

presión analítica del principio de la equivalencia.—Energía interior.—Experiencias de Edlund.—Unidad del calor: termia.

Principio de Carnot.—Condiciones de funcionamiento de un motor térmico.—Rendimiento máximo.—Ciclo de Carnot.—Expresión del rendimiento máximo.—Razonamiento de Clausius.—Nueva definición de temperatura.—Temperatura absoluta.—Expresión analítica del principio de Carnot.—Entropía.—Aplicaciones.—Cálculo del calor de dilatación  $l$ ; ecuación de Clapyron.—Estudio del coeficiente  $h$ .—Modificaciones experimentales.—Experiencias de Joule.—Termodinámica y teoría mecánica del calor.—Estudio de los gases reales.—Expresión completa de  $J$  en el caso de los gases reales.—Principio de la conservación de la energía.

#### *Cambios de estado.*

Generalidades.—Sustancias refractarias.—Gases permanentes.—Fusión, sufusión, solidificación, disolución de cristalización.—Calor, fusión.—Caso general.—Método de Person.—Métodos calorimétricos basados sobre la fusión del hielo.—Calor de disolución y mezclas refrigerantes.—Formación de los vapores.—Ley de Dalton.—Formación de los vapores en la masa de líquidos.—Ebullición.—Calefacción.—Euerzas elásticas de los vapores.—Experiencias de Dulong, de Arago y de Regnault.—Fórmulas.—Hidrometría.—Densidad de los gases y de los vapores y peso del li-

tro de aire.—Métodos de Gay-Lussac, Hoffman, Dumas y Meier.—Variación de la densidad con la temperatura y la presión.—Liquefacción de los gases.—Calores de vaporización.—Propagación del calor.—Irradiación y sus leyes.—Leyes del entriamiento.—Conductibilidad térmica.—Resumen de la teoría de Fourier.—Régimen variable y constante.—Problema del muro.—Caso de un muro indefinido.—Problema de la barra.—Ley de Boit y de Lambert.—Caso del muro en el régimen variable.—Consecuencias de la ecuación de Fourier. 1° ley del cuadrado de las longitudes; 2° ley de los coeficientes de conductibilidad.—Estudio experimental de la conductibilidad térmica.—Experiencias fundadas sobre el régimen permanente.—Medida de las conductibilidades relativas.—Método del muro.—Variación del coeficiente  $f$  con la temperatura.—Conductibilidad de los metales, de los cristales y de los líquidos.

#### *Electricidad.*

Primera parte.—Electricidad estática.—Experiencias fundamentales.—Fenómenos eléctricos.—Conductores.—Aisladores.—Dos especies de electricidad.—Hipótesis de los dos fluidos.—Influencia—Leyes de Coulomb.—Unidad de cantidad de electricidad.—Balanza de Coulomb.—Correcciones.—Ley de las atracciones: 1° método de la balanza; 2° métodos de las oscilaciones. Distribución.—Pérdida. Estudio experimental.—La electricidad está en la

superficie de los cuerpos conductores.—Densidad ó espesor eléctricos.—Densidad cúbica.—Distribución y conservación de la electricidad.—Estudio experimental de la distribución.—Plano de prueba.—Pérdida de la electricidad—Definiciones.—Teorema de Gauss. Definiciones; campo eléctrico; línea de fuerza; superficies de nivel; tubo de fuerza; flujo de fuerza.—Potencias.—Definición de potencias; cálculo de la intensidad del campo por medio del potencial—Propiedades de la derivada primera del potencial; forma del potencial en algunos casos particulares.—Propiedades de la derivada segunda; caso del punto exterior; ecuación Poisson.—Superficies equipotenciales ó de nivel; fuerza electromotriz.—Aplicación de los teoremas generales.—Distribución.—Influencia.—La electricidad en la superficie de los conductores.—Teorema de Coulomb.—Elementos correspondientes.—Presión electrostática.—Poder de las puntas.—Teorema de Faraday; verificación experimental del teorema.—Pantallas eléctricas.—Capacidad.—Condensadores esféricos, planos, cilíndricos y de forma cualquiera.—Reparto de las cargas entre varios condensadores.—Energía eléctrica de un sistema de condensadores y de un condensador.—Asociación en superficie y en cascada.

Dieléctricos.—Propiedades de los cuerpos aisladores.—Poder inductor es; ecífico.—Diferencia entre una lámina conductora y una die-

léctrica.—Carga residual.—Polarización de los dieléctricos.—Relación entre la polarización y el poder inductor específico.—Modificaciones pasajeras que sufren los dieléctricos.—Medidas electro-estáticas.—Electrómetros.—Electroscopios.—Medida de las cantidades y de las potenciales con la balanza de Coulomb.—Electrómetros absolutos del Sr. William Thomson y de M. G. Lippmann.—Electrómetros de cuadrante de Thomson, de Hankel y Bohnénberger.—Medidas de las capacidades; patrones.—Medida de los poderes inductores específicos; esperiencias de M. Megreano.—Máquinas eléctricas.—Máquinas de rozamiento: de Ramsden y diversas.—Máquinas de influencia; electróforo; replenisher de W. Thomson, máquinas de Holtz y diversas.—Rendimiento.—Botella de Leyden.—Efectos de la descarga.—Experiencias de Riess.—Relación entre la longitud de la chispa y la diferencial de la potencial.

#### SEGUNDA PARTE.

#### *Electricidad dinámica.*

Corrientes eléctricas.—Leyes de los contactos.—Experiencias de Galvani, de Volta y explicación de Sabroni.—Ley del contacto ó de Volta.—Pila seca.—Debilitamiento de la pila.—Corrientes eléctricas: Leyes de las corrientes.—Ley de Ohm.—Conductor lineal homogéneo y heterogéneo.—Densidad de la corriente.—Circuito cerrando un elemento de pila.

Pila de N. elementos.—Agrupa-



miento y efectos máximum de una pila.—Corrientes derivadas.—Leyes de Kirchhoff.—Lema de Kirchhoff.—Cálculo de la intensidad en una derivación.—Corolarios de M. Boescha.—Analogías del potencial.—Analogías térmicas é hidráulicas.—Presión y fuerza electromotriz.—Termoelectricidad.—Calor desprendido ó transportado por las corrientes.—Ley de Joule.—Elevación de la temperatura del circuito.—Tensión del hilo.—Efecto Peltier.—Fuerza electromotriz de contacto.—Verificación experimental de M. Le Roux.—Corrientes producidas por el calor.—Experiencias de Seebeck.—Series termoeléctricas.—Leyes de Becquerel.—Influencia de la temperatura.—Punto de inversión.—Experiencias de Gaugain.—Poder termoeléctrico.—Punto neutro.—Diagramas.—Termoeléctricos de Tait.—Teoría de los fenómenos termoeléctricos.—Pilas termoeléctricas de Noe y diversas.—Medidas de las temperaturas.—Electrolisis.—Ley general de la electrolisis; electrolisis del agua acidulada.—Acciones secundarias.—Leyes de Faraday, Ohm y Joule.—Transporte de los iones.—Fenómenos mecánicos.—Polarización.—Polarización de los electrodos.—Trabajo gastado en la electrolisis; trabajo químico en el interior de las pilas.—Pilas reversibles.—Estudio de la polarización.—Experiencias de M. Bouty.—Capacidad de polarización.—Teoría de Helmholtz.—Fenómenos electrocapilares.—Trabajos de

M. Lippmann.—Interpretación de estos fenómenos.—Electrómetro capilar.—Retardo de la electrolisis.—Pilas y acumuladores.—Condiciones que debe llenar una pila perfecta.—Zinc amalgamado.—Pilas constantes.—Tipo de Daniell; cálculo de su fuerza electromotriz, disposición práctica; modificaciones del elemento Daniell.—Pilas diversas.—Costo y rendimiento de las pilas hidroeléctricas.—Acumuladores.—Pila de gas.—Pila Planté.—Acumuladores del género Faure.—Rendimiento.—Capacidad.—Experiencias de M. M. Monnier y Guitton.—Observaciones prácticas.—Agrupamiento de los acumuladores.

#### Magnetismo.

Imanes, Campo magnético—Imanes naturales. Polos—Experiencias y leyes de Coulomb.—Masa y campo magnético.—Momentos.—Potencial producida por un imán elemental.—Constitución de los imanes.—Hipótesis de Coulomb, y de Ampère.—Intensidad de imanación.—Solenoides y hojas magnéticas.—Cuerpos magnéticos y diamagnéticos.—Influencia magnética.—Coeficientes de imanación.—Resistencia magnética.—Construcción de las barras imanadas.

Magnetismo terrestre.—Diversos métodos de la medida del magnetismo terrestre.

Instrumentos de un observatorio magnético.—Brújulas de declinación y de inclinación; declinómetro registrador.—Magnetómetros.—Magnetómetro bifilar.—Brújula de in-

clinación absoluta.—Usos de la brújula de viaje.—Medida de I y de II.—Resultado de las observaciones: 1° de declinación; 2° de inclinación; 3° intensidad.—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 Neuman.

#### Electromagnetismo.

Experiencias de Oerstedt.—Regla de Ampère.—Acción de una corriente sobre un polo magnético.—Experiencias de Boit y Sabarat.—Potencial electro-magnético.—Equivalencia de una corriente cerrada y de una hoja magnética.—Acciones electrodinámicas.—Electrodinámica 1° energía relativa de dos corrientes; 2° energía intrínseca de una corriente cerrada; 3° acción de dos elementos de corrientes d. s. y d'. s'.—Verificaciones experimentales.—Tabla de Ampère.—Leyes elementales.—Rotación de las corrientes por las corrientes.—Acción de la tierra sobre las corrientes.—Solenoides electromagnéticos; caso particular.—Acciones electromagnéticas.—Fórmula de Laplace.—Acción de una corriente circular cerrada sobre un polo colocado en un punto de su eje.—Rotación de los imanes por las corrientes.—Experiencias de Faraday.—Rotación de las corrientes por los imanes; rueda de Barlon.—Electro-Imanes.—Teoría del magnetismo de Am-

père.—Fenómeno de Hall.—Inducción.—Corrientes de inducción.—Experiencias de Faraday.—Leyes experimentales de las corrientes inducidas.—Teoría de los fenómenos de inducción.—Coeficientes de inducción; inducción electrodinámica.—Corriente durante el régimen variable: 1° extra-corriente de clausura; 2° extra-corriente de ruptura; corriente debida á la descarga de un conductor.—Ley general de la inducción de los circuitos sin resistencia.—Casos particulares: 1° corriente continua; 2° corrientes alternativas; 3° corrientes de inducción instantáneas; 4° medidas de un campo magnético cualquiera.—Inducción en toda la masa de un conductor cualquiera.—Corrientes inducidas de orden superior.—Aplicaciones de la inducción.—Máquinas de inducción.—Máquina de Gramme.—Característica.—Líneas isodinámicas.—Transporte eléctrico de energía.—Transformadores.—Carrete de Ruhmkorff; carretes tabicados; condensador de Fixeau.

Unidades.—Unidades eléctricas.—Dimensiones de las unidades eléctricas en el sistema electro-magnético.—Unidades prácticas.—Determinación del Ohm.—Método de la Asociación Británica.—Método de Weber.—Discusión de los métodos precedentes; método de Lorens.—Método de Lippmann.—Experiencias del Dr. Wullenmier.—Unidad del tiempo absoluto de Lippmann.—Determinación del número v.: 1.º Método de Weber y



Rochlausch; 2.º Método de W. Thomson; Método de Stoleton.—Principio de la conservación de la electricidad.—Medidas A. Intensidades.—Galvanómetros.—Brújula de las tangentes.—Galvanómetros ordinarios.—Angulo de sensibilidad máxima.

Construcción de los galvanómetros de gran sensibilidad.—Diminución del efecto de H.; sistemas estáticos; imanes compensadores. Shunt. Poder multiplicador.—Resistencias de compensación.—Galvanómetros diversos.—Constante y fórmula del mérito de un galvanómetro.—Medida de las corrientes instantáneas.—Galvanómetro balístico.—Electrodinómetros.—Electrodinómetro de Weber.—Electrodinómetro absoluto de Pollat, Ampère, patrón.—Medida de las corrientes de la electrolisis.—Voltímetros.—Medida absoluta de las intensidades.—Experiencias de Pouillet.—Medidas B.—Resistencias.—Patrones y aparatos.—Patrones de resistencia; Ohms.—Reóstatos.—Cajas de resistencias.—Medida de las resistencias de los conductores metálicos y de las pilas.—Métodos diversos.—Cajas dispuestas en puente.—Llave de los contactos sucesivos.—Resistencia de un galvanómetro.—Puente de cuerda.—Medida de las resistencias muy débiles.—Método de Kirchhoff.—Medida de las resistencias muy grandes.—Método de Shunt.—Resistencias de la pila; Método de Wheatstone; Método de Mauce.—Empleo

del electrómetro.—Medida de las resistencias líquidas.—Electrodos sin polarización.—Método de Lippmann.—Disposición de Bouty.—Ley de las conductibilidades moleculares.—Aplicaciones de la medida de las resistencias líquidas.—Resultados.—Medidas C. Fuerzas electromotrices.—Unidad de la fuerza electromotriz; Volt.—Pilas patrones.—Métodos galvanométricos.—Métodos de oposición.—Método de Wheatstone.—Método de Poggen-dorff ó de compensación; modificación del de Bois.—Raymond.—Métodos electrométricos.—Electrómetro aperiódico de G. y C. Curie.—Pila de carga.—Graduación del instrumento.—Verificación de las leyes de Volta y Ohm.—Electricidad atmosférica.—Fuerza electromotriz de contacto.—Experiencias de Pellat.—Medida de las fuerzas electromotrices de contacto verdaderas; caso de un metal y de un líquido; caso de dos líquidos.—Medida de las capacidades.—Método del puente.—Método del galvanómetro balístico.—Medidas industriales.—Voltímetros.—Amperómetros.—Aparato de Despretz y Carpentier; reductores.—Instrumentos de W. Thomson; amperómetro voltámetro.—Amperómetro de Lippmann.—Experiencias, los voltímetros y amperómetros.—Electrodinómetro de Siemens y Halske.—Voltámetro de Carden.

#### Acústica.

Estudio analítico de un movimiento vibratorio.—Ecuaciones del

movimiento vibratorio: 1.º vibraciones longitudinales; 2.º vibraciones transversales.—Composición de las vibraciones paralelas, interferencias.—Composición de las vibraciones rectangulares: 1.º vibraciones de igual período; 2.º 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  $c$ .—Medida experimental de la velocidad del sonido en el aire.—Medida de la velocidad en el sonido en los líquidos y los sólidos.—Reflexión, refracción é interferencias del sonido.—Altura.—Timbre.

#### ÓPTICA.

*Primera parte.—Optica geométrica.*

Reflexión.—Leyes de Reflexión.—Espejos planos.—Espejos esféricos.—Refracción.—Leyes de la refracción.—Índices de refracción.—Refracción total.—Refracción al través de láminas de caras paralelas.—Refracción al través de un prisma, fórmulas del prisma; mínimo de desviación; construcción del rayo convergente; condiciones de emergencia; foco del prisma.—Lentes.—Lentes esféricas.—Refracción al través de las superficies esféricas, lentes gruesas.—Centro ópticos; puntos nodales.—Cálculos de los constantes de una lente.—Caso en que los medios extremos son los mismos.—Lentes infinitamente delgados.—Refracción al través de más de dos super-

ficies esféricas; sistemas de lentes. Estudio experimental de las lentes esféricas; aberración de esfericidad.—Disposición.—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.—Oculares; anteojos, aumento; diafragma; campo; retícula; anillo ocular; estudio experimental de los telescopios; nitidez y poder óptico de los anteojos; telescopios.

*Segunda parte.—Optica física.*

Interferencia.—Espejos de Fresnel.—Leyes del fenómeno.—Medida de  $l$  y cálculo  $T$ .—Disposición experimental.—Franjas en la luz blanca; espectros acanalados.—Necesidad de emplear haces que provengan de un solo foco.—Otras experiencias: 1.º semilentes de Villet; 2.º biprisma de Fresnel; 3.º lámina Borbouze.—Anillos de Newton.—Experiencias de Fizeau; medida de las dilataciones.—Reflexión y refracción.—Teoría de Fresnel.—Difracción.—Principio de Huygens.—Doble refracción.—Cristales birrefringentes de uno y de dos ejes.—Experiencias de Huygens y construcciones que de ellas se deducen.

#### Electro-óptica.

Polarización rotativa magnética.



—Experiencias de Faraday.—Consideraciones teóricas.—Dispersión rotativa magnética.—Teorías de Maxwell; torbellinos moleculares.—Corriente eléctrica.—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.—Descargas oscilatorias.—Experiencias del Dr. Herzt.—Experiencias del Profesor O. Lodge.—Fenómenos antioeléctricos.—Fotometría.—Intensidad luminosa total.—Unidad de luz.—Fotómetros.—Espectrofotómetros.

*Aplicaciones de la electricidad.*

Generación industrial de la electricidad.

Generalidades sobre los dinamos.—Dinamos de corriente continua.—Partes esenciales.—Inducido.—Circuito magnético.—Teoría de estos dinamos.—Ensaye de los mismos.—Construcción.—Formación de proyectos.

Alternadores.—Teoría de ellos.—Formación de proyectos.—Transformadores.—Teoría.—Ensaye de los mismos.—Formación de proyectos.

Distribución de la energía en su forma eléctrica.—Conductores.—Aparatos de seguridad.—Sistemas de distribución directa é indirecta.—Contadores.—Canalizaciones.

Electromotores.—De corriente continua.—Alternomotores.

Tracción eléctrica.—Nociones generales sobre los tranvías eléctricos.—Sistemas de tracción.—Elementos de un proyecto de tranvía eléctrica.—Ferrocarriles eléctricos.

Alumbrados.—Lámparas eléctricas.—Proyectos de distribución.—Plantas generadoras.

Nociones elementales de electro-metalurgia.—Vía húmeda.—Vía seca.

Telegrafía.—Sistema de Morse.—Sistemas perfeccionados.—Telegrafía submarina.

Telefonía.—Teléfonos electromagnéticos.—Estaciones telefónicas.—Telegrafía y telefonía simultáneas.

QUÍMICA INDUSTRIAL.—PRIMERA PARTE.

I.

Principales sales industriales y diferentes procedimientos para su fabricación.

Potasa.—Sus propiedades y aplicaciones.—Diferentes métodos y procedimientos para la extracción de la potasa de las diferentes sustancias que la contienen en cantidad suficiente para que su extracción pueda ser industrial.—Carbonato de potasa puro.—Potasa cáustica.—Métodos alcalimétricos, o tasimétricos y sodamétricos.—Expresión del valor comercial de la potasa.

Sosa.—Sus propiedades y aplicaciones.—Sosa natural.—Sosa extraída de los vegetales.—Diferentes procedimientos para preparar la so-

sa por vía química, transformando en esta substancia ciertas combinaciones del sodio que se encuentran en gran cantidad en la naturaleza ó bien como resultado de la preparación de otras substancias.—Utilización de los residuos de la sosa.—Diferentes procedimientos para la regeneración del azufre de los residuos de sosa.—Fabricación de la sosa por el amoniaco.—Bicarbonato de sosa.—Sosa cáustica.—Propiedades y usos del sulfato de sosa, del bicarbonato de sosa y de la sosa cáustica.—Cloruro de sodio é industria de las salinas.—Ensayes de sal.

Cal.—Manera de obtener la cal.—Diferentes clases de cal que se obtienen.—Propiedades de la cal.—Usos y aplicaciones.—Análisis y ensayos de las cales.

Sales amoniales importantes bajo el punto de vista industrial.—Amoniaco.—Preparación, usos y aplicaciones de la sal amoniaco.—Preparación del sulfato, carbonato, nitrato y fosfatos de amoniaco.—Usos y aplicaciones industriales de estas substancias.—Diferentes métodos para obtener el amoniaco.—Sus propiedades usos y aplicaciones.

II.

*Principales ácidos industriales y materias primas para su fabricación.*

Acido sulfúrico y otros compuestos sulfurados de aplicación industrial.—Diferentes fuentes de producción del azufre y métodos empleados para obtenerlo.—Afinación del azufre.—Sus propiedades y usos.—

Principales hornos y procedimientos empleados para la producción del ácido sulfuroso, ya sea que se em lee el azufre, las piritas ó las blendas.—Acido sulfuroso líquido.—Propiedades y usos del ácido sulfuroso.—Estudio completo y tan detallado como sea posible de la industria en general de la fabricación del ácido sulfúrico.—Propiedades y uso del ácido sulfúrico.

Fabricación del sulfuro de carbón y cloruro de azufre.—Propiedades y usos de estas substancias.—Fabricación del sulfito de cálcium.—Bisulfito é hiposulfito de sodium.—Usos y aplicaciones de estas substancias.

Acido clorhídrico, cloro, cloruro de cal y cloratos.—Diferentes procedimientos para la fabricación del ácido clorhídrico por condensación de los vapores en la fabricación del sulfato de sosa y por condensación del cloruro de sodio.—Propiedades y usos del ácido clorhídrico.—Fabricación del cloro y del cloruro de cal.—Método y substancias empleadas en estas fabricaciones.—Usos y aplicaciones del cloro y del cloruro de cal.—Clorometría.—Cloruros alcalinos.—Preparación de los cloratos de aplicación industrial.

Acido nítrico y nitratos.—Diferentes métodos de preparación del ácido nítrico; blanqueamiento del ácido nítrico; preparación directa del ácido nítrico blanco; ácido nítrico químicamente puro; ácido nítrico humeante; usos del ácido nítrico.