interna.  
(Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

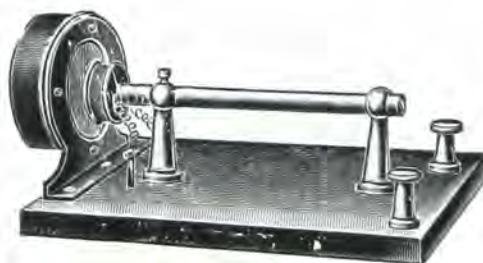
\*561 25 **Teléfono con micrófono**, aparato de mano, con clave de conversación. (Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural.)

\*561 26 **Micrófono sobre placa de fundamento**, 150 × 135 mm. Los carbones están fijados en un diafragma de celuloide atornillado en un marco de metal. Con soporte. (Fig.)

\* Estos aparatos pertenecen al aparato de enseñanza de la electricidad.



586 26



561 23



561 25



561 26



## Electricidad

### Electromagnetismo

### Motores y dinamos

561 73 **Máquina de experimentación sirviendo de máquina dinamo-eléctrica y de motor**, que se compone de un imán de herradura, un electro-imán con bobinas amovibles, dos masas polares para el imán sobre pie y una armadura en T doble. (Fig. a y c  $\frac{1}{4}$ , b  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

Mediante este aparato es posible explicar el principio de la dinamo con auto-excitación y con excitación separada así como el principio del motor con excitación en serie, derivación (shunt) y excitación separada. El rendimiento de este modelo que opera como dinamo con 2000 vueltas por minuto, es de unos 3 voltios, 0,2 amperio con imán permanente, de unos 4 voltios y 0,9 amperio con el electro-imán con conexión en serie, y de unos 2 voltios, 0,5 amperio en montaje en derivación. El electro-imán puede ser empleado separadamente.

561 81 **Modelo de inductor Siemens cuádruple**, de madera, con colector de cuatro piezas. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

561 82 **Modelo de inductor Siemens en forma de tambor**, con colector de doce piezas. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

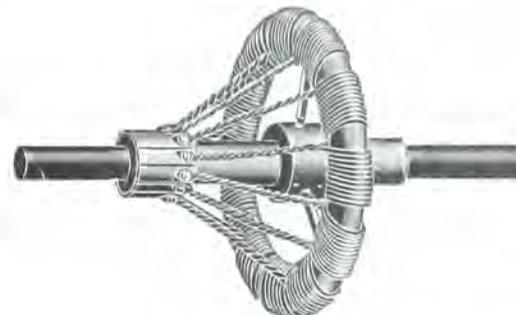
561 83 **Modelo de inductor de anillo de Pacinotti** de madera. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)



561 81



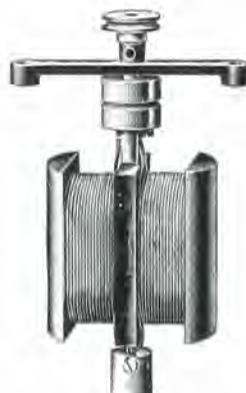
561 82



561 83



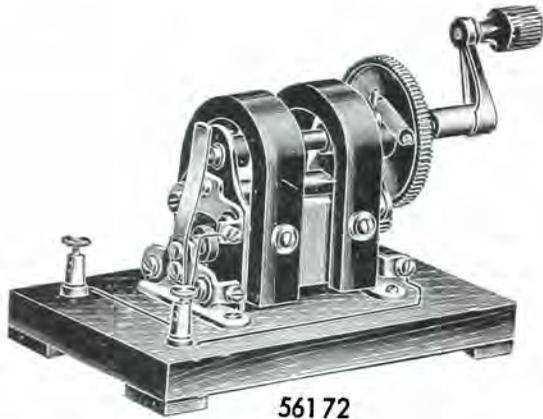
561 73 (a)



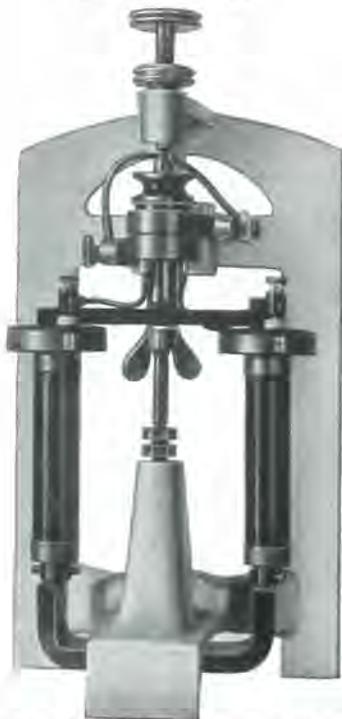
561 73 (b)



561 73 (c)



561 72



561 92 con 560 21, pág. 179.

## Electricidad

### Electromagnetismo

### Motores y dinamos

- 561 72 **Magneto-inductor** con 2 imanes y contacto de corto circuito. Tensión en las bornas, unos 40 voltios; resistencia interna 200 ohmios; sobre una tabla, con bornas. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

### Construcción de una dinamo

- \*561 92 **Modelo universal de un motor para corrientes continua y alterna.** (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

La máquina se compone de un fuerte imán de herradura de acero tungsteno, de un electro-imán no. 560 21\* (página 179), de un colector de corriente con anillo colector y de un invertidor de corriente. La máquina puede ser enteramente desmontada. El precio se entiende sin electro-imán.

\* Este aparato pertenece al aparato de enseñanza de la electricidad (ver página 153).

El modelo puede ser empleado como:

**Motor a corriente continua**

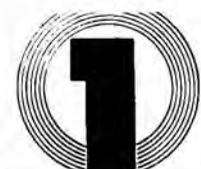
**Dinamo a corriente continua**

**Dinamo a corriente alterna**

Introduciendo el invertidor de la corriente y aplicando una tensión directa de 2 ó 4 voltios, la máquina sirve como motor de corriente continua.

Poniendo en circuito una lámpara de incandescencia en vez de una batería y girando la armadura, la lámpara se enciende, y la máquina sirve de dinamo a corriente continua.

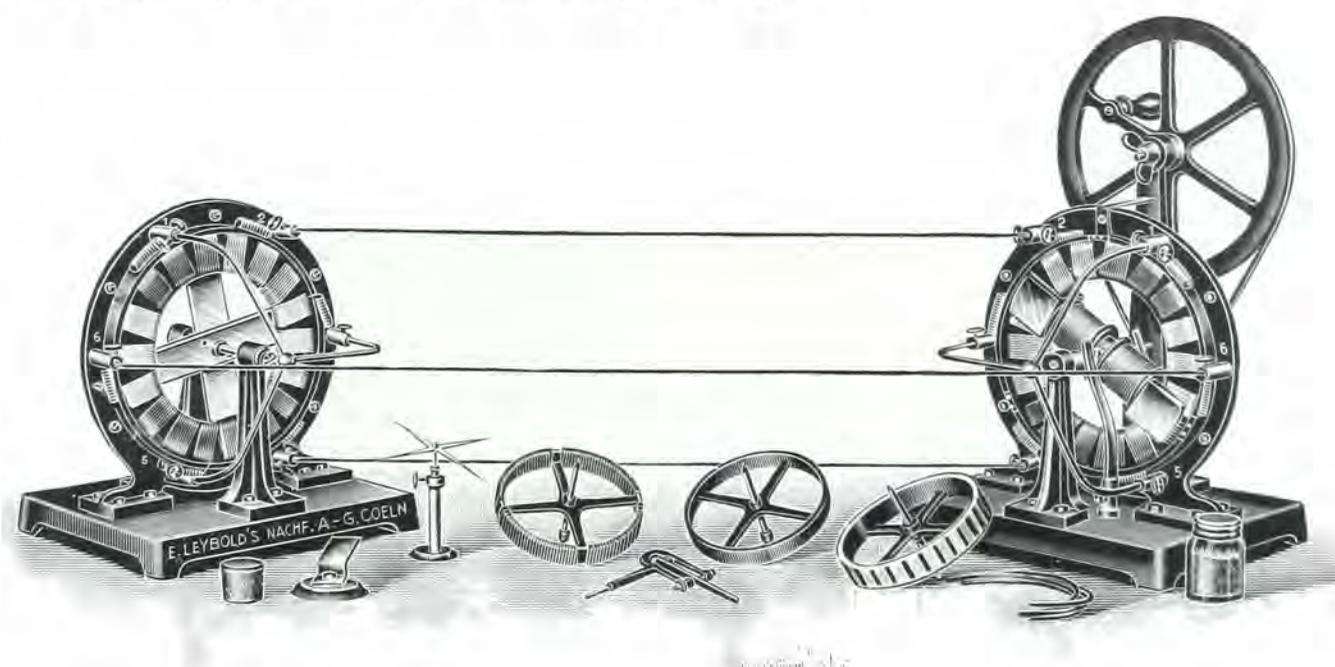
Sustituyendo el colector de corriente al invertidor de la corriente, la máquina sirve de dinamo a corriente alterna.



**E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL**

**Electricidad**  
**Electromagnetismo**  
**Motores y dinamos**

- 563 72 **Productor de corriente trifásica** de Braun, dispuesto verticalmente. (Fig. 1/9 del tamaño natural.)
- 563 73 **Motor de corriente trifásica** de Braun, adaptable al anterior. Con 1 disco de cartón, placa de vidrio, tacos de madera y salvadera con limaduras de hierro. (Fig. 1/9 del tamaño natural.)
- Accesorios para los nos. 563 72 y 563 73.**
- 563 74 **Cruz de hierro** ligera, con pie. (Fig. 1/9 del tamaño natural.)
- 563 75 **Resorte de hierro**, con pie. (Fig. 1/9 del tamaño natural.)
- 563 76 **Lámina de hierro** sobre pie de madera. (Fig. 1/9 del tamaño natural.)
- 563 77 **Varilla imantada** con horquilla y vástago, gira sobre púas. (Fig. 1/9 del tamaño natural.)
- 563 78 **Anillo de Gramme.** (Fig. 1/9 del tamaño natural.)
- 563 79 **Aro de hierro sencillo.** (Fig. 1/9 del tamaño natural.)
- 563 80 **Armadura de circuito corto.** (Fig. 1/9 del tamaño natural.)
- 563 81 **Tres pares de flexibles de colores diferentes.**
- 563 82 **Hilos para conexiones en estrella y en triángulo.**



56372 y 56373 con 56374—80



## Electricidad

### Carretes de chispa

Al elegir un carrete de chispa ha de tenerse en cuenta en primer lugar, el uso a que se destina y la clase de corriente utilizable. Para hacer funcionar pequeños tubos de Geissler y tubos espectrales son suficientes pequeños inductores hasta 3 cm. de longitud de chispa. Para los tubos de demostración de rayos X, la longitud de la chispa debe ser por lo menos de 10—15 cm.; para las experiencias de Tesla, vibraciones de Seibt y casos análogos, de 10—30 cm.

El generador de corriente más conveniente para los inductores de 2—15 cm. de chispa, es una batería de acumuladores que según el tamaño del inductor tendrá una tensión de 4—12 voltios con la intensidad de corriente de descarga correspondiente. Así por ejemplo, un inductor de 15—20 cm. de longitud de chispa con interruptor de platino, requiere unos 10 voltios con unos 8 amperios.

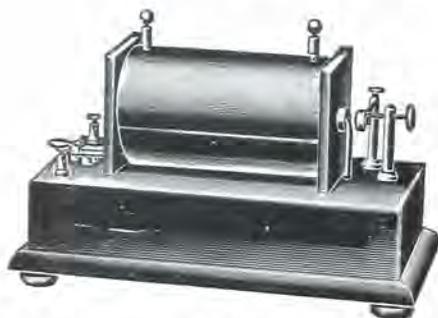
El empleo de los acumuladores es preferible a causa del mayor rendimiento del inductor con interruptor de martillo. El empalme con los acumuladores se hace directamente, sin resistencia reductora. En cambio el empalme a la corriente de la red industrial de un inductor con interruptor de martillo, solo se puede hacer por un montaje en derivación; el rendimiento es menor que empleando los acumuladores y el contacto del interruptor sufre mayores deterioros. Las longitudes de chispa de los inductores abajo mencionadas se entienden empleando acumuladores y utilizando un espinterómetro compuesto de punta y disco. Para capacidades más elevadas se sustituye un interruptor electrolítico de poro no. 521 51, pág. 185, al interruptor de martillo que se une directamente a la línea de corriente continua o alterna.



521 14

521 14 **Inductor pequeño con interruptor de martillo**, longitud de la chispa 15 mm. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

521 02 **Inductor pequeño con interruptor de martillo**, con contactos de platino y conmutador sencillo, para hacer funcionar pequeños tubos de Geissler, etc. Longitud de la chispa 3 cm. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)



521 02

**Inductores de chispa de mayor tamaño con condensador, interruptor de martillo y conmutador de Ruhmkorff.** Sin espinterómetro. (Fig.)

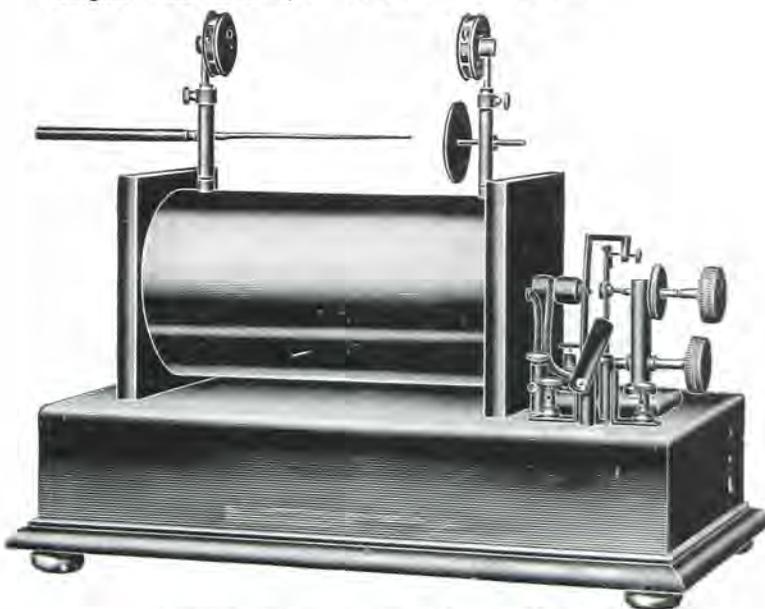
No. . . . .	521 11	521 12
Longitud de la chispa	10 cm.	15 cm.

**Inductores de chispa sin condensador y sin interruptor**, indicados especialmente para utilizar con los interruptores electrolíticos. Con espinterómetro compuesto de disco y estilete. (Fig.)

No. . . . .	521 15	521 16
Longitud de la chispa	20 cm.	30 cm.



521 15/521 16



521 11/521 12 con 521 76, pág. 185.



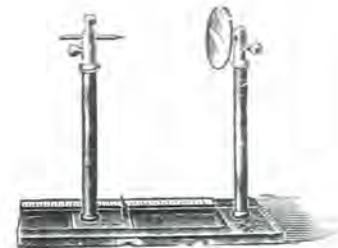
## Electricidad

### Accesorios para los inductores de chispa

- 521 51 **Interruptor electrolítico de poro**, según Simon, para corriente continua o alterna, con tubo de porcelana con 1 poro, reemplazable por el tubo de porcelana no. 521 52. Intensidad de corriente unos 4 amperios por poro.  
(Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)
- 521 52 **Tubo de porcelana** con 2 poros para el no. 521 51.
- 521 75 **Disco y estilete** para los inductores de chispa nos. 521 11 y 521 12, también para comprobar el grado del vacío.
- 521 76 — con cinta conductora elástica, de acero, para empalmar los tubos de vacío y análogos.  
(Fig. véase pág. 184.)  
Estas cintas conductoras se pueden alargar hasta 2 m. y después de su uso se arrollan de nuevo automáticamente.
- 521 77 **Cintas conductoras elásticas**, de acero.  
(Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)
- 521 81 **Espinterómetro** con dos pies de ebonita, uno fijo y otro corredizo, terminados en una placa y un estilete, con graduación en milímetros; para bobinas hasta 15 cm. de chispa.  
(Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural.)



521 51



521 81



521 77 sobre el no. 521 11, pág. 184, con tubo para rayos X.



## Electricidad

### Descarga eléctrica al través de gases

Los fenómenos de descarga en los gases pueden ser examinados o en tubos cerrados o bien en tubos en conexión con una bomba. Este último método es más recomendable, porque pueden ser observadas las diferentes formas de la descarga en el vacío creciente.

Se puede, por ejemplo, demostrar que los rayos X se producen solamente en caso de haber rayos catódicos en el tubo. Es posible demostrar que los minerales se alumbran solamente cuando los rayos catódicos tocan estos minerales. Todos estos experimentos están descritos en detalle en el capítulo que se refiere a las bombas, páginas 53—62.

**Tubos de Geissler, sencillos, en formas diferentes. (Fig.)**

No. . . . .	555 01	555 02	555 03
Longitud unos	10	15	30 cm.

— contruidos con 5 clases de vidrio diferentes que dan 5 colores diferentes.

No. . . . .	555 11	555 12
Longitud unos	20	30 cm.



555 01



555 02—555 03



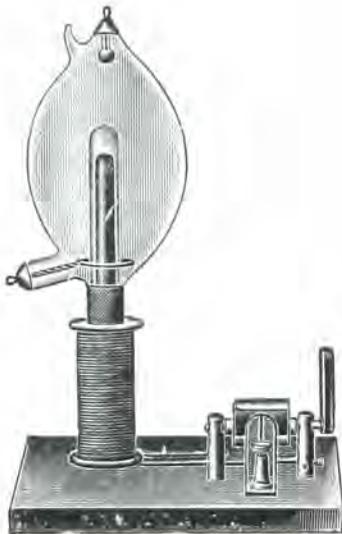
555 21



555 22



555 23



555 41

555 21 **Tubo de fluorescencia** con 1 líquido, longitud 20 cm. (Fig.)

555 22 **Tubo de fosforescencia** con sal muy fosforescente, longitud 15 cm. (Fig.)

555 23 — con 2 sustancias muy fosforescentes, longitud 20 cm. (Fig.)

555 41 **Rotación de una corriente de descarga alrededor de un imán;** aparato según de la Rive, con electro-imán y conmutador. (Fig. 1/5 del tamaño natural.)

El conmutador invierte la corriente excitando el electro-imán.



La ilustración de arriba representa la combinación de una bomba con un tubo de descarga y con un carrete de chispa.



## Electricidad

### Descarga eléctrica al través de gases

- 555 42 **Tubo de rayos catódicos con mineral fosforescente.** Diámetro de la ampolla unos 12 cm. (Fig.)
- 555 43 **Tubo de rayos catódicos con una mariposa fosforescente.** Diámetro de la ampolla unos 12 cm. (Fig.)

- 555 44 **Escala de vacío según Cross, con conmutador, que permite hacer pasar la descarga en cada tubo separadamente.** Largo de los tubos 40 cm. (Fig.)

El aparato se compone de 6 tubos de descarga en los cuales rige un vacío diferente. Estos tubos pueden fácilmente ser puestos en circuito unos después de los otros, para mostrar que el curso del fenómeno de descarga depende del grado de vacío.

Tubo 1: vacío de 10 mm. de mercurio, descarga en forma de una banda azul.

Tubo 2: vacío de 1 mm. de mercurio; la banda de descarga llena todo el tubo, los rayos catódicos no son todavía visibles.

Tubo 3: vacío de 0,3 mm. de mercurio; la luz azul-rosada de la descarga queda acumulada en la región del anodo, mientras que del cátodo parten los rayos catódicos, fácilmente reconocibles en el color azul del gas y en la débil fluorescencia de la pared de vidrio del tubo. Entre el cátodo y la zona de luz azul de los rayos catódicos se observa una delgada banda oscura.

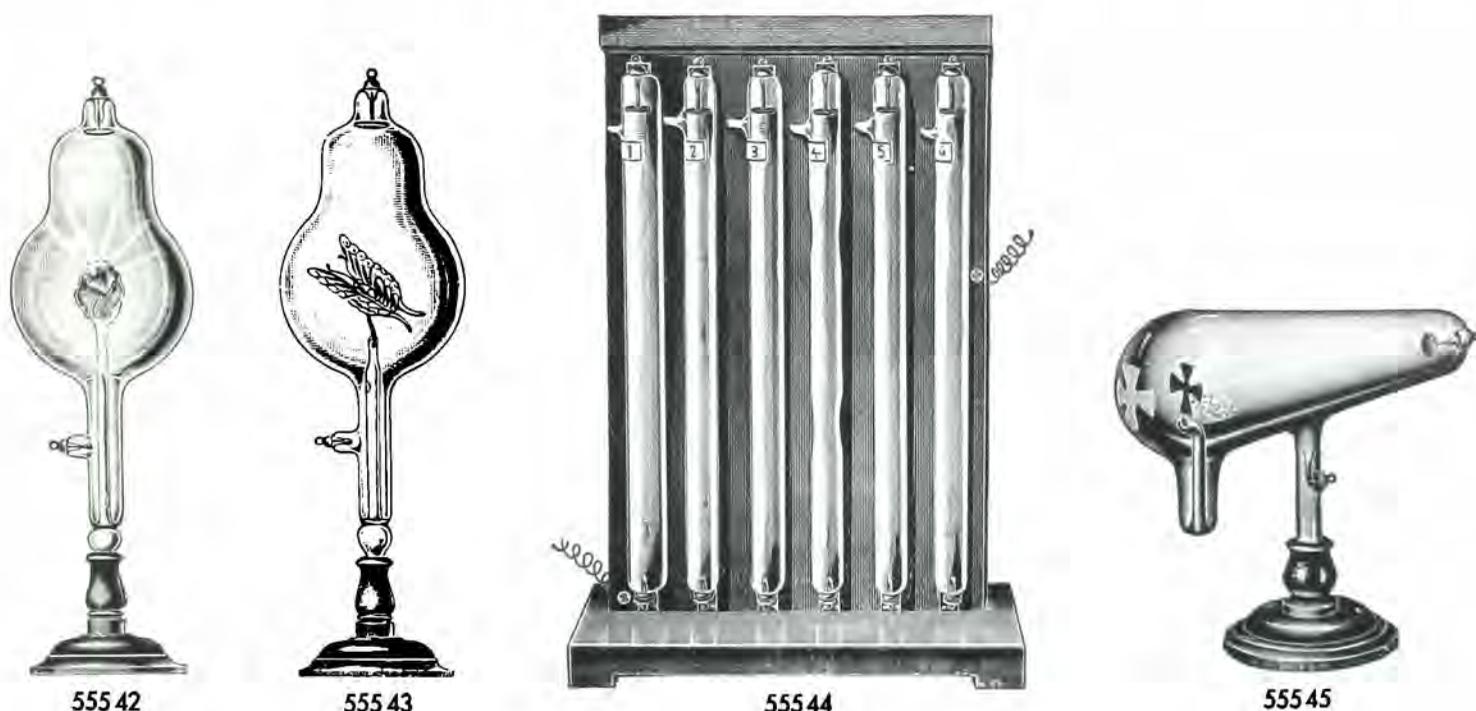
Tubo 4: vacío de 0,05 mm. de mercurio; los rayos catódicos salen vencedores en el tubo, pero en la luz anódica aparecen estratificaciones. La fluorescencia verde del vidrio se hace más clara.

Tubo 5: vacío de 0,005 mm. de mercurio. Los rayos catódicos llenan ahora casi todo el tubo, la fluorescencia de la pared es todavía sumamente fuerte, pero de la luz anódica queda solamente poca cosa visible.

Tubo 6: vacío de 0,001 mm. de mercurio. La luz anódica ha desaparecido ahora completamente; los rayos catódicos mismos no son ya casi visibles; en cambio la pared entera del tubo está fluorescente bajo el bombardeo de los rayos catódicos).

- 555 45 **Tubo con cruz que da sombra.** (Fig.)

Largo del tubo unos 24 cm. Este tubo muestra que los rayos catódicos no atraviesan los cuerpos sólidos. La cruz de aluminio puede girar, lo cual permite mostrar que la parte de la pared de vidrio que se vuelve fluorescente da señales de fatiga: en efecto, si se deja trabajar el tubo durante el espacio de un minuto aproximadamente, haciendo girar luego la cruz, la parte de la pared de vidrio que ha quedado en la sombra de la cruz aparece ahora más clara que el resto de la pared, que está fluorescente a partir del principio del experimento. El tubo puede servir también para mostrar la desviación de los rayos catódicos en un campo magnético (mediante un imán de herradura por ejemplo).



555 42

555 43

555 44

555 45



## Electricidad

### Descarga eléctrica al través de gases



555 46

- 555 46 **Tubo vacío con rueda alada de mica que rueda sobre railes.**  
(Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

Una vez colocado el tubo bien horizontalmente de modo que la pequeña rueda de paletas no se mueva ella sola sobre los railes, se empalma el tubo en las bornas de un carrete de chispa de tamaño mediano, con un conmutador, de preferencia. Primitivamente, se creía que la rueda se movía bajo la acción mecánica de los rayos catódicos; pero se ha demostrado que en realidad esta rotación es debida a un efecto «de radiómetro» que procede del hecho de que la ruedecita de paletas es calentada de un lado por los electrones que le alcanzan.

- 555 47 **Desviación de los rayos por medio de un imán.** Con pie de madera.  
(Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

- 555 48 **Tubo para rayos catódicos con espejo cóncavo y hoja de platino.**  
(Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

En el foco del espejo cóncavo que constituye el catodo, se halla una hoja de platino que se lleva al rojo claro bajo la acción de la descarga, tanto más por cuanto que el espejo esférico sirve de catodo. Hay que evitar que la intensidad no sea demasiado fuerte, pues entonces se podría fundir la hoja de platino.

- 555 49 **Tubo para rayos canales,** según Goldstein, que muestra claramente la desviación de los rayos catódicos y la no desviación de los rayos canales.  
(Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

- 555 50 **Tubo que sirve para poner en evidencia la carga negativa de los rayos catódicos,** según Gaede. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)

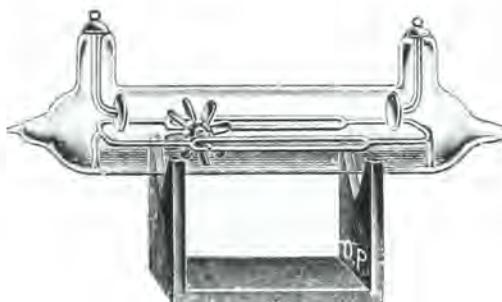
El electrodo (a) se conecta con el polo negativo, el electrodo (b) con el polo positivo de la bobina de inducción. El electrodo (b) es tubular y rodea el electrodo interceptor (c) que es igualmente de forma tubular. Entre los dos electrodos tubulares se intercala un dieléctrico, de manera que los electrodos representan la envoltura de una botella de Leyden. En el extremo de los electrodos se aplican dos barras que forman un espinterómetro pequeño. Esta distancia es ajustada a una fracción de un milímetro. Al hacer el vacío en el tubo, los rayos catódicos cargan el electrodo (c) en forma que unas chispas brillantes bien visibles de distancia atraviesan el espinterómetro. Desviando los rayos por un imán, las chispas se paran inmediatamente, pues el electrodo no será ya tocado por los electrones.



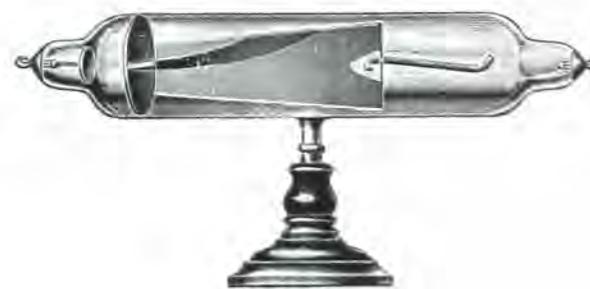
555 48



555 50



555 46



555 47



## Electricidad

### Fenómenos en el vacío

555 51 **Tubo de vacío con cátodo incandescente** según Wehnelt. (Fig.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.)

El cátodo va recubierto de óxido solo en una pequeña porción. Al ponerlo incandescente sale del óxido un haz de rayos catódicos bien limitado, estrecho y apilado, cuya desviación en el campo eléctrico y en el magnético pueden demostrarse fácilmente. En el campo magnético puede encurvarse el rayo hasta formar un círculo cerrado. El tubo se utiliza para determinar la velocidad de los electrones y la relación entre la carga y la masa.

555 52 **Tubo de vacío según Braun**, para demostrar la marcha con el tiempo de corrientes variables. Largo unos 60 cm., diámetro de la pantalla luminescente provista de cuadrícula unos 9 cm. (Fig.)

555 74 **Tubo de rayos X para emplear con carrete de chispa**, sin regeneración, diámetro de la ampolla unos 85 mm., para carretes de 5—10 cm. de longitud de chispa.

555 76 — con regeneración de vacío. (Fig.)

555 71 — sin regeneración, diámetro de la ampolla unos 100 mm., para carretes de 5—15 cm. de longitud de chispa. (Fig.)

555 77 — con regeneración de vacío. (Fig.)

555 75 — sin regeneración, diámetro de la ampolla unos 120 mm., para carretes de 20—30 cm. de longitud de chispa.

555 72 — con regeneración de vacío. (Fig.)

555 91 **SopORTE** para tubos X, modelo sencillo.

555 92 **Pantalla fluorescente para rayos X**, dando imágenes más claras y mejor definidas que la pantalla de platinocianuro de bario; con marco de madera. Tamaño de la superficie preparada 13 X 18 cm.



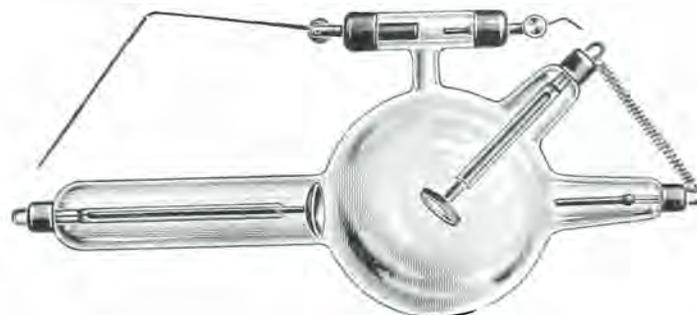
55551



55571



55552



55572/76/77



562 34

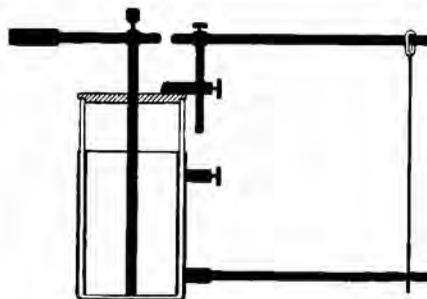
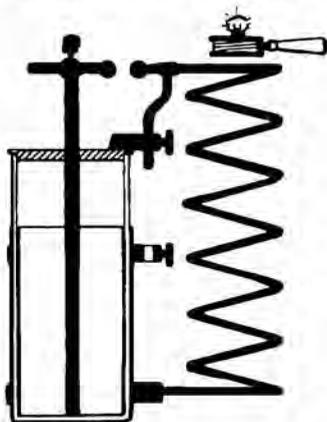
## Electricidad

### Oscilaciones eléctricas

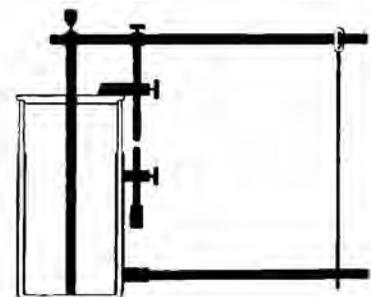
En lugar de los antiguos aparatos clásicos para experimentos en este dominio suministramos un equipo moderno que se adapta perfectamente a la importancia de las ondas cortas y de la radio-técnica para la enseñanza actual. Con los accesorios del transformador de experimentación demostramos las corrientes de Tesla y sus efectos. Producimos, de un modo sencillo, ondas cortas de 30 cm. y demostramos que siguen las leyes ópticas de reflexión, de interferencia etc. Una emisora produce ondas estacionarias. El aparato de experimentación de T. S. H. permite demostraciones según métodos enteramente nuevos; los preparativos para los experimentos se hacen en presencia de los alumnos reuniendo las diversas piezas sueltas, de manera que los alumnos retengan los experimentos, sin dificultad, en la memoria.

### Descarga oscilante en un circuito oscilante

- 581 01 **Juego de botellas de Leyden**, con armaduras, dimensiones de las botellas 390 X 130 mm. (Fig.)  
La disposición permite la construcción de un circuito oscilante constituido por una capacidad, una self y un espinterómetro. Para verificar la existencia de oscilaciones, suministramos, al mismo tiempo, un aparato indicador no. 586 15 (página 194) compuesto de algunas espiras de hilo conectada con una lamparita. Se pueden realizar, además, los experimentos de resonancia de Lodge y construir, igualmente, un puesto emisor. Para hacer funcionar el aparato es recomendable utilizar el transformador (página 170) con una bobina de alta tensión no. 562 16 (página 177), o un carrete de chispa.
- 562 34 **Aparato de Tesla**. (Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural.)  
El circuito primario contiene una gran botella de Leyden, una bobina de hilo grueso adaptada para la modulación y un espinterómetro; un cabo de la bobina secundaria se conecta con la tierra. La carga de la botella de Leyden se efectúa por la bobina de alta tensión no. 562 17 (23 000 espiras), pág. 177, de nuestro transformador de experimentación (ver página 170) o por un carrete de chispa de a lo menos 10 cm. de largo.
- Los accesorios siguientes se suministran con el aparato:
- 540 50 **2 soportes aislados**, para colocar el aparato no. 581 26 y siguientes. (Fig. pág. 137.)
- 581 26 **Arco de alambre de cobre**, con lámpara de incandescencia para demostrar la resistencia inductiva en alta frecuencia. Para colocar sobre los soportes no. 540 50.
- 581 27 **2 alambres de cobre de forma circular**, para producir los fenómenos de descarga en forma de anillo. Para colocar sobre los soportes no. 540 50.
- 581 31 **Tubo de vacío** para experiencias Tesla, sin electrodos lleno de neon, de unos 50 cm. de largo.
- 581 32 — de unos 100 cm. de largo.



581 01





## Electricidad

### Colección radiotécnica · Aparatos de T. S. H. para la enseñanza de las oscilaciones eléctricas fundamentales y de la radiotécnica

La composición de los experimentos se hace ante los alumnos

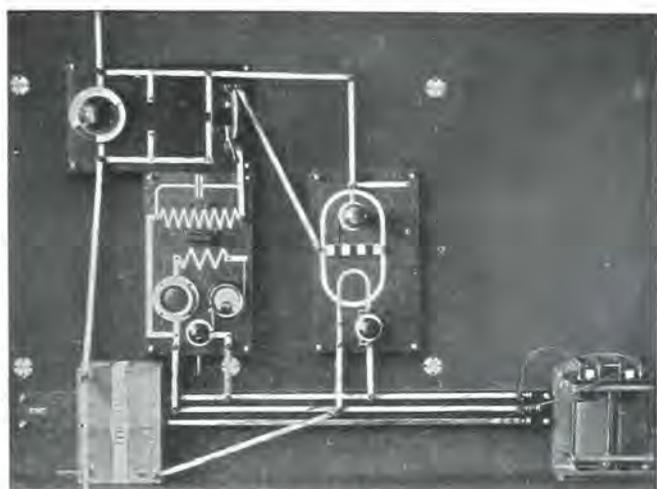


Fig. 1.

Emisora que se compone de la tablilla para lámparas no. 586 11, del circuito oscilante no. 586 12, tablilla con railes no. 586 14, del micrófono especial no. 586 26, de los railes nos. 550 03/05, de los cordones no. 501 92, de las bobinas nos. 580 14/15, de una válvula amplificadora no. 580 51, del acumulador y de la batería anódica, sobre el tablero mural no. 550 01.

Construcción en el tablero negro

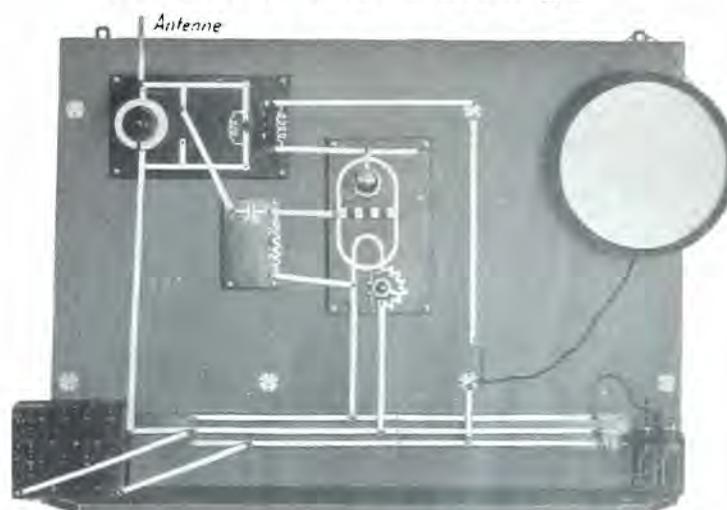


Fig. 2.

Receptor que se compone de la tablilla para lámparas no. 586 11, del circuito oscilante no. 586 12, del condensador de rejilla no. 586 13, de una tablilla con railes no. 586 14, de los railes nos. 550 03/05, de los cordones no. 501 92, de las bobinas nos. 580 14/15, de una válvula amplificadora no. 580 51, del acumulador, de la batería anódica y del alta-voz, sobre el tablero mural no. 550 01.



Fig. 3.

Tablilla para lámparas no. 586 11 (1/7 del tamaño natural).

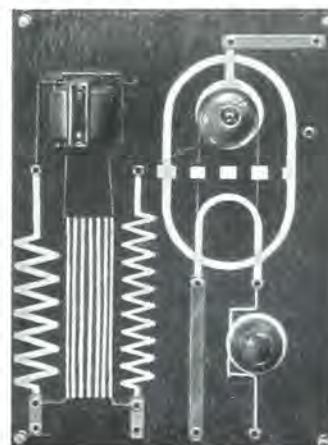


Fig. 4.

Amplificador de baja frecuencia no. 586 31 con válvula amplificadora no. 586 32 (1/7 del tamaño natural).

Las diferentes partes del aparato están provistas de esquemas de conexiones que corresponden a la realidad. El esquema del tubo para electrones está dibujado en líneas blancas en la tablilla para lámparas no. 586 11 y en la placa de base del amplificador de baja frecuencia no. 586 31. La parte que representa la rejilla puede quitarse. Un zócalo de tubo normal cuyos contactos son conectados por hilos fuertes con las cajas de empalme del esquema de conexiones representa el anodo. Los dos aparatos están provistos de una resistencia para la graduación de la corriente de alimentación de la lámpara. Además, el amplificador de baja frecuencia está provisto de un transformador de baja frecuencia cuyas conexiones terminan en el esquema. Las placas de base tienen una altura de 340 mm.

## Electricidad

### Colección radiotécnica

La disposición del experimento en el tablero mural reúne el dibujo y la realidad. Empleando grandes piezas sueltas se pueden hacer, sucesivamente, los experimentos con la cooperación de los alumnos.

Los aparatos están fijados en el tablero mural mediante ganchos que permiten montar, rápidamente, las diferentes piezas del aparato.

Las conexiones eléctricas se hacen por largos railes con clavijas. Tanto los railes como los esquemas de conexiones de las diferentes partes del aparato se destacan claramente del tablero negro permitiendo así que los alumnos sentados en alguna distancia puedan seguir los experimentos desde el principio hasta el fin.

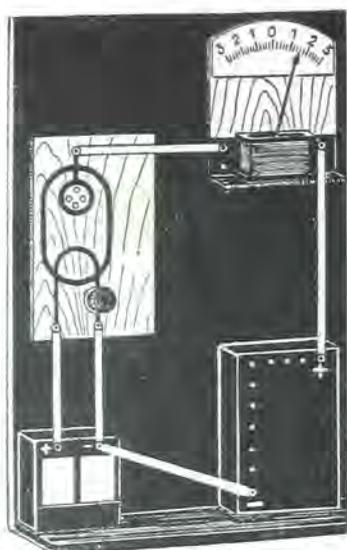


Fig. 5. Efecto de válvula del tubo de electrones.

#### Efecto de válvula del tubo de electrones. (Fig. 5.)

- Cuando se cambia el anodo y el catodo, no se produce corriente anódica.
- La batería de anodo es reemplazada por corriente alterna (60 a 220 voltios) o por la corriente secundaria de un carrete de chispa. (En caso de corriente alterna conectar una lámpara de incandescencia en serie como fusible.) La corriente queda rectificada.

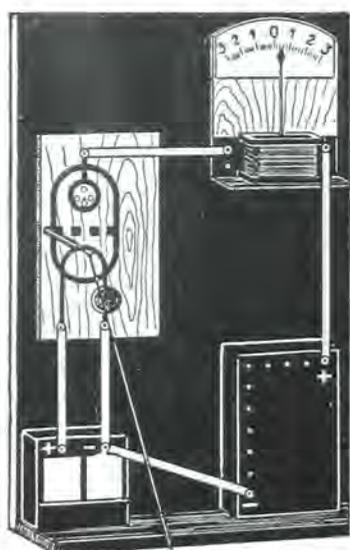


Fig. 6. Modulación de la corriente anódica por la rejilla.

#### Modulación de la corriente anódica por la rejilla. (Fig. 6.)

- Una barra de ebonita cargada toca un hilo empalmado con la rejilla. De este modo, la corriente anódica cambia.
- En vez del instrumento de medición se pone en circuito un alta-voz, y un polo de la línea de corriente alterna o de un aparato de inducción es conectado con la rejilla. La frecuencia de la corriente se hace audible.

#### La válvula en conexión oscilante.

La lamparita del no. 586 15, pág. 194, se enciende en el campo eléctrico. Este aparato indicador está provisto de un segundo arrollamiento para la conexión con un detector. La bobina y el detector son montados en serie. Uniendo el segundo arrollamiento con un galvanoscopio o mili-amperímetro, el instrumento de medición indica una corriente rectificada por el detector.

#### Transmisión de señales de telégrafo.

Después de haber determinado por el alumbrado de la lámpara que el sistema oscile, se aplica un hilo corto de emisión y un contrapeso de 2 m. de largo y se emiten señales de telégrafo (solamente puntos son posibles), por interrupción de la corriente anódica. Estas señales son recibidas por un puesto receptor de varias válvulas.



## Electricidad

### Radiotécnica

#### Transmisión de señales de telégrafo con corriente alterna.

La batería de anodo es reemplazada por corriente alterna (conectar una lámpara de incandescencia en serie) o por un aparato de inducción. Emitanse luego señales de telégrafo (puntos y líneas) interrumpiendo la corriente alterna durante un tiempo más o menos largo. El indicador de oscilaciones sirve para comprobar el estado de las oscilaciones.

#### Desarrollo de la emisora de telefonía. (Fig. 7.)

Dos electrodos de carbón que se tocan ligeramente (principio del micrófono) son conectados en el circuito de anodo o de rejilla. Por la frotación mutua de los dos carbones el receptor reproduce ruidos de intensidad diferente.

#### Experimento de emisión con el diapasón.

El micrófono especial es conectado en el circuito. La intensidad de la corriente es de unos 200 a 300 miliamperios. Con bobinas de cable no. 501 65 (página 155) se construyen las antenas emisora y receptora. Luego se golpea suavemente contra el diapasón sosteniendo, al mismo tiempo, la abertura de la caja de resonancia delante del auricular. Después se conecta el receptor en el circuito; el alta-voz debe reproducir un sonido sonoro. Cambiando el acoplamiento mediante un soporte de bobina móvil a la emisora, se determinará la reacción más favorable (mejor recepción en el alta-voz).

#### La válvula en conexión de audión. (Fig. 8.)

Explicación del efecto de intercepción de la rejilla y de la resistencia de derivación de rejilla:

- El circuito de oscilación en el cual se pone una bobina de 50 ó 75 espiras es excitado por un vibrador a oscilaciones de alta frecuencia. El condensador fijo de rejilla es corto-circuitado. Ninguna influencia es ejercida sobre la corriente anódica.
- En caso de rejilla interceptada la corriente anódica se reduce a 0.
- Después de haber puesto en circuito una resistencia de derivación de rejilla, la corriente anódica se reduce a un valor correspondiente al valor de la resistencia.

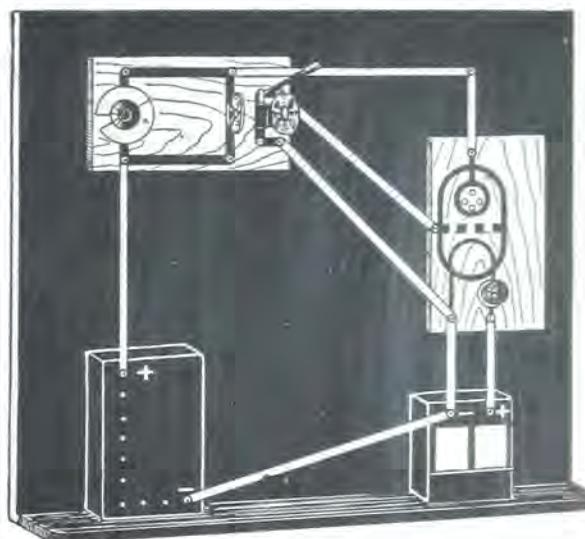


Fig. 7.

La válvula en conexión de emisión.  
Para audio-frecuencias: 2 bobinas de 2500 espiras cada una o 1 bobina de 2500 y 1 bobina de 5000 espiras, con derivación en el centro.  
Para las altas frecuencias: bobina del circuito de oscilaciones unas 100 espiras, bobina del circuito de rejilla unas 150 espiras.

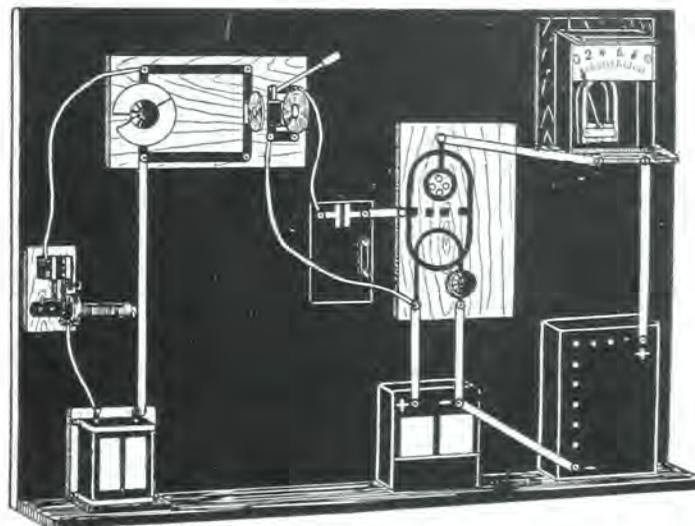


Fig. 8.

La válvula en conexión de audión.  
Explicación del efecto de la intercepción de la rejilla y de la resistencia de derivación de rejilla.



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Electricidad

### Radiotécnica



Fig. 9.

Piezas del aparato para experimentos de T. S. H. para la enseñanza. Arriba de la izquierda a la derecha: amplificador de baja frecuencia no. 586 31, tablilla para lámparas no. 586 11, indicador de oscilación no. 586 15, dispositivo microfónico especial no. 586 26. Debajo del amplificador de baja frecuencia: circuito oscilante no. 586 12 con bobinas nos. 580 14/15. Debajo de estos aparatos: tablilla para railes no. 586 14 y condensador fijo de rejilla no. 586 13. Delante: bobinas nos. 580 21/22 y railes nos. 550 03 a 550 05.

### Aparatos para experimentos de T. S. H.

- 586 00 **Colección radio-técnica para la enseñanza** (Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural) que se compone de los aparatos nos. 586 11 a 580 51 que se pueden pedir también separadamente.
- 586 11 **Tablilla para lámparas**, 340 × 200 mm., reostato de alimentación, zócalo de lámpara que lleva un esquema de conexiones. (Fig. 3, página 191.)
- 586 12 **Circuito oscilante** 340 × 200 mm., en el cual se monta un condensador variable, un soporte de bobina móvil y un soporte de bobina fija, con manguitos de junta para montar condensadores o bobinas para las frecuencias audibles. (Fig. 9.)
- 586 13 **Condensador fijo de rejilla y resistencia de derivación de rejilla** sobre tablilla de 180 × 110 mm. (Fig. 9.)
- 586 14 **Tablilla con railes**, 1000 × 70 mm., con caballetes. (Fig. página 195.)
- 586 15 **Indicador de oscilaciones**, con lámpara de incandescencia y una segunda self para conexión con un detector. (Fig. 9.)
- 586 26 **Dispositivo microfónico especial**, tablilla 340 × 200 mm., comprendiendo un micrófono especial con auricular grande, reostato regulable, miliamperímetro y transformador microfónico. Suministramos este dispositivo con un trípode y para ser fijado en el tablero negro. Corriente necesaria: 4 a 6 voltios corriente continua. (Fig. 9.)



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Electricidad

### Radiotécnica

#### Aparatos para experimentos de T. S. H. para la enseñanza

- 550 03 **6 railes**, regulables de 27,5 a 51,5 cm. (Fig. 9, pág. 194.)  
550 04 — regulables de 15,5 a 27,5 cm. (Fig. 9, pág. 194.)  
550 05 — regulables de 9,5 a 15,5 cm. (Fig. 9, pág. 194.)  
501 92 **2 cordones con clavijas**, 25 cm.  
501 93 —, 50 cm.  
501 94 —, 100 cm.  
501 83 **4 bornas**.  
580 14 **Bobina** para producir oscilaciones de alta frecuencia, 100 espiras. (Fig. 9, página 194.)  
580 15 — 150 espiras. (Fig. 9, pág. 194.)  
580 51 **Válvula** para la recepción o la emisión. (Fig. 1, página 191.)

#### Accesorios para los aparatos para experimentos de T. S. H. para la enseñanza no. 586 00

- 550 01 **Tablero negro**, 1250 × 900 mm., con 8 placas de distribución de corriente y listón sobre el cual se puede colocar aparatos. (Fig. 1 y 2, página 191.)  
580 21 **2 bobinas de 2500 espiras** para producir oscilaciones en frecuencia audible. (Fig. 9, pág. 194.)  
580 22 **Bobina de 5000 espiras** con derivación en el centro, para el montaje con 3 salidas. (Fig. 1/3 del tamaño natural.)  
580 12 **Bobina de 50 espiras**.  
580 13 **Bobina de 75 espiras**  
580 32a **Juego de condensadores** para ser montados en no. 586 12 (pág. 194) comprendiendo: 1 pieza de 10 000, 30 000, 60 000 y 90 000 cm. con clavijas de empalme. (Fig. 1/4 del tamaño natural.)  
586 31 **Amplificador de baja frecuencia**, sobre tablero de 340 × 250 mm., con zócalo de válvula, resistencia de alimentación, transformador de baja frecuencia 1 : 4, con el esquema de válvulas. (Fig. 4, página 191.)  
586 32 **Válvula amplificadora final** para el amplificador de baja frecuencia no. 586 31. (Fig. 4, página 191.)



580 32a



586 14, página 194



580 22



## Electricidad

### Aparato para experimentos sobre las ondas cortas

Longitud de ondas: alrededor de 30 cm.

Generalmente, no se realizan, con una emisora de lámparas, ondas más cortas que unos 3 metros. Pero esto no basta, y precisa producir ondas sensiblemente más cortas, si se quieren mostrar los fenómenos de resonancia y la producción de ondas estacionarias en una sala de curso.

El aparato de Schürholz se empalma en la red, funcionando de una manera absolutamente segura. La poca longitud de las ondas y el manejo cómodo de la emisora y del receptor permiten mostrar, con suma facilidad, la reflexión, la interferencia, la desviación y la refracción de las ondas. En el experimento fundamental de las ondas estacionarias se pueden descubrir fácilmente, sobre una distancia de 1 metro, vientres y nudos.

Nuestro aparato posee, entre otras ventajas la de dar una emisión muy potente a pesar de la poca longitud de onda (unos 30 cm.) y de permitir la transformación en dos segundos, mediante una manipulación, del receptor lineal en receptor dirigido; se puede, pues, sin modificación del material y sin realizar condiciones especiales, pasar de la recepción del vector eléctrico a la del vector magnético.

#### 583 01 **Aparato transmisor y receptor, para experimentos sobre las ondas cortas.** (Fig. 1/7 del tam. natural.)

El transmisor se compone de un par de antenas cortas de las cuales una constituye un regulador de chispa entre sus extremos opuestos. El regulador de chispa está encerrado en una sólida caja de vidrio, con una refrigeración enérgica de petróleo. Se puede graduar la longitud de la descarga y por consiguiente la energía del transmisor.

El transmisor se empalma con un transformador de 2000 voltios, con interposición de una pequeña bobina de choque. Puede ser regulado verticalmente y horizontalmente sobre un pie de madera.

El receptor lleva, igualmente, 2 antenas cortas; éstas pueden girar, sea junta, sea separadamente, lo que permite darlas una orientación cualquiera. Las oscilaciones de alta frecuencia recibidas son rectificadas por un detector de cristal y enviadas a un galvanómetro con espejo a través de una pequeña bobina.

El aparato se suministra con los accesorios siguientes:

2 pantallas de chapa de hierro de unos 50 X 40 cm., que sirven como reflectores.

1 pantalla semejante que sirve como deflector.



583 01

Zócalos de madera para recibir las pantallas y los hilos, que permiten hacerlos girar alrededor de un eje. Uno de los zócalos de madera puede recibir una pantalla de forma parabólica.

#### Accesorios suplementarios:

562 11 **Núcleo y culata.**

562 12 **Armadura de fijación.**

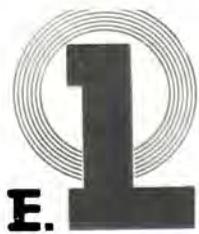
562 14 **Bobina primaria** de 500 espiras para derivación sobre corriente alterna 110 voltios.

562 15 — de 1000 espiras para derivación sobre corriente alterna 220 voltios.

562 16 **Bobina secundaria** de 10 000 espiras.  
(Nos. 562 11—16 ver también pág. 177 transformador.)

581 78 **Rejilla de polarización** en marco de 60 X 60 cm.

532 01 **Galvanómetro con espejo** (ver pág. 151).



## Electricidad

### Oscilaciones eléctricas · Oscilógrafos

#### Oscilógrafo de demostración.

La utilización de un oscilógrafo de demostración es de una necesidad absoluta para el estudio de las oscilaciones eléctricas.

- 1° El oscilógrafo permite representar frecuencias comprendidas entre límites suficientemente anchos.
- 2° El sistema de proyección forma un todo con el sistema oscilante y no exige más que un solo ajustamiento.
- 3° Las corrientes sumamente débiles, tales como las que se usan en radioelectricidad, pueden ser proyectadas sobre la pantalla en curvas cuya amplitud es del orden del decímetro.
- 4° En cuanto al punto de vista mecánico, el aparato es de una construcción tan sólida que todo peligro de deterioración queda, por decirlo así, excluido.

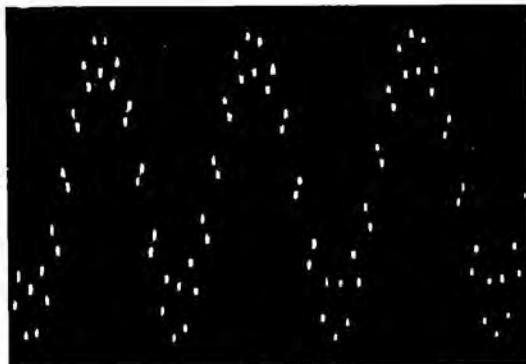


Fig. 3.  
Superposición de corrientes alternas de 50 y de 775 periodos.

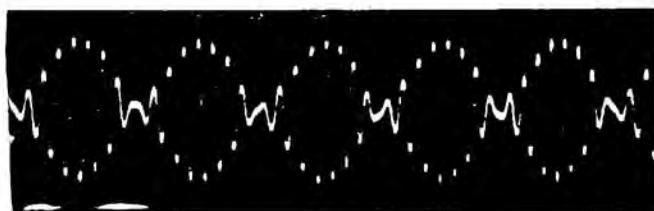


Fig. 4.  
Fenómeno de interferencia (pulsaciones producidas por dos corrientes alternas).

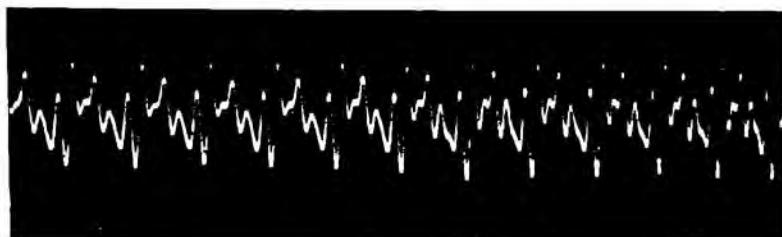


Fig. 5.  
Oscilograma de una vocal a.

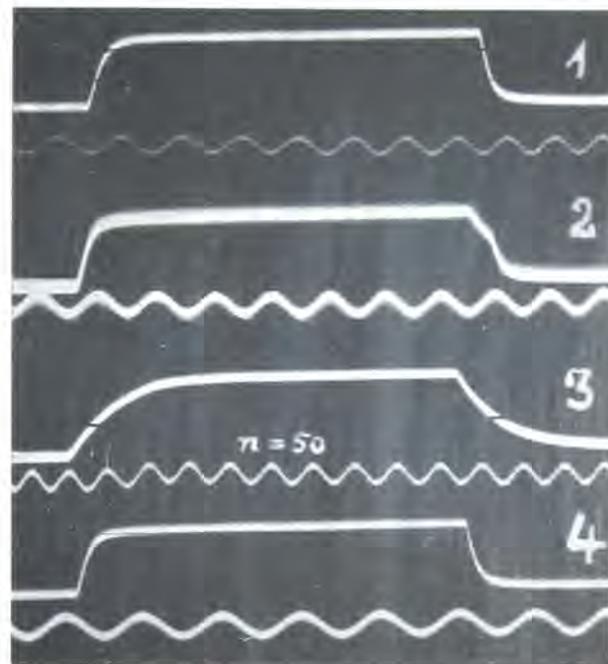


Fig. 1.  
Diversos fenómenos de cierre y de rotura de circuito. Dependencia de self y de resistencia.

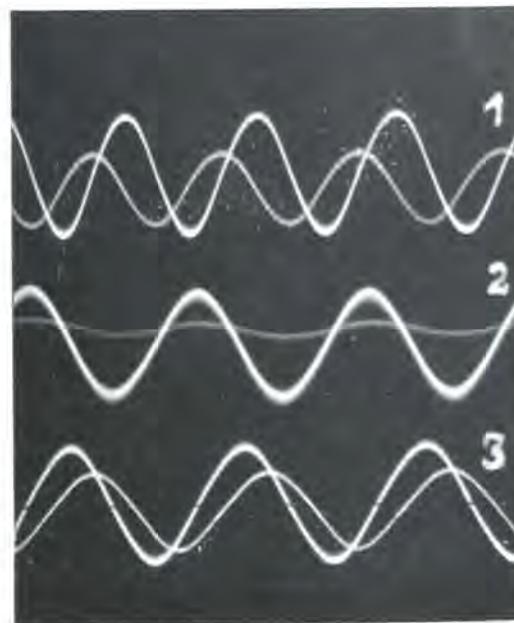


Fig. 2.  
Desplazamiento de fases y de resonancia.



Fig. 6. No. 571 01 sobre el no. 571 03  
Oscilógrafo sobre trípode.

Fig. 7.  
No. 571 12  
Espejo giratorio  
con movimiento  
de relojería.



Fig. 8. No. 571 22 etc. Dispositivo completo.

## Electricidad

### Oscilógrafo de demostración

#### Descripción:

Las oscilaciones de una membrana telefónica son transmitidas al espejo oscilante por un sistema de enlace. La inclinación del espejo oscilante se gradúa mediante el tornillo «a», lo que permite obtener la proyección sobre la pantalla a la altura deseada. Como fuente luminosa se utiliza una lámpara de incandescencia especial de 6—8 voltios, dispuesta excéntricamente en el casquete giratorio «b». En el casquete «c» se halla un diafragma con una abertura circular o una hendidura. La luz que se escapa de este diafragma es dirigida, primero, sobre un lente regulable, luego sobre el espejo oscilante que la refleja sobre el espejo giratorio, desde donde se envía, finalmente, a la pantalla. Al lado del espejo oscilante está colocado un segundo espejo que puede ser girado en todos los sentidos y que permite la proyección de una abscisa. Todo el sistema vibrante puede girar alrededor del eje «e». El conjunto del oscilógrafo y del alumbrado está montado sobre la articulación con rótula «g» y puede ser girado en todos los sentidos destornillando el tornillo «f». El oscilógrafo está provisto de un dispositivo con acción mecánica que amortigua las oscilaciones propias del mecanismo móvil. Este dispositivo amortiguador se pone en funcionamiento girando el tornillo «h» hacia la derecha.

#### Diferentes ejecuciones.

La figura 8 representa un dispositivo combinado que contiene un oscilógrafo y un espejo giratorio montados sobre una caja de madera. Esta combinación presenta para la enseñanza la ventaja de hacer ganar tiempo haciendo más rápidos los preparativos de los experimentos. Recomendamos el empleo de un transformador de 8 voltios al secundario para la alimentación de la lámpara de proyección, de un transformador de 20 voltios para el ajustamiento del oscilógrafo y de un potenciómetro. El esquema de montaje está dibujado sobre la caja del aparato. Solamente hay que efectuar las conexiones necesarias en los sitios indicados. El espejo hexagonal cuyas facetas miden 250 mm. sobre 64 mm. puede ser movido por la mano, por un movimiento de relojería o por un motor eléctrico universal. Un interruptor rotativo para la representación de fenómenos que se reproducen periódicamente, se ajusta sobre la caja del aparato en el lugar del espejo rotativo con facetas. Permite realizar combinaciones variadas de conmutación, de rotura y de cierre sucesivos de circuitos. El interruptor se gradúa de tal manera que el punto luminoso se halle exactamente en el sitio deseado de la pantalla en el momento en que se produce el contacto.



Fig. 9. No. 571 33  
Aparato para la demostración del desplazamiento de fases.



# E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL

## Electricidad

### Terreno de utilización.

El oscilógrafo de demostración permite representar frecuencias que alcanzan hasta 3000 períodos. Al objeto de obtener una amplitud lo más grande posible, la frecuencia de las oscilaciones propias ha sido escogida baja (unos 300 a 400). El experimento ha mostrado que esta frecuencia propia relativamente baja no presenta inconvenientes para la enseñanza, gracias en particular a la posibilidad ofrecida por el dispositivo amortiguador. De esta manera las oscilaciones propias que deformarían el trazado de la curva en el estudio de los fenómenos de abertura y de cierre de circuitos son prácticamente insensibles. En las instrucciones detalladas sobre el modo de empleo no. 571 91 se encontrarán las descripciones de 50 experimentos, acompañadas de indicaciones detalladas sobre los dispositivos realizados y los accesorios utilizados para estos experimentos.



Fig. 10.  
No. 586 26 Instalación  
de demostración  
(circuito microfónico).

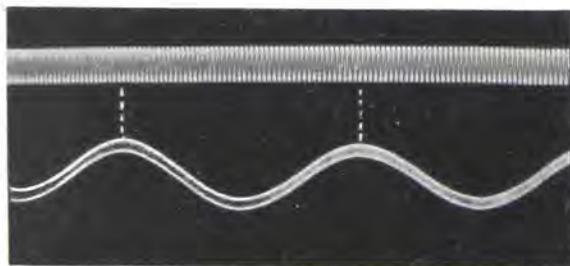


Fig. 11. Generador de lámparas 2500 períodos  
y corriente alterna 50 períodos.

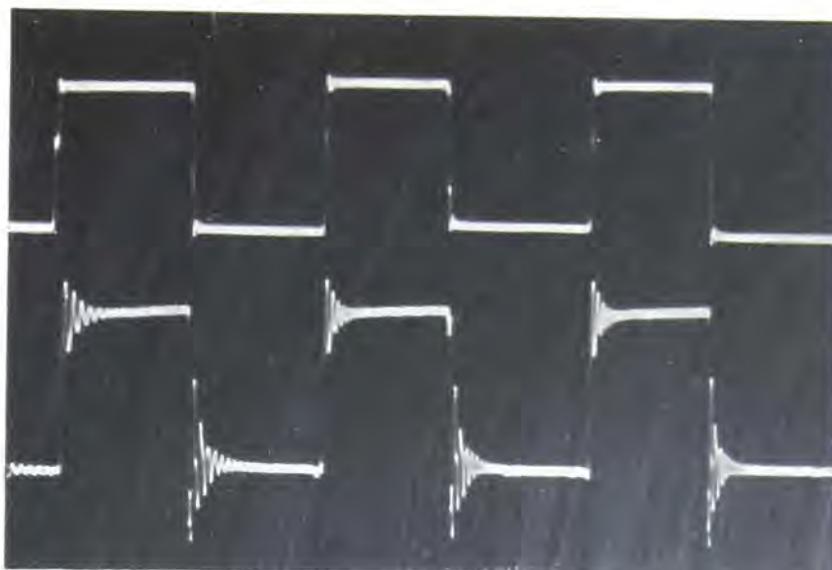


Fig. 12. Oscilograma de cortes de una corriente continua con y sin amortiguamiento.

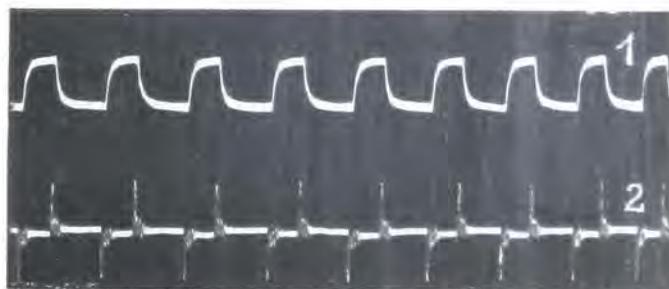


Fig. 13. Oscilograma de una bobina de inducción sin condensador.

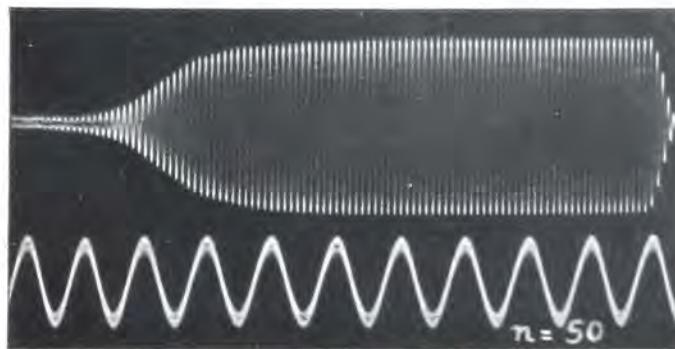


Fig. 14. Período de encendido de una válvula osciladora.

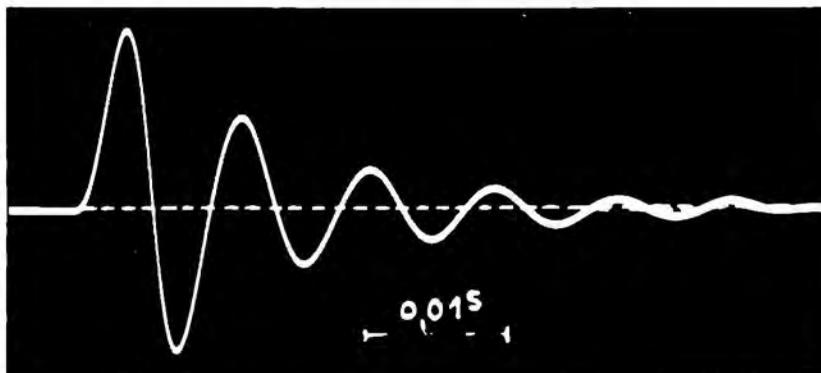


Fig. 15. Descarga de un condensador.



## **Electricidad**

### **Oscilaciones eléctricas**

#### **Experimentos con el oscilógrafo de demostración**

En los experimentos abajo descritos se utilizan **resistencias de deslizamiento** que tienen las características siguientes:

No. 537 05 — 35 ohmios, 3 amperios.

No. 537 03 — 265 ohmios, 1,2 amperio.

No. 537 01 — 4260 ohmios, 0,3 amperio.

Como selves se pueden utilizar las bobinas de nuestro transformador desmontable.

#### **Experimentos realizables con un oscilógrafo**

- 1° Proyección de la curva de la corriente alterna de la red.
- 2° Proyección de la curva de una corriente no senoidal.
- 3° Curva de corriente continua de cierre y de rotura.
- 4° Acción de una galena como rectificador.
- 5° Corriente primaria de una bobina de inducción con y sin condensador.
- 6° Determinación de una frecuencia desconocida por superposición con otra frecuencia conocida.
- 7° Corriente de cierre de una lámpara con filamento de carbón.
- 8° Corriente de cierre de una lámpara con filamento metálico.
- 9° Corriente que atraviesa una lámpara de neon.
- 10° Carga y descarga de un condensador.
- 11° Variación de las oscilaciones de un vibrador.
- 12° Lámpara de arco con corriente alterna (resistencia 20 ohmios, 10 amperios).
- 13° Acción de una válvula como rectificador.
- 14° Observación de las descargas atmosféricas (tempestades).

#### **Experimentos con los accesorios del oscilógrafo**

- 15° Acción de una self en un circuito recorrido por una corriente continua.
- 16° Variación de la tensión en una self.



## **Electricidad**

### **Oscilaciones eléctricas**

#### **Experimentos con los accesorios del oscilógrafo**

- 17° Variación de una corriente continua en el cierre y en la abertura del circuito, en razón a la relación resistencia: self.
- 18° Curva de cierre de una corriente alterna que alimenta un solenoide con un núcleo de hierro.
- 19° Descarga de un condensador a través de una self.
- 20° Demostración de la fórmula de Thomson.
- 21° Descarga de un condensador a través de una self y una resistencia.
- 22° Tensión de resonancia en un circuito oscilante. Oscilaciones de la corriente de un arco eléctrico.
- 23° Observación de las armónicas de la corriente alterna de la red. Tensión parcial a la self y condensador en concordancia.
- 24° Componente de la corriente alterna producida por un generador de corriente continua.
- 25° Doblamiento de la frecuencia.
- 26° Válvula montada en audión.
- 27° Válvula en un montaje de emisión.
- 28° Excitación de las oscilaciones de una válvula por conexión de self.

#### **Experimentos acústicos**

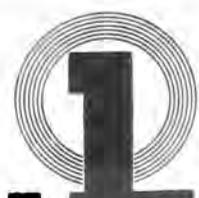
Para efectuar el experimento no. 29 es necesario tener: una instalación microfónica no. 586 26, pág. 202.

Para efectuar los experimentos 30 y 31 se precisan, además, dos diapasones no. 414 72, pág. 94.

- 29° Representación de ruidos, de sonidos, de la voz, de la música, con un micrófono.
- 30° Representación de las vibraciones de diapasones con un micrófono.
- 31° Representación de pulsaciones.

#### **Experimentos con dos oscilógrafos**

- 32° Determinación de una frecuencia por comparación con una frecuencia conocida.
- 33° Desplazamiento de fases en un circuito alterno.
- 34° Cambio de fases en caso de resonancia.



## **Electricidad**

### **Oscilógrafo de demostración**

Recomendamos especialmente los equipos oscilográficos completos nos. 571 22 ó 571 23.

- 571 01 **Oscilógrafo con sistema oscilante y con espejo.** Para frecuencias que van hasta 3000, compuesto de un sistema oscilante con membrana, con dispositivo de alumbrado fijo a permanencia, con diafragma con hendidura y con punto, dispositivo que facilita la proyección de una línea origen. Resistencia del sistema magnético 3000 ohmios, tensión necesaria para el funcionamiento 5—20 voltios. El aparato entero está montado sobre junta con rótula que permite orientarlo en todos los sentidos y puede ser montado en un soporte de 13 mm. de diámetro. Una lámpara especial de 6—8 voltios, 15 vatios, va junta con el aparato. (Fig. 6, página 198).
- 571 02 **Lámpara de recambio,** 6—8 voltios, 15 vatios.
- 571 03 **Soporte** para el no. 571 01, de 13 mm. de diámetro, sobre trípode, con bornas de empalme. (Fig. 6, pág. 198.)
- 571 12 **Espejo giratorio de precisión,** con movimiento de relojería de precisión, montado en caja de madera, con doble transmisión de ruedas para 2 velocidades, regulable entre los límites de 30 a 100 revoluciones por minuto. (Fig. 7 y 8, pág. 198.)
- 571 21 **Dispositivo oscilográfico,** comprendiendo un oscilógrafo no. 571 01 con soporte de 13 mm. de diámetro, montado sobre una caja. Dentro de la caja está montado un transformador para tensión primaria de 110 y 220 voltios, dando 6 a 8 voltios al secundario y 5 amperios, para la alimentación del dispositivo de alumbrado del oscilógrafo, y, además, 20 voltios al secundario y 0,1 amperio, con potenciómetro para dar la tensión alterna necesaria para el funcionamiento del oscilógrafo. El aparato posee también un conmutador para la corriente de alumbrado de 6 a 8 voltios. Está provisto de un amperímetro hasta 30 amperios. El esquema de conexiones para todos los equipos está pintado sobre la caja.
- 571 22 **Dispositivo oscilográfico completo** comprendiendo los nos. 571 21 y 571 12 sobre un zócalo común. (Fig. 8, pág. 198.)
- 571 23 — con dos oscilógrafos no. 571 01.

### **Aparatos auxiliares**

- 586 26 **Dispositivo microfónico** compuesto de un micrófono con un auricular grande, miliamperímetro y transformador para frecuencias musicales. El aparato es montado sobre un trípode o puede ser fijado en un tablero mural. Tensión de alimentación del micrófono 4—6 voltios corriente continua. (Fig. 10, pág. 199.)
- 571 33 **Dispositivo para la demostración del desplazamiento de fase,** debido a la introducción de una self o de una capacidad, constituido por una caja de madera, conteniendo una bobina de self de 450 ohmios de resistencia, una resistencia sin self de 450 ohmios, un potenciómetro para el oscilógrafo, un condensador de 2 microfaradios y 2 conmutadores especiales; derivación sobre una corriente alterna 20 voltios. (Fig. 2, pág. 197, y Fig. 9, pág. 198.)



## Electricidad

### Oscilógrafo de demostración

#### Aparatos auxiliares

- 571 42 **Interruptor rotativo** que se monta en el espejo giratorio y que se emplea para la demostración de la carga y de la descarga de un condensador y para el estudio de los fenómenos que se reproducen periódicamente.
- 571 43 **Condensador 10  $\mu$ F** con bornas y dos hilos de conexión.
- 571 44 **Gran bobina de inducción**, con núcleo de hierro, con bornas y dos hilos de conexión.
- 571 51 **Doble circuito oscilante**, comprendiendo: 1 tablero para el montaje con esquema de montaje pintado, 450 X 325 mm., 2 casquillos de lámpara con resistencia de alimentación, un dispositivo para el montaje de una bobina con núcleo de hierro dulce, bornas de derivación e hilos de conexiones.
- 571 52 **2 bobinas** para los aparatos arriba indicados, 5000 espiras cada una, divididas exactamente en el centro, con hilos de derivación y clavijas.
- 571 53 **Bobina**, 2500 espiras con dos hilos de derivación y clavijas para emplear con el no. 571 51.
- 571 56 **Juego de condensadores**, compuesto de: 2 condensadores 10 000 cm., 2 condensadores 30 000 cm., 2 condensadores 60 000 cm. y 2 condensadores 90 000 cm., con clavijas de empalme para emplear con el no. 571 51.
- 571 57 **Condensador** con capacidad variable para emplear con el no. 571 51.
- 571 58 **2 válvulas osciladoras.**
- 571 91 **Modo de empleo ilustrado.**
- 
- 575 41 **Tubo oscilográfico con luz catódica.** La longitud de la luz negativa que cubre un cátodo filiforme es proporcional a la intensidad de la corriente.
- 575 42 **Soporte** para el tubo anterior.
- 560 43 **Oscilógrafo de lazo** según Lemoine, para corriente alterna, con 2 pequeños lazos, para mostrar el desplazamiento de fase debido a una self o a una capacidad. Apropiado para las frecuencias usuales de las redes. Para emplear con el transformador ver página 175.



575 41 y 575 42.



560 43 con el transformador página 175.



**E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL**

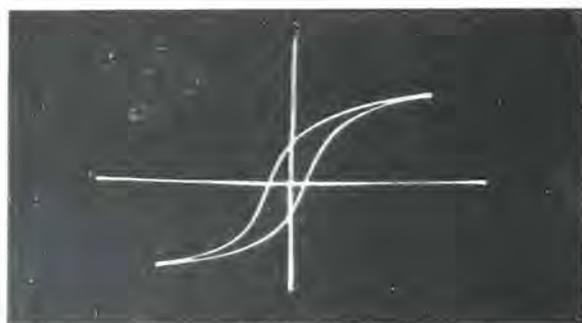
## Electricidad

### Oscilaciones eléctricas

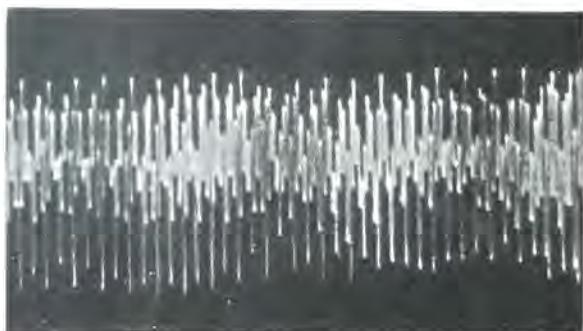
**Oscilógrafo de rayos catódicos para la enseñanza, comprendiendo:**

**575 02 Tubo de rayos catódicos** con catodo incandescente, con pantalla fluorescente de 18 cm. de diámetro y 2 pares de placas de desviación, 1 dispositivo de empalme con la red para alimentar el tubo con una tensión de anodo de 2000 voltios para el empalme directo con la corriente alterna. (Fig.)

(Al pasar pedido sírvanse indicarnos la tensión y la frecuencia de la corriente alterna.)



Curva de histéresis de hierro muy remanente.



Vocales con acompañamiento de orquesta.



575 02

El oscilógrafo produce imágenes suficientemente claras de manera que un oscurecimiento de la cámara se hace superfluo. Por el empalme fuerte del tubo con el dispositivo de derivación a la red se evitarán los acoplamientos falsos. El dispositivo de derivación a la red prevé solamente la regulación de la intensidad del punto luminoso, de modo que es imposible que el catodo sea fundido por descuido. Un zócalo especial puesto en el sitio del tubo de rayos catódicos permite tomar una tensión fija de alrededor de 2000 voltios así como una tensión graduable entre 0 y 1100 voltios para experimentos electroestáticos.

**575 06 Dispositivo** para el oscilógrafo que permite obtener directamente sobre la pantalla del tubo oscilogramas completos, con desviación proporcional al tiempo sobre el diámetro entero de la pantalla, oscilaciones variables entre alrededor de 1 y 10 000 períodos y minuciosamente regulables, adaptado para la derivación a la red de corriente alterna, por medio de un acumulador de 4 voltios.

Este aparato permite igualmente una desviación temporal aperiódica a una velocidad previamente graduable, por accionamiento de un pulsador o del impulso de tensión para la demostración de conexiones, descargas etc.

(En caso de pedido, sírvanse indicarnos la tensión y la frecuencia de la corriente alterna.)

Para la observación de las imágenes de oscilación puede ser empleado el espejo rotativo no. 571 12 (ver página 198 y 202); sin embargo, el dispositivo no. 575 06 es más recomendable.



## Medida de magnitudes de espacio y de tiempo

311 02 **Regla** de 1 m. de largo, graduación en milímetro solo en un lado; los centímetros pintados de colores diferentes, sin números. (Fig.)

311 03 — más sencilla aun, los centímetros sin pintar. (Fig.)

311 07 **Regla** grabada sobre placa de vidrio con numeración, dividida en milímetros, de 30 cm. de largo; anchura de la placa de vidrio 4 cm.; espesor 5 mm.

311 22 **Regla vertical**, con corredera e índice, sobre pie de hierro, para medir diferencias de altura entre puntos que no están sobre una misma vertical. (Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural.)

311 26 **Modelo de nonius por adición y por diferencia**, de madera, sobre pie de hierro. (Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural.)

311 27 — de madera, de 1 m. de largo. (Fig.)

311 51 **Calibre** de 20 cm. de largo, con nonius. (Fig.)



311 02



311 03



311 26



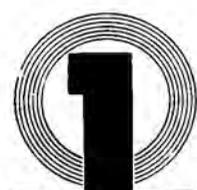
311 27



311 51



311 22



**E. LEYBOLD'S NACHFOLGER, KÖLN-BAYENTAL**

## Medida de magnitudes de espacio y de tiempo



311 52

311 52 **Calibre** para medida de orificios y de profundidad.  
(Fig.  $\frac{1}{2}$  del tamaño natural.)

311 76 **Cinta métrica** de acero, en estuche metálico de 2 m. de largo.  
(Fig.  $\frac{2}{3}$  del tamaño natural.)

311 81 **Micrómetro** para medir el grosor de planchas alambres etc. precisión 0,01 mm., con cabeza de deslizamiento, de modo que al usarlo solo puede ejercerse una presión limitada. Máxima abertura 15 mm.  
(Fig.  $\frac{2}{3}$  del tamaño natural.)

311 86 **Esferómetro** para medir el grueso de placas, así como el radio de curvatura de lentes cóncavas y convexas. Paso de rosca de  $\frac{1}{2}$  mm., distancia entre los pies unos 50 mm. Para medidas hasta 20 mm. Precisión 0,002 mm. Con cabeza de deslizamiento.  
(Fig.  $\frac{1}{2}$  del tamaño natural.)

313 21 **Contador de vueltas**, niquelado, que puede girar a derecha e izquierda. Con cojinete de bolas y punta de goma. En estuche.  
(Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural.)



311 76



313 21



311 81



311 86



## Medida de magnitudes de espacio y de tiempo

313 11 **Metronomo**, según Mälzel. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tam. natural.)

313 06 **Cronómetro de segundos**, indicando  $\frac{1}{5}$  de segundo, remontoir, parada automática y retroceso al cero. (Fig.  $\frac{1}{2}$  del tamaño natural.)

313 05 **Contador de detención a segundos**, en caja de metal, zócalo de madera, para la verificación de 1 a 60 segundos y de 1 a 60 minutos, con círculo de minutos dentro, palanca de detención, ajustamiento de la puesta en marcha por presión sobre el botón de arriba; sin señal de alarma. Diámetro de la caja 20 cm. Duración de marcha 36 horas. (Fig.)

336 72 **Cronoscópio eléctrico de demostración**, alimentado por corriente alterna (220 V., 50 períodos), longitud de las manecillas 15 cm. La esfera permite leer los minutos, segundos y cinco centésimos de segundo. (Fig.)

El sistema indicador está comunicado con el mecanismo de accionamiento por un electro-ímán, alimentado por corriente continua bajo 4 voltios (por una batería de acumuladores o por una pila de lámpara de bolsillo). Un botón colocado en el circuito sirve de contacto de paro. Al cerrar el circuito, las manecillas se ponen en movimiento; se paran cuando se corta el circuito. El mando eléctrico del cronoscópio presenta ventajas considerables: Primero es posible montar cierto número de experimentos, en los cuales el contacto de paro es accionado automáticamente, es decir independientemente del operador. El resultado de los experimentos es, pues, mucho más exacto, toda vez que el coeficiente personal del operador queda completamente eliminado. Este procedimiento se utiliza para los experimentos representados en las páginas 10 y 11. El cronoscópio se presta también a la graduación de un galvanómetro balístico o a otros experimentos idénticos.

Completado por un dispositivo registrador, el cronoscópio constituye un excelente aparato de medición para muy cortos intervalos de tiempo.

336 73 **Mecanismo registrador de tiempos** para completar el cronoscópio, que permite la medición de dos muy cortos intervalos de tiempo, con una precisión de  $\frac{1}{3000}$  de segundo.



31306



31311



31305



33672



## Medida de magnitudes de espacio y de tiempo

- 290 30 **Anteojos**, 13 aumentos, diámetro del objetivo 20 mm., provisto de cremallera, montado sobre un trípode con dos tornillos de nivelación. El anteojo puede moverse verticalmente y horizontalmente. (Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural.)
- 290 33 **Aparato de iluminación** con tres lámparas tubulares y escala de 80 cm. de largo, para fijar sobre el trípode del anteojo. (Se ruega indicar en el pedido la tensión de la corriente.) (Fig.  $\frac{1}{10}$  del tamaño natural.)
- 290 34 **Escala de madera** con tira de cartón blanco, provista de la división milimétrica y de números invertidos, largo 40 cm.
- 290 35 — largo 80 cm.
- 290 36 **Soporte de escala.**
- 290 75 **Catómetro.** El anteojo puede girar libremente alrededor de la columna vertical; está provisto de un objetivo de 28 mm. de abertura. El aumento es de 13 veces. (Fig.  $\frac{1}{7}$  del tamaño natural.)
- El anteojo está provisto de una cremallera, de un nivel de bola de aire y de un dispositivo para ajustar su horizontalidad; se pueden medir hasta 1000 mm. La división es en mm. Se lee el  $\frac{1}{10}$  mm. mediante un vernier. El ajustamiento se hace mediante un tornillo.



290 30 y 290 33



290 75

## Balanzas

315 01 **Balanza** con dos platillos iguales y uno más corto para pesada hidrostática; sobre tablero. La cruz con los platillos y el fiel pueden colocarse a mayor o menor altura sobre el soporte vertical. Distancia máxima entre la cruz y la base del soporte = 50 cm., carga 250 gr., sensibilidad 10 mgr. (Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural.)

315 03 — con dos platillos iguales y uno más corto para pesada hidrostática. Sobre tablero, con disparador para la cruz. Carga 1000 gr. Sensibilidad 10 mg. La altura de las cuchillas sobre el pie es de 47 cm. La cruz descansa sobre plano de ágata. Con plomada y una pequeña plataforma de altura variable. El fiel y la escala en el frente y en la parte de atrás. (Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural.)

315 31 **Colección** de pesas, especial para pesadas más exactas. Pesas desde 1 gr. niqueladas, las fraccionarias, con cubierta de cristal y pinzas. En caja de madera. De 1 mg. a 200 gr. para la balanza no. 315 01. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

315 32 — de 1 mg. a 1000 gr. para la balanza no. 315 03. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)



31501



31531/32



31503



## Aparatos y material para uso universal

### Partes constitutivas de soportes

Podría suponerse que debido a todos los progresos de la técnica, que han nacido, sin embargo, en los laboratorios, todos los accesorios que se utilizan en ellos han sido perfeccionados en la misma medida. No obstante, cuando uno comprueba que en nuestros días se emplean todavía en los laboratorios los mismos utensilios como hace varias decenas de años, este es muy asombroso. Pero es el caso, que el hombre del laboratorio continúa trabajando con los mismos utensilios; parece que se ha acostumbrado a sus imperfecciones y que considera como inevitables las molestias que ellos le causan.

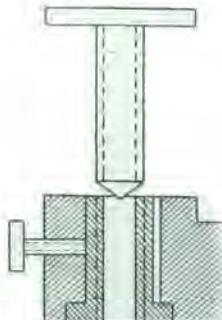
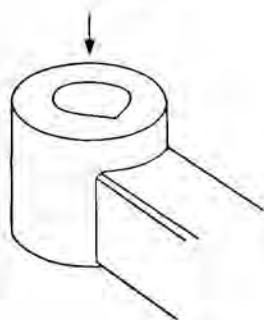
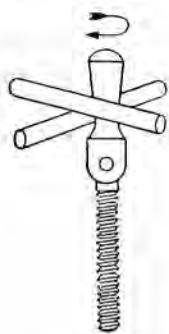
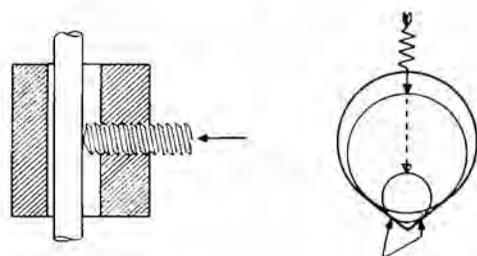
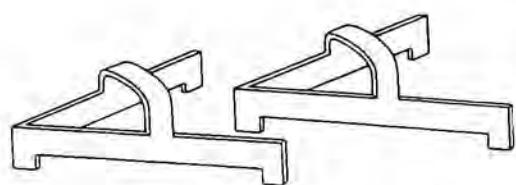
Nuestros soportes modernos cuyo empleo está muy difundido permiten economizar un tiempo considerable y evitar numerosas molestias, toda vez que satisfacen todas las exigencias.

Los trípodes tienen una estabilidad perfecta, los soportes y las pinzas conservan la posición para la cual han sido ajustados.

Aunque de fácil manejo, pueden soportar grandes cargas y ser utilizados en combinación con otros aparatos de laboratorio.

Las figuras abajo indicadas muestran que el ajustamiento de estos dispositivos a sido basado exclusivamente en los requisitos de la práctica y que ha tenido en cuenta todas las necesidades.

### Trípodes



#### a) Trípode en forma de V de gran estabilidad.

El trípode en forma de V descansa únicamente en sus tres extremos. Es, por lo tanto, muy estable y no puede balancear. Los dos brazos están unidos mediante un estribo. En razón a su forma y a pesar de sus grandes dimensiones estos trípodes pueden ser empotrados los unos en los otros.

Para aumentar la estabilidad del trípode este está construido de hierro macizo.

#### b) Agujero central con entalladura triangular que sirve para recibir la columna.

Las diferentes columnas del soporte son intercambiables, se fijan en un agujero alargado, con entalladura triangular en el estribo del trípode. Al introducir o fijar una columna, ésta viene a apoyarse en la entalladura en dos puntos. Este dispositivo permite utilizar columnas de un diámetro cualquiera hasta 13 mm. máximo y asegura su centraje.

#### c) Tornillo articulado que sirve para fijar la columna.

Las diferentes columnas se fijan mediante un tornillo cuya cabeza está articulada. Cuando esta última está puesta normalmente, el tornillo puede ser girado rápidamente, hasta cuando la maniobra sea estorbada por otros aparatos previamente montados. Haciendo balancear la cabeza del tornillo es posible, debido al gran brazo de palanca, asegurar fuertemente el afianzamiento definitivo.

#### d) Agujeros hechos en los extremos del trípode y destinados a recibir tornillos de nivelación.

Los tres extremos del trípode están, igualmente, perforados con entalladura triangular, siendo posible introducir en los agujeros otros columnas o manguitos destinados a recibir tornillos de nivelación. De este modo se puede, pues, ajustar la posición del soporte horizontalmente o verticalmente, cuando la mesa no esté exactamente horizontal. Pequeños desplazamientos, que resultan necesarios en el curso del montaje, se efectúan fácilmente mediante estos tornillos de nivelación.

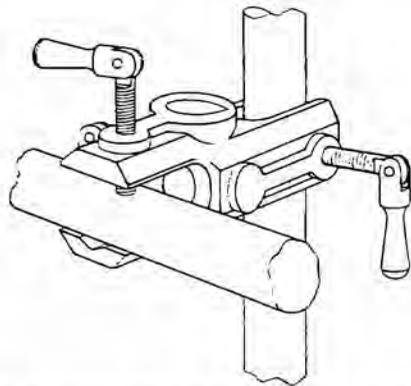


## Aparatos y material para uso universal

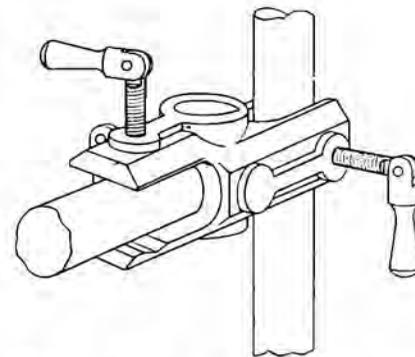
### Partes constitutivas de soportes

#### Doble tuerca universal

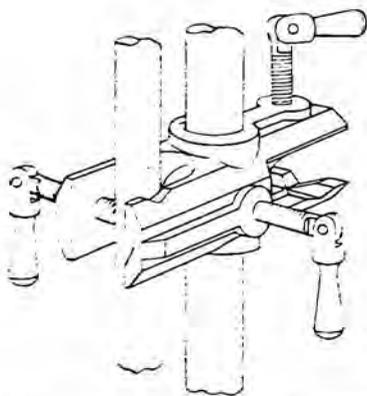
Permite fijar columnas o placas en posición perpendicular, oblicua o paralela con relación a la columna principal, así como la ensambladura de varias columnas o de varias placas unas con otras.



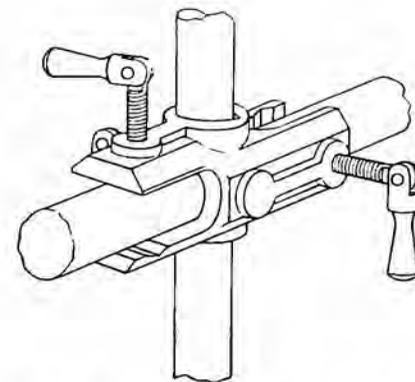
Doble tuerca universal con ejes cruzados.



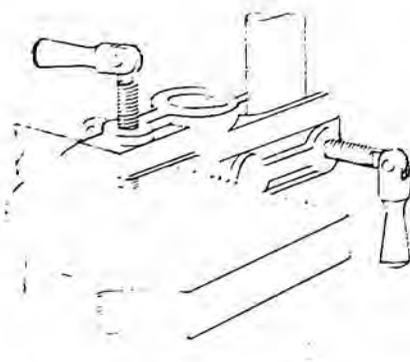
Doble tuerca universal con ejes perpendiculares.



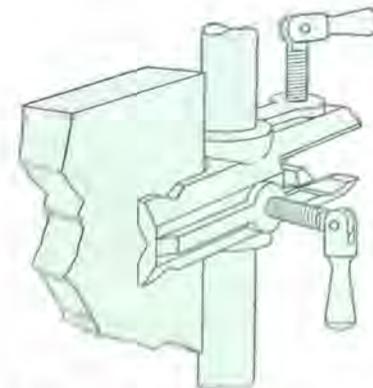
Doble tuerca universal con ejes paralelos.



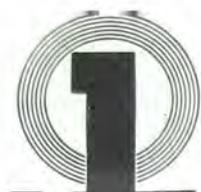
Doble tuerca universal con ejes perpendiculares.



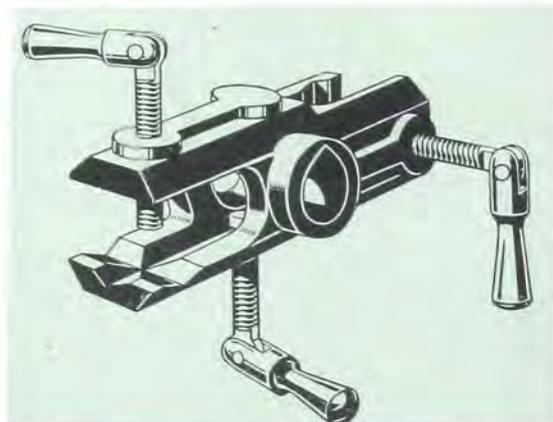
Doble tuerca universal con columna y tablero horizontal.



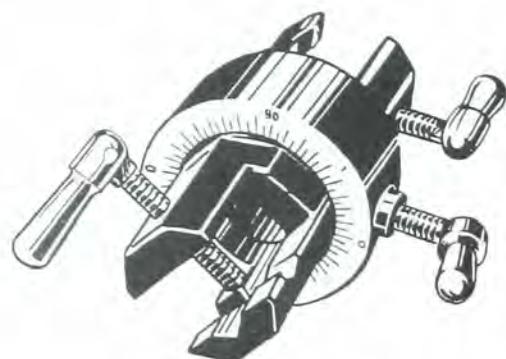
Doble tuerca universal con columna y tablero vertical.



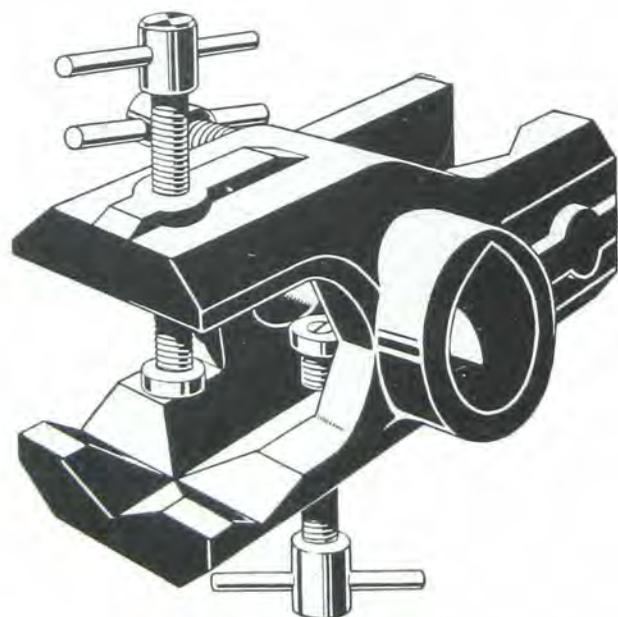
## Aparatos y material para uso universal



301 05, página 213



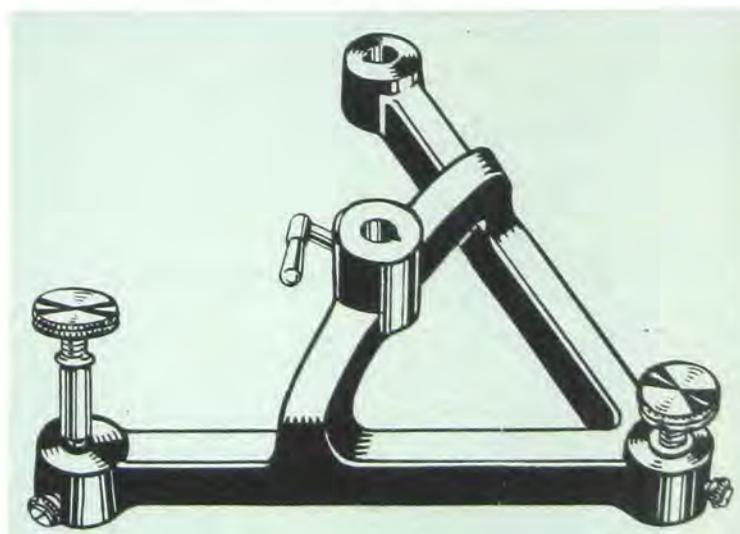
301 03, página 213



301 04, página 213

### Partes constitutivas de soportes

- 300 01 **Tripode** con brazos de 280 mm., peso 3 kilos. (Fig.)
- 300 02 — con brazos de 200 mm., peso 1,3 kg. (Fig.)
- 300 03 — con brazos de 150 mm., peso 0,8 kg. (Fig.)
- 300 31 **Tornillos de nivelación** con manguitos y tornillos de sujeción para el tripode no. 300 01. (Fig.)
- 300 32 — para los tripodes nos. 300 02/03. (Fig.)
- 300 33 **Tornillos** que sirven para sujetar una columna colocada en uno de los agujeros laterales del tripode. (Fig.)
- 300 42 **Columna** de acero, diámetro 13 mm., largo 500 mm.
- 300 44 — largo 1000 mm.
- 300 62 — de aluminio especial que tiene la misma rigidez que el acero, largo 500 mm.
- 300 64 — largo 1000 mm.



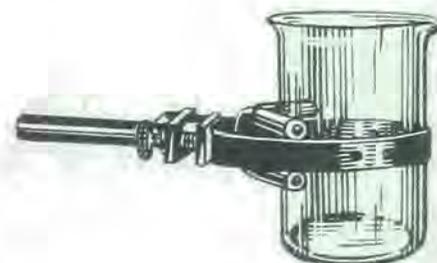
300 01—03 con 300 31—33.



## Aparatos y material para uso universal

### Partes constitutivas de soportes

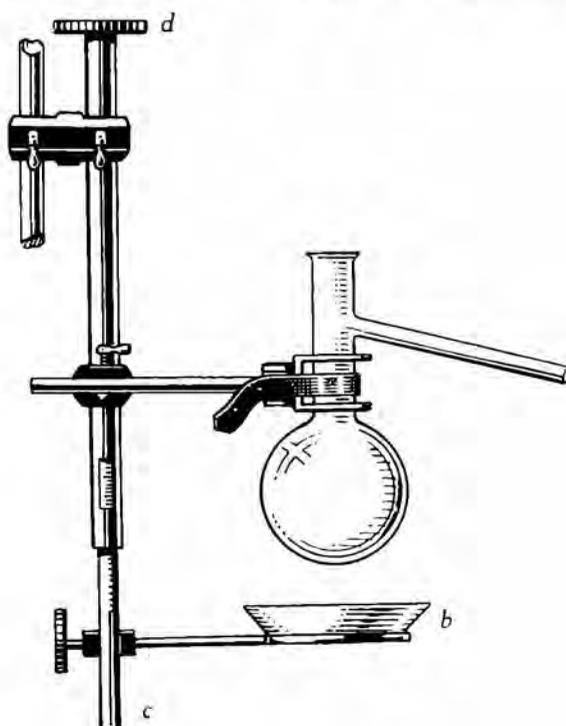
- 301 05 **Doble tuerca universal** con dos pinzas perpendiculares y una abertura central que permite recibir diferentes columnas en posición horizontal o vertical. Peso 0,15 kg. (Fig.  $\frac{1}{2}$  del tamaño natural, página 212.)
- 301 03 — con pinzas giratorias y graduación en grados, pero sin abertura central. Peso 0,220 kg. (Fig.  $\frac{1}{3}$  del tamaño natural, página 212.)
- 301 04 — modelo grande de 40 mm. de abertura, que puede ser utilizado igualmente como pinza de mesa, peso 2,025 kg. (Fig.  $\frac{1}{2}$  del tamaño natural, página 212.)
- 301 61 **Columna con tornillo micrométrico** y vernier regulable entre 280 y 380 mm. de largo, que permite hacer variar con precisión las posiciones respectivas de diferentes aparatos. (Fig.)  
El balón de destilación «a» es fijado en la columna con tornillo micrométrico mediante la pinza no. 301 71. Supongamos, p. e., que deba ser caldeado mediante el baño de metal «b» fijado en la columna «c».  
Cuando se haya fundido el metal se levanta lentamente el baño haciendo girar el tornillo «d» hasta que el fondo del balón se sumerja en el metal.  
La altura del baño puede ser leída en cada instante en el vernier y, por consiguiente, en caso de interrupción del experimento es fácil reponerse exactamente en las mismas condiciones.
- 301 71 **Pinza para tubos de vidrio o para cuerpos cilíndricos**, en forma de horquilla, con collar-tensor, que permite fijar objetos de 5 a 100 mm. de diámetro. (Fig.  $\frac{1}{3}$  y  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural.)



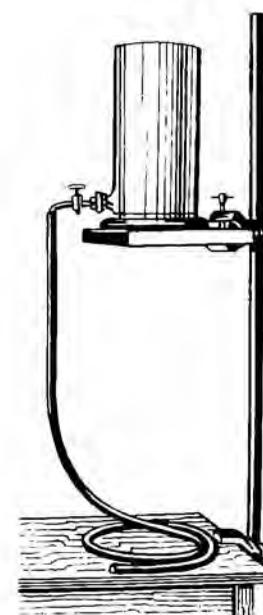
301 71



301 71



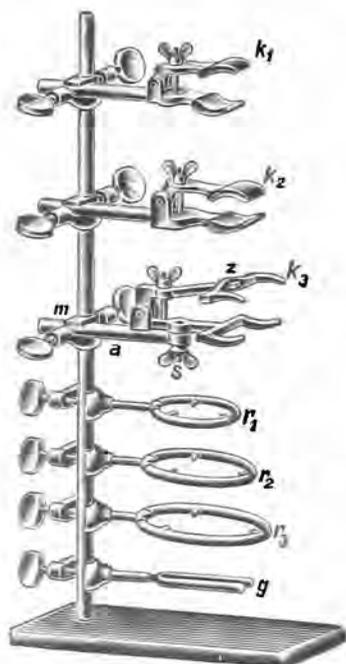
301 61 con 301 71



Recipiente cargado, fijado mediante dos dobles tuercas universales no. 301 04



## Aparatos y material para uso universal



30289

302 89 **Soporte universal de Bunsen**, modelo de uso corriente, de hierro. Completo con las piezas a—i. (Fig.)

Constituido por:

- a) Soporte con pie cuadrado, de 22 X 13 cm., con el vástago de 70 cm. de largura y 13 mm. del diámetro.
- b) Pinza  $k_1$ , pequeña.
- c) "  $k_2$ , mediana.
- d) "  $k_3$ , grande.
- e) Tres abrazaderas dobles  $m$ .
- f) Aro  $r_1$ , pequeño.
- g) "  $r_2$ , mediano.
- h) "  $r_3$ , grande.
- i) Horquilla  $g$  para colocar el mechero de Bunsen.

302 90 **Pinza para buretas**, con tuerca, para el soporte de Bunsen. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)

302 91 **Doble tuerca universal** móvil en todas direcciones. (Fig.  $\frac{1}{6}$  del tamaño natural.)



30290

309 63 **Tabla** para trabajar con mercurio, de 60 X 40 cm., con orificio de salida cerrado por un tapón de goma.

Cuando las mesas de trabajo no están dispuestas para ello, es imprescindible una tabla para trabajos con mercurio. Las suministramos del tamaño que se nos pida, á precios baratísimos. Pueden utilizarse además dichas tablas para colocar aparatos que deban guardarse llenos de mercurio (aparato de Mariotte, termómetro de aire etc.).



30679

306 79 **Frasco para mercurio** con tapón esmerilado, provisto de pico. (Fig.  $\frac{1}{5}$  del tamaño natural.)

315 36 **Pesas** de hierro, con ganchos para colgarlas. (Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural.)



30679



31536



## Accesorios para experimentos eléctricos

Las viejas bornas de tornillo se han visto, en estos últimos años, rápidamente reemplazadas por las clavijas de banana y las bornas pinza-láminas. Quienquiera haya tenido, una vez, en sus manos una de estas clavijas, no querrá trabajar con los sistemas antiguos. Por este motivo hemos equipado todos nuestros aparatos, con las clavijas modernas. Allí donde ello no se haya hecho aún, se puede efectuar el cambio con facilidad gracias a la pieza no. 501 81. La punta de las clavijas se ajusta tanto a las bornas colocadas en los aparatos como al manguito aislado que lleva cada clavija, de manera que se pueden realizar tantas conexiones como se desee en una sola borna. La clavija no. 501 51 merece una atención particular, en razón a su protección que evita los riesgos del corto-circuito.

501 50 **Clavija de banana** especial para sujetar hilos y cables, taladro de 4 mm. (Fig.  $\frac{1}{1}$  del tamaño natural.)

501 51 **Borna pinza-láminas** con paso de hilo lateral, diámetro 4 mm., 25 amperios, con tapón protector en negro, azul o blanco. (Fig.)

501 61 **Cubierta protectora** de materia aislante, para clavijas de 4 mm.

501 63 **Hilo aislado al caucho**, de un diámetro que corresponde a las clavijas de 4 mm., para carga continua de 10 amperios, durante tiempos muy cortos hasta 20 amperios.

501 65 **Bobina de cable** con 20 m. de hilo aislado al caucho, para carga continua de 10 amperios.

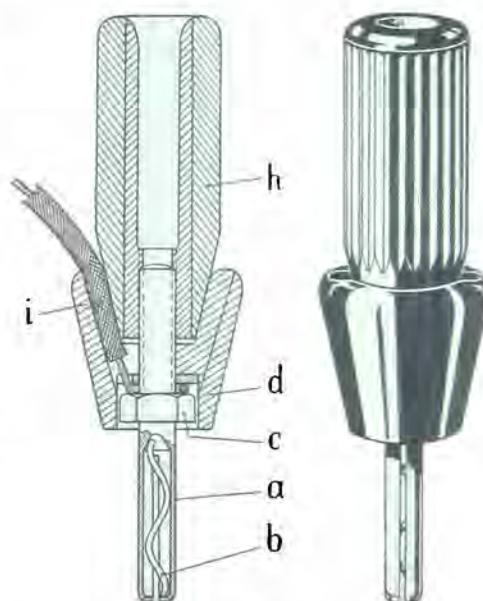
501 81 **Pieza de unión** para los nos. 501 50 y 501 51. (Fig.)

501 82 **Terminal de cable**, para montar bajo una borna. (Fig.)

501 83 **Borna en forma de pico** para empalmar un hilo. (Fig.)

501 84 **Porta-electrodos** para fijar los electrodos con rosca de juntura. (Fig.  $\frac{1}{1}$  del tamaño natural.)

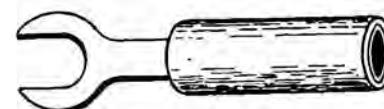
501 85 **Bornas** para conexión por hilos y clavijas, con anillo-resorte de seguridad que impide que se destornille la borna. (Fig.)



501 51



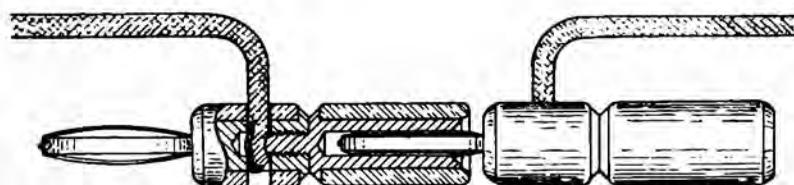
501 81



501 82



501 83



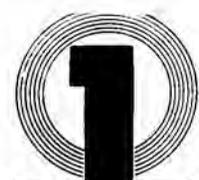
501 50



501 85



501 84



## Accesorios para experimentos eléctricos

501 91 **Hilos para montajes de laboratorio** con bornas pinza-láminas, largo 10 cm. (Fig.)

501 92 — largo 25 cm. (Fig.)

501 93 — largo 50 cm. (Fig.)

501 94 — largo 100 cm. (Fig.)

501 96 **Colgador** para suspender los hilos de conexión. (Fig.  $\frac{1}{8}$  del tamaño natural.)

502 22 **Bornas** con dos tornillos que permiten el montaje de 2 hilos. (Fig.  $\frac{1}{1}$  del tamaño natural.)

505 02 **Papel girasol** que permite reconocer fácilmente y rápidamente el polo positivo y el polo negativo. 100 tiras en caja metálica.

505 03 **Buscador de polo** que sirve al mismo tiempo para verificar la tensión, con pequeña lámpara al neon, utilizable para las tensiones de 80 a 400 voltios, en corriente continua o alterna. (Fig.  $\frac{1}{2}$  del tamaño natural.)

505 31 **Lámpara al neon**, para experimentos de óptica, que puede servir también como lámpara de señales, como lámpara buscadora de polo y para numerosos experimentos de electricidad. Con porta-lámpara Edison 27 mm.; móntase sobre 110 voltios, con resistencia adicional en la lámpara. (Fig.)

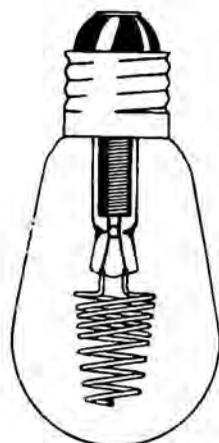
505 61 **Zócalo de lámpara Edison**, 27 mm., sobre tablilla con bornas.

505 62 — 14 mm.

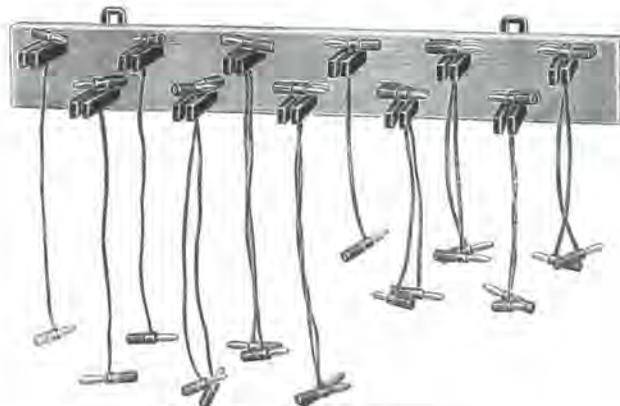
505 81 **Anteojos** para proteger los ojos cuando uno trabaja con el arco eléctrico o la lámpara de mercurio.



505 03



505 31



501 96 con 501 91/94.



502 22

# Índice

<b>A</b>	Página		Página
Aberración cromática . . . . .	114	Anillo de Gramme . . . . .	183
Absorción, Espectro de . . . . .	103	— de Pacinotti . . . . .	181
Accesorios para el aparato de rotación . . . . .	16, 30 y sig.	— de Thomson . . . . .	174, 177
— para experimentos eléctricos . . . . .	215, 216	— y perno (balística) . . . . .	9, 15
Acción de los vapores . . . . .	77	Anillos coloreados de Newton . . . . .	105, 119
— y reacción . . . . .	12	Anteojo . . . . .	208, 216
Acciones caloríficas . . . . .	60	Aparato de aros . . . . .	3, 4
— químicas de la corriente eléctrica . . . . .	165	— de August . . . . .	20
Aceite especial para bombas a vacío . . . . .	62	— de calefacción (calorimetría) . . . . .	69
Aceleración . . . . .	3 y sig.	— de compresión . . . . .	72
— angular . . . . .	3	— de galvanoplastia para cobrear . . . . .	165
Acetato de amilo, lámpara de — . . . . .	113	— de Hofmann . . . . .	165
Ácido nítrico, síntesis de — . . . . .	164	— de iluminación para el anteojo . . . . .	208
Acoplamiento para la colocación de la trompa a chorro de agua . . . . .	62	— de inercia . . . . .	5
Acumulación de la carga . . . . .	143	— de palanca . . . . .	16, 17
Acumuladores de níquel-hierro . . . . .	159	— de polarización . . . . .	120
Acústica . . . . .	87 y sig.	— de resortes para elasticidad . . . . .	22
Aerodinámica . . . . .	30 y sig.	— de T. S. H. . . . .	192 y sig.
Aeronáutica . . . . .	30 y sig.	— de Tesla . . . . .	172, 177, 190
Agua, electrolisis de — . . . . .	165	— de Tyndall . . . . .	63
—, máximo de densidad del — . . . . .	64	— para determinar el punto de congelación en los termómetros . . . . .	65
—, Trompas a chorro de — . . . . .	62	— para determinar el punto de ebullición en los termómetros . . . . .	65
Aguja de inclinación . . . . .	125	— para el estudio de ondas . . . . .	85
— eléctrica . . . . .	138	— para experimentos sobre las ondas cortas . . . . .	196
Agujas imantadas . . . . .	124 y sig.	— para la determinación de la re- lación de los calores específicos de los gases (cp/cv) . . . . .	70
Aire, experimentes al vacío . . . . .	52 y sig.	— rompe-vejigas . . . . .	55
— líquido, frasco de paredes doble para conservar el — . . . . .	73	Aparatos para la enseñanza de la electricidad . . . . .	153 y sig.
— líquido, globo para la conser- vación de — . . . . .	73	Aplanamiento, aro de — . . . . .	20
Alas para aeronáutica . . . . .	42, 43	Areómetros . . . . .	27
Alcance de los rayos $\alpha$ . . . . .	144	— para acumuladores . . . . .	159
Alta frecuencia . . . . .	190 y sig.	Armadura de circuito corto . . . . .	183
— tensión, transporte de energía . . . . .	171	Aro de aplanamiento . . . . .	20
— tensión, voltímetros de — . . . . .	148	Aros, aparato de — . . . . .	3, 4
Amalgama para electrostática . . . . .	136	Arquímedes, Principio de — . . . . .	26
Ambar, varilla de — . . . . .	136	Arriete hidráulico . . . . .	28
Amici, Prisma de visión directa . . . . .	103, 114	Astigmatismo . . . . .	102
Ampère, soporte de — . . . . .	178	Atmosfería . . . . .	67, 68
Amperímetros . . . . .	152	Atracción de masas . . . . .	1
Amperios-vueltas . . . . .	127, 130	— y repulsión eléctrica . . . . .	129, 134, 136 y sig.
Amplificador de baja frecuencia . . . . .	191, 195	August, aparato de — . . . . .	20
Análisis espectral . . . . .	116	Auto-inducción . . . . .	173, 191 y sig.
Andrews, prensa de — . . . . .	72	Avión, modelo de — . . . . .	33, 34, 41, 42, 43
Anemómetros . . . . .	34, 41, 43		
Anhídrido carbónico . . . . .	72	<b>B</b>	
— líquido a la temperatura ordi- naria . . . . .	72	Balanza de gravitación . . . . .	1, 2
Anhídrido sulfuroso (fenómenos de la temperatura crítica) . . . . .	72	— polar (aerodinámico) . . . . .	40
Anillo y esfera de metal para mostrar la dilatación . . . . .	63	— polar para determinar la masa magnética de los polos de las agujas imantadas . . . . .	125
— con cuello para fusiones (trans- formador) . . . . .	177	Balanzas . . . . .	209
— de hilo para el inductor de Tesla . . . . .	177	— de componentes . . . . .	40
		Balas de tenis de mesa . . . . .	34, 42

	Página
Balística . . . . .	8 y sig.
Balones . . . . .	42, 43, 55
Banco de óptica . . . . .	100 y sig.
Banqueta aisladora para electro- estática . . . . .	138
Barra imantada . . . . .	123, 168
Barrita de hierro para magnetismo	124
— de latón curvado . . . . .	137, 138
Barómetro corto . . . . .	55
Baroscopio . . . . .	56
Báscula con manecilla . . . . .	22, 23, 40, 43
—, conmutador . . . . .	158
— de torsión . . . . .	23, 127 y sig.
— decimal . . . . .	17
Bastones de ebonita con escarpías	168
Batería de acumuladores de níquel- hierro . . . . .	159
Bicromato, Pila de — . . . . .	157
Bicromato potásico . . . . .	157
Blanco (balística) . . . . .	11, 15
Bobina de hilo resistente . . . . .	156
— de inducción . . . . .	156, 184
— de inducción para el oscilógrafo	203
— de inducción para los aparatos para la enseñanza de la elec- tricidad . . . . .	156, 179
— de reacción . . . . .	173
Bobinas . . . . .	135
— de cables . . . . .	155, 215
— para balanza de torsión . . . . .	135
— para el aparato de T. S. H. . . . .	195
Bobina para el transformador . . . . .	177
Bola de Heron . . . . .	77
Bolas de médula de sauco . . . . .	138
—, pista para — . . . . .	141
Bolsa de paño para carbónico sólido . . . . .	73
Bomba aspirante . . . . .	52
— de aire . . . . .	52 y sig.
— de incendios . . . . .	52
— impelente . . . . .	52
Bombas de vacío . . . . .	53 y sig.
Borna de pie aislada . . . . .	137
— pinza-láminas . . . . .	215
Bornas . . . . .	137, 215, 216
Botellas de Leyden . . . . .	140, 190
Bourdon, Tubo de — . . . . .	56
Braun, Tubo de vacío . . . . .	189
Brújula . . . . .	124, 125
— de tangentes . . . . .	168
— marina . . . . .	125
Bunsen, Soporte universal . . . . .	214
Buscador de polo . . . . .	216

**C**

Cadena para conexiones con ganchos . . . . .	137, 141
Caída de los cuerpos en el vacío . . . . .	56
— libre . . . . .	6, 9

	Página
Caída, Máquina para la — . . . . .	6
Caja de recepción para las balas (balística) . . . . .	15
Caleidoscopio . . . . .	112
Calibre . . . . .	205, 206
Calor . . . . .	63 y sig.
Calor: conductibilidad calorífica . . . . .	76, 79
Calor de fusión . . . . .	76
— de inducción . . . . .	171
— de vaporización . . . . .	69
— específico . . . . .	69, 70
— latente de vaporización . . . . .	69, 76
—, producción de — por rozamiento	20, 77
—, producción para corriente . . . . .	171
— radiante . . . . .	79, 80
—, equivalente mecánico del . . . . .	77
— y trabajo . . . . .	77
Calorimetría . . . . .	69
Calorímetro de agua . . . . .	69
— de Lavoisier y Laplace . . . . .	69
Cámara de ionización para el electroscopio universal . . . . .	147, 167
— de punta de Geiger . . . . .	147, 167
— oscura con agujero . . . . .	102
Cambios de estado . . . . .	70 y sig.
Campana . . . . .	180
— eléctrica . . . . .	180
— para las bombas de vacío . . . . .	55
Campanas . . . . .	141
Campanilla eléctrica combinada de un telégrafo de Morse . . . . .	156, 179
Campo eléctrico . . . . .	141
— magnético . . . . .	125 y sig.
— terrestre . . . . .	125
— terrestre, balanza polar para determinar la componente hori- zontal del — . . . . .	125
Canal de caída . . . . .	6, 17
— de caída según Galileo . . . . .	6
— de Eicke para observación de las corrientes . . . . .	46, 47, 48
Canales de viento para aero- náutica . . . . .	35 y sig.
Cañón de experimentación . . . . .	8 y sig.
Capilaridad . . . . .	29
Carga de acumuladores . . . . .	170
— negativa de los rayos catódicos . . . . .	188
Carril centrífugo . . . . .	19
Catetómetro . . . . .	208
Cavendish, hemisferios de — . . . . .	139
Ceguera, diafragmas para repre- sentor la — . . . . .	121
Centre de gravedad . . . . .	7
Centrífuga . . . . .	20
—, máquina . . . . .	19
Centro de gravedad . . . . .	7
Chladni, Placas sonoras . . . . .	90, 91
Cinta magnética de acero . . . . .	124
— métrica . . . . .	206

	Página
Cintas conductoras elásticas para los inductores de chispa . . . .	185
— formadas para expansión . . .	64
Circuito doble oscilante para el oscilógrafo . . . . .	203
— oscilante para radiotécnica . .	194
Clave de Morse . . . . .	158, 180
Clavijas de banana . . . . .	155, 215
Colgador para suspender los hilos de conexión . . . . .	216
Colores . . . . .	103, 104
— complementarios . . . . .	104
— luminosos, cartón con —, para mostrar la diferencia entre la fluorescencia y la fosforescencia	118
Columna para soportes . . . . .	212
Comparación, unidad de — . . . .	113
Composición de las fuerzas . . . .	16, 17
— de oscilaciones . . . . .	86
— del movimiento . . . . .	7, 9, 15, 18
Compresión . . . . .	72
Condensación . . . . .	72, 75, 76
Condensador con capacidad variable . . . . .	203
— con disco de vidrio . . . . .	98, 99, 103, 104
— con lámina de aire . . . . .	140
— con placas de Minos . . . . .	145, 146, 163, 167
— de ensayo para electroscopio universal . . . . .	147
— de rejilla . . . . .	194
— fijo . . . . .	194
— para el aparato de T. S. H. . . .	195
Condensadores . . . . .	138, 140, 146, 163
Conductibilidad calorífica . . . .	76, 79
Conductor (Electroestática) . . . .	139
— esférico . . . . .	139
Conductores e imanes . . . . .	168, 169
Conexión de audión . . . . .	193
Congelación, punto de — . . . .	65
Conmutador . . . . .	158
— de báscula . . . . .	158
Cono normal hembra para las bombas de vacío . . . . .	62
Conservación de la energía . . . .	5
Contador de detención a segundos	207
— de vueltas . . . . .	206
Copia de un resalto de Rowland . .	119
Coriolis, Fuerzas de — . . . . .	5
Corriente, acción magnética . . . .	127 y sig.
	168 y sig.
—, acción termoeléctrica . . . . .	166
— alterna . . . . .	149 y sig.
	170 y sig.
	197 y sig.
— eléctrica, Acciones químicas de la — . . . . .	164, 165
Críoforo . . . . .	56, 74, 76
Crisol de platino para voltímetros	164
Cronoscopio eléctrico . . . . .	14, 15, 207
Crookes, radiómetro . . . . .	80

	Página
Cuadrillos conductores . . . . .	156, 195
— conductores para el aparato de la electricidad . . . . .	153 y sig.
Cuadro centellante . . . . .	141
Cuadros de distribución . . . . .	160
Cuarzo, lente de — . . . . .	118
—, Prisma de — . . . . .	118
Cubeta de absorción . . . . .	114
Cúbicos (Peso específico) . . . . .	26
Cubierta protectora . . . . .	215
Cubo de Leslie . . . . .	79, 117
— de vidrio . . . . .	101
— llano para experimentos de remolque . . . . .	44, 45
— para mercurio . . . . .	50
Curvas de histéresis . . . . .	127, 132, 135

### D

Daniell, pila . . . . .	157
Davy, Lámpara de seguridad . . . .	79
De la Rive, Aparato . . . . .	186
Declinación e inclinación . . . . .	125
Defasaje de la corriente (transformador) . . . . .	173
Densidad . . . . .	26 y sig.
Densidad del agua . . . . .	64
— de líquidos . . . . .	27
Densidades de vapor . . . . .	71, 72
Depresión (Aerodinámica) . . . . .	32
Descarga de un condensador (Oscilógrafo) . . . . .	199, 203
— eléctrica al través de gases . . .	57 y sig.
	186 y sig.
— oscilante . . . . .	190
—, rotación de una corriente de —, alrededor de un imán . . . . .	186
Descargador eléctrico . . . . .	138
Descartes, diablillo de . . . . .	26
Descomposición espectral de la luz	114
Desplazamiento de fases y de resonancia (oscilógrafos) . . . . .	197, 198, 199, 202
Desviación de la luz . . . . .	102
— de los rayos catódicos . . . . .	59, 60, 188
— de una aguja magnética . . . . .	168
Diablillo de Descartes . . . . .	26
Diafragma iris . . . . .	105, 109
Dinamos . . . . .	181 y sig.
Diapasón . . . . .	87, 93, 94
— movido electromagnéticamente . .	93
— para el principio de Doppler . . .	87
Didimo, cubo de vidrio de — . . . .	103
Diesel, motor . . . . .	78
Difracción . . . . .	105, 106
— cromática . . . . .	114
Dilatación . . . . .	22
— de cuerpos . . . . .	65, 76
Dilatómetros . . . . .	63, 65
Dinamómetros . . . . .	23, 43
Disco de celón para experiencias fotoeléctricas . . . . .	147

	Página
Disco de cobre (Rueda de Barlow)	174, 177
— giratorio . . . . .	5
— óptico . . . . .	111
— rotatorio en cobre . . . . .	174, 177
— y estilete para los inductoras de chispa . . . . .	185
Dispersión de la luz . . . . .	101, 102
Dispositivo de alumbrado para balanza de torsión . . . . .	134
— de alumbrado para electroscopio universal . . . . .	146
— microfónico . . . . .	180, 194, 199, 202
— para mostrar las líneas de fuerza eléctrica . . . . .	141
— para el oscilógrafo de rayos catódicos . . . . .	204
Distribución de la electricidad . . . . .	139 y sig.
Doppler, Principio de — . . . . .	87
Dumas, densidad de vapor . . . . .	71

### E

Edison, Zócalo de lámpara . . . . .	216
Efecto de radiómetro . . . . .	188
— Magnus . . . . .	33, 34, 41 sig.
— térmico de la corriente . . . . .	171, 177
Elasticidad . . . . .	22, 29, 127, 133, 135
— por flexión . . . . .	22
Electricidad por frotamiento . . . . .	136 y sig.
— y magnetismo . . . . .	122 y sig.
Electrodos en espiral plana para experiencias sobre la ionización . . . . .	147
Electroestática . . . . .	136 y sig.
Electróforo . . . . .	136
Electroimán . . . . .	156, 166, 174, 179, 182
Electroimán de herradura . . . . .	156, 179, 182
— termoelectrico . . . . .	166
Electrodos . . . . .	155
— de carbón para voltámetro de Hofmann . . . . .	165
Electroestática . . . . .	136 y sig.
Electrolisis de agua . . . . .	165
Electrolito para acumuladores . . . . .	159
Electromagnetismo . . . . .	168 y sig.
Electroquímica . . . . .	164, 165
Electroscopio de hojas . . . . .	138
— universal de Wulf . . . . .	142 y sig., 167
Elemento termoelectrico . . . . .	166
Elementos galvánicos . . . . .	155, 157
Emisión, espectros de — . . . . .	104
Emisora de telefonía . . . . .	193
Endosmómetro . . . . .	29
Energía cinética . . . . .	3 y sig.
—, conservación de la — . . . . .	5
Enumeración de los electrones . . . . .	145
Epidiascopio . . . . .	98
Equilibrio . . . . .	7
Equivalente mecánico del calor . . . . .	77
Escala de madera para anteojos . . . . .	208
— para aerodinámica . . . . .	30 y sig.
— para balanza de torsión . . . . .	134

	Página
Escala transparente . . . . .	2, 151
Esfera con anilla para mostrar la dilatación . . . . .	63
— de prueba (Electroestática) . . . . .	138
— de vidrio con 2 llaves . . . . .	55
Esferómetro . . . . .	206
Espectro . . . . .	103, 104, 144 y sig.
Espectros de absorción . . . . .	103
— de emisión . . . . .	104
Espectroscopios . . . . .	115
— de bolsillo . . . . .	115
Espejo de Fresnel . . . . .	105, 119
—, galvanómetro con — . . . . .	151
— rotativo . . . . .	95, 198, 202, 204
Espejos angulares . . . . .	112
— cóncavos . . . . .	79, 90, 102, 111
Espintariscopio de Crookes . . . . .	167
Espinterómetro . . . . .	185
Espiral de Roget . . . . .	178
Estado, cambios de — . . . . .	74
Etereoscopio . . . . .	121
Estilete y disco para los inductores de chispa . . . . .	185
Expansión . . . . .	63, 64, 65
— adiabática . . . . .	70
— de gaz . . . . .	64, 65
Experiencias de fusión . . . . .	171, 177
Experimento de Oerstedt (electromagnetismo) . . . . .	169
— del anillo de Thomson . . . . .	171, 177
Experimentos en el vacío . . . . .	55 y sig.
—: para - y diamagnetismo . . . . .	175, 177

### F

Faraday, Vaso de — . . . . .	146
Fenómenos de resonancia (corriente) . . . . .	173
— de resonancia (tensión) . . . . .	173
Figura de yeso . . . . .	107
Figuras estereoscópicas . . . . .	121
Filamento de Nernst . . . . .	97
Filtros monocromáticos . . . . .	117
Fluorescencia . . . . .	59, 113, 118, 186
Foco . . . . .	102
Fosforescencia . . . . .	103, 177, 186
Fotoelectricidad . . . . .	145, 167
Foto-elemento al selenio (Fotoelectricidad) . . . . .	167
Fotómetro con mancha de aceite . . . . .	113
Franklin, pulsómetro . . . . .	71
Frasco de paredes dobles . . . . .	73
— para mercurio . . . . .	214
Freno eléctrico . . . . .	174, 177,
— eléctrico-magnético . . . . .	174
Fresnel, espejo y prisma . . . . .	105, 119
Frío . . . . .	65 y sig.
Frotamiento, producción del calor por — . . . . .	20, 77
Fuelle . . . . .	88
Fuentes de luz . . . . .	97 y sig.

	Página
Fuerza centrífuga . . . . .	19, 20
— de ascensión . . . . .	26, 27, 30 y sig. 56
— eléctrica y magnética . . . . .	127 y sig.
—, líneas de — . . . . .	126, 141
— y tornillo . . . . .	17
— y trabajo eléctrica . . . . .	127, 132, 135
Fuerzas . . . . .	16 y sig.
—, paralelogramo de las — . . . . .	16, 17
— de Coriolis . . . . .	5
Fusión y soldadura de hilo . . . . .	171, 177

## G

Gaede, Bombas de vacío . . . . .	53 y sig.
Galilei, Canal de caída . . . . .	6
Galton, pito de — . . . . .	90, 91
Galvanómetro con cuadro móvil . . . . .	149 y sig. 156
— con espejo . . . . .	151
Galvanoscopio horizontal . . . . .	168
Gas . . . . .	50 y sig.
—, condensación en gotas de un — con el aparato de compresión . . . . .	72
—, temperatura crítica . . . . .	72
Gases, calores específicos de los — . . . . .	70
Geiger, cámara de punta . . . . .	147, 167
Giroscopio . . . . .	21
— en forma de obús . . . . .	13, 15
Globo para la conservación de aire líquido . . . . .	73
Granada de hierro para congelación del agua . . . . .	74
Granizo eléctrico . . . . .	141
Grasa Ramsay para bombas a vacío . . . . .	62
Gravedad, centre de — . . . . .	7
Gravitación . . . . .	1, 2
—, balanza de — . . . . .	1, 2

## H

Hahn, Giroscopio . . . . .	21
Hélice . . . . .	33, 34, 141
Hemisferios de Cavendish . . . . .	139
— de Magdeburgo . . . . .	56
Heron, bola de — . . . . .	77
Hierro dulce . . . . .	123, 124, 168
Higrómetro de cabello . . . . .	68
Higrómetros . . . . .	68
Hilo resistente . . . . .	156
Hilos aislados al caucho . . . . .	155, 195, 215, 216
—, peine de — para el canal de viento . . . . .	42, 43
Humedad . . . . .	68

## I

Ilusiones ópticas . . . . .	121
Imán de herradura . . . . .	123, 126, 156, 179, 182
— molecular . . . . .	123

	Página
Imán y corriente . . . . .	168, 169
Imanes anulares . . . . .	124
— para proyecciones . . . . .	126
Impulsión, ley de la — . . . . .	12
Incendios, bomba de — . . . . .	52
Indicador de oscilaciones para radiotécnica . . . . .	190, 193, 194
Inducción . . . . .	123, 127, 133, 144, 146
Inductor Siemens cuádruple . . . . .	181
Inercia, aparato de — . . . . .	5
Influencia . . . . .	144
Interferencia de ondas líquidas . . . . .	81
Interruptor electrolítico . . . . .	185
— rotativo para oscilógrafo . . . . .	203
Inyector de aire . . . . .	89
Iones, velocidad de transporte de los — . . . . .	165
Ionización . . . . .	60, 143, 147, 167, 172
—, cámara de —, para electroscopio . . . . .	147, 167
— del aire por una llama . . . . .	172
Intensidad en un campo magnético . . . . .	131 y sig.
Intensidad en bujías . . . . .	113
Interferencia . . . . .	105, 106, 119, 197
Interruptor de palanca . . . . .	158
— para aparato de la electricidad . . . . .	155, 156
Iodo, solución de — en un vasija para calor radiante . . . . .	80

## J

Joly, Termómetro de aire . . . . .	64
------------------------------------	----

## K

Kirchhoff, Ley de — . . . . .	154
Kundt, Tubo de —, para obtener figuras acústicas de polvo . . . . .	92

## L

Lámpara al neon . . . . .	216
— de acetato de amilo . . . . .	113
— de arco . . . . .	98, 104, 171
— de incandescencia . . . . .	97, 99, 101, 153, 155, 171 y sig.
— de seguridad de Davy . . . . .	79
— de un solo filamento para el galvanómetro con aguja . . . . .	151
— eléctrica con vapor de sodio . . . . .	98
— según Hefner (lámpara de acetato de amilo) . . . . .	113
Lámparas, tablilla para —, para aparatos de T. S. H. . . . .	191 y sig.
Laringe . . . . .	96
Lavoisier y Laplace, Calorímetro . . . . .	69
Le Boulengé, método de — (balística) . . . . .	11, 15
Leidenfrost, Vaso de cobre para el experimento de — . . . . .	72
Lentes . . . . .	101 y sig., 110, 114, 117, 118, 147
— acromáticas . . . . .	114

	Página
Lentes bicóncavas . . . . .	110
— biconvexas . . . . .	110
— cilíndricas . . . . .	102, 103, 110
— convexas . . . . .	110
— de cuarzo . . . . .	118, 147
— plano-cóncavas . . . . .	110
— plano-convexas . . . . .	110
Leslie, Cubo de — . . . . .	79, 117
—, Cubo para calor radiante . . . . .	79
Ley de Biot y Savart . . . . .	127, 131, 134
— de Boyle y Mariotte . . . . .	51
— de Coulomb de la electricidad y del magnetismo . . . . .	127, 129, 134
— de impulsión . . . . .	12
— de Kirchhoff . . . . .	154
— de la torsión elástica . . . . .	127, 133, 135
Leyden, Botella de — . . . . .	140, 190
Leyes de movimientos . . . . .	3, 12, 15
Licopodia . . . . .	92
Limaduras de hierro para magnetismo	126, 155
Líneas de fuerza . . . . .	126, 141
— de fuerza eléctrica . . . . .	141, 169
— de fuerza magnética . . . . .	126
Liquefacción de los gases, con aparatos de compresión . . . . .	72
Líquidos . . . . .	24 y sig.
Lissajous, curvas de — . . . . .	86
Llama, sonda de —, para electro- estática . . . . .	147
Llamas sensibles . . . . .	87
Lluvia de mercurio . . . . .	56
Looser, Termoscopio doble . . . . .	75, 76
Luz, fuentes de — . . . . .	97 y sig.
— monocromática, Filtros de — . . . . .	117
— propagación rectilínea de la — . . . . .	102
— rasante . . . . .	102

## M

Magdeburgo, Hemisferios de — . . . . .	56
Magnesia, varillas de — . . . . .	116
Magnetismo . . . . .	122 y sig.
— terrestre . . . . .	125
Magnetita . . . . .	123
Magneto-inductor . . . . .	182
Magnus, Efecto . . . . .	33, 34, 41 y sig.
Malacate para aerodinámica . . . . .	30 y sig.
Manos para máquinas de influencia	141, 156, 179
Manómetro abierto . . . . .	49, 51
— para llamas de gas . . . . .	96
Manómetros para aerodinámica . . . . .	37, 42, 43, 49
— para medidas de 0,01 . . . 100 mm. Hg. . . . .	61
Máquina a vapor . . . . .	78
— centrífuga . . . . .	19
— congeladora . . . . .	56
— de combustión . . . . .	78
— de inducción . . . . .	137, 146
— para la caída . . . . .	6
Máquinas térmicas . . . . .	78

	Página
Mariposa fosforescente, tubo de rayos catódicos con — . . . . .	187
Marmita de Papin . . . . .	71
Martillo de agua . . . . .	7, 72
— de agua para mostrar la ebullición en el vacío . . . . .	71
Material para soportes . . . . .	210
Mecánica . . . . .	1 y sig.
Mecanismo registrador para cronos- copio . . . . .	14, 15, 207
Medición de las longitudes de onda	105
— de la velocidad del sonido (balística) . . . . .	14, 15
Mediciones sobre el campo de los solenoides . . . . .	130
Medida de magnitudes de espacio . . . . .	205 y sig.
— de magnitudes de tiempo . . . . .	207
Medida de temperatura . . . . .	64 y sig.
— del volumen . . . . .	27, 65
Medidas eléctricas, instrumentos para . . . . .	149 y sig.
Ménsula para colocar el galvanó- metro con aguja . . . . .	151
Mercurio, cuba para — . . . . .	52
— lluvia de — . . . . .	56
Metal de Wood . . . . .	74
Meteorología . . . . .	67, 68
Método de Le Boulengé (balística) . . . . .	11, 15
Metrónomo . . . . .	207
Meyer, Determinación de densidades de vapor . . . . .	72
Micrófono con teléfono . . . . .	156
— para balística . . . . .	14, 15
Micrómetro . . . . .	206
Micro-proyección . . . . .	98
Miliamperímetro . . . . .	152
Mineral fosforescente, Tubo de rayos catódicos con — . . . . .	187
Minos, Condensador con placas de—	145, 146, 163, 167
Moción harmónica . . . . .	85
Modelo de fusible . . . . .	156
Modo de empleo para el aparato para ondas líquidas . . . . .	84
Modulación de la corriente anódica por la rejilla . . . . .	192
Molde para la regelación del hielo	74
Momento de inercia . . . . .	127, 133, 135
— de torsión . . . . .	5, 16 y sig.
Monocordio . . . . .	92
Morse, telégrafo de — . . . . .	156, 179, 180
Motor a explosión de dos tiempos . . . . .	78
— con hélice . . . . .	34, 42
— de corriente trifásica . . . . .	183
— Diesel . . . . .	78
— y dinamo a corriente continua y dinamo a corriente alterna . . . . .	156, 182
Motores . . . . .	181, 182, 183
Movimiento circular . . . . .	3, 5, 19 y sig.
— del péndulo . . . . .	18 y sig.
— para corriente . . . . .	153 y sig., 168, 169

<b>N</b>	Página
Neon, tubo lleno de — . . . . .	190
Nernst, Filamento de — . . . . .	97
Newton, anillos coloreados . . . . .	105, 119
Níquel, sal de — . . . . .	155
—, varilla de —, para magnetismo . . . . .	124
Nivel de agua . . . . .	24
Nonius . . . . .	205
Núcleo para el transformador . . . . .	177
 <b>O</b> 	
Obús . . . . .	13, 15
Oerstedt, experimento de — (electromagnetismo) . . . . .	169
Ohm, ley de — . . . . .	143, 153
Ojo, modelo anatómico del — . . . . .	121
Ondas, aparato para el estudio de — . . . . .	85
— cortas . . . . .	196
— longitudinales . . . . .	85, 90, 91, 93
— sonoras de corta longitud . . . . .	90, 91
— transversales . . . . .	85
Óptica . . . . .	97 y sig.
— geométrica . . . . .	101, 102, 110
Organo auditivo . . . . .	96
Oscilación, conservación del plano de — . . . . .	20
Oscilaciones . . . . .	81 y sig.
— eléctricas . . . . .	173, 190, 197 y sig.
—, indicador de — . . . . .	193, 194
Oscilógrafo de Lemoine . . . . .	175, 177, 203
— de rayos catódicos . . . . .	204
Oscilógrafos . . . . .	95, 175, 177, 197 y sig.
Ósmosis de los gases . . . . .	50
— de los líquidos . . . . .	29

<b>P</b>	
Pacinotti, Inductor de — . . . . .	181
Palanca, aparato de — . . . . .	16, 17
Paño para electrostática . . . . .	136
— de lana y seda (para electrostática) . . . . .	136
— de piel de gato . . . . .	136
Pantalla con abertura para óptica . . . . .	109, 110
— con cubierta de platina-cianuro de bario . . . . .	118
— de cartón con cubierta de sul- furo de zinc para descubrir el espectro infra-rojo . . . . .	117
— de hoja de estaño para calor radiante . . . . .	80
— de protección de dos placas . . . . .	117
— de proyección . . . . .	98, 102, 105, 109
— fluorescente . . . . .	103, 189
Papin, Marmita de — . . . . .	71
Paradoja aerodinámica . . . . .	42, 43
— hidrostática . . . . .	25
Para- y diamagnetismo . . . . .	175, 177

	Página
Paralelogramo de las fuerzas . . . . .	16, 17
— de velocidad . . . . .	9
Pararrayos corniforme . . . . .	172
Peine de hilos . . . . .	42, 43
Peltier, experimento de — . . . . .	166
Péndulo balístico . . . . .	12, 15
— cónico (fuerza centrífuga) . . . . .	4
— de Foucault . . . . .	18
— eléctrico . . . . .	138
— electrostático . . . . .	138
— reversible . . . . .	18
— de segundos . . . . .	6, 18
— de Waltenhofen . . . . .	175, 177
Péndulos . . . . .	16 y sig.
Penumbra . . . . .	102
Perfiles de alas para el malacate . . . . .	30 y sig.
Permeabilidad del aluminio a los rayos catódicos . . . . .	59
Perno y anillo (para balística) . . . . .	15
Pesas . . . . .	209, 214
— esféricas para el aparato de palanca . . . . .	16
Peso específico . . . . .	26, 27
Pieza de unión . . . . .	215
— de unión para experimentos al vacío elevado . . . . .	57
Piezas polares para el trans- formador . . . . .	177
Pila Daniell . . . . .	157
— de bicromato . . . . .	157
— de Leclanché . . . . .	157
— termoeléctrica superficial de Moll . . . . .	80, 117, 118, 166
Pilas . . . . .	155, 157
— termoeléctricas . . . . .	80, 117, 118, 166
Pinza para buretas . . . . .	214, 215
— para tubos de vidrio o para cuerpos cilíndricos . . . . .	213
Pinzas de turmalinas para polari- zación . . . . .	120
Pista para bolas . . . . .	141
Pito de Galton . . . . .	90, 91
Placa con perlas de vidrio para óptica geométrica . . . . .	110
— de carbón para pila de bicromato . . . . .	157
— de vidrio negro para fluore- sencia . . . . .	118
— de zinc amalgamado para ex- periencias fotoeléctricas . . . . .	147
— redonda para el fenómeno paradoja aerodinámica . . . . .	42, 43
Placas de vidrio coloreado . . . . .	103
— de vidrio (para las figuras de Chladni) . . . . .	90, 91
— para la adhesión . . . . .	29
— sonoras según Chladni . . . . .	90, 91
Plano-cóncavo, lente — . . . . .	110
Plano-convexa, lente — . . . . .	110
Plano de oscilación, conservación del — . . . . .	20

	Página
Plano de polarización, rotación magnética del — . . . . .	175, 177
Planchas arqueadas para aerodinámica . . . . .	42
Platillos para experimentos sobre los fenómenos de influencia . . . . .	146
Platina para bomba de vacío . . . . .	55
— para prismas etc. . . . .	109
Platinocianuro de bario (Pantalla fluorescente) . . . . .	189
Plomada . . . . .	7
Plumero de papel para electrostática . . . . .	141
Polarímetro . . . . .	121
Polarización . . . . .	107, 120
—, aparato de — . . . . .	120
—, rotación magnética del plano de — . . . . .	175, 177
Polea diferencial . . . . .	16
Poleas, sistema de — . . . . .	16
Polímetro . . . . .	68
Porosidad, lluvia de mercurio . . . . .	56
Porta-electrodos . . . . .	155, 157, 215
Potásico . . . . .	157
—, bicromato de — . . . . .	157
Prandtl, Tubo de — . . . . .	43, 49
Precesión, aparato de — . . . . .	21
Prensa de Andrews . . . . .	72
— hidráulica . . . . .	24, 25
Preparaciones cristalinas . . . . .	120
Preparado radioactivo . . . . .	147, 167
Presión . . . . .	24 y sig. 49 y sig.
— aerodinámica . . . . .	37 y sig.
— de los líquidos . . . . .	24, 25, 28
— de aire . . . . .	50 y sig.
— de gas . . . . .	51
— sobre el fondo . . . . .	25
Principio de Arquímedes . . . . .	26
— de Doppler . . . . .	87
— de Huyghens . . . . .	83
Prisma acromático . . . . .	107, 114
— de cuarzo . . . . .	118
— de flint . . . . .	103
— de interferencia . . . . .	119
— de Nicol . . . . .	107, 120
— de reflexión total . . . . .	109, 114
— de sal gema . . . . .	117
— de visión directa según Amici . . . . .	103, 114
— doble . . . . .	114, 119
— equilátero . . . . .	114
— hueco . . . . .	114
— según Amici . . . . .	103, 114
Prismas . . . . .	101 y sig. 114, 117, 118, 119
Probetas para areómetros . . . . .	27
Propagación del calor . . . . .	79
— rectilínea de la luz . . . . .	102
Proyección, aparato para mostrar el movimiento de — . . . . .	7
—, pantalla de — . . . . .	98, 102, 105, 109

	Página
Psicrómetro . . . . .	68
Puente de mediciones . . . . .	154, 161
— de Wheatstone . . . . .	154, 161
Pulsómetro de Franklin . . . . .	71
Punto de condensación . . . . .	68
— de ebullición en el termómetro . . . . .	65
<b>R</b>	
Radiación: espectro visible . . . . .	103, 104, 114 y sig.
— infra-rojos . . . . .	103, 117, 118
— ondas catódicas . . . . .	188, 189, 203, 204
— ondas electromagnéticas . . . . .	190 y sig.
— rayos $\alpha$ . . . . .	144, 167
— ultra-violetas . . . . .	103, 117, 118
Radioactividad . . . . .	167
Radiómetro . . . . .	80, 103
— de Crookes . . . . .	80
—, efecto de — . . . . .	188
Radiotécnica . . . . .	191 y sig.
Rail adicional para banco de óptica . . . . .	108
Raya del sodio . . . . .	104, 116
Rayos $\alpha$ . . . . .	144, 167
— canales . . . . .	58, 188
— catódicos, desviación por un imán . . . . .	188
— infra-rojos . . . . .	103, 117, 118
— Röntgen . . . . .	58, 59, 189
— ultra-violetas . . . . .	103, 117, 118
— X . . . . .	58, 59, 189
Reacción, bobina de — . . . . .	173
Receptor para ondas cortas . . . . .	196
Rectificador . . . . .	159, 176
Redes en vidrio . . . . .	119
— para interferencia . . . . .	119
Reductor de sensibilidad para el galvanómetro con aguja . . . . .	151
Reflectores esféricos . . . . .	79, 90, 111
Reflexión de luz . . . . .	101, 102, 112
— de ondas líquidas . . . . .	82
— del sonido . . . . .	91
— total . . . . .	101, 102, 113, 114
Refracción . . . . .	102, 112
— doble . . . . .	102, 107, 120
Regla . . . . .	205
— sobre placa de vidrio . . . . .	205
— vertical . . . . .	205
Regulación, válvula de —, para medir el vacío . . . . .	61
Regulador de Watt . . . . .	19
Rejilla de polarización para experimentos sobre las ondas cortas . . . . .	196
Resistencia regulable . . . . .	156
Regelación del hielo . . . . .	74
Relais . . . . .	180
Resalto de Rowland . . . . .	119
Resistencia de agua . . . . .	60
— de derivación de rejilla . . . . .	193, 194
— del aire . . . . .	9, 13, 30 y sig.
—, ley de Ohm . . . . .	143, 153

	Página
Resistencias	48, 98, 147, 156, 161, 162, 194, 200
— de deslizamiento . . . . .	162
Resonadores . . . . .	96
Resonancia . . . . .	197
—, fenómenos de — (corriente) . .	173
—, tubo de — . . . . .	92
Resortes, aparato de — (para elasticidad) . . . . .	22
— de fijación para el transformador	177
Reversión de la raya del sodio . .	104
Roget, espiral de — . . . . .	178
Romboedro de espato de Islandia para mostrar la doble refracción	120
Rompe-vejigas . . . . .	55
Rotación de una corriente alrededor de un imán . . . . .	186
— magnética del plano de polari- zación . . . . .	175, 177
Regulador de Watt . . . . .	19
Resistencia del aire . . . . .	9, 13, 30 y sig.
Resorte helicoidal para la reali- zación de vibraciones acopladas	18
Rueda de Barlow . . . . .	174, 177

### S

Sal de fluoresceína . . . . .	118
— gema, lente de — . . . . .	117
— gema, prisma de — . . . . .	117
Salvadera para limaduras de hierro	126, 155
Sauco, bolas de médula de — . .	138
Saussure, Higrómetro de cabello . .	68
Savart y Biot, ley de — . . . . .	127, 131, 134
Schmidt, Giroscopio . . . . .	21
Secreto . . . . .	89
Segundos, péndulo de — . . . . .	6, 18
Seguridad, lámpara de — . . . . .	79
Selector de líneas . . . . .	158
Sextante . . . . .	112
— con espejo . . . . .	112
Siemens, Inductor cuádruple . . .	181
—, Inductor en forma de tambor . .	181
—, tambor de — . . . . .	181
Sifón . . . . .	50
Sirena según Cagniard de la Tour .	87
Sodio, lámpara eléctrica con vapor de — . . . . .	98
—, Raya D del — . . . . .	104, 116
Solenoide . . . . .	155, 168
Solenoides, Mediciones sobre el campo de los — . . . . .	130
Solución de iodo . . . . .	80
Sombras . . . . .	102
Sonda de llama para investigaciones de potenciales en campos eléc- tricos . . . . .	147
Soporte con porta-lámpara Edison para el banco de óptica . . . . .	113
— de Ampère . . . . .	178
— para el electro-imán . . . . .	156

	Página
Soporte para el malacate . . . . .	34, 42, 43
— universal de Bunsen . . . . .	214
— para railes o cordones . . . . .	156
Superposición de corrientes alternas	197
— de oscilaciones . . . . .	81 y sig. 197 y sig.
Suspensión para pendúlos . . . . .	6, 18

### T

Tabla para trabajar con mercurio .	214
Tablilla para el aparato de T. S. H.	191 y sig.
— para lámparas (Radiotécnica) .	191 y sig.
Tambor de Siemens . . . . .	181
Tangentes, brújula de — . . . . .	168
Telefonía . . . . .	180
Teléfono para demostración . . . .	156, 180
Telegrafía sin hilos . . . . .	191
Telégrafo de Morse . . . . .	156, 179, 180
—, transmisión de señales . . . . .	192, 193
Telescopio . . . . .	102
— astronómico . . . . .	102
Temperatura crítica . . . . .	72
Terminal de cable . . . . .	215
Termoelectricidad . . . . .	118, 166
Termometría . . . . .	65 y sig.
Termómetro de congelación . . . .	65
— de máxima y mínima . . . . .	67
Termómetros . . . . .	64 y sig.
— de aire . . . . .	64
Termoscopio doble de Looser . . . .	75, 76, 166
Tesla, aparatos de — . . . . .	172, 177, 190
Thomson, Anillo de — . . . . .	174, 177
Toberas para canal de viento . . . .	35, 39, 43
Torio, emanación de — . . . . .	144
Tornillo micrométrico para soportes	213
— y fuerza . . . . .	17
Tornillos de nivelación para soportes	212
— que sirven para sujetar una columna colocada para soportes	212
Torno . . . . .	16
Torsión elástica . . . . .	127, 133, 135
Trabajo y Calor . . . . .	77
— y fuerza en un campo eléctrico homogéneo . . . . .	127, 132, 135
Transformador de experimentación	170 y sig.
— monofásico . . . . .	97
— y rectificador . . . . .	159
Transmisión de señales de telégrafo	192, 193
— del sonido en el vacío . . . . .	55
Transporte de energía en alta tensión	171
Trayectoria, modelo de — . . . . .	9, 13, 15
Trazado de la trayectoria . . . . .	9, 13, 15
Trípodes . . . . .	210, 212
Tubito de vidrio llevando un hilo de platino soldado para análisis espectral . . . . .	116
Tubo centellante . . . . .	141
— con filamento incandescente para las ondas sonoras de corta longitud . . . . .	90, 91

	Página
Tubo de Bourdon . . . . .	56
— de descarga . . . . .	186 y sig.
— de embocadura . . . . .	89
— de fosforescencia . . . . .	186
— de Geissler . . . . .	186
— de goma para vacío . . . . .	62
— de Kundt para obtener figuras acústicas . . . . .	92
— de lengüeta . . . . .	89
— de porcelana para electrostática . . . . .	136
— de Prandtl . . . . .	43, 49
— de rayos canales . . . . .	58, 188
— de rayos X . . . . .	58, 59, 189
— de resonancia . . . . .	92
— de Röntgen . . . . .	58, 59, 189
— de Venturi . . . . .	34, 37, 42, 43
— de vidrio para el ensayo de Torricelli . . . . .	52
— de vidrio para electrostática . . . . .	136
— de Whiting (Calor y Trabajo) . . . . .	77
— oscilográfico . . . . .	203, 204
— para interferencias . . . . .	90, 91, 95
— para la caída de los cuerpos en el vacío . . . . .	56
— para rayos catódicos . . . . .	188, 189
— universal para experimentos en el vacío . . . . .	59
Tubos . . . . .	89
— capilares . . . . .	29
— comunicantes . . . . .	25
— de descarga para las bombas de vacío . . . . .	57 y sig.
— doblados en U . . . . .	26
Tuerca universal doble . . . . .	214
— universal para soportes . . . . .	211, 213
Turbina . . . . .	29
— de aire . . . . .	56
— de Segner . . . . .	28
Tyndall, aparato . . . . .	63, 69

**U**

Unidad de comparación . . . . .	113
— de la luz . . . . .	114
Uranio, cubo de vidrio de — . . . . .	103, 118

**V**

Vacío, bombas de — . . . . .	53 y sig.
—, experimentos en el — . . . . .	55 y sig.
—, Tubo de —, para experiencias Tesla . . . . .	190
Vacuoscopios . . . . .	61
Valor medio de la emanación de torio . . . . .	144

	Página
Válvula amplificadora . . . . .	195
Válvulas de regulación para aparatos para medir el vacío . . . . .	61
Vapor, Densidad de . . . . .	71, 72
Vaporización . . . . .	69, 71
Variaciones del calor por los cambios de estado . . . . .	76
Varilla de ámbar . . . . .	136
— de ebonita . . . . .	136
— de hierro dulce . . . . .	123, 124
Varillas de madera para acústica . . . . .	93
— de magnesia . . . . .	116
Vaso de Faraday . . . . .	146
Velocidad . . . . .	10 y sig., 49
— angular . . . . .	3
— de los iones . . . . .	165
— del aire . . . . .	49
— del sonido . . . . .	14
Venturi, tubo de vidrio . . . . .	34, 37, 42, 43
Vibraciones de una cuerda . . . . .	85
— longitudinales en varillas elásticas . . . . .	93
Vidrio negro para fluorescencia . . . . .	118
Vidrios enfriados rápidamente . . . . .	120
Voltámetro de Hofmann . . . . .	165
Voltímetros . . . . .	164
Voltímetro de alta tensión . . . . .	148
— de bolsillo . . . . .	152
Voltímetros . . . . .	148, 152, 159

**W**

Watt, regulador de — . . . . .	19
Wheatstone, Puente de mediciones . . . . .	154, 161
Wilson, Aparato según — (trayectorias de las partículas $\alpha$ ) . . . . .	167
Wimshurst, Máquina de inducción . . . . .	137, 146
Wood, metal de — . . . . .	74
Wulf, Electroscopio universal . . . . .	142 y sig., 167

**X**

X, rayos . . . . .	58, 59, 189
—, Tubo de rayos . . . . .	58, 59, 189

**Z**

Zinc amalgamado, Placa de —, para experiencias fotoeléctricas . . . . .	147
—, placa de —, para elementos galvánicos . . . . .	157
Zócalo de caballete para banco de óptica . . . . .	108, 109, 111, 117
— de lámpara Edison . . . . .	216
Zócalos para lámpara de incandescencia . . . . .	155, 216

## Índice de los números

Números de los aparatos	Página	Números de los aparatos	Página	Números de los aparatos	Página	Números de los aparatos	Página
AA 2	102	EA 2	103	152 20	62	301 61	213
7	105	EB 4	103	152 21	62	301 71	213
10	104, 105	8	103	152 22	62	302 89	214
AB 3	107	GA 3	105	152 23	62	302 89a	214
11	107	5	105	152 40	62	302 89b	214
15	101	6	105	160 11	61	302 89c	214
18	105	8	105	160 21	61	302 89d	214
19	107	13	105	160 22	61	302 89e	214
22	103	15	105	160 23	61	302 89f	214
26	104	GB 1	105	160 24	61	302 89g	214
27	104	4	105	170 32	62	302 89h	214
28	104	5	105	170 33	62	302 89i	214
34	104	8	105	172 02	62	302 90	214
AC 2	104	9	105	172 03	62	302 91	214
12	103	12	105	177 01	62	306 79	214
32	102	16	105	177 31	62	309 63	214
AD 1	105	HA 6	107	177 41	62	311 02	205
4	103	8	107	180 11	55	311 03	205
16	101	10	107	180 36	55	311 07	205
28	102	11	107	180 55	55	311 22	205
32	101	12	107	180 56	55	311 26	205
36	101	HB 1	107	181 01	55	311 27	205
AE 1	102	3	107	181 03	55	311 51	205
2	101, 105	10	107	181 05	55	311 52	206
BD 1	102	HC 4	107	181 07	55	311 76	206
5	102	HD 5	107	181 08	55	311 81	206
7	102	6	107	181 09	56	311 86	206
BE 1	102	8	107	181 10	56	313 05	207
5	102	14	107	181 10a	56	313 06	207
CA 1	101	8/81	98	181 12	56	313 11	207
CB 1	102	8/82	98	181 15	56	313 21	206
CD 1	101	9/31	101	181 16	56	314 01	23
6	102	23/1	101	181 21	56	314 11	23
8	102	23/14	98, 104	204 36	148	314 14	23, 43
9	102	23/25	98	204 37	148	314 17	23
CE 1	101	49/17	98	290 30	208	314 20	23
2	107	102 10	53	290 33	208	314 21	23
CF 1	101	102 11	53	290 34	208	314 25	23
CH 1	101	102 12	53	290 35	208	314 41	22
CK 1	102	102 13	53	290 36	208	315 01	209
DA 1	103	102 20	53	290 36	208	315 03	209
8	103	102 21	61	290 75	208	315 31	209
DB 1	103	104 20	54	300 01	15, 22, 212	315 32	209
DD 3	103	104 21	54	300 02	15, 84, 212	315 34	34
5	103	104 22	54	300 03	4, 212	315 36	214
9	103	104 23	54	300 31	22, 212	316 22	27
DF 1	103	104 30	54	300 32	4, 212	316 32	27
3	103	104 31	61	300 33	212	316 33	27
5	103	110 10	54	300 42	22, 212	316 46	27
6	103	110 11	54	300 43	4	316 47	27
DG 1	104	110 12	54	300 44	15, 212	316 56	27
5	104	110 13	54	300 44a	84	316 72	27
DJ 1	104	110 20	54	300 62	212	316 74	27
5	104	110 21	61	301 03	213	316 77	27
DH 7	103	152 01	62	301 04	213	317 12	50
EA 1	103	152 02	62	301 05	15, 213	317 15	50
		152 03	62				

Números de los aparatos	Página	Números de los aparatos	Página	Números de los aparatos	Página	Números de los aparatos	Página
317 20	50	342 31	16	371 04	70	374 13	34, 42
317 36	51	342 39	16	371 05	70	374 15	34, 41, 42, 43
322 32	98	342 56	16	371 12	50	374 16	34, 42
322 33	98	342 57	16	371 13	50	374 18	34, 42
322 34	98	342 60	16	371 14	50	374 19	34, 42
322 35	98	342 63	16	371 52	51	374 20	34, 41, 42, 43
331 04	5	342 74	16	371 54	51	374 21	34, 42
331 22	5	342 77	16	371 55	51	374 22	34, 42
331 66	5	346 11	18	371 81	50	374 25	34, 42
332 02	2	346 19	18	371 82	50	374 29	42, 43, 45
332 05	2	346 44	18	371 83	50	374 30	42, 43, 45
332 07	2	346 45	18	371 85	50	374 31	45
332 08	2	346 51	18	372 43	50	375 06	52
332 09	2	346 53	18	373 01	48	375 07	52
332 16	2	347 06	19	373 02	48	375 11	52
332 17	2	347 15	19	373 03	42, 99	375 12	52
332 18	2	347 37	19	373 03a	48	375 18	52
336 01	7	347 45	19	373 04	48	375 19	52
336 16	6	347 48	20	373 05	48	375 41	52
336 31	6	347 51	20	373 07	99	381 01	63
336 34	6, 18	347 53	20	373 07a	99	381 16	63
336 35	6, 18	347 57	20	373 11	39, 43	381 17	63
336 46	7	347 61	20	373 12	39	381 18	63
336 52	7	347 66	20	373 13	39, 43	381 21	63
336 54	7	347 73	87	373 18	39	381 22	63
336 70	15	347 78	20, 77	373 19	39	381 24	63
336 71	15	348 06	21	373 20	39	381 32	64
336 72	15, 207	348 12	21	373 21	39	381 47	64
336 73	15, 207	348 15	21	373 22	39	381 51	64
336 74	15	348 22	21	373 23	39	381 61	64
336 75	15	352 11	22	373 28	40	382 02	65
336 76	15	352 42	23	373 29	40	382 04	65
336 77	15	353 01	29	373 29a	40	382 15	65
336 78	15	361 03	24	373 30	40, 43	382 23	65
336 79	15	361 05	24	373 32	22	382 24	65
336 80	15	361 22	24	373 49	42, 43	382 25	65
336 81	15	361 24	24	373 50	34, 41, 43	382 32	65
336 82	15	361 31	24	373 52	42, 43	382 37	65
336 83	15	361 32	24	373 52a	43	382 41	66
336 85	15	361 33	24	373 53	42, 43	382 51	66
337 01	4	361 41	25	373 64	43, 49	382 54	66
337 10	4	361 48	25	373 66	43, 49	382 55	66
337 11	4	361 49	25	373 69	43, 49	382 56	66
338 01	7	361 56	25	373 70	42, 43	382 57	66
338 31	7	361 61	25	373 71	42, 43	382 58	66
338 38	7	362 02	26	373 71a	42, 43	382 67	67
341 13	17	362 05	26	373 74	42, 43	382 68	67
341 21	17	362 13	26	373 76	42	382 69	67
341 26	17	362 23	26	374 01	34, 42	382 70	67
341 27	17	362 41	26	374 01a	40	382 82	67
341 57	17	366 12	28	374 02	40	382 83	67
341 66	16	366 24	28	374 04	34, 42	383 18	67
341 68	16	366 31	28	374 05	34	383 19	67
342 01	16	366 41	29	374 06	34, 42	383 32	68
342 04	16	366 42	29	374 10a	34, 41, 42, 43	383 33	68
342 11	16	366 44	29	374 10b	34, 42	383 36	68
342 23	16	367 16	29	374 10c	42, 43	383 40	68
342 24	16	367 41	29	374 11	34, 41, 42	383 42	68
342 25	16						

Números de los aparatos	Página						
384 01	69	391 22	76	414 02	92	462 13	110
384 11	69	391 23	76	414 03	92	462 16	110
384 16	69	391 26	76	414 15	90	462 21	110
384 17	69	391 27	76	414 22	93	462 22	110
384 34	69	391 28	76	414 23	93	462 23	110
384 35	69	391 29	76	414 31	93	462 26	110
384 36	69	391 30	76	414 32	93	462 28	110
385 02	71	391 31	76	414 33	93	462 31	110
385 06	71	391 32	76	414 34	93	462 56	110
385 13	71	391 33	76	414 41	93	463 11	111
385 27	71	391 34	76	414 47	93	463 12	111
385 28	71	391 35	76	414 54	94	463 51	111
385 36	72	391 41	76	414 72	94	463 52	111
385 37	72	391 42	76	414 76	94	464 01	112
385 46	72	391 43	76	415 01	95	464 04	112
385 57	72	391 44	74, 76	415 21	95	464 09	112
385 75	72	391 45	76	415 32	96	464 17	112
385 76	72	391 46	76	415 46	96	464 21	112
385 86	72	391 47	76	416 01	96	464 26	113
385 88	72	392 10	166	416 11	96	464 26	113
386 15	73	401 03	85	441 48	98	464 51	113
386 55	73	401 08	85	450 50	97	464 52	113
386 95	73	401 57	86	450 51	97	464 61	113
387 01	73	401 60	86	450 61	97	464 62	113
387 22	73	408 01	83	450 62	97	464 64	113
387 51	74	408 02	84	450 71	97	464 68	113
387 61	74	408 03	84	450 72	97	464 71	113
387 62	74	408 04	84	450 73	97	465 11	114
387 67	74	408 10	84	450 74	97	465 22	114
387 78	74	411 52	87	450 76	97	465 37	114
388 02	77	411 81	87	450 77	97	465 46	114
388 09	77	411 97	87	450 78	97	465 51	114
388 10	77	412 02	88	450 79	97	466 02	114
388 16	77	412 11	89	450 79	97	466 11	114
388 20	77	412 12	89	450 81	98	466 14	114
388 30	78	412 16	89	450 82	98	466 25	114
388 51	78	412 31	89	450 83	98	466 41	114
388 54	78	412 32	89	450 84	98	466 46	114
388 55	78	412 33	89	450 86	98	467 02	115
389 03	79	412 35	89	460 31	108	467 11	115
389 18	79	412 45	89	460 33	108	467 14	115
389 20	79	412 46	89	460 35	108	467 31	116
389 23	79, 90	412 65	92	460 45	108	467 32	116
389 26	79	412 70	90	460 48	103	467 35	116
389 48	80	412 71	90	460 52	108	467 36	116
389 49	80	413 01	92	460 55	108	467 41	116
389 86	80	413 03	92	460 71	109	467 56	116
391 01	75	413 04	92	460 72	109	467 61	116
391 06	75	413 06	92	460 81	109	467 66	116
391 07	75	413 07	92	460 86	109	467 67	116
391 08	75	413 08	92	461 11	109	467 81	116
391 09	75	413 51	90	461 27	109	468 01	117
391 10	75	413 52	90	461 28	109	468 03	117
391 11	75	413 53	90	461 29	109	468 05	117
391 12	75	413 59	90	461 30	117	468 07	117
391 13	75	413 66	90	461 51	109	468 09	117
391 14	75	413 71	90	462 03	110	468 11	117
391 15	75	414 01	92	462 11	110	468 13	117
391 21	76			462 12	110	468 51	117

Números de los aparatos	Página	Números de los aparatos	Página	Números de los aparatos	Página	Números de los aparatos	Página
468 52	117	501 92	155, 195, 216	516 04	134	522 91	159
468 61	117	501 93	155, 195, 216	516 20	134	523 57	159
468 62	117	501 94	155, 195, 216	516 21	134	523 61	159
468 72	117	501 96	216	516 22	134	523 62	159
469 07	118	501 97	156	516 23	135	523 63	159
469 17	118	502 22	216	516 24	135	523 76	159
469 41	118	504 45	155	516 25	135	523 77	27
469 70	118	504 51	158	516 26	135	523 91	152, 159
469 74	118	504 52	158	516 27	135	524 50	160
469 75	118	504 61	158	516 28	135	524 52	160
469 79	118	504 64	158	516 29	135	524 53	160
469 82	118	504 65	158	520 01	136	524 54	160
471 02	119	504 66	158	520 02	136	524 55	160
471 03	119	504 77	158	520 03	136	524 56	160
471 08	119	505 02	216	520 04	136	531 01	168
471 16	119	505 03	216	520 05	136	531 11	168
471 21	119	505 31	216	520 06	136	531 41	149, 156
471 23	119	505 61	216	520 21	136	531 42	149
472 01	120	505 62	155, 216	520 22	136	531 45	149, 156
472 02	120	505 65	155	520 23	136	531 51	149
472 03	120	505 81	216	520 24	136	531 52	149
472 21	120	510 01	123	520 31	136	531 60	149
472 22	120	510 02	123	520 61	137, 146	531 61	150
472 23	120	510 11	123	520 65	137	531 62	150
472 42	120	510 12	123	520 67	137	531 63	150
472 44	120	510 21	123	520 81	137	531 65	150
472 51	120	510 22	123	521 02	184	531 66	150
472 61	120	510 23	123	521 11	184	531 67	150
472 62	120	510 24	123	521 12	184	531 68	150
472 63	120	510 25	123	521 14	184	531 69	150
472 64	120	510 31	123	521 15	184	531 70	150
472 65	120	510 32	124	521 16	184	531 71	150
472 66	120	510 33	124	521 51	185	531 72	150
472 67	120	510 34	124	521 52	185	531 73	150
472 68	120	510 35	124	521 75	185	531 74	150
472 69	120	510 37	124	521 76	185	531 75	150
472 70	120	510 38	124	521 77	185	531 76	150
472 75	120	513 11	124	521 81	185	531 77	150
472 83	121	513 12	124	522 02	157	531 78	150
472 85	121	513 51	124	522 03	155, 157	531 79	150
473 51	121	513 71	124	522 04	155	531 80	150
473 56	121	513 72	125	522 05	155	531 81	150
473 61	121	514 01	125	522 06	155	532 01	151, 196
473 63	121	514 02	125	522 11	157	532 02	151
473 64	121	514 51	125	522 12	157	532 03	151
473 76	121	514 52	125	522 15	157	532 04	151
501 50	155, 215	514 71	126	522 16	157	532 05	151
501 51	215	514 72	126, 155	522 17	157	532 07	151
501 61	215	514 73	126	522 23	157	532 08	151
501 63	215	514 74	126	522 45	155	532 51	152
501 65	155, 215	514 75	126	522 46	155	532 52	152
501 81	215	514 76	126	522 48	155	532 53	152
501 82	215	514 77	126	522 51	159	532 56	152
501 83	195, 215	514 78	126	522 52	159	532 57	152
501 84	155, 157, 215	514 89	155, 168	522 53	159	532 58	152
501 85	215	516 01	23, 134	522 71	159	532 61	152
501 91	155, 216	516 02	134	522 72	159	532 62	152
		516 03	134	522 73	159	532 66	152

Números de los aparatos	Página	Números de los aparatos	Página	Números de los aparatos	Página	Números de los aparatos	Página
532 67	152	544 01	140	552 20	165	559 53	167
532 71	152	544 02	140	552 31	165	560 00	168
532 81	152	544 03	140	552 32	165	560 01	168
536 01	161	544 04	140	552 33	165	560 02	168
536 03	161	544 21	140	552 34	165	560 03	168
536 11	161	544 22	140	552 37	165	560 04	168
536 12	161	545 11	141	552 38	165	560 05	168
536 13	161	545 30	141	552 39	165	560 06	168
536 14	161	545 31	141	552 55	164	560 07	168
536 22	156	545 32	141	552 56	164	560 08	168
536 26	161	545 33	141	554 01	57	560 09	168
536 31	161	545 34	141	554 02	57	560 10	168
536 32	161	545 35	141	554 11	57	560 11	168
536 33	161	545 36	141	554 12	57	560 12	168
536 34	161	545 37	141	554 26	58	560 13	168
536 35	161	545 38	141	554 31	58	560 21	156, 179
536 77	161	545 39	141	554 32	58	560 22	156
537 01	162, 196	545 40	141	554 33	58	560 27	176, 177
537 02	162	545 41	141	554 34	59	560 28	176, 177
537 03	162, 196	545 42	141	554 35	60	560 31	176, 177
537 04	162	546 01	146, 167	554 36	59	560 32a	177
537 05	162, 196	546 02	146	554 41	60	560 32b	177
537 06	162	546 11	146	555 01	186	560 33	177
537 07	162	546 12	146	555 02	186	560 34	177
537 08	162	546 13	146	555 03	186	560 41	177
537 09	162	546 14	146	555 11	186	560 42	177
537 10	162	546 21	147	555 12	186	560 43	177, 203
537 11	162	546 22	147	555 21	186	560 44	177
537 12	162	546 23	147	555 22	186	560 45	146
537 13	162	546 24	147, 167	555 23	186	560 46	146
538 01	163	546 25	147, 167	555 41	186	560 51	178
538 02	163	546 27	147, 167	555 42	187	560 53	178
538 03	163	546 28	147, 167	555 43	187	560 82	156, 179
538 04	163	546 29	147	555 44	187	560 83	156, 179
538 05	163	546 30	147	555 45	187	560 84	156, 179
538 06	163	546 31	147	555 46	188	561 02	156, 179
538 07	163	546 32	147	555 47	188	561 05	180
538 08	163	546 33	147	555 48	188	561 16	180
538 56	163	546 34	147	555 49	188	561 23	180
538 81	146, 163	546 46	147	555 50	188	561 25	156, 180
540 01	138	550 01	155, 195	555 51	189	561 26	156, 180
540 03	138	550 03	156, 195	555 52	189	561 72	182
540 50	124, 137, 190	550 04	156, 195	555 71	189	561 73	181
540 51	137	550 05	156, 195	555 72	189	561 81	181
540 56	137	550 12	156	555 74	189	561 82	181
542 01	138	550 14	156	555 75	189	561 83	181
542 02	138	550 16	156	555 76	189	561 92	156, 182
542 03	138	550 19	155	555 77	189	562 00	99
542 04	138	550 20	156	555 91	189	562 11	176, 177, 196
542 36	138	550 46	155	555 92	189	562 12	176, 177, 196
542 51	138	551 36	156	557 01	166	562 13	176, 177
542 52	138	552 03	164	557 02	166	562 14	135, 176, 177, 196
543 02	139	552 11	164	557 11	166	562 15	176, 177, 196
543 04	139	552 12	164	557 12	166	562 16	135, 176, 177, 196
543 05	139	552 13	164	557 15	166	562 17	135, 176, 177
543 06	139	552 14	164	557 36	80, 118, 166	562 18	176, 177
543 07	139	552 17	165	558 11	167	562 19	176, 177
543 08	140			559 51	167	562 20	176, 177
						562 31	176, 177

Números de los aparatos	Página	Números de los aparatos	Página	Números de los aparatos	Página	Números de los aparatos	Página
562 32 . . . . .	176, 177	571 02 . . . . .	202	571 58 . . . . .	203	581 27 . . . . .	190
562 33 . . . . .	176, 177	571 03 . . . . .	202	571 91 . . . . .	203	581 31 . . . . .	190
562 34 . . . . .	176, 177, 190	571 11 . . . . .	95	575 02 . . . . .	204	581 32 . . . . .	190
562 41 . . . . .	177	571 12 . . . . .	95, 202	575 06 . . . . .	204	581 78 . . . . .	196
563 66 . . . . .	180	571 13 . . . . .	95	575 41 . . . . .	203	583 01 . . . . .	196
563 72 . . . . .	183	571 21 . . . . .	202	575 42 . . . . .	203	586 00 . . . . .	194
563 73 . . . . .	183	571 22 . . . . .	202	580 12 . . . . .	195	586 11 . . . . .	194
563 74 . . . . .	183	571 23 . . . . .	202	580 13 . . . . .	195	586 12 . . . . .	194
563 75 . . . . .	183	571 33 . . . . .	202	580 14 . . . . .	195	586 13 . . . . .	194
563 76 . . . . .	183	571 42 . . . . .	203	580 15 . . . . .	195	586 14 . . . . .	194
563 77 . . . . .	183	571 43 . . . . .	203	580 21 . . . . .	195	586 15 . . . . .	194
563 78 . . . . .	183	571 44 . . . . .	203	580 22 . . . . .	195	586 26 . . . . .	180, 194, 202
563 79 . . . . .	183	571 51 . . . . .	203	580 32 <sup>a</sup> . . . . .	195	586 31 . . . . .	195
563 80 . . . . .	183	571 52 . . . . .	203	580 51 . . . . .	195	586 32 . . . . .	195
563 81 . . . . .	183	571 53 . . . . .	203	581 01 . . . . .	190	586 33 . . . . .	177
563 82 . . . . .	183	571 56 . . . . .	203	581 22 . . . . .	177		
571 01 . . . . .	202	571 57 . . . . .	203	581 26 . . . . .	190		

