

yecciones.—Movimientos simultáneos.—Movimiento plano referido á coordenadas polares.—Método de Reverbat para trazar tangentes á las curvas.—Relación entre las velocidades de todos los puntos de una recta.

7. De la aceleración.—Definición.—Aceleración tangencial, normal y total.—Aceleración en los movimientos proyectados y simultáneos.—Uso de la aceleración para determinar el radio de curvatura.—Ejemplo de la aplicación de las propiedades del movimiento proyectado.—Caso en que la aceleración pasa constantemente por un punto fijo.—Aplicación del movimiento de los planetas al derredor del sol.—Otra definición de la aceleración.

8. Determinación del movimiento de un punto.—Leyes generales.—Problema general de la determinación del movimiento de un punto.—Primer teorema general, ejemplo.—Segundo y tercer teorema generales.—Teoremas de las áreas.—Cuarto teorema general.—Aplicación del movimiento parabólico de los cuerpos pesados.—Caso general del movimiento rectilíneo.—Caso de una atracción central.—Aplicación al movimiento de los cuerpos celestes.

9. Movimiento de un punto sujeto á ciertas condiciones.—Definición de esas condiciones.—Punto sujeto á moverse sobre una curva dada ó una superficie dada.—Aplicaciones al péndulo simple y al cónico.—Péndulo cicloidal.—Movi-

miento de un punto pesado sobre una recta inclinada.—Braquistócrona de un punto pesado.

10. Sistemas invariables en movimiento.—Movimientos instantáneos ó elementales.—Definición de los sistemas invariables.—Movimientos de translación y rotación.—Movimiento elemental de una figura plana en su plano.—Centro instantáneo de rotación.—Empleo del centro instantáneo de rotación para el trazo de tangentes á las curvas.—Movimiento de un sistema invariable paralelamente á un plano fijo.—Movimiento de una figura esférica en su esfera.—Movimiento de un sistema invariable que tiene un eje fijo.—Movimiento elemental más general de un sistema invariable.—Eje instantáneo de rotación y deslizamiento.

11. Movimientos continuos.—Deslizamiento de dos curvas una sobre otra.—Rodamiento de las mismas.—Problema de Savary.—Aplicación á la cicloide y á la epicloide.—Deslizamiento y rodamiento de una superficie sobre otra.—Movimiento continuo de una figura plana en su plano.—Movimiento continuo de un sistema invariable.

*Movimientos simultáneos y relativos.*

12. De la velocidad.—Movimientos absolutos, relativo y de arrastre.—Composición y descomposición de las velocidades.—Composición de los movimientos simultáneos de los sistemas invariables.—Movimiento de rotación al derredor de ejes concurrentes.—Par de ro-

taciones.—Composición de un número cualquiera de translaciones.—Expresiones generales de las proyecciones sobre los ejes, de la velocidad de un punto que pertenece á un sistema invariable.—Expresión de la velocidad relativa de un punto.

13. De la aceleración.—Composición de las aceleraciones.—Representación y expresión de la aceleración complementaria.—Aceleración en el movimiento relativo.—Aceleraciones aparentes.—Aceleración de un punto referido á coordenadas polares de un plano.—Reposo relativo de un cuerpo pesado en la superficie de la tierra.—Desviación al Este de la caída libre de un cuerpo pesado.

14. Leyes generales del movimiento de los sistemas.—Sistemas cualesquiera.—Generalidades.—Velocidades y aceleración del centro de gravedad.—Velocidades y desalojamientos translatorios y no translatorios.—Aceleraciones recíprocas.—Componentes de la aceleración media.—Relación entre las velocidades y las aceleraciones.—Teoremas generales.—Principio de la conservación de las áreas.—Sistema de ligas.—Ecuaciones de las ligas.—Asimilación á un sistema libre.

15. Sistemas invariables.—Rotación al rededor de un eje.—Expresión de las proyecciones y de los momentos de la velocidad y aceleración de un punto cualquiera.—Suma de las proyecciones y de los

momentos de las aceleraciones de todos los puntos.—Discusión.—Ley del movimiento.—Ejes permanentes naturales de rotación.—Sistemas en los que dos puntos deben quedar fijos.—Condiciones para que las aceleraciones tengan una resultante única.—Centro de percusión.—Péndulo compuesto.—Rotación al rededor de un punto fijo.—Proyecciones sobre tres ejes móviles de la aceleración de un punto.—Ecuaciones de Euler.—Definición de la posición de los ejes móviles.

TERCERA PARTE.

*Mecánica.*

16. De las leyes físicas del movimiento.—Condiciones para producirlo.—Constitución de los cuerpos naturales.—Punto material.—Ley de continuidad.—Circunstancias en las que se produce el movimiento.—Aceleraciones independientes de las velocidades anteriores.—Las aceleraciones sólo dependen de las posiciones relativas de los puntos.—Comparación de velocidades ganadas por cuerpos puestos en relaciones mutuas.—Definición de masa.—Ley fundamental de la mecánica.

17. De las fuerzas y de la inercia.—Definiciones.—Fuerzas, cantidad de movimiento, fuerza viva, impulsión y trabajo.—Observación general sobre estas denominaciones.—Movimiento del centro de gravedad de un cuerpo.—Medida de las masas.—Peso de un cuerpo.—Medida de las fuerzas.—Unidad de fuerza y masa.—Inercia.—Principio

de D'Alembert.—Fuerza centrífuga.  
 18. Teoremas generales de la mecánica.—Primer teorema general para un punto material.—Segundo teorema general.—Tercer teorema general.—Teorema de las áreas.—Cuarto teorema general.—Introducción de la masa en las fórmulas relativas á los sistemas.—Teorema del movimiento del centro de gravedad.—Teorema de las cantidades de movimiento proyectadas sobre un eje.—Teorema de los momentos de las cantidades de movimiento.—Principio de la conservación de las áreas.—Ejemplos familiares de la aplicación de estos teoremas.—Movimiento del trompo.—Efectos de una percusión sobre un cuerpo sólido.—División en dos partes de la fuerza viva de un sistema.—Teoremas de las fuerzas vivas y del trabajo.—Trabajo de las fuerzas interiores.

19. De las fuerzas vivas y del trabajo.—Del trabajo en general.—Consecuencia del teorema de las fuerzas vivas aplicadas á un punto material.—Propiedades de las superficies de nivel.—Posiciones de equilibrio de un punto móvil.—Potencial de una fuerza.—Aplicaciones á la pesantez, á una fuerza central.—Causa de una fuerza atractiva inversamente proporcional al cuadrado de la distancia.—Potencial de atracción newtoniana.—Energías.—Potencial, actual y total.—Aplicación á un ejemplo.—Aplicación á un sistema en el que sólo hay fuerzas interiores.—Función poten-

cial.—Principio de la conservación de la energía.

20. Valuación de las diversas clases de trabajo.—Cálculo de los términos de la ecuación del trabajo.—Trabajo del rozamiento.—Resistencia al rozamiento.—Rigidez de las cuerdas.—Choque de los cuerpos sólidos, fuerza viva y trabajo en el movimiento de rotación.—Trabajo en las máquinas.—Rendimiento de una máquina.—Utilidad de los volantes.—Trabajo de las fuerzas de ligas.

*Del equilibrio y de las máquinas simples.*

21. Del equilibrio.—Equilibrio de un punto material libre.—Equilibrio de un punto sujeto á ligas.—Equilibrio de un sistema material libre.—Equilibrio de un sistema de ligas.—Condiciones de equilibrio entre las fuerzas exteriores.—Casos en que están satisfechas y bastan.—Fuerzas estáticamente equivalentes.—Equilibrio de un hilo.—Tensión.—Hilo sometido á varias fuerzas aisladas.—Hilo sometido á fuerzas continuas.—Aplicaciones.—Parábola.—Catenaria.—Condiciones de equilibrio de un sistema pesado.—Aplicaciones.—Balanzas.—Puentes levadizos.

22. Máquinas simples.—Generalidades sobre las máquinas simples.—Palanca.—Polea fija.—Rozamiento de una cuerda sobre un cilindro.—Polea móvil.—Torno.—Plano inclinado.—Cuña isósceles.—Tornillo.—Rodillos de transportes.

CURSO DE GEODESIA Y ASTRONOMÍA PRÁCTICA.—PRIMERA PARTE.

*Geodesia práctica.*

Elipsoide terrestre, sus dimensiones, latitudes geográficas, geocéntrica y correspondiente.—Expresiones analíticas de las principales líneas del elipsoide en función de las diversas latitudes, intersecciones del elipsoide con planos verticales, estudio de estas secciones; volumen y superficie del elipsoide terrestre.

Generación de las líneas geodésicas; su comparación con las secciones verticales y con los arcos de círculo.—Triangulaciones geodésicas; modo de considerar los triángulos trazados en la superficie del elipsoide; radio de las esferas que más se aproxima á la superficie de un triángulo geodésico; operaciones necesarias para una triangulación.

Medida de las bases; aparatos con que se miden las bases; su descripción.—Influencia de la temperatura.—Deducción á una temperatura normal.—Reducción al horizonte.—Expresión de la longitud de una base.—Reducción al nivel del mar.

Elección de los vértices.—Condiciones que deben llenar.—Señales usadas para marcar los vértices.

Medida de los ángulos.—Descripción de los instrumentos empleados, especialmente del altazimut.—Microscopios micrométricos para aproximar las lecturas.—Rectificación de éstos.—Manera de llevar en cuenta sus errores.—Rectificación de los goniómetros usados en las triangulaciones geodésicas.—Efecto de

los errores remanentes en los ángulos horizontales y verticales.—Manera de proceder para evitar en lo posible la influencia de estos errores.

Combinaciones de los resultados de las medidas angulares.—Errores de que pueden estar afectadas estas medidas.—Errores de fase.—Comparación de la suma de los tres ángulos de un triángulo geodésico con su valor teórico.—Exceso esférico.—Distribución de los errores entre los ángulos medidos.

Cálculo de los triángulos por las fórmulas de la trigonometría esférica, por el método de Delambre y por el de Legendre.—Cálculo del exceso esférico.

Cálculo de las coordenadas geográficas de los vértices y de los azimutes inversos.

Construcción de las cartas geográficas.—Proyecciones cónicas y sus modificaciones.—Proyecciones cilíndricas y sus modificaciones.

Líneas extensas.—Determinación de sus extremidades.—Su magnitud y dirección.—Trazo de arcos de paralelo por varios métodos.

Levantamiento de cartas geográficas por procedimientos astronómicos.

SEGUNDA PARTE.

Determinación de la forma y magnitud de la tierra.—Nociones históricas desde la antigüedad hasta nuestros días.

Investigación de la forma de la Tierra por medio del principio de la gravitación.—Aplicación del pé-

dulo á la determinación de la figura de la Tierra.

Aplicación de las operaciones geodésicas á la medida de arcos terrestres.—Medida de arcos de meridiano y de arcos de paralelo.—Diversos procedimientos para proyectar los lados geodésicos sobre estos arcos.

Determinación de la figura y dimensiones de la Tierra por las operaciones geodésicas.—Combinación de arcos de meridiano y de arcos de paralelo.—Ecuaciones de condición—Corrección de los elementos aproximativos de elipsoide.

#### TERCERA PARTE

##### *Elementos de Astronomía práctica.*

Definiciones y principios fundamentales.—Coordenadas de los astros.—Triángulo astronómico y sus diversos elementos.—Idea general de la determinación de la hora de la latitud y de la longitud geográfica del azimut.

Medida del tiempo; tiempo verdadero; medio y sidereo, relación entre estas unidades de tiempo, con versión de uno de ellos en otro.

Refracción astronómica; cálculo aproximativo de esta determinación experimental de la refracción; tablas de refracción.

Paralaje horizontal ecuatorial; su reducción al horizonte del observador; paralaje de altura en función de las distancias zenitales aparente y geocéntrica; efecto de la paralaje en el simidiámetro de la luna, paralaje de la ascensión recta y de la declinación; reducción de la paralaje

de la horizontal y de la declinación de la luna al extremo de la normal del observador.

Disposición de las diversas efemérides y usos de ellas.

Interpolación por medio de las variaciones en la unidad de tiempo y por las diferencias sucesivas; determinación de la hora en que un astro tiene una posición: cálculo de las variaciones ó movimientos horarios.

Sextante: principio en que se funda su construcción, teoría y rectificaciones de sextante; determinación de sus errores; horizontes artificiales; nivel Knorre; cálculos de reflexión; usos del altazimut; observaciones de las estrellas; observación del sol, directamente ó por el método de Quetelet.

Determinación de la hora; marcha de un cronómetro; distancias zenitales para la determinación de la hora; observaciones del sol; alturas iguales de estrellas para el conocimiento de la hora; determinación de la hora por alturas iguales de una sola estrella ó del sol.

Anteojo de pasos meridianos: su teoría; rectificación y determinación de los errores restantes; constantes instrumentales; usos de los pasos meridianos para la determinación de la hora; diversas fórmulas para reducir los pasos meridianos.

Determinación del azimut de una señal por la medida de distintas angulares entre ella y una estrella; conocimiento de la hora de la observación de la estrella ó la distancia

zenital de éstas; diversas fórmulas para estos casos; determinación del azimut de una señal para la observación de alturas iguales de dos estrellas, de una sola estrella ó del sol.

Determinación de la latitud por distancias zenitales de un astro, conociendo la hora de la observación por distancias zenitales meridianas y circummeridianas, por alturas legales de dos estrellas por el método de Bossel, de Litrow y de Talcott; descripción, rectificación y uso del telescopio zenital; fórmulas diversas para el cálculo de la latitud por estos diferentes procedimientos.

Determinación simultánea de la hora y de la latitud por la observación de distancias zenitales de varios astros y por el método mexicano; fórmulas aplicables.

Determinación de la longitud por la observación de distancias lunares, ó por distancias zenitales de la luna por alturas iguales de la luna y una estrella por culminaciones lunares, por señales instantáneas; por transporte de cronómetros; instrumentos usados para la aplicación de estos métodos; fórmulas diversas; cuidados que se deben tener para sacar los mejores resultados; influencia de los errores de observación y de los que tienen las efemérides.

Telescopio ecuatorial; su descripción rectificación y usos.

CURSO DE CORTE DE PIEDRAS, DE CORTE DE MADERA Y DE ESTRUCTURAS DE HIERRO.

##### *Corte de Piedras.*

Definiciones y términos empleados.

Muros y platabandas.—Combinaciones diversas de las piedras que componen los muros y platabandas, distintos modos de consolidarlas é inconvenientes de las cuñas.

Puertas de bóvedas de cañón.—Cañones de medio punto, peraltados y rebajados, dovelas en estado de carga.—Montea de una puerta recta, corte de las dovelas, por el sistema de escuadria y de baivel.—Puerta esviajada, en torre redonda con talús, y encontrando una bóveda estérica.—Paso esviajado y cuerno de vaca.—Capialzado de Marsella y curva-límite para el movimiento de la puerta.—Capialzado de Montpellier.—Capialzado de San Antonio.—Capialzado cónico.

Bóvedas esféricas y esferoides.—Bóveda esférica aparejada por capas horizontales.—Distintos modos de cortar las dovelas.—Modo de aparejar la bóveda de concha.—Nicho esférico y Trompillo.—Bóveda de revolución, Bóveda anular, Bóveda elíptica y de revolución al rededor de un eje horizontal.

Penetración de bóvedas.—Bóveda de arista y de rincón de Claustro.—Cañón acodado, corte de las dovelas por el método de escuadria y de baivel.—Bóveda de doble arista; Luneto recto y esviajado en

un cañón y en la estera.—Bóveda con pechinas y Bóvedas de arista en torre redonda.

Descensos.—Descenso recto.—Descenso esviado.

Escaleras.—Reglas generales para la distribución de los escalones.—Línea de huella.—Escalera suspendida.—Limón de escalera.—Compensación de las escaleras.—Escaleras de caracol.—Tornillo de San Gil.

#### CARPINTERÍA.

##### *Distintas clases de empalmes.*

Empalmes.—Empalmes de caja y espiga y de muescas.

Prolongación de maderos tanto en el sentido vertical cuanto en el horizontal.—Trazo de Jüter.—Planchas armadas.

Pisos y techos.—Diversas combinaciones de pisos, techos y entramados.—Observaciones sobre la inclinación de los techos.

Armaduras.—Modo de formar las armaduras y combinación de éstas.—Anca recta y esviada.—Razones para desviar el aristero y la péndola y manera de hacer este desvío.—Proyecciones diversas de la péndola par y aristero en las ancas rectas y esviadas.

Resolución semejante relativa á la lima-hoja.

Escaleras.—Curva rampante.—Trazo de limón y de la línea de huella, compensación de las escaleras para ampliar las cabezas de los escalones, trazo de las juntas normales:

#### CARPINTERÍA DE HIERRO.

Definiciones y nociones generales.—Ideas generales y diferentes tipos de empalmes metálicos.

Techos y entramados.—Techos formados con viguetas de hierro, diferentes maneras de enlazar las viguetas de hierro, varias clases de pisos y detalles de un techo de hierro sosteniendo un piso de ladrillo ó de madera.—Entramados de hierro.

Escaleras de palastro ó de hierro tundido.—Definiciones y nociones generales, dimensiones y proporciones de los escalones, diferentes tipos de escaleras de hierro.—Escaleras con limón ó con cremallera, rampas y pasamanos.—Escaleras de hierro fundido.

Techos y armaduras metálicas.—Nociones generales.—Inclinación que debe darse á los techos según la clase de cubierta empleada.—Techos de superficies planas y curvas.—Diferentes tipos de armaduras.—Armaduras de vertientes desiguales y estudio de los llamados Sheds.—Tipos especiales para las casas de campo.—Principales empalmes usados en las armaduras metálicas, modo de fijar los cambios y las láminas acanaladas con los largueros.—Ancas rectas yesviadas, techos rodadizos, techos en arco y cúpulas.

#### PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN, CONOCIMIENTO DE LOS MATERIALES Y DETERMINACIÓN DE SU RESISTENCIA.

Introducción.—Idea general de cómo puede ser una construcción y

diferentes maneras de desarrollar un proyecto.

#### PRIMERA PARTE.

Conocimiento del terreno en que se ha de llevar á cabo la construcción.—Bosquejo geológico de la República Mexicana.—Clasificación de los terrenos para el conocimiento de los materiales de construcción.

Rocas eruptivas.—Granitos, pórfidos, traquitas, bastones y lavas.

Rocas sedimentarias.—Calcáreas, areniscas, asperones, arcillas, margas.

Rocas metamórficas.—Mármoles, pizarras.

Principios generales de Hidrología.—Origen de las fuentes.—Terrenos impermeables.—Terrenos permeables.—Pozos artesianos.

Sondeos.—Diversos métodos.—Sondarígida, de cuerda, tubular.—Aparatos para sostener la sonda, motores y útiles.—Accidentes.—Representación gráfica de un sondeo.

#### SEGUNDA PARTE.

##### *Terracerías.*

Excavación.—Carga y transporte de los materiales para ejecutar los tajos, los terraplenes ó el dragado.—Excavaciones en tierra.—Útiles, pala, zapapico, arado.—Grandes excavaciones francesas y ame-

ricanas.—Excavaciones en piedra.—Útiles del barretero.—Taladros ó perforadores mecánicos sistema Sommeiller Leschot, Terroux, Brandt é Ingersoll.—Explosivos.—Pólvora común.—Dinamita.—Grandes minas en Boston, New York y el Danubio.

Transportes.—Mantas ó ayates y chiquihuites.—Carretillas decauville.—Fórmulas de transporte.—Procedimientos excepcionales de transporte.—Planos inclinados.—Montacargas.—Cadenas sin fin.—Cables aéreos.

Excavación de los tajos y terraplenes.—Descripción de las obras.—Instalaciones de los trabajos.—Consolidación de los taludes.—Medios de prevenir los derrumbes.—Terrenos arcillosos.—Procedimiento Sazilli.—Saneamiento de los taludes.—Drenaje.—Ejemplos de accidentes ocurridos en grandes tajos ó terraplenes.

Dragados.—Dragado en campo abierto y en recinto.—Diversos sistemas de dragas, europeas y americanas.—Dragas Bombas.—Bomba de arena del capitán Eads.

##### *Cimientos.*

Definición.—Equilibrio entre el peso de la carga y la resistencia del terreno.—Estabilidad de la construcción.—Sondeos.—Clasificación de los sistemas de cimentación.