

## TERCERA PARTE.

Obras destinadas al aprovechamiento de las aguas en la agricultura y en la industria.

*a.* Obras destinadas para proveerse del agua necesaria para la agricultura y para la industria.—Depósitos para aguas pluviales.—Condiciones generales que se deben tener presentes al estudiar un proyecto de depósito.—Sistemas de construcción empleados.—Elección que deberá hacerse del sistema de construcción que mejor convenga en cada caso.—Presas en los ríos.—Diversos sistemas.—Elección del que convenga emplear.—Bombas para elevar el agua.

*b.* Canales.—Condiciones generales que se deben tener presentes en su trazo y dimensiones.—Reconocimiento preliminar y locación definitiva.—Ejecución de terrazas y excavación de roca.—Revestimiento.

*c.* Canales, continuación.—Obras de arte que pueden presentarse en la construcción de un canal.—Compuertas.—Módulos.—Partidores.—Puentes.—Canales.—Acueductos.—Sifones.—Criterio que deberá tener el ingeniero para decidirse á ejecutar una obra de arte, y una vez decidida la construcción para adoptar el sistema más adecuado.

*d.* Condiciones generales de un proyecto de riego.—Cantidades de agua necesarias en México.—Disposición de los proyectos.

*e.* Proyectos de desagüe de terrenos y entarquinamientos.

*f.* Estudio de un proyecto de aprovechamiento de fuerza motriz.—Diversos casos que pueden presentarse.—Elección del sistema más adecuado de motor hidráulico.—Obras complementarias que requieren un proyecto de fuerza motriz.—Transmisiones eléctricas y por cable.—Distribución de fuerza por agua comprimida.—Maquinaria hidráulica.

## CUARTA PARTE.

Abastecimiento de ciudades y estudio de algunas plantas existentes.

*a.* Condiciones de un proyecto.—Cantidades de agua que se necesitan.—Purificación de las aguas.—Filtros.

*b.* Sistemas de distribución.—Presión necesaria.—Establecimiento de las cañerías.—Regularización del consumo y presión.—Accesorios de las cañerías.

*c.* Diferentes métodos de entrega á domicilio.—Contadores.—Tarifas de venta.

*d.* Aparatos en la vía pública.—Llaves de incendio, hidrantes, llaves para riego, etc., etc.

Desde al finalizar la primera parte del curso, se destinará un día á la semana para ejercicios prácticos, debiendo los alumnos estudiar proyectos sobre programas suministrados por el profesor y bajo la vigilancia de éste. Además del tiempo que dure la lección práctica, los alumnos deberán consagrar algu-

nas horas en cada semana para terminar sus proyectos, y tendrán obligación de presentar en el examen por lo menos diez ejercicios sobre los asuntos que hayan estudiado en el curso.

## CURSO DE ASTRONOMÍA FÍSICA Y ELEMENTOS DE MECÁNICA CELESTE.

Elementos de espectroscopia celeste, descripción de los instrumentos, métodos de observación.

Naturaleza de las rayas espectrales, espectros prismáticos del sol y de las estrellas, tipos estelarios.

Constitución física del sol, naturaleza de la fotosfera y de la atmósfera solar; fenómenos que se verifican en ambas capas; origen de las manchas, fáculas y protuberancias; radiación solar; temperatura del sol; conservación de la energía del sol.

Constitución física de las estrellas, cintilación, movimientos propios y aparentes.

Estrellas dobles y múltiples, determinación de los elementos de una órbita estelar, nebulosas; su resolución é irresolubilidad demostrada por el espectroscopio.

*Estudio de las estructuras del Universo.*

Teoría del sol comprendiendo desde la primera idea que se tiene del movimiento anual del sol en la astronomía solar de los antiguos, hasta la teoría moderna, conforme á la cual se estudia la manera de determinar el diámetro del sol, las coordenadas elípticas, oblicuidad de la elíptica y punto equinoccial.

Estudio sobre las dos primeras

leyes de Kepler, corrección á los elementos de la órbita solar.

Estudio sobre los movimientos de los planetas, posición de plano de la órbita, paralaje anual, sus distancias al sol.

Tercera ley de Kepler, corrección de los elementos elípticos, variaciones seculares de las órbitas planetarias.

Interpretación mecánica de las leyes experimentales de Kepler, leyes de Newton.

Determinación de la trayectoria de un móvil, conociendo su velocidad y dirección.

Integración de las ecuaciones diferenciales del movimiento elíptico.

Ecuaciones diferenciales del movimiento turbado.

Influencia de un medio resistente, variaciones seculares de los elementos, desigualdades periódicas.

Caracteres de la atracción newtoniana. Pesantez en la superficie de los astros. Origen de su calor y de su luz.

Métodos de Laplace y método de Olbers para el cálculo de los elementos de la órbita de un planeta ó de un cometa nuevamente descubierto con sólo tres observaciones hechas á intervalos convenientes.

Correcciones de paralaje y de aberración.

Figura de los cometas, teoría de Faye sobre la fuerza repulsiva.

Método para determinar la paralaje del sol: deducida de la paralaje de Marte, de la de Venus, de los medios que suministra la mecánica

celeste y de procedimientos físicos por la velocidad de la luz.

Efectos del desalojamiento secular de la elíptica sobre las coordenadas de los astros.

Precesión de los equinoccios, su explicación mecánica.

Precesión luni-solar y precesión general.

Nutación, aberración, á cuyo estudio corresponderá especialmente la aberración de las estrellas fijas explicadas por Bradley, su expresión teórica, aberración diurna, determinación de la constante de aberración para las estrellas.

Estudios sobre la luna, elementos de la órbita lunar, sus variaciones, medida de la paralaje, acción perturbatriz del sol, evección, evección anual, ecuación secular del movimiento medio.

Paralaje del sol y planamiento del globo terrestre deducido de las desigualdades lunares, masa de la luna, rotación de la luna.

Eclipses de la luna y del sol, ocultación de una estrella por la luna, determinación de las longitudes terrestres por los eclipses.

#### *Cálculo de probabilidades.*

Introducción explicando el objeto de su estudio y haciendo notar su utilidad, tanto por sus aplicaciones á las ciencias de observación y á muy variados problemas, como por constituir uno de los mejores ejercicios intelectuales.

Ligera reseña histórica sobre el Cálculo de Probabilidades y sobre sus principales casos de éxito.

Concepción de la probabilidad y expresión matemática de ella. Discusión.

Paréntesis sobre la teoría de las combinaciones y ejercicios de esta cuestión.

Probabilidades simples, parciales, totales, compuestas, absolutas y relativas. Ejercicios variados y numerosos para determinar las probabilidades de los sucesos que propondrá el profesor á los alumnos.

Relaciones y combinaciones de las probabilidades.

Lógica de los procedimientos empleados en la resolución de las cuestiones de probabilidades y en el establecimiento de la teoría.

Leyes de la probabilidad matemática en la repetición de los sucesos.—Teorema de Bernoulli.—Leyes de los grandes números.

Discusiones y ejercicios prácticos.

Valor venal de las posibilidades.—Teoría de la Esperanza Matemática.—Aplicaciones al juego.

De las probabilidades á *posteriori*.—Distinción y caracteres del problema.—Definición de causa desde el punto de vista de las probabilidades.—Lógica seguida en la investigación de las probabilidades á *posteriori*.—Probabilidad de los sucesos futuros en vista de las condiciones en que se verifican sus antecedentes.—Aplicación de la ley de los grandes números de estos problemas.—Aplicaciones y ejercicios.

Sobre las causas y las leyes generales de los fenómenos naturales, deducidas por medio de la observación.—Lógica del método.—Ejemplos.

Aplicación de las fórmulas de probabilidades á las leyes de la mortalidad y la población, los seguros, rentas vitalicias, etc., etc.—Nota sobre el valor de los resultados de la estadística.

#### *Teoría de los errores.*

Ejercicios preparatorios para hacer recordar algunos principios esenciales del Cálculo Infinitesimal.—Algunas integrales útiles.

Teoría de los errores y su clasificación con especificación precisa de sus caracteres.—Asimilación de su presencia á la verificación casual de los sucesos.—Convenciones sobre la ley de distribución de los errores accidentales.—Investigación de la función que da el valor de la probabilidad de un error.—Medida de precisión y error probable, explicando sus usos.—Formación, cálculo numérico y uso de la tabla de probabilidad.—Ejemplos.

Precisión del resultado de varias observaciones cuando sólo hay una incógnita.—Sobre la medida.—¿Cuál es el valor más probable del resultado?—Sobre el error medio, su definición, su investigación y sus relaciones con la medida de precisión y con la medida de los errores.—Sobre el peso.—Su definición y significación.—Sus relaciones con el error medio y con el módulo de precisión.—Unidad de peso.—

Ejemplos y aplicaciones variadas.—Criterio de Pierce.

Precisión de las funciones de cantidades observadas.—Diversas formas de funciones.—Función de la fórmula general.—Aplicaciones á problemas de Astronomía y Geodesia.

Precisión del resultado de varias observaciones cuando hay varias incógnitas.—Clasificación de los problemas de esta clase.—Observaciones directas, indirectas y condicionales.—Exposición y fundamento del método de mínimos cuadrados en el caso de observaciones del mismo peso.—Ecuaciones normales, su formación y prueba para verificar su exactitud.—Eliminación.—Estudio y ley de formación de los coeficientes de Gauss.—Pruebas para verificar que la eliminación se ha hecho sin equivocación.—Determinación del peso que afecta á los valores resultantes del cálculo.—Error medio de una observación, su determinación.—Errores medios de las incógnitas.

Caso en que las observaciones no son igualmente precisas.—Aplicación del método en el caso en que las cantidades observadas no son funciones explícitas de las incógnitas.—Resolución de un ejemplo numérico completo.

Aplicaciones diversas, con especialidad las que se refieren á ciertos problemas de Astronomía y al estudio de los instrumentos geométricos.

Modificación al método de míni-