

mos cuadrados cuando las ecuaciones no son lineales.—Aplicaciones á diversos casos de medida de ángulos en geodesia, á la medida de una base, y á la medida de los ángulos por diversos métodos.—Precisión de las cantidades que se determinan en función de las incógnitas que proceden del método de los mínimos cuadrados.—Ejemplos.—Observaciones superabundantes.—Ejemplos.—Resolución de las ecuaciones condicionales.—Caso en que son de desigual precisión.—Error medio de estas observaciones.—Aplicaciones á la Geodesia.—Notas sobre la legitimidad del método y sobre el valor útil de su aplicación práctica.—Compensación de las direcciones en la determinación de los ángulos.—Ecuaciones de condición para los ángulos y los lados de una red.—Ejemplos.—Aplicación á la determinación de las direcciones más probables que resultan de la observación en un vértice geodésico.—Teoría general de la compensación de una red de triángulos.—Teoría de la nivelación trigonométrica y compensación de sus errores por el método de los mínimos cuadrados.

CURSO DE FÍSICA MATEMÁTICA.

Caracteres diferentes de los métodos experimentales y de los métodos matemáticos.—Observación.—Experimentación.—Leyes físicas.—Teorías matemáticas.—Sistemas.—Objeto de la física Matemática.

Instrumentos de medida.—Unidades.—Sistemas de Unidades.—

Dimensiones de las Unidades.—Medidas de longitud.—Patrones de longitud.—Instrumentos para las medidas de longitudes.—Medida de ángulos.—Instrumentos para la medida de los ángulos.—Medidas de las masas y de las fuerzas.—Medida del tiempo.—Aparatos para la medida de las fuerzas y de los tiempos.

Física molecular.

Fenómenos capilares.—Figura de los líquidos sustraídos á la acción de la pesantez.—Trabajo de las fuerzas moleculares.—Fórmula de Laplace.—Experiencias y aplicaciones diversas.—Figura de equilibrio de los líquidos pesados.—Ángulo de un líquido y un sólido.—Fórmula de un líquido pesado al contacto de una pared plana.—Medida del ángulo de un líquido y un sólido.—Tubos capilares.—Experiencias de Gay-Lussac, de Edmundo de Sains, de Quet y de Seguin.—Influencia de la temperatura.—Cálculo de Quet.—Teoría de Gausa.

Difusión.—Difusión libre.—Medida de los coeficientes de difusibilidad.—Endósmosis.—Equivalentes osmométricos.—Dialisis.—Difusión de los gases.—Escurrecimiento de los líquidos.—Regla de Torricelli.—Contracción de la vena.—Escurrecimientos por tubos capilares.—Frotamiento interior de los líquidos.—Leyes de las presiones y de las velocidades.—Medida del frotamiento.—Escurrecimiento de los gases.—Leyes y teoremas relativos.—Es-

currimientos de los gases al través de los cuerpos porosos.—Compresibilidad.—Experiencias de Colladon, Sturm, Regnault, Jamin, Descamps.—Elasticidad.—Sus leyes.—Tracción.—Sus leyes.—Equilibrio del paralelepípedo elástico, del tetraedro y de un cuerpo elástico de una forma cualquiera.—Flexión.—Sus leyes.—Torsión.—Sus leyes.—Límite de la elasticidad.—Tenacidad, dureza, ductilidad, maleabilidad.

Calor.

Hechos generales y definiciones.—Efectos generales producidos por el calor.—Dilatación.—Cambios de estado.—Efectos mecánicos.—Temperatura.—Coeficientes de dilatación.—Dilatación absoluta y aparente.—Termómetros de mercurio.—Dilatómetros.—Dilatación absoluta de los líquidos.—Dilatación absoluta del mercurio.—Máximo de densidad del agua.—Dilatación de los sólidos.—Métodos del termómetro de peso, de Laplace y de Lavoisier y método diferencial.—Aparato de Ramsden.—Dilatación de los gases.—Experiencias y leyes de Gay-Lussac.—Crítica de estas experiencias.—Experiencias de Regnault.—Determinación de ∞ , ∞_1 y ∞_2 .—Dilatación de diferentes gases.—Influencia de la presión.—Conclusiones.

Termometría.—Elección de una sustancia termométrica.—Termómetros.—Altas temperaturas.—Comparaciones de los termómetros de gas y de mercurio.—Termóme-

tros de precisión.—Ley de Moriotte.—Experiencias de Despretz, Pouillet, Dulong, Arago y Regnault.—Compresibilidad bajo débiles y fuertes presiones.—Estudio de la compresibilidad á las temperaturas elevadas.—Fórmulas de M. van der Waals.

Calorimetría.—Calor específico de los sólidos y de los líquidos.—Método de las mezclas de Dulong y Petit; aparato de Regnault.—Calor específico del agua.—Leyes de Dulong y Petit, de Neuman, de Woestyn.—Calor específico de los gases.—Experiencias de Loroche y Bérard y de Regnault.—Aplicaciones de la ley de Dulong y Petit á los gases.

Termodinámica.

Preliminares.—Elección de variables.—Transformaciones isotermas y adiabáticas.—Relaciones entre los coeficientes c y C , l y h .—Teorema de Resch.—Aplicación.—Medida de c experiencia de Clement y Desormes.—Estudio térmico de los gases perfectos.—Representación gráfica de Clapyron.—Ecuaciones de las isotérmicas y adiabáticas.—Expansión adiabática de un gas.—Ciclos.—Representación geométrica del trabajo.

Principio de la equivalencia.—Hechos experimentales.—Experiencias de Joule y de Hirn.—Cálculo del equivalente por medio de los gases perfectos.—Transformación inversa del calor en trabajo.—Extensión del principio de la equivalencia á los ciclos abiertos.—Ex-

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 I ; 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.º ley del cuadrado de las longitudes; 2.º 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.º método de la balanza; 2.º 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 Poinsson.—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 electroestática.—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 específico.—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 electroestáticas.—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-