

rros de gran altura. Empalmes de las maderas para burros de gran altura. Disposiciones que se dan á los burros en puentes curvos. Diversos tipos de burros.

Capítulo VII. Herraje. Clavos. Clavijas. Pernos. Tuercas. Rondanas de hierro dulce y colado. Piezas de reparación.

Capítulo VIII. Trazo en el terreno, de los puentes de madera. Erección de la obra.

Capítulo IX. Preservación de las maderas. Especificaciones. Cantidad (pies de tablón) necesario para el puente. Presupuestos. Conservación.

Capítulo X. Consideraciones teóricas sobre la estabilidad de la obra.

PUNTES METÁLICOS.

Capítulo I. Parte histórica. Progresos realizados en la construcción de este género de obras. Materiales usados en los puentes.

Capítulo II. Principios económicos. Número de soportes y claros. Elección de la clase de puente. Comparación teórica entre las traveses de diversos tipos de puente. Altura económica de las traveses.

Capítulo III. Cargas reglamentarias en los puentes. Proporciones de los remaches y espaciamiento de éstos. Detalles de construcción. Puentes. Patrón. Rodillos de expansión.

Capítulo IV. Puentes con traveses de alma llena. Especificaciones. Carga muerta. Carga viva. Esfuerzos en los miembros de la travesa. Vía. Detalles de construcción. Sistema de con-

travientos. Estimación del peso del puente. Altura económica de las traveses. Claro máximo de las traveses.

Capítulo V. Puentes con armaduras articuladas. Datos y especificaciones. Peso muerto. Peso vivo. Diversos tipos de puentes articulados. Esfuerzos en las armaduras de un puente articulado. Detalles de construcción. Cuerda superior. Cuerda inferior. Postes y tirantes. Sistema de contravientos. Rodillos de expansión. Peso total del puente.

Capítulo VI. Puentes con armadura remachada. Datos y especificaciones. Sistema de piso. Peso muerto. Peso vivo. Esfuerzos en las armaduras del puente. Diversos tipos de puentes remachados. Detalles de construcción. Cuerda superior. Cuerda inferior. Piezas inclinadas. Sistema de contravientos. Zapatas y placas de asiento. Peso total del puente.

Capítulo VII. Composición de un proyecto de puente. Plan que debe seguirse en la composición. Estimación del peso y costo de la obra.

Capítulo VIII. Preparación de un proyecto de puente para la ejecución de la obra. Especificaciones. Estimaciones. Marcas. Dibujos.

Capítulo IX. Procedimientos de construcción. Consideraciones generales. División del trabajo. Máquinas y herramientas usadas.

Capítulo X. Prácticas seguidas en los talleres de construcción de puentes.

NOTA.—Al terminar esta parte del curso, si fuere posible, se llevará á los alumnos á que vean algunos puentes de ferrocarril, de los que se encuentran á poca distancia de la capital.

ASTRONOMÍA GENERAL Y FÍSICA Y MECÁNICA CELESTE.

Los estudios de Astronomía general, comprenderán lo siguiente:

Estudio general del cielo. Constelaciones. Teoría del sol. Estudio comparativo entre la Astronomía solar de los antiguos y la Astronomía moderna, conforme á la ley de Newton y las leyes de Kepler.

Movimiento de los planetas y fenómenos que resultan de ellos. Institución del tiempo medio. Elementos elípticos. Tablas del sol y de los planetas. Catálogo de estrellas.

Los estudios de Astronomía física comprenderán:

Teoría ondulatoria de la luz. Principales principios de óptica explicados conforme á ese sistema. Teoría ondulatoria de los colores. Espectroscopia. Instrumentos y experiencias fundamentales de la espectroscopia. Análisis espectral. Rayas de Fraunhofer. Espectro del sol. Construcción física del sol y de las estrellas. Grupos estelares y nebulosas.

El curso de Mecánica celeste consistirá en los estudios siguientes:

Interpretación mecánica de las leyes de Kepler, en que se demostrará la ley de la fuerza atractiva del sol y se dará la significación mecánica de las constantes de Kepler, determinando también la trayectoria de un móvil conocido en su velocidad y dirección.

Integración de las ecuaciones diferenciales de movimiento. Perturbaciones del movimiento elíptico. Caracteres de la atracción newtoniana.

Pesantez en la superficie de los astros; origen de su calor y de su luz. Cálculo de la órbita de un planeta ó cometa nuevamente descubierto, según el método de Laplace y el de Olvers. Paralaje del sol, precesión, nutación y aberración. Efectos del desalojamiento secular de la elíptica sobre las coordenadas de los astros.

Estudio sobre la luna, sus fases, los elementos de su órbita, sus variaciones, sus principales desigualdades.

APLICACIONES DE LA ELECTRICIDAD.

Complementos al curso de Física matemática indispensables para poder estudiar el curso de aplicaciones de la electricidad.

Asociación de condensadores.

Energía máxima que puede almacenar un condensador.

Acción magnética de un solenoide.

Circuito magnético, intensidad de imantación.

Histeresis. Rotación de un cuerpo magnético en un campo.

Aplicación de la teoría de circuito magnético á los imanes permanentes. Influencia de las pantallas magnéticas en los fenómenos de inducción; coeficientes de inducción y autoinducción.

Corrientes de Foucault.

Nociones generales sobre las funciones armónicas, sus representaciones geométrica y cinemática. Teoría general de las corrientes alternativas.

Relación entre la diferencia de potencial y la intensidad entre dos puntos de un circuito.

Fuerza electromotriz de autoinducción; caso de los circuitos desprovistos de autoinducción, caso de los circuitos inductivos, manera de obrar de los condensadores, caso de un condensador en serie con una resistencia no inductiva, caso de un condensador en serie con una resistencia inductiva, caso general; relación entre las diferencias de potencial parciales y la diferencia de potencial total, relación entre las corrientes derivadas y la corriente total, caso de un condensador derivado en un circuito inductivo.

Distribución de la energía eléctrica en los circuitos recorridos por corrientes alternativas, potencia eléctrica instantánea, potencia eléctrica media, factor de potencia.

Cambio de energía eléctrica entre las diversas partes de un circuito, distribución de la energía eléctrica media total componente en fase y componente en cuadratura, componente efectiva de una diferencia de potencia.

Combinaciones polifases de las corrientes alternativas, estudio especial de las bifases y trifases. Medida de las magnitudes eléctricas en los circuitos recorridos por corrientes alternativas.

Propiedades de los materiales más empleados en las aplicaciones de la electricidad. Aislantes, conductores y materiales magnéticos.

Generación industrial de la electricidad. Generalidades sobre los dinamos, teoría de los de corriente continua, descripción de los tipos

principales, su manejo y ensaye, formación de un proyecto.

Dinamos de corriente alternativa ó alternadores (las mismas cuestiones que para los anteriores.)

Modificación industrial de las corrientes. Transformadores (las mismas cuestiones que para los dinamos.) Acumuladores: Descripción, rendimiento, conservación y manejo.

Transporte de la energía en su forma eléctrica. Ideas generales. Conductores, sistemas de distribución: en serie, derivación, redes eléctricas, igualadores de tensión, manera de emplear los alimentadores, regularización de la tensión útil, aparatos empleados para incrementar el voltaje, enlace de los alimentadores con la red, cálculo de las redes. Sistemas indirectos de distribución. Por el uso de transformadores en serie ó derivación. Distribución por corrientes polifases, economía en el material según las diversas combinaciones, transformadores, rotatoria, transformadores de fase (su uso.) Aparatos de seguridad y vigilancia empleados en las canalizaciones. Descripción de los conductores más usados, detalles de las líneas aéreas, descripción de los sistemas subterráneos. Canalizaciones en túneles, en cables armados en asfalto y barro, cables armados en acero y cables protegidos en entubaciones ó ductos. Aislamiento de las canalizaciones, indicadores de tierra, medida del aislamiento, localización de los defectos. Contadores.

Instalaciones generales, condiciones generales, elección de los dina-

mos según las condiciones en que va á emplearse la corriente, empleo de dinamos de corriente continua, su agrupación, descripción detallada de una instalación generadora de corriente continua. Empleo de alternadores, su agrupación, excitación de los mismos, descripción detallada de una instalación de corriente alternativa.

Motores eléctricos, motores de corriente continua, cálculo de su potencia y rendimiento, diferentes modos de excitación de los mismos, formación de un proyecto de motor de motores de corriente alternativa, motores sincrónicos monofases, su estudio gráfico, modos de excitación. Motores asincrónicos monofases, motores sincrónicos polifases, motores asincrónicos polifases, comparación de estas clases de motores, su regulación y manejo. Elementos para la formación de un proyecto de motor trifase.

Tracción eléctrica. Descripción de los diversos sistemas de canalización empleados en la tracción eléctrica, estudio comparativo de los mismos. Condiciones eléctricas de la vía cuando los rieles son empleados como conductores, condiciones especiales que deben satisfacer los motores empleados en la locomoción. Descripción del material rodante más usado. Cálculo de una ó más líneas alimentadas por la misma estación generadora. Alumbrado eléctrico. Lámparas eléctricas. Nociones ligeras de fotometría. Aplicaciones del alumbrado eléctrico, su costo, proyecto de una canalización especial para alumbrado.

Telegrafía. Sistema telegráfico de Morse. Sistemas perfeccionados, telegrafía submarina.

Telefonía, teléfonos electromagnéticos, micrófonos, estaciones y líneas telefónicas.

Telegrafía y telefonía simultáneas.

Telegrafía y telefonía sin alambres.

Oficinas telefónicas centrales.

Durante el curso del año se visitarán algunas de las instalaciones cercanas á la capital y otras de la misma.

TERCER CURSO DE MECANICA.

(INDUSTRIAL.)

Estudio extensivo ó detallado de los motores hidráulicos, comprendiendo el cálculo de las resistencias de sus principales elementos, como son los brazos, las paletas, las llantas y los ejes de esos receptores.

Estudio igualmente detallado de las máquinas de vapor, incluyendo en él, el cálculo de la resistencia de las calderas y el de todos los órganos de la máquina propiamente dicha, como son: las bielas, manivelas y vástagos de los mébolos. Se tomarán diagramas y se utilizarán para el arreglo práctico de la distribución de estos motores.

Estudio también extenso de las máquinas aplicadas á las minas y á la Metalurgia, así como el que se refiere al cálculo de las resistencias de las cadenas, cables metálicos, de cáñamo y de algodón, empleados como órganos de transmisión en las minas y en los establecimientos industriales.

Todos estos estudios se harán resolviendo el problema directo y el inverso en cada caso, y se darán las reglas y las explicaciones necesarias para el establecimiento y función regular de las máquinas.

La práctica durante el año, se hará visitando los establecimientos industriales más cercanos á la capital. En ellos se tomarán diseños, se observará cuidadosamente el funcionamiento de las máquinas armando y desarmando alguna de ellas si posible es; se calculará el rendimiento, se tomarán todos los datos relativos á su establecimiento, y se harán ejercicios de cálculo sobre la resistencia de las piezas ú órganos de las mismas máquinas para comparar las dimensiones calculadas con las que se hayan tomado directamente.

Siempre que sea posible inspeccionar el establecimiento de una ó varias máquinas de importancia, el profesor acompañado de los alumnos se presentará periódicamente en el lugar de la instalación, á fin de observarla y seguirla en todos sus detalles y poder formar así una memoria descriptiva de dicha instalación.

Dibujo Topográfico y Geográfico.

Primer año.

Representación de los detalles del terreno con tinta de China, luz zenital.

Aplicación de las curvas de nivel para la representación del relieve del terreno, (luz zenital).

Configuración de las montañas,

práctica en los modelos de la clase.

Determinación del perfil de una montaña, representadas por curvas de nivel que se supone cortada por determinado plano vertical.

Representación de las montañas con plumadas, luz á 45 grados sistema francés.

Representación de los detalles del terreno por medio de aguadas y plumadas, y con colores.

Segundo año.

Construcción del plano del terreno cuyo levantamiento haya sido hecho en la práctica del curso de Topografía é Hidromensura del año anterior.

Representación de las montañas por medio de aguadas, sistema francés y con plumadas sistema alemán, luz á 45 grados.

Rotulación de planos, escala, etc.

Tercer año.

Construcción de proyecciones geográficas.

Conocimiento y dibujo de signos geográficos.

Construcción y dibujo de cartas geográficas.

Explotación de minas.

Estudio de los criaderos. Apertura de las excavaciones. Fortificación. Método de explotación. Transporte en el interior de las minas. Planos inclinados. Automotores. Fracciones mecánicas. Fuerza motriz en las minas. Extracción. Aparatos de extracción. Motores de extracción. Cálculo

de los motores. Desagüe. Bombas de mina. Motor de desagüe. Cálculo del motor. Ventilación. Alumbrado. Introducción y salida del personal. Condiciones del trabajo de los operarios.

Este estudio se alterna con las visitas á las minas más importantes.

Durante los últimos seis meses del año, los alumnos visitarán los centros mineros y metalúrgicos más importantes.

METALURGIA.

Metalurgia general.

Menas. Fundición. Reducción. Reverberación. Sublimación. Licuación. Copelación. Comentación. Escorificación.

Amalgamación. Lixiviación. Precipitación. Electrolisis.

Régulos. Matas y speise. Escorias. Residuos de amalgamación y de lixiviación.

Propiedades físicas de los metales. Propiedades químicas de los metales.

Ligas metálicas.

Fundentes. Materiales refractarios. Combustibles.

Hornos. Aparatos de soplo. Molinos. Aparatos de separación mecánica.

Hierro y acero.

Métodos directos de extracción del hierro maleable.

Método indirecto. Funciones de hierro. Hornos altos de soplo. Pude-lado. Aceros de comentación.

Transformación en acero de la fun-

dición de hierro. Procedimientos de Bessemer, ácido básico, de Siemens y de Martin.

Plata.

Amalgamación. Patio. Toneles. Tinajas. Calderos.

Procedimientos de lixiviación. Augustia. Ziervogel. Patera. Russel.

Extracción por vía seca: de revolturas con menas promosas; de revolturas con menas cobrizas.

Separación de la plata de sus ligas con el plomo y el cobre.

Oro.

Extracción por concentración mecánica.

Amalgamación.

Lixiviación. Método de Plattner. Método de Mac Arthur y Torrest. Separación del oro de sus ligas.

Platino.

Menas: Extracción por vía húmeda. Ídem por vía seca.

Plomo.

Extracción por reverberación y reacción. Ídem por reducción. Ídem por precipitación con hierro. Métodos combinados.

Afinación del plomo impuro.

Cobre.

Menas. Reverberación.

Fundición por mata.

Fundición por cobre negro.

Afinación del cobre negro.

Extracción por vía húmeda.