



PROGRAMA
DE
AMPLIACIÓN DE LA FÍSICA

POR
D. EDUARDO LOZANO Y PONCE DE LEÓN

Catedrático de la referida asignatura en la Universidad de Barcelona



CURSO DE 1899 Á 1900



BARCELONA
HIJOS DE JAIME JEPÚS IMPRESORES
CALLE DEL NOTARIADO, NÚMERO 9
1899



PROGRAMA

DE

AMPLIACIÓN DE LA FÍSICA

POR

D. EDUARDO LOZANO Y PONCE DE LEÓN

Catedrático de la referida asignatura en la Universidad de Barcelona

CURSO DE 1899 A 1900



BARCELONA

HIJOS DE JAIME JEPÚS, IMPRESORES

NOTARIADO, 9 * TELÉFONO 151

1899

Es propiedad del autor,
quien se reserva todos los
derechos que le concede
la ley.

ADVERTENCIA.—Cada lección de este Programa está dividida en párrafos numerados que contienen los principales asuntos que la misma abraza; distinguiéndose a una simple ojeada las preguntas capitales con letra cursiva. La disposición adoptada facilita el examen rápido de muchos alumnos a quienes puede servir de guía, también con notable ventaja, en el repaso de la asignatura.



PROGRAMA
DE
AMPLIACIÓN DE LA FÍSICA

PRIMERA PARTE
ENERGÍA MECÁNICA

LECCIÓN 1.^a

Nociones preliminares

1. Naturaleza: seres: *materia: cuerpo: masa. Eter.* Aclaraciones y clasificación de los seres materiales. *Fenómenos:* su división en físico-químicos y vitales. Principales ramas de la Ciencia.

2. Física general ó Filosofía natural, indicando las ciencias más importantes en que se subdivide su estudio: *Física* propiamente dicha; *Química*; Historia Natural; Astronomía.—Dificultad de separar los fenómenos físicos de los químicos: circunstancias que los distinguen. Importancia de la Física: necesidad de subdividirla en ciencias particulares á causa del extraordinario desarrollo que han alcanzado las diversas ramas que comprende.

3. *Leyes y teorías físicas: sistemas.* Explicación de un fenómeno: causas. Hipótesis: condiciones que deben reunir para ser admisibles en la ciencia. *Agentes físicos. Energía:* su división en *energía actual y potencial.* Principios de la conservación de la materia y de la energía.

4. Métodos de investigación científica: su aplicación á la Física. *Ventajas de la observación y la experiencia.* Utilidad de las máquinas é instrumentos. *Importancia de las Matemáticas* y su empleo para el estudio de los fenómenos físicos. Medios de corregir los errores de observación. Representación gráfica de la marcha de los fenómenos que facilita la investigación de la ley que los rige. Reducción de las leyes á fórmulas, y recíprocamente, deducir aquéllas de éstas. Problemas físicos.

PROPIEDADES GENERALES

LECCIÓN 2.^a

Extensión. Impenetrabilidad

1. Constitución de los cuerpos: *átomos; moléculas*, y partículas. *Fuerzas moleculares*: cohesión: adherencia: afinidad: repulsión. Ejemplos aclaratorios.
2. *Estados de los cuerpos*: caracteres diferenciales entre *sólidos, líquidos y gases*.—Propiedades de los cuerpos: clasificación de dichas propiedades.
3. *Extensión*: su estudio corresponde á la Geometría: diferencia entre cuerpo físico y geométrico. Medios de apreciar longitudes muy pequeñas: *nonius; tornillo micrométrico* aplicado á diferentes instrumentos de precisión, especialmente al *esferómetro* y *catetómetro*. Ventajas que proporciona la exactitud de las medidas en las ciencias de observación.—Unidades fundamentales adoptadas por los físicos. Sistema C. G. S. (centímetro, gramo, segundo).
4. *Impenetrabilidad* de la materia: Penetrabilidad aparente. Ejemplos de una y otra clase. Algunas aplicaciones de la impenetrabilidad.

LECCIÓN 3.^a

Porosidad. Divisibilidad. Compresibilidad. Elasticidad

1. *Porosidad*. Distinción entre los verdaderos poros físicos y los intersticios aparentes en muchos cuerpos. Ejemplos de *permeabilidad*, porosidad aparente. *Demostración general de la porosidad*. Volumen real de los cuerpos. Aplicaciones.
2. *Divisibilidad* Límite de la divisibilidad en los cuerpos físicos. Ejemplos de extraordinaria divisibilidad.
3. *Compresibilidad*. Demostración de esta propiedad para sólidos y líquidos: *coeficiente de compresión*. Compresibilidad de los gases. *Ley de Mariotte*: su inexactitud.
4. *Elasticidad*. Consideraciones generales: diferentes maneras de desarrollarla en los sólidos. Cuerpos elásticos llamados de primero y segundo género. *Elasticidad por presión* estudiada en los sólidos, líquidos y gases.

LECCIÓN 4.^a

Movilidad. Inercia. Gravedad

1. *Movilidad*. Reposo y movimiento absoluto: idem relativo. Ejemplos.
2. *Inercia: sus leyes*. ¿Puede considerarse la inercia como única propiedad esencial de los cuerpos? Aplicaciones.
3. *Gravedad*. Cómo se explica la ascensión de algunos cuerpos en contradicción aparente con esta propiedad. *Plomada*. Líneas y planos verticales y horizontales.
4. *Gravitación universal: sus leyes*. La gravedad es un caso particular de la gravitación. ¿Puede afirmarse otro tanto de la cohesión?

LECCIÓN 5.^a

Propiedades particulares de los sólidos

1. Preliminares. Estado cristalino y amorfo. Cristalografía. Sistemas cristalinos.
2. Algunas propiedades mecánicas de los sólidos. *Elasticidad por tracción, por torsión y flexión*: sus leyes, y modo de comprobarlas en cada caso. ¿Siguen las mismas leyes en su tracción las fibras orgánicas?
3. *Tenacidad y dureza*. Circunstancias que es necesario tener presentes al examinar dichos caracteres en los cuerpos.
4. *Ductilidad y maleabilidad. Temple y recocido*. Medios que se utilizan en las artes para obtener alambres muy finos y láminas de poquísimo espesor.—Aplicaciones diversas de las anteriores propiedades.

MECÁNICA DE SÓLIDOS

ESTÁTICA

LECCIÓN 6.^a

Preliminares de la Mecánica

1. Ideas generales acerca de la Mecánica: *su definición. Divisiones de la Mecánica*: su importancia.
2. *Fuerzas*: representación de las fuerzas. Intensidad: *dinamómetros*
3. Axiomas y otros principios fundamentales de la Estática.
4. *Casos de composición de fuerzas*. Primero: *resultante de varias fuerzas que actúan según una misma recta*.

LECCIÓN 7.^a

Fuerzas concurrentes

1. *Resultante de dos fuerzas concurrentes*: teorema del *paralelogramo de las fuerzas*: demostración experimental: indicación de la teórica.
2. Valor numérico de la resultante. *Momento* de las fuerzas. Teorema de los momentos.
3. Caso general de composición de fuerzas concurrentes: triángulo y polígono de las fuerzas. *Paralelepípedo de las fuerzas*.

LECCIÓN 8.^a

Fuerzas paralelas

1. *Composición de dos fuerzas paralelas*: 1.^o Obrando en el mismo sentido: demostración teórica: comprobación experimental. 2.^o Las dos fuerzas actúan en sentido contrario. *Par de fuerzas. Momento del par*.
2. Resultante de varias fuerzas: *centro de fuerzas paralelas*. Caso general de composición de varias fuerzas situadas en el mismo plano. A qué se reduce el sistema si las fuerzas se cruzan en el espacio.
3. *Descomposición de una fuerza*. Indeterminación del problema. Con-

diciones que deben agregarse para la determinación de las componentes. Imposibilidad del problema en algunos casos.

LECCIÓN 9.^a

Centro de gravedad

1. *Centro de gravedad*: definiciones. Determinación experimental de este punto en un cuerpo cualquiera, y especialmente en el cuerpo humano.
2. *Investigación geométrica*.—Líneas y superficies físicas.—1.º Cuerpos homogéneos con centro de figura. 2.º Figuras planas. Centro de gravedad del triángulo y de un polígono cualquiera. 3.º Centro de gravedad del tetraedro y de los poliedros de cualquier número de caras. Cono y cilindro.
3. *Diversos estados de equilibrio*: condición general. Cuerpos con un eje horizontal fijo, alrededor del cual pueden girar. Cuerpos que se apoyan sobre un plano horizontal. Aplicaciones.

LECCIÓN 10.^a

Máquinas en general. Palanca. Balanzas.

1. Ideas generales acerca de las máquinas. Su definición. *Igualdad teórica del trabajo motor y resistente*. Clasificación de las máquinas.
2. *Estudio de la palanca: ley de equilibrio*. Principio de las velocidades virtuales. Diversos géneros de palanca. Aplicaciones.
3. Generalidades acerca de las balanzas. *Balanza* propiamente dicha. *Condiciones de exactitud y de sensibilidad*. Balanza de ensayo. Método de las dobles pesadas.
4. *Balanza de Roberval. Romana. Básculas*. Ventajas é inconvenientes de estos instrumentos.

LECCIÓN 11.^a

Polea. Torno. Plano inclinado. Tornillo

1. *Poleas*: su división. Estudio de la polea fija: observación. Poleas móviles. Usos de las poleas.
2. *Torno y cabrestante. Ley de equilibrio* en esta máquina. Observaciones. Usos.
3. *Plano inclinado. Ley de equilibrio*. Observación. Usos.
4. *Tornillo*: preliminares. *Ley de equilibrio*: consecuencias. Aplicaciones.

LECCIÓN 12.^a

Cuña.—Máquinas compuestas

1. *Cuña*. Indicación de las diversas leyes de equilibrio propuestas. ¿Es una verdadera máquina simple la cuña? Advertencia acerca de su modo de obrar en los diversos cuerpos. Uso de la cuña. *Queratotomo* y otros instrumentos quirúrgicos.
2. *Máquinas compuestas. Ley de equilibrio*.—Combinación de palancas. *Polipastos*.—*Motones*.—Ruedas dentadas. Cuerda sin fin.
3. Diversas máquinas compuestas muy usadas.—*Cric ó gato*.—*Cabria*.—*Grúa*.—Torno y polea diferencial.—*Tornillo sin fin*.

DINÁMICA

LECCIÓN 13.^a

Movimientos uniforme y variado

1. Clasificación de las fuerzas y de los movimientos.
2. *Movimiento uniforme. Velocidad. Leyes.* Fórmula: su representación geométrica. Aplicaciones.
3. *Movimiento uniformemente variado: velocidad: aceleración.*—Deducción gráfica de la fórmula del espacio. *Leyes.* Triángulo de Galileo. Movimiento variado en general.
4. *Descenso de los graves.* Plano inclinado de Galileo. *Máquina de Atwood:* experimentos. Aparatos de Morin y de Bourbouze.
5. ¿Qué se entiende por acción de la gravedad? Demostrar que es la misma para todos los cuerpos. Aclaraciones. Caso de *movimiento uniformemente retardado* en los graves. Descenso por diferentes planos inclinados de la misma altura.

LECCIÓN 14.^a

Trabajo de las fuerzas

1. Definiciones de *velocidad, aceleración: masa.* Aclaraciones necesarias para la mejor inteligencia de tales conceptos.
2. *Cantidad de movimiento. Trabajo:* modo de apreciarle. Ecuación de la fuerza viva.—Energía actual y potencial Idea sacada del trabajo motor y resistente, aplicado á las máquinas: su igualdad.—*Efecto útil.*—Imposibilidad del movimiento continuo —Máquinas en movimiento.
3. *Rozamiento* propiamente dicho: *leyes de Coulomb.* Observación. *Rozadura:* leyes.—Medios de disminuir y aumentar el rozamiento.
4. *Resistencia que oponen los fluidos* al movimiento de los cuerpos: leyes.—*Rigidez de las cuerdas:* fórmula propuesta para expresarla. Pérdidas de energía.

LECCIÓN 15.^a

Movimientos curvilíneos: circular y parabólico

1. *Movimiento curvilíneo.* Movimiento circular uniforme. Expresión de la fuerza normal: *leyes:* experimentos comprobantes. Generalización para el caso de un movimiento curvilíneo cualquiera. Aplicaciones.
2. Rotación de los sólidos: *leyes. Bicicletas. Giroscopios.*
3. *Movimiento parabólico:* *leyes.* Aplicaciones.

LECCIÓN 16.^a

Péndulo y sus aplicaciones.—Choque de los cuerpos

1. *Movimiento oscilatorio. Péndulo.* Péndulo simple. Fórmula del péndulo. *Leyes:* su demostración experimental.—Longitud del péndulo compuesto.
2. *Aplicaciones del péndulo:* Regularización del movimiento en los relojes. Determinar la acción de la gravedad. Causas que influyen en la va-

riación de g . Demostrar el movimiento de rotación de la Tierra: su influencia en la variación de g .

3. Consideraciones generales acerca de la transmisión del movimiento.

— *Choque central de los cuerpos inelásticos*. Casos particulares.

4. *Choque central de los cuerpos elásticos*. Consecuencias. *Choque contra un plano ó superficie fijos*. *Leyes*. Experimentos.

MECÁNICA DE FLUIDOS

HIDROSTÁTICA

LECCIÓN 17.^a

Equilibrio de los líquidos

1. *Preliminares*.—División de la Mecánica de fluidos.—Líquidos perfectos. *Principio fundamental de la Hidrostática*: su enunciado más general y demostración.

2. Condiciones de equilibrio en los líquidos perfectos.—Líquidos ordinarios.—Superficie de los líquidos en equilibrio.—Presión en el interior de su masa.—*Presión sobre el fondo*.—Paradoja hidrostática.—*Presión sobre las paredes*.—Centro de presión. Posición de éste, más bajo que el centro de gravedad de la pared. Ejemplos.

3. Equilibrio de un líquido en *vasos comunicantes*.—*Casos de varios líquidos* en un mismo vaso ó en vasos comunicantes. Líquidos turbios. Aplicaciones.

LECCIÓN 18.^a

Principio de Arquímedes. Peso específico

1. *Principio de Arquímedes*: su demostración teórica y experimental. Equilibrio de los sólidos sumergidos en un líquido. Aplicaciones. *Flotación*. Metacentro.

2. *Densidad*: definiciones. Fórmula; consecuencias. *Peso específico*. Razones para elegir el agua como unidad en el caso de sólidos y líquidos.

3. Determinación de *pesos específicos*. Caso de *los sólidos*: 1.º por el método del frasco; 2.º por medio de la balanza; 3.º por el *gravímetro*. Dificultades que se presentan y manera de obviarlas.

LECCIÓN 19.^a

Peso específico de los líquidos

1. *Modificación del método del frasco y de la balanza hidrostática* para hallar el peso específico de los líquidos.

2. *Areómetros*: su división. Principio fundamental de *los areómetros de volumen constante*, y el de *los areómetros de volumen variable* y peso constante. Descripción de algunos de estos instrumentos, exponiendo el detalle de las manipulaciones necesarias para determinar el peso específico de un líquido. *Volumenómetros y densímetros*.

3. *Graduadores*. Cómo pueden dividirse estos areómetros especiales:

pesa-ácidos, pesa-sales, jarabes, etc., y pesa-alcoholes. *Areómetros* de Beaumé y de Cartier. *Alcohómetros* de Gay-Lussac y Sallerón.

4. *Balanza de Mhor*: ventajas de su empleo en los laboratorios. Procedimiento de los tubos comunicantes para hallar el peso específico de los líquidos. *Comparación de los diversos métodos* seguidos y á cuál debe darse la preferencia.

LECCIÓN 20.^a

Capilaridad

1. *Capilaridad*. Cómo se modifican las condiciones ordinarias de equilibrio en los líquidos á causa de los fenómenos capilares. Experimentos que confirman la adherencia entre dos sólidos y más especialmente entre sólidos y líquidos. *Fuerzas que solicitan una molécula líquida* en contacto de la superficie del sólido bañada por el líquido. *Tensión superficial*. Forma y nivel del menisco, según que la lámina sea ó no mojada.

2. Caso de dos *láminas paralelas* y angulares. *Tubos capilares*: leyes de Jurin y de Gay-Lussac. Observaciones. Aplicaciones.

3. *Difusión*: leyes. *Osmosis*. *Osmómetro*. *Dialisis*.—Substancias cristaloides y coloides. Dializador.

HIDRODINÁMICA

LECCIÓN 21.^a

Movimiento de los líquidos

1. *Hidrodinámica*. Salida de los líquidos por orificios practicados en pared delgada.—Observaciones: reacción: forma y estructura de la vena.

2. *Teorema de Torricelli*: su demostración. Medios de obtener una velocidad constante en la salida de los líquidos. *Gasto teórico y práctico*. Causas de su diferencia y medio de disminuirla si el líquido moja al tubo: caños cilindricos y cónicos. Aplicaciones.

3. Movimiento de los líquidos por *tubos largos y canales de conducción*. *Velocidad de la corriente* y modo de apreciarla: *presión sobre las paredes del tubo*. Explicación de algunos fenómenos observados con frecuencia en las corrientes de agua. Aplicaciones: motores hidráulicos: turbinas. Circulación de la sangre.

AEROSTÁTICA

LECCIÓN 22.^a

Presión atmosférica

1. Preliminares: gases. Experimento de Aristóteles. El aire: su composición. *Atmósfera*: forma y constitución de la misma.

2. Demostración del *peso* y la *expansibilidad del aire*. Compresibilidad. Generalización de las leyes de equilibrio y otros principios de Hidrostática para el caso de gases. Explicación de los mismos en la teoría mecánica del calor. *Baroscopio*.

3. *Presión atmosférica*: experimentos que la confirman; rompe-vejigas; hemisferios de Magdeburgo; tubo de Torricelli.

LECCIÓN 23.^a

Barómetros

1. Medida de la presión atmosférica. *Barómetros* de mercurio. Precauciones que deben guardarse en su construcción: inconvenientes del barómetro de cubeta: *barómetro de Fortin*. *Barómetros de sifón*. Barómetro de glicerina. Barómetros portátiles. Barómetros metálicos. Barómetros inscriptores.

2. Aplicaciones del barómetro: 1.^a *Medición de alturas*: dificultades de esta determinación: datos necesarios: fórmula simplificada para altitudes que no pasen de mil metros. Tablas. 2.^a *Indicaciones meteorológicas* del barómetro: su significación y valor para cada localidad.

LECCIÓN 24.^a

Máquina neumática

1. *Máquina neumática*: principios en que está fundada su construcción. Partes principales de que consta y su modo de funcionar. Modificaciones con que se ha perfeccionado este aparato. Válvula cónica. Ventajas é inconvenientes de los dos cuerpos de bomba. Llave de Babinet. ¿Puede obtenerse un vacío perfecto? *Probeta*.

2. *Diferentes máquinas neumáticas*. Máquina neumática de mercurio: en qué casos es insustituible la misma. Otros procedimientos seguidos para extraer el aire de un recinto dado. Aplicaciones.

3. *Máquina contra-neumática*: simplificación de este aparato. Manera de apreciar la presión del gas acumulado por su medio: *manómetros* de aire libre, de aire comprimido y el metálico de Bourdon.

LECCIÓN 25.^a

Globos aerostáticos

1. Diferencia entre la flotación en los líquidos y en la atmósfera.— Cometas: cómo se explica su elevación en el aire.

2. *Globos aerostáticos*. Diversas modificaciones que han recibido. Fuerza ascensional de un aerostato: ventajas é inconvenientes del hidrógeno para llenar los globos. Medios de que dispone el aeronauta para elevarse ó descender en la atmósfera cuando convenga. Aplicaciones.

3. Dificultades casi insuperables de la navegación aérea y escasas ventajas que proporcionaría como medio de transporte. Navegación submarina.

AERODINÁMICA

LECCIÓN 26.^a

Movimiento de los gases

1. Causa que determina la salida de un gas. *Movimiento retardado* que resulta: Principios de Hidrodinámica aplicables á los gases: salida por orificios practicados en pared delgada y por tubos cortos ó mecheros. Movimiento de los gases por las cañerías ó largos tubos de conducción.

2. Máquinas para producir corrientes de aire: *trompas*; *fuelles*; *aventadoras*. Corrientes atmosféricas.

3. Medios de conseguir una velocidad constante en la salida de los gases: *gasómetros*; *frasco de Mariotte*. Aplicación de lo expuesto á la distribución del gas del alumbrado: *contadores*.

LECCIÓN 27.^a

Bombas. Máquinas hidráulicas

1. Máquinas é instrumentos más usados que tienen su fundamento en las propiedades estudiadas de líquidos y gases. *Bombas aspirante*, *impelente* y *aspirante-impelente*: depósito de aire para regularizar la salida del agua. *Bomba de incendios*.

2. *Ariete hidráulico*. *Prensa hidráulica*.—*Pipeta* ó *cata-líquidos*: fuente intermitente: *cuenta-gotas*.

3. *Sifones*: diferentes formas de los mismos: verdadera altura de las dos ramas. *Vaso de Tántalo*. Fuentes intermitentes naturales.—Fuente en el vacío: *idem* de *compresión* y de *Herón*.

MOVIMIENTO VIBRATORIO

LECCIÓN 28.^a

Movimientos vibratorio y ondulatorio

1. *Movimiento vibratorio*. Preliminares. Definiciones: leyes. Su representación gráfica.

2. *Movimiento ondulatorio*: su formación: vibración de tres ó más puntos en línea recta.—Ondas en los medios isótropos: *onda condensada* y *dilatada*. *Intensidad* de las vibraciones. Demostración de la ley de los cuadrados de la distancia. *Velocidad* de propagación. *Reflexión*. *Absorción*. *Inflexión*. *Refracción*: leyes.

3. Ondas procedentes de varios centros vibrantes: trazado de la resultante de dos ondas paralelas dadas. *Interferencias*.

ACÚSTICA

LECCIÓN 29.^a

Producción y propagación del sonido

1. Definición de la *Acústica*. *Sonido*: su producción. Casos en que es posible comprobar desde luego las vibraciones que le originan. Propagación del sonido. Necesidad de un medio ponderable en la transmisión de los sonidos.

2. Cualidades que caracterizan cada sonido. *Intensidad del sonido*: causas modificantes. Ley de los cuadrados de la distancia. Transmisión del sonido por tubos largos. Aplicaciones.

3. *Velocidad* del sonido en el aire: su medida por el procedimiento directo, así como en el agua y el hierro. Aplicaciones. Resultados obtenidos por los físicos en la medida de la velocidad del sonido para cualquier medio homogéneo sólido, líquido ó gaseoso. Fórmulas de *Newton* y de *Laplace*.

LECCIÓN 30.^a

Reflexión, inflexión, y refracción

1. *Reflexión del sonido.* Leyes comprobadas experimentalmente valiéndose de pantallas planas y con dos espejos cóncavos. *Ecos y resonancias.* Determinación de la distancia á que debe hallarse la superficie reflectora para que se perciba distintamente el eco. División de los ecos en monosílabos, polisílabos y múltiples. Explicación de los fenómenos observados en las bóvedas elípticas.

2. Inflexión del sonido.—*Refracción.* Experimentos que la demuestran. ¿Por qué no puede emplearse una lente de vidrio con este objeto?—¿Es posible la reflexión total del sonido?—Cuerpos transparentes y opacos para el sonido. Transparencia acústica de la atmósfera, á pesar de la lluvia ó nieve. Dificultades que se hallan todavía para explicar los cambios observados en la intensidad del sonido trasmitido por el aire á gran distancia.

LECCIÓN 31.^a

Tono. Arte musical

1. *Tono.* Diferentes procedimientos empleados para contar el número de vibraciones por segundo en cualquier sonido. *Rueda dentada: sirena: doble sirena: método gráfico.* Fonautógrafo y fonógrafo. Límites de los sonidos perceptibles. Longitud de las ondas sonoras.

2. Íntima conexión de la música con el estudio físico del tono y otras cualidades del sonido. Intervalos consonantes y disonantes. *Octava.* Diferentes clases de gamas: armónica, melódica y templada. Escala musical. *Diapasón normal.* Representación de las notas en diferentes octavas de la escala musical.

LECCIÓN 32.^a

Cuerdas, placas y tubos sonoros

1. Modo de vibrar de una larga cuerda elástica: *nodos y vientres:* longitud y duración de la onda, comparada con la impulsión que la engendra. Sonómetro. *Leyes de las vibraciones transversales* en las cuerdas sonoras: su demostración experimental. Fórmula que comprende dichas leyes. *Vibraciones longitudinales.*

2. Varillas vibrantes. *Diapasón.* ¿A qué clase de varillas vibrantes debe referirse? Placas y campanas vibrantes: líneas nodales.

3. *Tubos sonoros:* su división. *Leyes.* Indicación de los experimentos de Tyndall acerca de las llamas cantoras.

LECCIÓN 33.^a

Timbre. Órgano de la voz. Oído

1. Caso general de composición de ondas sonoras: *sonidos simples y compuestos.* Por qué se llaman también á los primeros *pendulares* y *circulares.*—Diferencias que ofrecen las curvas características de unos y otros: *sonidos armónicos.* Resonadores. Análisis del sonido. *Timbre.* Análisis y síntesis de las vocales. Instrumentos músicos usuales: su división en instrumentos de cuerda y de viento. Cómo se producen las diversas notas de un trozo musical en cada uno de ellos.

2. Voz humana: *laringe.* Bocina. *Órgano del oído.* Trompetilla acústica.

SEGUNDA PARTE

ENERGÍA FÍSICA

CALOR

LECCIÓN 34.^a

Preliminares. Termómetros

1. *Calor*: fenómenos que produce.--El *calórico* es imponderable, incoercible y elástico. Hipótesis acerca de la naturaleza de los agentes llamados antes fluidos imponderables. Pruebas de la existencia del *éter*. ¿Por qué se da la preferencia á la teoría mecánica para explicar los fenómenos caloríficos?

2. *Temperatura. Termómetros*: fundamento de su construcción: diferentes clases de termómetros, según la temperatura que han de apreciar. Termómetros ordinarios de *mercurio* y de *alcohol*. *Construcción y graduación de los mismos*. Observaciones. Variación del cero: cómo puede evitarse. Diferentes escalas termométricas. ¿Cuál es el mejor termómetro conocido?

3. *Termómetros de máxima y de mínima*. Termómetros médicos y otros termómetros especiales. Termómetros metálicos. Termómetros inscriptores. *Pirómetros*.

CALOR ACUMULADO EN LOS CUERPOS

DILATACIÓN

LECCIÓN 35.^a

Dilatación de los sólidos

1. *Coefficientes de dilatación, medio, y verdadero; lineal, y superficial* en los sólidos.—*Binomio de dilatación*. Relación entre los coeficientes lineal, superficial y cúbico. Fórmulas que expresan la relación entre los volúmenes ocupados por un cuerpo á diferentes temperaturas.

2. Fundamento de los métodos seguidos para hallar el coeficiente de dilatación de los metales. Procedimiento de Lavoisier y Laplace. Método de Ramsden.

3. Aplicaciones de la dilatación lineal: *péndulos compensadores*. Problemas.

LECCIÓN 36.^a

Dilatación de los líquidos.

1. Dilatación *aparente* y *real*: relación entre los coeficientes respectivos

2. Medida del coeficiente de dilatación real del mercurio por el procedimiento de Dulong y Petit. Fundamento del mismo: precauciones necesarias. Experimentos de Regnault.

3. Procedimiento directo para hallar el coeficiente de dilatación aparente de los líquidos y especialmente del mercurio. *Termómetro de peso*: fórmula. Coeficiente de dilatación del vidrio y de cualquier sólido. Dilatación de los cristales. Dilatación real de los líquidos.

4. Máximum de densidad del agua. Diversos procedimientos para determinarle.—Corrección de temperatura en las alturas barométricas, y al hallar los pesos específicos.—Problemas.

LECCIÓN 37.^a

Dilatación de los gases

1. *Dilatación de los gases.*—Coeficientes de dilatación á presión constante, y en volumen constante ó coeficiente de expansión. Primeras tentativas para hallar el coeficiente de dilatación de los gases. Resultados obtenidos por Gay-Lussac, indicando las causas de error inherentes al aparato que usara. Corrección de los mismos hecha por Regnault. Idea de los aparatos de que se sirvió este físico: fórmulas. *Termómetro de aire.*

2. Aplicación de las fórmulas de la dilatación para resolver con más exactitud el problema de hallar los pesos de los cuerpos y en particular las densidades de los gases. Procedimiento de Regnault.

LECCIÓN 38.^a

Calor específico de los cuerpos sólidos

1. *Capacidad calorífica.* Ejemplos aclaratorios. *Caloría.* Valor moderno de esta unidad.

2. Diferentes procedimientos para determinar las calorías de constitución ó calor específico de los cuerpos. Algunas fórmulas útiles para la mejor interpretación de las experiencias.

3. *Método de las mezclas:* correcciones que exige. Aparato de Regnault. Inconvenientes que ofrece. *Calorímetro de Berthelot.* Fusión del hielo. Calorímetros.

LECCIÓN 39.^a

Calor específico de los líquidos y gases

1. *Calor específico de los líquidos.* Cómo puede aplicarse el método de las mezclas en la determinación de los calores específicos de los líquidos.

2. *Procedimiento del enfriamiento.* Aparato usado en el mismo. *Calorímetros de Favre y Silbermann,* de Jamin, y otros especiales para los líquidos. Discusión acerca del procedimiento que debe elegirse en cada caso.

3. Modificaciones del procedimiento de las mezclas, especialmente en el calorímetro, para el caso de un gas.—Observaciones y resultados importantes que han surgido del estudio de los calores específicos. *Leyes de Dulong y Petit, y de Neumann.*

CAMBIOS DE ESTADO

LECCIÓN 40.^a

Fusión y solidificación

1. *Fusión.* Circunstancias notables que se observan en la fusión, ó sean sus leyes. Fusión anómala ó sobrefusión. *Disolución:* saturación y sobresaturación. Observaciones.

2. *Solidificación*: sus leyes comparadas con las de la fusión. Causas que retardan la solidificación. *Cristalización*: diversos modos de producirse. *Nutrición de los cristales*.

3. *Medida del calor* llamado *latente*. Calorías de fusión del agua.— Explicación de algunos fenómenos por medio de estos cambios de estado. *Hielo*: experimentos.—Mezclas frigoríficas.

LECCIÓN 41.^a

Vaporización y liquidación

1. *Tránsito de un líquido á vapor y viceversa*.—1. *Vaporización*: *evaporación*. *Ebullición*: descripción del fenómeno: *leyes*.

2. *Condensación* de los vapores. ¿Emiten desde luego vapores los sólidos sin pasar por el estado líquido? Medida del calor latente de vaporización. Caso del agua: fórmula de Regnault. Principales aplicaciones é instrumentos fundados en las leyes de la ebullición. Marmita de Papin. Hipsómetro.

3. *Evaporación* llamada *espontánea*: causas de que depende. Fórmula de Dalton. Frio debido á la evaporación: experimentos. Fabricación del hielo.

LECCIÓN 42.^a

Estado esferoidal

1. Circunstancias notables que modifican la ebullición. *Experimentos de Donny y Dufour*. Necesidad de una atmósfera libre ó gaseosa, para la producción de los vapores. *Experimentos de Gernez*.

2. *Estado esferoidal*. Explicación de los principales fenómenos observados sin recurrir á nuevas hipótesis propuestas por Boutigny.

3. Temperatura del *punto de ebullición de las disoluciones*; de las mezclas de líquidos, y cuál sea la del vapor en ellas formado. Aplicaciones: destilación: *baño de María*: destilación fraccionada.

LECCIÓN 43.^a

Tensión de los vapores

1. Saturación de un recinto vacío con el vapor de un solo líquido. *Barómetro* llamado *de vapor*. Tensión máxima á diferentes temperaturas, y variando la capacidad del recinto. ¿Cuál es la tensión en dos recintos que se ponen en comunicación y tienen diferente temperatura?—Resumen de todos los casos de vaporización.

2. Medida de la fuerza elástica del vapor de agua á diferentes temperaturas en recintos saturados. *Procedimiento general debido á Regnault*.

LECCIÓN 44.^a

Liquidación de los gases. Densidad de los vapores

1. *Vapores no saturados*: es decir, sin llegar á producir la saturación del recinto: su identidad con los gases. Procedimientos seguidos para obtener la *liquidación de los gases* por enfriamiento: por compresión: por compresión y enfriamiento á la vez. *Tubo de Faraday*. Aparato de Thilo-

rier para liquidar el anhídrido carbónico. Propiedades del gas carbónico sólido. Medios empleados para liquidar los gases que se creían permanentes. *Punto crítico*. Resultados obtenidos por Wroblewski y Olszewski.

2. *Mezcla de gases*, ó de gases y vapores. *Ley de Dalton*: aparatos para demostrarla.—*Disolución de los gases: Leyes*.

3. *Densidad de los vapores*: fórmula. Aparatos de Gay-Lussac y de Hoffman para hallar la densidad de los vapores. Procedimiento de Dumas. *Aparato de Meyer*: sus ventajas.—Aplicaciones.

LECCIÓN 45.^a

Higrometría

1. Estado higrométrico. Higroscopios é higrómetros. *Higrómetro de cabello*: sus inconvenientes. Tablas de corrección.

2. *Higrómetro de condensación*; dificultades que se presentan al hacer observaciones con este instrumento: su modificación por Regnault. Higrometros del Sr. Alluard y de Crova.

3. Otros *procedimientos*, especialmente *químicos*, que pueden seguirse para determinar la cantidad de vapor contenido en un recinto. Ventajas del *psicrómetro* para los observatorios. Fórmula de August. Cómo debe emplearse y cómo se determina la constante en cada estación.

MODOS DE PROPAGACIÓN DEL CALOR

LECCIÓN 46.^a

Conductibilidad para el calor

1. Preliminares. *Conductibilidad de los sólidos* homogéneos. *Ley de Fourier* ó de Despretz. Comparación de los poderes conductores de diferentes cuerpos. Conductibilidad en los cristales.

2. Escasa *conductibilidad de los líquidos*, excepto el mercurio. Explicación del fácil calentamiento de un líquido á pesar de su poder conductor casi nulo: *caldeo por arrastre*.

3. *Conductibilidad de los gases*.—Manera de propagarse el calor en los mismos: *el hidrógeno es buen conductor* del calor. Aparato para demostrarlo.—Aplicaciones.

TEORÍA MECÁNICA DEL CALOR

LECCIÓN 47.^a

Nociones de Termodinámica

1. Preliminares. *Termodinámica*: su objeto é importancia. Diferencia entre la Termodinámica y la *teoría mecánica del calor*. Principios fundamentales de la Termodinámica. *Principio de la equivalencia*. Necesidad de que sean idénticos el estado inicial y final del sistema de los cuerpos en que se produce la transformación del trabajo en calor, ó recíprocamente, del calor en trabajo. Forma que toma la ecuación $T = EQ$ en caso contrario.

2. Determinación del *equivalente mecánico del calor*: ó sea el de una caloría. *Aparatos de Joule y de Puhj*. Indicación de los procedimientos seguidos por Hirn y otros físicos para hallar dicho equivalente.

3. Extensión del principio de la equivalencia al de la *conservación de la energía*. Energía actual y potencial. En qué consiste la *disipación de la energía* según las ideas de Thomson. *Principio de Carnot*. Cómo se formula.—Cero absoluto de temperatura.

LECCIÓN 48.^a

Orígenes físicos del calor

1. Aplicación de la Termodinámica para explicar diversos hechos y especialmente *los orígenes ó manantiales del calor*. 1.º *Orígenes mecánicos*: rozamiento; percusión; presión. Experimentos de Rumford y Tyn-dall. Insuficiencia de la hipótesis de la materia calor, *calórico*, para explicar estos y otros fenómenos. Cómo se hallan las moléculas de los sólidos, líquidos y gases, según la teoría mecánica del calor. De qué proviene la presión ejercida por los gases contra las paredes del recinto.

2. *Orígenes físicos*. Calor debido á los cambios de estado y su explicación termodinámica. Cuáles son los llamados *orígenes del frío* y de qué dependen. *Manantiales* de calor debidos á la electricidad.

LECCIÓN 49.^a

Orígenes químicos y permanentes

1. *Orígenes químicos: combustión*: llama. Medida de las calorías de combinación. *Principios de la Termodinámica aplicables á la Química*. *Principio del trabajo máximo*. Origen del calor y del trabajo animal: su medida. Acción correspondiente á los vegetales.

2. *Manantiales permanentes del calor*. Cómo se demuestra la existencia del calor propio de la Tierra: su explicación. *Calor solar*: modo de apreciarle. Hipótesis propuestas para explicar la potente energía del Sol. Resumen.

3. *Diferentes sistemas de calefacción*: sus ventajas é inconvenientes en cada caso. Medios principales empleados en la industria para producir focos de calor: hornos: chimeneas.

LECCIÓN 50.^a

Máquinas de vapor

1. ¿Quién fué el inventor de tan prodigiosas máquinas? Principales modificaciones que han experimentado: su clasificación. *Partes esenciales de una máquina de vapor fija*, ordinaria.

2. *Locomotoras*: descripción de sus órganos principales.

3. Tentativas para substituir la fuerza elástica del vapor como motor en la industria. *Motores de gas*: sus ventajas é inconvenientes. Porvenir de los motores eléctricos.

LUZ

LECCIÓN 51.^a

Preliminares de la Óptica

1. *Óptica*: su división en *Óptica geométrica, y física*. Fenómenos luminosos: *hipótesis* para explicarlos. Cuerpos luminosos, opacos, traslucientes y diáfanos: cambio de transparencia en blancura y viceversa.

2. Propagación de la luz por los medios homogéneos. Ondas, rayos y haz de rayos luminosos. Imposibilidad de aislar un solo rayo luminoso. *Principio de Huyghens* para explicar la propagación de la luz.

3. *Sombra y penumbra*. Sombras proyectadas por un cuerpo esférico, teniendo igual forma el luminoso.

4. *Velocidad de la luz: su determinación por procedimientos astronómicos y físicos*. Variación de la velocidad, según cambia la densidad del medio atravesado por la luz. Consecuencias de este hecho para la teoría.

LECCIÓN 52.ª

Fotometría

1. *Intensidad de la luz. Leyes*: su demostración. *Brillo* de una luz. ¿Por qué no disminuye sensiblemente con la distancia al tenor que la intensidad ó potencia de iluminación?

2. *Fotometría*: dificultades que presenta. *Principio fundamental* de los fotómetros más conocidos. Unidad de medida. Descripción de los fotómetros de Rumford, Bouguer, Bunsen y Wheatstone, indicando otros procedimientos fotométricos, y el camino que debe seguirse para obtener apreciaciones de mayor exactitud. Aplicaciones. Importancia actual de la elección del alumbrado.

CATÓPTICA

LECCIÓN 53.ª

Espejos planos

1. Definiciones. *Reflexión de la luz. Leyes*: su demostración. Procedimiento astronómico.—Luz difusa.

2. *Espejos*. Imágenes producidas en *los espejos planos*. Demostrar que la imagen es simétrica del cuerpo luminoso. Movimiento rectilíneo y angular de la imagen comparado con el del espejo. Caso de espejos angulares y paralelos: número y posición de las imágenes. Aplicaciones.

LECCIÓN 54.ª

Espejos cóncavos

1. *Definiciones*. Espejos curvos: cóncavos y convexos; esféricos, parabólicos, etc., ejes; focos; imágenes.

2. *Discusión* de las posiciones que puede tomar un cuerpo luminoso delante de un espejo cóncavo. Determinación experimental de la imagen correspondiente á cada caso. Focos é imágenes conjugados.

3. *Fórmula de los espejos cóncavos*: su demostración, é igualmente la relativa al tamaño de las imágenes.

LECCIÓN 55.ª

Espejos convexos

1. *Reflexión en los espejos convexos*. Imagen que se forma en todas las posiciones que puede tomar el cuerpo luminoso. Modificación de la fórmula de los espejos para este caso, deducida directamente y por la regla de Descartes relativa á los signos. *Cáusticas por reflexión*.

2. *Espejos cónicos y cilíndricos: anamórfosis*, indicando su trazado.— Aplicaciones de los espejos curvos: reflectores. Ventajas de los *espejos parabólicos* sobre los esféricos.

DIÓPTICA

LECCIÓN 56.^a

Refracción de la luz

1. *Refracción de la luz. Demostración de sus leyes*: índice de refracción. Construcción del rayo refractado.
2. Paso de la luz desde un medio más denso,—más refringente,—á otro que lo sea menos. *Ángulo límite: reflexión total*. Variación del ángulo límite con el índice de refracción.
3. *Aplicaciones*. Explicación de diferentes fenómenos: profundidad aparente del lecho de un río; altura observada y real de los astros sobre el horizonte; espejismo, y otros hechos vulgares.

LECCIÓN 57.^a

Prismas en Óptica

1. Paso de la luz á través de cuerpos terminados por *caras paralelas*.
2. *Prismas en Óptica*. Marcha del rayo de luz que atraviesa un prisma. *Fórmula del prisma*. Condición necesaria para la emergencia. Foco del prisma.
3. *Ángulo de mínima desviación*. Determinar el *índice de refracción* de los sólidos, líquidos y gases. Goniómetro de Babinet. Índices de refracción absoluto y relativo. ¿Es posible hallar el índice de refracción de un sólido que se presenta en láminas transparentes de corto espesor?

LECCIÓN 58.^a

Lentes convergentes

1. *Lentes*.—Definiciones. Lentes esféricas: su división. *Lentes convergentes*. Centro óptico: ejes *principal* y *secundarios*. Determinación experimental de la imagen en las diferentes posiciones que puede ocupar el cuerpo luminoso.
2. Comparación de las lentes convergentes con los espejos cóncavos.
3. *Fórmula de las lentes*: su demostración y discusión. Puede asignarse aproximadamente la posición del foco en las lentes de vidrio. Relación de magnitud entre la imagen y el objeto en lentes y espejos.

LECCIÓN 59.^a

Lentes divergentes

1. *Lentes esféricas divergentes*. Imagen resultante en cualquiera posición del cuerpo luminoso. Comparación de estas lentes á los espejos esféricos convexos.
2. *Fórmula de las lentes divergentes* deducida de la general hallada para las lentes convergentes. Magnitud de la imagen.

3. *Aberración de esfericidad por refracción.* Cásticas en las lentes esféricas. Lentes con escalones. *Lentes cilíndricas.* Aplicaciones de las diversas especies de lentes.

LECCIÓN 60.^a

Cromática. Espectro solar

1. *Dispersión ó descomposición de la luz. Espectro luminoso.* Demostrar que los siete colores componen la luz blanca. Colores complementarios.—*Color de los cuerpos.*

2. Examen de las diferentes partes del espectro solar: *sus rayas: Espectro calorífico, luminoso y químico:* su extensión relativa. Rayos ultra-rojos y ultra-violetas.

3. *Fosforescencia y fluorescencia.* Fosforoscopio. Manantiales de luz. Resumen general: radiaciones etéreas.

4. Aplicaciones. Aberración cromática. *Acromatismo* de prismas y lentes.

RADIACIONES

LECCIÓN 61.^a

Propagación y reflexión de las radiaciones

1. Preliminares. *Aparato de Melloni.* Experimentos. *Velocidad é intensidad* de las radiaciones caloríferas. *Ley del enfriamiento.* Hipótesis del equilibrio movable de la temperatura.

2. *Reflexión.* Experimento de los espejos cóncavos. Reflexión difusa. *Potencia reflectora: leyes.*

3. *Potencia absorbente y emisiva, absoluta y relativa.* Principales resultados obtenidos por Melloni y otros físicos. Igualdad de las potencias relativas de absorción y de emisión.

LECCIÓN 62.^a

Refracción y diatermancia

1. *Refracción.* Transmisión de las radiaciones á través de un medio. Comparación de la transparencia y de la *diatermancia.* Radiaciones complejas: fórmula general. Consecuencias.

2. Estudios de Tyndall acerca de la *diatermancia y potencia absorbente de los gases.* Influencia de la complejidad de las moléculas gaseosas en dichas propiedades.—Aplicaciones.

LECCIÓN 63.^a

Análisis espectral

1. Espectros producidos por diferentes focos luminosos: *espectros continuos; de rayas brillantes, y con rayas oscuras.* Explicación de las rayas del espectro solar. Espectros de bandas.

2. *Análisis espectral:* su fundamento. Aplicación de las observaciones

espectroscópicas como medio analítico en las investigaciones químicas. *Espectroscopios*. Partes esenciales de que constan. *Espectroscopios* de un solo tubo.

3. *Análisis espectral de los cuerpos celestes*. Espectro del Sol y de los planetas, é igualmente de las estrellas, nebulosas y cometas. *Rayas atmosféricas*. Resultados interesantes que se han obtenido para inducir el estado actual de los mundos.

ÓPTICA FÍSICA

LECCIÓN 64.^a

Interferencias luminosas

1. Preliminares. *Interferencias*: diversos modos de estudiar estos fenómenos, ya sea por reflexión, ya por refracción. Diferente anchura de las franjas según el índice de refracción de los colores. *Explicación del fenómeno*. Consecuencias. *Irisación* de las franjas producidas por la luz blanca. *Medida de la longitud de las ondas*. *Difracción*. Diversos modos de producirse.

2. *Anillos coloreados*. Circunstancias en que se producen. Disposición adoptada por Newton para obtener resultados más constantes y regulares. Explicación del fenómeno. Aplicaciones.

LECCIÓN 65.^a

Doble refracción. Luz polarizada

1. *Doble refracción*.—Modo más conveniente de experimentar. Rayo ordinario y extraordinario. *Leyes de la doble refracción* para los cristales de uno ó dos ejes. *Ley de Malus*.

2. *Polarización*. Diferentes medios de obtener luz polarizada. *Leyes*. *Polariscopios* más usados. Pinzas de turmalina. *Prisma de Nicol*.

3. Indicación de la *polarización rotatoria y cromática*.—Aplicaciones. *Sacarímetros*.

ÓPTICA APLICADA

LECCIÓN 66.^a

Visión de los cuerpos

1. *De la visión*. Descripción del ojo humano. *Cómo se explica el fenómeno de la visión*. Dificultades que ofrece esta explicación. *Estereoscopia*.

2. Ventajas é imperfecciones del ojo comparado con las lentes construidas por el hombre.

3. *Vista normal*: medios de apreciar la distancia. Defectos más comunes del órgano de la vista. Aplicación de las lentes para corregir la *miopía* y la *presbicia*. Como se gradúan las lentes: *Dioptria*. *Astigmatismo*: lentes necesarios para corregirle.

LECCIÓN 67.^a

Instrumentos de Óptica. Microscopios

1. PRIMER GRUPO. *Instrumentos destinados á observar imágenes virtuales.*—*Microscopio simple*: medida teórica y experimental del aumento. Diversas formas que suele darse á este instrumento. Accesorios que le acompañan.

2. Teoría general de los instrumentos compuestos. Imagen observada: campo de visión: aumento. Particularidades del *microscopio compuesto*. Descripción de algunos buenos modelos. Medida del aumento teórica y experimentalmente.

3. Acromatismo en el microscopio. *Teoría de los oculares positivo y negativo.*—Microtomo. Cuidados que exige la elección y conservación del microscopio. Preparaciones. Importancia creciente de la micrografía.

LECCIÓN 68.^a

Anteojos y telescopios

1. *Anteojos ó telescopios de refracción.* *Anteojos astronómico.* Diferencias entre este instrumento y el microscopio. Campo: retículo, anillo ocular. Aumento ó aproximación producida.

2. *Anteojos terrestres.* Por qué se observa con este instrumento la imagen derecha de los objetos.—*Anteojos de Galileo.* Marcha de la luz á través del objetivo y ocular. Ventajas é inconvenientes del mismo comparado con los anteriores. Gemelos de teatro y campo.

3. *Telescopios de reflexión.* Su comparación con los anteojos. Telescopios de Newton, Herschell y Gregory.—Aplicaciones.

LECCIÓN 69.^a

Instrumentos de proyección

1. SEGUNDO GRUPO. *Instrumentos de imágenes reales proyectadas.*—Cámara oscura: sus aplicaciones al dibujo de paisaje.—Cámara lúcida.

2. *Linterna mágica*: fantasmagoría. Cinematógrafo. *Microscopio solar.*

3. Importancia del *porta-luz* que forma parte integrante del microscopio solar.—*Heliostatos*: principio fundamental de su construcción, indicando la descripción particular de alguno de los más conocidos. *Linterna de Duboscq.* Diversos focos que pueden utilizarse con este aparato: *luz Drummond.* Lámparas de arco voltaico.—Banco de Óptica. Cámaras ó salas de estudio: condiciones que deben llenar.—Aplicaciones.

LECCIÓN 70.^a

Fotografía

1. *Fotografía*: su fundamento. Breve reseña de sus progresos. Daguerrotipo. *Fotografía con el colodión*: Preparación de esta substancia: su composición y dificultad de extenderle con uniformidad.

2. Estado actual del arte fotográfico. Laboratorio. *Cámara fotográfica. Objetivos acromáticos. Placas gelatino bromuradas.* Operaciones necesarias para obtener una *prueba negativa.* Bastidor de corredera ó *chasis. Baño revelador.*—Fijación de la imagen.—*Pruebas positivas.* Prensas. Entonación ó *virage.* Lavado con el hiposulfito sódico.—*Fotografías instantáneas.*

3. *Fotografías de los colores.*—Primeros trabajos: resultados de Lippmann sobre este interesante problema. *Fotografía* dicha de *lo invisible,* á través de los cuerpos opacos, mediante *las radiaciones diadíticas* ó de Röntgen.—Aplicaciones de la fotografía. *Fotogravado.*

TERCERA PARTE

ELECTRICIDAD

ELECTRICIDAD ESTÁTICA

LECCIÓN 71.^a

Fenómenos eléctricos

1. *Electricidad.* Primeros fenómenos observados. *Péndulo eléctrico.*
2. Definiciones: *cuerpos buenos y malos conductores: aisladores: depósito común.* Electricidad desarrollada por la frotación de un sólido con otro cuerpo sólido ó líquido. ¿Puede producirse por el frotamiento de un gas?
3. Examen detenido de *las atracciones y repulsiones eléctricas. Electricidad positiva y negativa:* su producción simultánea al frotar dos cuerpos: circunstancias que hacen variar la especie de electricidad que cada uno conserva.
4. *Hipótesis de Symmer; hipótesis de un solo fluido.* ¿A cuál de ellas debe darse la preferencia? *Teoría moderna* para explicar los fenómenos eléctricos. Experimentos recientes que arrojan mucha luz acerca del origen de dichos fenómenos. Dificultades que ofrece su explicación detallada y completa. *Teoría matemática del potencial:* su importancia.

LECCIÓN 72.^a

Distribución y pérdida de la electricidad

1. *Leyes de las atracciones y repulsiones eléctricas:* Su demostración valiéndose de la balanza de Coulomb. Observaciones: fórmula.
2. *Distribución de la electricidad* en los cuerpos conductores. Experimentos que lo confirman. Distribución homogénea. Densidad y tensión eléctrica. *Propiedad de las puntas.*
3. *Pérdida de la electricidad* en el aire y en el vacío. Causas influyentes.

LECCIÓN 73.^a

Inducción electrostática

1. *Teoría de la influencia ó inducción electrostática. Inducción en los buenos conductores.* Modo de disponer los experimentos: principales circunstancias observadas y su explicación.
2. *Inducción en los aisladores.* Caso de que el conductor inducido esté rodeando por completo al cuerpo electrizado. Teorema de Faraday. Su aplicación para hallar la carga total en los dieléctricos. *Pantallas eléctricas.* Experiencias de Faraday y Matteucci.
3. *Aplicaciones y explicación de varios hechos.* Movimiento de los cuerpos electrizados.—Chispa eléctrica.

LECCIÓN 74.^a

Electroscopios. Potencial eléctrico

1. *Electroscopios y electrómetros.* Electroscopio de panes de oro. Electrómetro de Hankel.—*Electrómetros de Thomson y de Branly.*
2. *Potencial eléctrico.* Potencial de una esfera. Experimento propio para fijar la diferencia entre densidad eléctrica y potencial. Potencial de la tierra. *Termómetro de potenciales.* Medida del potencial.
3. *Campo eléctrico. Superficies equipotenciales ó de nivel. Líneas de fuerza.* Representación del campo eléctrico en el caso más sencillo de un solo punto electrizado.

LECCIÓN 75.^a

Máquinas eléctricas

1. Modificaciones que ha sufrido la primitiva máquina hasta nuestros días. *Máquinas eléctricas* que pueden referirse á la de disco. *Máquina eléctrica de Ramsden: explicación de su carga; su límite* y principales causas influyentes para obtener el máximo efecto con dicha máquina eléctrica. *Gasto ó flujo eléctrico.* Modo de apreciarle.
2. Máquina hidro-eléctrica. Causa de la producción de la electricidad en la misma. Inconvenientes que ofrece en la práctica, á pesar del interés teórico que despertó su descubrimiento.
3. *Electróforo ó reproductor eléctrico.* Continuidad de su acción en los electróforos giratorios. *Máquinas de influencia.*—*Descripción de las máquinas de Holtz:* su importancia. Modificación de Carré. *Máquina eléctrica de Wimshurst:* explicación de su carga. *A cuál de estas máquinas debe concederse la preferencia.*

LECCIÓN 76.^a

Condensadores eléctricos

1. Efecto producido mediante *los condensadores eléctricos. Elementos ó partes esenciales* de los mismos: condensador de lámina de aire: idem de

lámina de vidrio. Explicación de la carga de un condensador: su límite Descarga sucesiva ó lenta; y la llamada instantánea.

2. Diferentes formas adoptadas para el condensador de lámina de vidrio: *botella de Leyden*: baterías eléctricas: cuadro mágico y fulminante. —Electrómetro condensador. *Leyes de la condensación eléctrica.*

LECCIÓN 77.^a

Capacidad eléctrica

1. *Capacidad eléctrica.* Analogías y diferencias entre las capacidades eléctrica y calorífica de los cuerpos. Capacidad de una esfera.

2. Distribución de la carga eléctrica de un sistema de conductores en equilibrio. *Ecuación del equilibrio eléctrico.* Corolarios.

3. *Capacidad de los condensadores.* Influencia de la lámina aisladora. *Fuerza condensante en los condensadores* de diversa forma. Experimento fundamental para probar la *potencia inductiva* de los dieléctricos. Medida de la potencia inductiva específica.

LECCIÓN 77.^a

Fenómenos electrostáticos

1. *Efectos físicos, químicos y fisiológicos* producidos por la electricidad estática. Experimentos que han adquirido justa celebridad. Tubos de Geissler y de Crookes. *Materia radiante.* Precauciones necesarias al repetir algunos experimentos peligrosos: *excitador aislado* ó con mango de vidrio: idem *universal.*

2. Analogía entre los efectos producidos por la chispa de las baterías y los del rayo. Cómo llegó á demostrarse la identidad de su origen ó causa. *Cometa de Franklin.* Principio en que se funda la construcción del pararrayos.

3. *Manantiales de electricidad.* Peces eléctricos.

ELECTRICIDAD DINÁMICA

LECCIÓN 79.^a

Pila de Volta

1. Nociones preliminares. *Electricidad dinámica.*—*Pilas:* historia de su descubrimiento y enseñanza que de la misma puede sacarse.

2. *Pila de Volta.* Teoría de la misma dada por este gran físico. Demostrar que en toda reacción química se produce electricidad. Explicación de la *corriente* según los físicos modernos, admitiendo los dos fluidos y uno solo. Últimas ideas acerca de la corriente en conformidad con la teoría moderna de los fenómenos eléctricos.

3. Inconvenientes de la pila de columna: sus principales modificaciones.

LECCIÓN 80.^a

Diversas pilas eléctricas

1. *Pilas dichas de corriente constante*: su teoría. Ventajas del *zinc amalgamado*. *Pila de Daniell*: descripción de la misma y de sus principales modificaciones. *Pila de Minotto*.
2. *Pila de Bunsen*: líquido despolarizante: reacción. Comparación de las dos clases de pilas anteriormente expuestas.
3. *Pilas semidespolarizantes*. *Pila de Leclanché*. Pilas de sal común. Pilas de bicromato. *Pila de bisulfato de mercurio* y otras. ¿Existe alguna pila que satisfaga todas las exigencias que se requieren para las diversas aplicaciones de la corriente eléctrica?

LECCIÓN 81.^a

Pilas termo-eléctricas

1. Diferentes medios de transformar la energía en corriente eléctrica. *Corrientes termo eléctricas*. Experimentos que comprueban su producción. Cambio de intensidad en la corriente con la variación de temperatura. *Leyes*.
2. *Fuerza y potencia termo-eléctrica* entre los metales. *Fórmula de Avenarius*. Representación gráfica de la potencia termo-eléctrica. Ley de la conservación de la energía aplicada a los circuitos cerrados compuestos de varios metales. *Serie termo-eléctrica*.
3. *Pares y pilas termo-eléctricas*. *Pila de Nobili* y su aplicación al termo-multiplicador de Melloni. *Pila de Marcus*, y de *Noé* destinadas a producir corrientes de uso industrial. Dificultades que ofrecen en la práctica por su poca intensidad las corrientes termo-eléctricas comparadas con las hidro-eléctricas.

LECCIÓN 82.^a

Galvanómetros

1. Preliminares. Interruptores y conmutadores. *Constantes de una pila*.
2. *Galvanómetros*. Principio en que se funda su construcción. Galvanómetro diferencial. Brújula de los senos. Galvanómetro de Thomson.
3. Fenómenos producidos por las corrientes eléctricas comparadas con los electrostáticos.

LECCIÓN 83.^a

Leyes de Ohm

1. *Resistencia de un circuito*: leyes; hilo reducido.—*Fórmula de Ohm*: demostración experimental de la misma para las pilas termo-eléctricas.
2. *Resistencia interior* en las pilas hidro-eléctricas. *Generalización de la fórmula de Ohm*: discusión de la misma.
3. *Resistencia en los circuitos derivados*. *Leyes de Kirchkoff*: corolario de Bosscha. Principio de donde se deriva el llamado puente de *Wheatstone*.

LECCIÓN 84.^a

Medida de resistencias

1. Unidades usuales de resistencia, de fuerza electro-motriz y de intensidad. Elección de la unidad de resistencia. El *ohm legal*, universalmente aceptado, *Cajas de resistencia*. Diferentes disposiciones adoptadas. *Reostato* de Wheatstone. Ventajas é inconvenientes de este aparato.

2. *Medida de la resistencia* de un alambre, mediante las cajas de resistencia y valiéndose del puente de Wheatstone. Medida de la resistencia de un galvanómetro y de una pila.—*Deducir la intensidad y la fuerza electro-motriz* conocidas varias resistencias.

LECCIÓN 85.^a

Leyes de Joule

1. Calor desarrollado por el paso de la corriente en alambres delgados. *Leyes de Joule*: su demostración: *fórmula general*. Experimento que prueba que el calor desarrollado en el interior de la pila y en el circuito exterior son complementarios. Influencia de la temperatura en la resistencia del circuito. *Experimentos*.

2. *Efecto de Peltier*: su comprobación mediante una pila termo-eléctrica y un galvanómetro.—*Transporte del calor* por medio de la corriente. Importancia teórica del calor desarrollado por las corrientes y la reciproca, de éstas por aquél, en comprobación del principio de la conservación de la energía.

3. *Chispa de la corriente*. Por qué difiere tanto de las chispas producidas con las máquinas eléctricas. Arco voltaico: cómo se explica que salte la corriente á través del aire.

LECCIÓN 86.^a

Fenómenos químicos de las corrientes

1. *Descomposición del agua por las corrientes*.—Definiciones: *electrolisis*: *anodo*: *catodo*. Condiciones que deben reunir los electrolitos. *Electrolisis de los compuestos binarios*. *Voltímetros*: sus diferentes formas. Voltímetros perfeccionados para medir la intensidad de las corrientes.

2. *Electrolisis de los ácidos, hidratos y sales ternarias*. Acciones secundarias. Cómo se explica la electrolisis en todos los casos. Importancia de estas teorías para la Química.

3. *Leyes de la electrolisis*: su demostración. Generalización de la *ley de Faraday* ó de *los equivalentes electroquímicos*. *Trabajo químico interior* de la pila: su medida y comparación con el exterior.

LECCIÓN 87.^a

Acumuladores. Galvanoplastia

1. *Polarización de los electrodos*. Hidrógeno absorbido por el catodo de platino y especialmente por el paladio. Corriente inversa que se produce en un voltámetro al separarle de la pila. *Pila de gases*.

2. *Acumuladores* de Planté y de Faure y otros más perfeccionados. Precauciones que deben tomarse durante la carga y descarga de los acu-

muladores para atender á su buena conservación. *Importancia de las pila secundarias*. Inconvenientes que se presentan para su generalización. Acciones electro-capilares.

3. *Dorado, plateado y niquelado. Galvanoplastia*. Fundamento de estas aplicaciones de la electrolisis. Idea de las precauciones que exigen y de otras artes basadas asimismo en la electrolisis. Electro-metalurgia.

ELECTROMAGNETISMO

LECCIÓN 88.^a

Electro-dinámica

1. Medios de obtener una *corriente movable*: flotador de la Rive. Aparato de Rave. Definiciones. *Ley fundamental de las corrientes angulares y paralelas*: porciones de una misma corriente.

2. Movimientos diversos obtenidos por la combinación de corrientes especiales. Circuitos cerrados. Corrientes sinuosas.—Acción de la Tierra.

3. *Solenoides*. Dirección que toman por la acción de la Tierra cuando pueden girar libremente. Acción de una corriente indefinida. Atracciones y repulsiones mutuas de los solenoides.

LECCIÓN 89.^a

Magnetismo

1. Preliminares. *Imanes naturales y artificiales*: polos y línea neutra. Distribución del magnetismo en los imanes artificiales. Campo magnético: espectro. Demostrar que la acción de la Tierra es simplemente direcciva. Par magnético. Dirección de una aguja imanada que puede girar libremente alrededor de un eje vertical y horizontal. *Agujas de declinación é inclinación*.

2. *Brújulas*: sus aplicaciones á la navegación y para la orientación de planos. Atracciones y repulsiones mutuas entre imanes, ó bien entre imanes y solenoides.—*Teoría de Ampère* para explicar el magnetismo. Diferentes experimentos que la confirman. Experiencia del imán roto.

3. Acción de los imanes sobre las corrientes y viceversa: *Ley de Ampère*.

LECCIÓN 90.^a

Diamagnetismo

1. Preliminares acerca de la acción general que ejercen los imanes poderosos sobre los cuerpos: división de éstos en *magnéticos y diamagnéticos*.—Aparato de Ruhmkorff para repetir los experimentos de Faraday. Caso de sólidos y líquidos: *dirección axial y ecuatorial*. Estudio de estas propiedades en los gases. Hipótesis propuestas para explicar el diamagnetismo: su importancia y dificultades.

2. *Cambios* producidos por el campo magnético del aparato de Faraday en las *propiedades ópticas* de los cristales y de los líquidos que desvían el plano de polarización. Acción de los imanes sobre la materia radiante.

3. *Leyes de las atracciones y repulsiones magnéticas.* Demostración de la primera, *ley del cuadrado de la distancia*, por el método de las oscilaciones.—Fórmula correspondiente al expresado método.

LECCIÓN 91.^a

Procedimientos de imanación. Electro-imanés

1. Diferencia entre la imanación del hierro y del acero. Medios de imanar: por simple y doble contacto: por la acción de la Tierra: por las corrientes eléctricas. A cuál de estos procedimientos debe darse la preferencia. Diferentes formas de los imanes. Armaduras: su modo de obrar.

2. *Electro-imanés.*—Saturación: puntos consecuentes. Armaduras. *Leyes de la potencia en los electro-imanés.* Aplicaciones.

3. *Rotación de las corrientes por los imanes.* Cómo han de hallarse situados los polos para que gire la corriente limitada, móvil. Aparato de Jamin.—*Rotación de los imanes por las corrientes.* Casos diversos que pueden examinarse. Experimentos.

INDUCCIÓN

LECCIÓN 92.^a

Inducción electro-dinámica

1. Consideraciones generales. Inducción por las corrientes: idem por los imanes. Modo de disponer los *carretes.* *Ley de Lenz*

2. Inducción en los cuerpos conductores. Inducción de una corriente sobre si misma: *extracorrente.*

3. Propiedades principales de las corrientes inducidas, y medios de utilizarlas en sustitución de las corrientes ordinarias.

LECCIÓN 93.^a

Carrete de Ruhmkorff

1. *Descripción del carrete de Ruhmkorff:* su objeto. *Interruptor:* diversas formas adoptadas: interruptor de martillo; de resorte, y el de mercurio. *Conmutador* que ordinariamente le acompaña. *Condensador:* ventajas de su empleo.

2. Disposición que se adopta en los grandes carretes para evitar la fusión del hilo inducido. Particularidades de la descarga comparada con la obtenida con la pila. Por qué se llaman *transformadores* estas máquinas de inducción.

3. Estudio de la descarga en los tubos de Geissler: *estado dicho sensible: luz estratificada.* Descarga en los *tubos de Crookes: materia radiante. Radiaciones diadíticas* ó de Röntgen. Importancia de estos fenómenos para relacionar la teoría eléctrica con la del éter luminoso.

LECCIÓN 94.^a

Máquinas de inducción electro-dinámica

1. *Máquinas dinamo-magnéticas y dinamo-eléctricas:* clasificación de las últimas. Sucinta descripción del aparato de Clarke. *Máquina de Gramme.* Anillos de Paccinotti y de Gramme.

2. *Teoría de los dinamos.* Diversos medios de excitación. *Leyes de la intensidad de la corriente* producida por estas máquinas. *Reversibilidad de los dinamos.* Indicación de algunos tipos de dinamos industriales.

3. Aplicaciones de la electricidad á la *Terapéutica.* *Aparatos electro-médicos.*

LECCIÓN 95.^a

Alumbrado eléctrico

1. Consideraciones preliminares. *Generadores de la corriente.* *Canalización de la misma:* líneas aéreas y subterráneas.

2. *Lámparas de arco voltaico:* diversas clases de reguladores: *bujías eléctricas:* colombino: *candeleros.* *Lámparas de incandescencia:* diversos modelos: duración de estas lámparas.

3. *Aparatos accesorios:* *amperómetros: vóltmetros ó voltímetros y contadores eléctricos.*

LECCIÓN 96.^a

Telegrafía eléctrica

1. *Telegrafía.* Primeros ensayos del telégrafo eléctrico. Fundamento de los actuales. Partes esenciales de un aparato telegráfico.

2. *Telégrafo de cuadrante:* manipulador: receptor. Ventajas é inconvenientes de este sistema. Timbres eléctricos.

3. *Telégrafo de Morse.* Noticia de otros telégrafos, especialmente *el impresor de Hugues.* *Relojes eléctricos.*

LECCIÓN 97.^a

Telefonía. Motores eléctricos

1. Objeto de la telefonía. *Teléfono de Bell.* Deficiencias de este aparato para un servicio regular.—*Microfono.* Su combinación con el teléfono.—*Microteléfono de Ader* y otros teléfonos con pila. Instalaciones telefónicas.

2. *Radiofonía.* Diferente resistencia del selenio al paso de la corriente según las radiaciones que recibe. Experimentos y diversos ensayos de radiófonos. *Leyes.*

3. *Motores eléctricos:* Dificultades que se oponen á su generalización. *Transformación recíproca de la energía.* Su *transmisión á distancia* en forma de corriente eléctrica. Tranvías eléctricos. Ventajas del empleo de los motores eléctricos.

METEOROLOGÍA

LECCIÓN 98.^a

Temperatura

1. *Meteorología:* su antigüedad é importancia. Causas principales á que debe atribuirse su lento progreso. Relaciones de la Meteorología con las demás ciencias.

2. *Instrumentos* indispensables en las estaciones meteorológicas: su

instalación. *Datos* más importantes en una serie de observaciones: *variación media, máxima y mínima*. Ventajas é inconvenientes de los instrumentos inscriptores.

3. Aplicación del procedimiento general antedicho para determinar *la temperatura de un lugar. Causas influyentes* Principales resultados obtenidos hasta ahora.

4. *Temperatura de la tierra, del aire y del espacio*: manantiales: región de las nieves perpetuas. *Temperatura del mar*.

5. *Climas*: sus diversas clases. *Líneas isotermas, isóteras é isoquimanas*. Climas físicos. Particularidades de dichas líneas en la Península Ibérica y de la temperatura en Barcelona.

LECCIÓN 99.^a

Variaciones de la presión. Vientos

1. *Cambios de la presión atmosférica* en una localidad. ¿Ejercen alguna influencia sobre el organismo? Causas de estas variaciones, sean periódicas ó accidentales. *Isóbaras*. Presión barométrica en Barcelona.

2. *Vientos*: su clasificación. Causas de los vientos. Vientos regulares. *Brisas. Alisios. Monzones*. Vientos accidentales. Régimen de los vientos en España.

3. *Ciclones*: trayectoria que recorren. *Ley de Dove. Ley de Buys-Ballot*. Tornados. *Trombas*. Hipótesis. Experimentos.

LECCIÓN 100.^a

Meteoros acuosos

1. *Meteoros acuosos*. Vapor y vaho. Nubes y niebla. Suspensión de las nubes. Cómo se explica. Color y forma de las mismas. *Lluvia. Nieve. Agua-nieve*.

2. *Rocío y escarcha*. Helada. Relente y sereno. Dificultades en la explicación de algunos de estos fenómenos: su importancia.

3. Distribución del calor y de la humedad en nuestro Globo. *Ventisqueros*. Corrientes marinas.

LECCIÓN 101.^a

Meteoros eléctricos

1. *Electricidad atmosférica*. Electrización del aire en los días serenos. —Orígenes de la electricidad atmosférica.

2. *Nubes tempestuosas*. Efectos del *rayo*: relámpago: trueno. Choque de retroceso. *Pararrayos*. Fuego de San Telmo. Globos de fuego.

3. *Granizo*. Hipótesis propuestas para explicar las circunstancias que le acompañan. ¿Pueden preservarse los campos cultivados de sus estragos?

LECCIÓN 102.^a

Magnetismo terrestre

1. La acción de la Tierra sobre una aguja imanada es simplemente *directiva*. *Variaciones de la declinación*: su división en periódicas y accidentales. Cambio del meridiano sin declinación. Variaciones de la inclinación.

2. *Polos y ecuador magnéticos.* Causa probable de la imanación de nuestro globo.

3. *Auroras polares:* circunstancias que acompañan su aparición. Vaguedad de la hipótesis con que se pretende explicarlas, incluso las propuestas por Becquerel y por el P. Denza.

LECCIÓN 103.ª

Meteoros luminosos. Meteorognosia

1. *Azul del cielo:* colores rojo y verde. *Arco iris.* Halos y coronas.
2. *Prevision del tiempo.* Cambios próximos: reglas prácticas. Pronósticos á largo período.
3. Indicación de algunos fenómenos difíciles de comprobar.—Origen de la *credulidad popular* en esta materia, así como en la *predicción de meteoros, influencia de la luna* y otras preocupaciones nomenos extrañas.

Problemas y ejercicios prácticos correspondientes á las lecciones de este programa

Cada alumno debiera presentar al Tribunal calificador un cuaderno, escrito y firmado por él, con suficiente número de problemas resueltos durante el curso; lo cual, no sólo serviría para dar una nueva prueba de su concienzuda labor, sino lo que es más necesario aún, de la seguridad y fijeza de sus conocimientos teóricos, sobre los cuales suele versar únicamente el examen oral á causa de su corta duración y de otras dificultades reglamentarias.



OBRAS DEL MISMO AUTOR

	<u>PESETAS.</u>
ELEMENTOS DE FÍSICA.—6. ^a Edición.—Aprobada por el Consejo de Instrucción pública, dispuesta para servir de texto en los Institutos de 2. ^a enseñanza.—Encuadernada en tela.	10
QUÍMICA INORGÁNICA.—4. ^a Edición.—Aprobada por el Consejo de Instrucción pública.—Encuadernada en tela.	5'50
QUÍMICA ORGÁNICA.—(Comprende las principales industrias).—En rústica.. . . .	2'50
QUÍMICA INORGÁNICA Y ORGÁNICA.—Un tomo en tela..	7'50
PRÁCTICAS DE FÍSICA.—2. ^a Edición completada.. . . .	2
LECCIONES DE MECÁNICA.—2. ^a Edición.—Aprobada por el Consejo de Instrucción pública y por la Academia de Ciencias Exactas, declarada de texto por el Ministerio de Ultramar.—Encuadernada en tela.	5
TRATADO DE ACÚSTICA.—Aprobado por la Academia de Ciencias, y por el Consejo de Instrucción pública.	1'50
ESTUDIOS FÍSICOS.—Aprobado por el Consejo de Instrucción pública.—Edición agotada.	
DISCURSO SOBRE EL MÉTODO EN LAS INVESTIGACIONES FÍSICAS.	1
LAS RADIACIONES DE RÖNTGEN.—1. ^a conferencia. . . .	0'50
Id. » » » 2. ^a conferencia. . . .	0'50
PROGRAMA DE FÍSICA Y QUÍMICA.—3. ^a Edición.	1
PROGRAMA DEL CURSO DE AMPLIACIÓN.. . . .	1

—————

Puntos de venta.—En *Madrid*, Librería de Hernando: en *Barcelona*, D. Antonio J. Bastinos, y en las principales librerías de España y América.

—————

Para los pedidos que pasen de 10 ejemplares se hará una rebaja proporcionada á su cuantía, dirigiéndose al Autor.—BARCELONA.—Alta de San Pedro, núm. 39, piso 2.^o