

yes de las vibraciones de las cuerdas. Armónicos. Instrumentos de cuerdas.

Tubos sonoros.—Tubos de embocadura de flauta. Leyes de los tubos sonoros. Tubos de Lengüeta.

Comunicaciones de las vibraciones.—Estudio del timbre. Comunicación de los movimientos vibratorios, Resonadores de Helmholtz. Estudios del timbre.

Óptica.—Propagación y reflexión de la luz. Naturaleza, velocidad, propagación y reflexión de la luz. Espejos planos y esféricos.

Refracción de la luz. Efectos de la refracción. Prismas. Lentes é instrumentos de óptica. Composición de la luz. Colores. Arcoiris. Espejismo.

Segundo curso de Mecánica aplicada á la industria para Maquinistas y Jefes de taller.

Trabajos de máquinas.—Trabajo y calor. Transmisión del trabajo por medio de las máquinas. Definición de máquinas. Su movimiento uniforme, marcha, trabajo. Detención, rendimiento, volante y resistencias pasivas. Rozamiento. Rozamiento y resbalamiento. Leyes de Coulomb y Morin. Trabajo de rozamiento. Rozamiento directo é indirecto. Reglas de Hirn: elección de la materia lubricante, coeficientes de rozamiento de Morin, coeficientes prácticos, ejes cargados vertical y transversalmente. Ruedas de engrane. Aplicaciones industriales del rozamiento. Freno de cuerda. Rozamiento ó rodadura, efectos necesarios para ésta. Rapidez de las cuerdas. Resistencia de los medios.

Deformación de las piezas de las máquinas.—Choque. Motores. Motores animados. Trabajos del hombre: datos del que puede producir, del necesario para manejar varios útiles. Trabajo de los animales y datos que indican su trabajo medio. Nociones sobre los motores hidráulicos. Ruedas de cubas de encina. Altura de caída, velocidad, diámetro y anchura de la rueda; su trazo; rueda de lado de Poncelet; su radio. Turbinas; trazo de las cubas. Tablas de coeficientes de rendimiento de varios motores hidráulicos. Molinos de viento. Tabla de presiones de viento. Motores de vapor. Aparato de combustión, caldera ó generador. Datos sobre el peso del metro cúbico de combustible; del vapor producido; de la superficie de calentamiento y la superficie de parrilla para cada combustible empleado. Comparación de las calderas. Pérdida de calor por ellas. Datos de temperatura, pesos, volúmenes y velocidades del vapor bajo diferentes presiones. Datos del peso del vapor consumido por diversas máquinas de vapor. Peso de una caldera. Calderas tubulares. Válvulas, inyector Giffard. Superficie de calentamiento. Motor á plena presión, con expansión, sin condensación y con ella. Potencia de la máquina á plena presión, datos de los coeficientes de rendimiento. Potencia de la máquina de condensación y sin ella. Máquina de Wolf. Datos que manifiestan la economía de la expansión. Volante y su cálculo. Regulador cónico ó de bolas. Aparatos de observación. Contadores de vueltas, de Saintes. Velocímetro de

Deschiens. Freno Oviony y observaciones prácticas sobre el freno de Kretz. Dinamómetros de fracción y de rotación; el de Faurines. Indicador de Watt. Resistencia de materiales. Esfuerzos de tracción ó de extensión, de comprensión ó espachurramiento, esfuerzo cortante de flexión ó de torsión. Fricción. Datos sobre coeficientes de seguridad y ruptura á la fricción longitudinal. Trabajo de una barra cargada para alargarla. Resistencia de los cilindros delgados á la presión anterior. Compresión. Coeficientes de seguridad y de ruptura. Columnas de hierro dulce y fundido, huecas y fundidas. Piedras y motores. Coeficientes de seguridad y de ruptura. Esfuerzo cortante. Coeficientes de seguridad y de ruptura al corte y al resbalamiento. Flexión. Módulos y áreas de las secciones de diversas formas. Economía relativa de éstas. Vigas sometidas á esfuerzos de flexión. Piezas empotradas. Datos del mayor momento de flexión correspondiente á la colocación de las cargas. Vigas apoyadas y sus momentos de flexión según las cargas.

Vigas empotradas en una extremidad y apoyadas ó empotradas en la otra.—Suma y momento de flexión. Sólidos de igual resistencia á la flexión y á sus formas. Resistencia á la torsión. Datos sobre el mayor esfuerzo en kilogramos por centímetro cuadrado. Módulos de las diversas secciones con relación á la torsión. Cálculo del dinamómetro de los árboles, conocimiento de la competencia transmitida en caballos y el número de

vueltas por minuto y para momentos de torsión dada en kilográmetros. Conocimiento de la fuerza P y el radio X.

Órganos de las máquinas. Bulone. Fuerzas de seis lados y cuadradas redondas, muñones, pivotes, ruedas de fricción, engranes, correas y sus anchuras para fuerzas transmitidas que varíen de uno á veinticinco caballos. Proporción de las poleas, sus plantas, brazos, número de éstos según el diámetro. Cuerdas, correas, su peso, resistencia y potencia. Cables metálicos ó teledinámicos. Fuerza transmitida por un cable de 36 kilos con velocidad de 25 metros por segundo. Manijas y varillas de los émbolos, relación del diámetro de éstas y del émbolo. Balancín de la máquina de vapor; su trazo y el de la cardevide. Prensas hidráulicas. Potencia necesaria según Harting para mover las máquinas útiles; y datos sobre la potencia total aproximativa en caballos, necesaria para la marcha en trabajo de las principales máquinas útiles, como los tornos para metales, máquinas de perforar, de cepillar y de taladrar cizallas y punzones, máquinas de tarrajar y para afilar y pulir.

PRIMER CURSO DE MATEMÁTICAS.

Aritmética razonada.

Introducción. Propositiones evidentes. Numeración hablada y escrita. Regla general para escribir y leer cantidades enteras y decimales. Adición. Substracción. Multiplicación y división de enteros y cantidades decimales. Descomposición de los números en factores y factores primos. Máxi-

mo común divisor y menor múltiplo. Teoremas. Regla general y particular para determinar el máximo común divisor y el menor múltiplo de dos ó más cantidades. Ejemplos de las cuatro operaciones fundamentales. Condiciones de divisibilidad por los números menores que doce y sus demostraciones. Números quebrados. Principios fundamentales, comparación, de las fracciones. Simplificación de quebrados. Adición. Substracción, multiplicación y división de quebrados. Pruebas y demostración de las reglas, ejemplos por ejecutar. Conversión de fracciones comunes en fracciones decimales y viceversa. Números complejos ó denominados. Medidas de longitud, superficie, peso y capacidad. Monedas de plata y oro. Medidas de tiempo. Adición, substracción, multiplicación de complejos. Conversión de números denominados en quebrados y decimales y viceversa. Demostración de las reglas. Pruebas y ejemplos por ejecutar.

Sistema métrico-decimal.—Relación entre las unidades del sistema métrico y el antiguo y viceversa. Regla para la conversión. Reducciones, elevación á potencias y raíces. Segunda potencia ó cuadrado, de enteros, quebrados, mixtos y decimales. Ejemplos por ejecutar. Raíz cuadrada de enteros, quebrados y decimales. Ejemplos por ejecutar. Raíz aproximada. Tercera potencia ó cubo de enteros, quebrados, mixtos y decimales. Ejemplos por ejecutar. Raíz cúbica de enteros, quebrados y decimales. Ejemplos por ejecutar. Ra-

zones y proporciones. Propiedades fundamentales. Transformaciones en las proporciones geométricas. Regla de tres simple y compuesta. Interés, descuento, aligación y cambio. Problemas sobre estas reglas.

Álgebra.

Introducción.—Comparación de los términos algebraicos. Escritura de las expresiones algebraicas. Adición. Substracción. Multiplicación y división. Casos que se presentan en estas operaciones y ejemplos por ejecutar. Casos de imposibilidad en la división. Teoremas relativos á la multiplicación y división. Máximo común divisor entre monomios y polinomios. Menor múltiplo entre monomios y polinomios. Ejemplos por ejecutar. Descomposición en factores de las expresiones algebraicas. Fracciones algebraicas. Reducción á su más simple expresión de las fracciones algebraicas. Suma, resta. Multiplicación y división de las fracciones algebraicas. Ejemplos por ejecutar. Ecuaciones, sus diversas clases. Principios fundamentales de la resolución de las ecuaciones de primer grado numéricas y algebraicas. Problemas, discusión de las ecuaciones de primer grado. Ecuación de primer grado con dos ó más incógnitas. Procedimientos de resolución. Problemas relativos á estas ecuaciones. Expresiones radicales. Ecuaciones indeterminadas con dos incógnitas. Definiciones. Reducción de radicales al mismo índice y casos que se presentan. Adi-

ción, substracción, multiplicación y división de radicales, transformación de radicales. Elevación á potencias y extracción de raíces de las radicales. Ecuaciones de segundo grado, sus diversas clases. Procedimientos de resolución. Ecuaciones por resolver. Problemas de segundo grado. Progresiones. Definiciones. Fórmulas relativas á las progresiones aritmética y gramática. Logaritmos. Disposiciones y uso de las tablas. Casos que se presentan; operaciones y problemas resueltos por logaritmos. Desigualdades. Operaciones que se practican con ellas. Potencias y raíces. Cuadrado y cubo, raíces cuadrada y cúbica de las expresiones algebraicas.

GEOMETRÍA.

Definiciones y nociones preliminares.—Puntos, líneas, circunferencias, superficies. Axiomas fundamentales, métodos de demostración. Ángulos. Igualdad de triángulos. Perpendiculares y oblicuas. Definiciones. Teoremas. Problemas. Paralelas. Definiciones y teoremas. Problemas. Cuadriláteros. Definiciones. Propiedades de los cuadriláteros. Paralelogramos. Rombos. Rectángulos. Cuadrados. Trapecios. Problemas de cuadriláteros. Polígonos. Definiciones. Teoremas. Problemas. Circunferencia. Círculo. Teoremas de líneas rectas en el círculo. Problemas relativos. Triángulos en el círculo. Cuadriláteros en el círculo. Polígonos en el círculo. Problemas relativos. Intersección y contacto de dos círculos. Teoremas.

Problemas. Líneas proporcionales. Teoremas. Problemas. Semejanza de figuras. Triángulos semejantes. Semejanza de polígonos; problemas. Líneas proporcionales en los triángulos. Teoremas. Problemas. Líneas proporcionales en el círculo, problemas. Razón del diámetro con la circunferencia. Determinación de su valor numérico. Problemas. Superficies. Teoremas fundamentales. Problemas de figuras equivalentes. Valoración de superficies. Área del círculo, corona, sector, segmento y trapecio circular. Problemas de valoración de áreas. Comparación de éstas. Relaciones de algunas figuras equivalentes. Problemas. Volúmenes. Planos y rectas. Problemas. Ángulos diedros, triedros, poliedros. Cuerpos regulares. Semejanza de los cuerpos sólidos. Figuras simétricas. Superficie de los cuerpos. Problemas relativos. Volúmenes de los cuerpos.

CURSO DE TRIGONOMETRÍA.

INTRODUCCIÓN.

Definiciones de Trigonometría y de funciones circulares.—Líneas positivas y negativas.

Líneas trigonométricas.

Definiciones.—Fórmulas fundamentales. Nociones sobre la homogeneidad. Problemas: valores correlativos entre los arcos y sus líneas trigonométricas. Arcos complementarios. Leyes de las líneas trigonométricas deducidas de sus fórmulas. Re-

presentación y leyes de los valores correlativos. Tabla de dichos valores. Funciones inversas. Problemas.

Fórmulas generales de las líneas trigonométricas.

Expresión del seno y coseno de la suma de dos arcos.

Ídem de la diferencia de dos arcos.

Ídem de la tangente y cotangente de la suma y diferencia.

Fórmula de los arcos múltiples.

Ídem de las líneas de la mitad de un arco.

Expresión de los cuadrados de algunas líneas.

Productos de los senos y cosenos.

Expresión de la suma y diferencia de las líneas trigonométricas.

Demostración geométrica de algunas fórmulas generales.

Determinación del seno y coseno del arco duplo y de la mitad.

Determinación de la tangente de la suma de dos arcos.

Determinación de la suma y diferencia de los senos de dos arcos.

Demostración de la fórmula:

$$\frac{\operatorname{sen} p. + \operatorname{sen} q.}{\operatorname{sen} p. - \operatorname{sen} q.} = \frac{\tan \frac{1}{2}(p+q)}{\tan \frac{1}{2}(p-q)}$$

Cálculo de las tablas trigonométricas.

La relación entre la magnitud de un arco pequeño y la de su seno ó tangente se aproxima á la unidad.

La diferencia entre el arco y el se-

no es menor que un cuarto del cubo del arco.

Explicación del modo de calcular las tablas.

Uso de las tablas trigonométricas.

Disposición y modo de servirse de las tablas de Callet.

Problemas para determinar el logaritmo de las líneas trigonométricas de un arco.

Problemas para determinar el arco á que corresponde el logaritmo de una línea trigonométrica.

Valores naturales de las líneas trigonométricas.—Problemas.

Procedimiento para hacer adaptables al uso de los logaritmos algunas expresiones.

Resolución de los triángulos rectángulos.

Principios fundamentales.—Casos para su resolución.—Rectificación de los datos y de los resultados.—Problemas.

Resolución de los triángulos oblicuángulos.

Principios fundamentales.—Casos para su resolución.—Rectificación de los datos y de los resultados.—Problemas.

Superficie de los triángulos.

Fórmula fundamental.—Casos para determinar la superficie de un triángulo.—Superficie de los triángulos rectángulos.—Superficie de un triángulo equilátero.—Problemas.

Poligonometría.

Polígonos regulares:—Cuadrilátero.—Trapezio.—Paralelogramo.

CURSO ELEMENTAL DE MECÁNICA APLICADA.

Principios y aplicaciones.

Introducción.—Composición de los cuerpos. Principios generales. Igualdad de la acción y de la reacción. Independencia de los efectos de las fuerzas.

Estática.

De las fuerzas: sus elementos. Dinamómetros. Representación gráfica de una fuerza. Principios fundamentales. Composición de las fuerzas. Resultantes, componentes. Fuerzas en la misma dirección. Fuerzas concurrentes. Composición de las fuerzas concurrentes. Fuerzas paralelas y del mismo sentido. Ídem ídem de sentido contrario. Descomposición de una fuerza en otras dos paralelas. Par de fuerzas.

Centro de gravedad.

Determinación experimental del centro de gravedad.—Centro de gravedad de la superficie de un triángulo. Ídem de contorno. Ídem de un trapezio.—Construcción gráfica del mismo. Ídem de un cuadrilátero cualquiera. Ídem de un prisma triangular. Ídem de una pirámide triangular. Ídem de un prisma cualquiera. Ídem de una pirámide cualquiera. Ídem de la superficie convexa de un cono. Ídem de

un arco de círculo. Ídem de un sector circular.

Del equilibrio.

Equilibrio de los cuerpos sólidos.—Equilibrio estable. Inestable. Indiferente. Momento de una fuerza con relación á un punto. Momento de la resultante de dos fuerzas. Equilibrio de algunas máquinas. Equilibrio de las palancas en sus diversos géneros. Equilibrio de la balanza, de la romana, de la balanza báscula de Quintenz. Equilibrio de la cabria para levantar carruajes. Equilibrio de la polea fija, de la móvil de la mufía. Ídem del torno. Ídem del cabestante. Ídem del torno de las canteras. Equilibrio sobre el plano inclinado. Equilibrio de la rosca (tornillo). Ídem del torno de tornillo sin fin. Ídem del aparejo diferencial. Ídem de la cuña. Ídem de la prensa hidráulica. Aplicaciones de la prensa hidráulica. Máquinas de remachar y de taladrar. Prensas del puente de Britannia de Hummet, de Berlín. Máquinas para ensayar metales, Terveddell.

Cinemática.

Movimiento.—Sus diversas especies.—Unidades empleadas para el estudio del mismo. Movimiento rectilíneo y uniforme. Representación gráfica del mismo. Velocidad media. Movimiento rectilíneo uniformemente variado. Caso en que la velocidad inicial es nula. Construcción por puntos de la parábola. Caída de los cuerpos. Aparato Morin. Velocidad debi-