

Instrumentos de un observatorio magnético. Hojas magnéticas. Potencial y energía de una hoja magnética. Acción de un campo magnético sobre una hoja. Cálculo de los componentes de la fuerza. Cálculo de la acción recíproca de dos hojas. Expresión de la energía. Fórmula de Neumann.

#### *Electro-magnetismo.*

Experiencia de Oerstedt. Regla de Ampère. Acción de una corriente sobre un polo magnético. Experiencias de Biot y de Sabart. Potencial electromagnético. Equivalencia de una corriente cerrada y de una hoja magnética. Acciones electrodinámicas. Electrodinámica. Verificaciones experimentales. Tabla de Ampère. Leyes elementales. Acción de la tierra sobre las corrientes. Selenoide electromagnético. Caso particular. Acciones electromagnéticas. Fórmula de Laplace. Rotación de los imanes por las corrientes. Experiencias de Faraday. Rueda de Barlow. Electroimanes. Teoría del magnetismo de Ampère. Fenómeno de Hall. Inducción. Corrientes de inducción. Experiencias de Faraday. Leyes experimentales de las corrientes inducidas. Teoría de los fenómenos de inducción. Ley general de la inducción en los circuitos sin resistencia. Inducción en toda la masa de un conductor cualquiera. Corrientes inducidas de orden superior. Aplicación de la inducción. Máquinas de inducción. Máquina de Gramme. Característica. Líneas isodinámicas. Transporte eléctrico de la energía. Transformadores.

Bobina de Ruhmkorff. Bobinas tabicadas. Condensador de Feseau. Unidades. Unidades eléctricas. Dimensiones de las unidades eléctricas en el sistema electromagnético. Unidades prácticas. Determinación del Ohm. Método de la Asociación Británica. Método de Weber. Discusión de los métodos precedentes. Método de Lorenz. Método de Lippman. Experiencias del Dr. Willeumier. Unidad de tiempo absoluto de Lippman. Determinación del número  $v$ : 1º, método de Weber y Kohlrausch; 2º, método de Sir W. Thomson y 3º, método Stolew. Principio de la conservación de la electricidad. Intensidades. Galvanómetros. Brújula de las tangentes. Brújula de los senos. Galvanómetros ordinarios. Ángulo de sensibilidad máxima. Construcción de los galvanómetros de gran sensibilidad. Diminución del efecto de H. Sistemas estáticos. Imanes compensadores. Resistencia de compensación. Galvanómetros ordinarios. Constante y fórmula del mérito de un galvanómetro. Medida de las corrientes instantáneas. Galvanómetro balístico. Electrodinamómetros. Medida de las corrientes por la electrolisis. Medidas. Resistencias. Patrones y aparatos. Patrones de resistencia. Hhms. Reóstatos. Caja de resistencias. Medidas de las resistencias de los conductores metálicos y de las pilas. Métodos diversos. Medidas de las resistencias líquidas. Método de Lippman. Disposición de Bouty. Ley de las conductibilidades moleculares. Aplicaciones. Resultados. Medidas C. Fuerzas electromo-

trices. Unidades de fuerza electromotriz. Volta. Pilas patronas. Métodos galvanométricos. Métodos electrométricos. Fuerza electromotriz de contacto. Medidas de las capacidades. Método del puente. Método del galvanómetro balístico. Medidas industriales. Voltímetros. Ampérmetros. Aparatos de Despretz y Carpentier. Instrumentos de W. Thomson. Amperómetro de Lippman. Electrodinamómetro de Siemens y Halske. Voltímetro de Cardew.

#### ACÚSTICA.

Estudio analítico de un movimiento vibratorio. Ecuaciones del movimiento vibratorio. Propagación del movimiento vibratorio: 1º, vibraciones longitudinales; 2º, transversales.

Composición de las vibraciones paralelas. Interferencias. Composición de las vibraciones rectangulares: 1º, vibraciones de igual período; 2º, vibraciones de períodos desiguales.

Producción y propagación del sonido. Naturaleza del sonido. Propagación del sonido en el aire. Fórmula de Newton. Fórmula de Laplace. Medida indirecta de  $\frac{c}{v}$ . Medida experimental de la velocidad del sonido en el aire. Medida de la velocidad del sonido en los líquidos y los sólidos. Reflexión, refracción e interferencias del sonido. Altura. Timbre.

#### ÓPTICA.

##### 1ª PARTE.—ÓPTICA GEOMÉTRICA.

Reflexión. Leyes de la reflexión. Espejos planos. Espejos esféricos,

cáusticas. Refracción. Leyes de la refracción. Índices de refracción. Reflexión total. Refracción al través de láminas de caras paralelas. Refracción al través de un prisma. Fórmulas del prisma, máximo de desviación, construcción del rayo invertido, condiciones de emergencia, foco del prisma. Lentes, lentes esféricas. Refracción al través de una sola superficie esférica. Refracción al través de dos superficies esféricas. Lentes gruesas. Centro óptico. Puntos nodales. Cálculo de las constantes de una lente. Caso en que los medios extremos son los mismos. Lentes infinitamente delgadas. Refracción al través de más de dos superficies esféricas. Sistemas de lentes. Estudio experimental de las lentes esféricas. Aberración de esfericidad.

Dispersión. Espectro. Producción de un espectro puro. Rayas del espectro. Espectro infra-rojo. Espectro ultra-violeta. Espectroscopio. Espectroscopio de visión directa. Espectros de emisión. Análisis espectral. Espectro de absorción. Inversión de las rayas. Origen de las rayas del espectro solar. Acromatismo. Instrumentos de óptica. Lentes. Microscopio simple. Aumento. Poder. Anteojos, aumento, diafragma, campo reticular, anillo ocular, estudio experimental de los telescopios. Nitidez y poder óptico de los anteojos, telescopios.

##### 2ª PARTE.—ÓPTICA FÍSICA.

Interferencias. Reflexión y refracción. Difracción. Doble refracción.

Cristales. Birefringentes de uno y de dos ejes.

ELECTO-ÓPTICA.

Polarización rotatoria magnética. Teorías de Maxwell. Teorías de Faraday. Hipótesis de Maxwell. Leyes de Ampère. La relación de la unidad electrostática á la unidad electromagnética de electricidad es igual á la velocidad de la luz. El poder inductor específico es igual al cuadrado del índice de refracción. Los cuerpos conductores son opacos. Rotación magnética del plano de polarización

Verificaciones experimentales. Experiencias del profesor O. Lodge. Fenómenos actino-eléctricos.

Fotometría, Intensidad luminosa total. Unidad de luz. Fotómetros. Espectrofotómetro.

ESTABILIDAD DE LAS CONSTRUCCIONES.

I.

*Estática Gráfica.*

Fuerzas y pares.

Composición y descomposición de fuerzas.

Cambios de polo.

Par resultante del transporte de las fuerzas. Teorema fundamental. Funicular según el método Collignon.

Cuadratura de superficies limitadas por polígonos.

Cuadratura de superficies limitadas por líneas curvas.

Centros de gravedad de figuras geométricas.

Centros de gravedad de figuras planas cualesquiera.

Momentos de inercia de las superficies planas. Generalidades. Elipse central de inercia. Momentos de inercia ecuatoriales y polares (investigación algebraica.)

Determinación gráfica de los momentos de inercia.

II.

*Resistencia de materiales.*

Fenómenos de la deformación.

Hipótesis sobre la constitución de los cuerpos.

Equilibrio estático y equilibrio molecular.

Fracciones y comprensiones. Leyes.

Diversas fases de la deformación. Efectos prolongados de los choques; repetidos ó alternados.

Influencia del modo de fabricación y de las acciones mecánicas deformatrices.

Módulos y coeficientes usuales.

Flexión. Fórmulas generales.

Casos usuales de flexión.

Límite de aplicación de las fórmulas.

Flexión en los materiales disimétricamente elásticos.

Resbalamiento. Leyes.

Torsión. Leyes.

Trabajo molecular de tensión, de resbalamiento.

Dilatación calorífica.

Conclusiones.

III.

Resistencia y estabilidad de piezas aisladas.

Acciones y reacciones desarrolladas en una viga.

Reacciones por los apoyos.

Reacciones de unión.

Momentos flexionantes y esfuerzos cortantes en una viga.

Representativa de los momentos flexionantes y esfuerzos cortantes para vigas empotradas.

Deformación y resistencia de una viga. Leyes.

Aplicación á las vigas no empotradas.

Vigas de sección constante empotradas y no cargadas.

Vigas empotradas y cargadas.

Vigas de sección variable empotradas y cargadas.

Viga empotrada en una extremidad y libre en la otra.

Viga de sección constante con carga concentrada en su medio.

Viga uniformemente cargada.

Ménsulas.

Problema de las agujas de barra.

Problema de la viga sobrecargada.

Piso de madera y cargas que soportan.

Cálculo de las vigas de madera.

Vigas paralelas, vigas con ensambles.

Pisos sobre travesarmas.

Empleo del fierro en doble T.

Vigas paralelas. Vigas sobrecargadas y con ensambles.

Piezas de igual resistencia.

Vigas compuestas con palastros.

Método aproximado y exacto de la repartición de las placas ó zapatas.

Ménsulas de igual resistencia.

Vigas de igual resistencia.

Carga móvil en una viga sobre dos apoyos.

Propiedades de la parábola.

Momentos flexionantes cuando la carga móvil es un solo peso.

Momentos flexionantes cuando la carga es un convoy.

Esfuerzos cortantes en cada uno de los mismos casos.

Vigas continuas, cargas permanentes.

Soluciones algebraica y gráfica del problema.

Viga continua de sección constante.

Casos usuales.

Viga llamada *cantilever*.

Sobrecargas desfavorables en la viga continua.

Efectos producidos sobre un solo tramo cargado.

Montea de los esfuerzos cortantes máximos.

Montea de los momentos flexionantes.

Apoyos y piezas verticales.

Frotamiento.

Teoría de las polares recíprocas.

Transmisión de presiones ó superficies planas.

Teoría del núcleo central.

Presiones de seguridad.

Resistencia al encorvamiento.

Piezas cargadas verticalmente.

Fórmulas.

Definición y clasificación.

Piezas comprimidas en las estructuras de madera.

IV.

Resistencia y estabilidad de los sistemas de piezas.

Generalidades sobre las armaduras de techos.  
Cargas que soportan.  
Propiedades de los sistemas articulados.  
Armaduras de madera.  
Sistemas diversos.  
Armaduras metálicas.  
Sistemas Polonceau, sistemas diversos.  
Trabes de celosía.  
Sistemas articulados estrictos. Celosía simple.  
Cargas rodantes.  
Efectos producidos en los trabes de celosía.  
Sistemas articulados de barras superabundantes.  
Celosías múltiples de barras montantes verticales.  
Contraventeo.  
Pilas metálicas.

## V.

*Arcos.*

Teoría de los arcos.  
Deformación de las piezas curvas.  
Constantes de un arco.  
Líneas de influencia.  
Cálculos de equilibrio.  
Curva de presiones.  
Arcos con arranques empotrados.  
Aplicaciones diversas.  
Armaduras en forma de arco.  
Arco continuo sometido á la acción del viento.

## VI.

*Macizos de mampostería.*

Bóvedas. Generalidades.  
Anteproyecto.

Método de las curvas de presión de Méry.

Método de las indicatrices de Durand.—Claye.

Método de deformaciones elásticas.

Empuje de las tierras.

Empuje del agua.

Empuje del viento.

Muros de sostenimiento para tierras ó agua.

Muros sometidos á la acción del viento.

Pilas ó estribos de un arco ó de una bóveda.

Fundaciones de los muros y de los pies derechos de las bóvedas.

## VII.

Ensamblés de fierro.

Remaches.

Resistencia al remachado.

Cálculos de remaches paralelos y convergentes.

Pernos y clavijas.

Los procedimientos serán algebraicos y gráficos, ejecutándose durante el año prácticas de aplicaciones numéricas y construcción de montes sobre problemas de casos prácticos.

## HIDRÁULICA Y SUS APLICACIONES.

I. Introducción. Unidades de medida. Propiedades físicas del agua. Peso del agua. Compresibilidad. Presión atmosférica.

II. Hidrostática. Transmisión de las presiones. Carga y presión. Presión normal. Presión en una dirección cualquiera. Centros de presión.

Presiones en los lados opuestos de un plano. Presas de mampostería. Pérdida de peso en el agua. Profundidad de flotación. Estabilidad de la flotación.

III. Hidráulica teórica. Velocidad y gasto. Velocidad del escurrimiento por orificios. Orificios en plano horizontal. Orificios rectangulares, circulares y triangulares. Influencia de la velocidad de llegada. Escurrimiento por presión. Cargas de presión y de velocidad. Tiempo empleado en variar un depósito. Escurrimiento de un depósito giratorio. Trayectoria del chorro. Energía del chorro. Impulso y reacción del chorro. Velocidades absoluta y relativa.

IV. Escurrimientos por orificios. Orificio patrón. Coeficiente de contracción, de velocidad y de gasto. Orificios verticales, circulares, rectangulares y cuadrados. Orificios sumergidos. Supresión de la contracción. Orificios con bordes arredondados. Medida del agua por orificios. Energía del gasto. Gasto bajo carga variable. Operación de llenar y vaciar una esclusa de canal.

V. Escurrimientos por vertederos.—Descripción del vertedor. Aforador del anzuelo. Fórmulas para el gasto. Velocidad de llegada. Vertedores con contracción lateral y sin ella. Vertedores sumergidos. Fórmulas de Francis. Umbrales anchos y arredondados. Desparramaderos y presas. Curva de la superficie. Vertedores triangulares y trapezoidales.

VI. Escurrimiento por tubos. El tubo patrón. Tubos cónicos convergen-

tes. Chiflones y chorros, tubos divergentes y compuestos. Tubos que se prolongan hacia dentro. Carga efectiva y carga perdida. Pérdidas en el tubo patrón. Pérdidas debidas en el ensanche de sección y á su contracción. Piezómetros. Medidor de agua de Venturi.

VII. Escurrimiento por cañerías. Ideas fundamentales. Pérdida de la carga á la entrada. Pérdida de la carga por fricción. Otras causas de pérdidas de carga. Fórmula de la velocidad. Cómputo del gasto. Cálculo del diámetro. Cañerías cortas y largas. Capacidad relativa del gasto. Cañerías compuestas. Medidas por medio de piezómetros. Pendiente hidráulica. Cañerías con chiflones. Cañerías para servicio de las casas. Cañerías maestras. Cañerías con ramales. Bombas al través de las cañerías. Mangueras de incendio. Cañerías remachadas. Fórmulas varias.

VIII. Escurrimientos por acueductos y canales. Definiciones. Fórmula de la velocidad media. Acueductos circulares llenos á medias y totalmente llenos. Acueductos rectangulares á cielo abierto. Secciones trapezoidales. Acueductos con sección en herradura. Fórmulas de Bazin y de Kutter. Atarjeas, zanjas y canales. Pérdidas de carga. Energía de la corriente.

IX. Escurrimiento en los ríos. Arroyos y ríos. Velocidad en la misma sección. Capacidad de acarreo de la corriente. El medidor de la corriente. Tacómetros. Flotadores diversos. Medida de la corriente por medio de las velocidades de superficie y á me-