



PROGRAMAS

DEL

CURSO DE FÍSICA INDUSTRIAL I TECNOLOGÍA

DE LA FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS I MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

(CONCLUSION)

SEGUNDA SECCION

ELECTRO-TÉCNICA O TÉCNICA DE LA ELECTRICIDAD

PROGRAMA B

I.— Electrometría

1.^a LECCION.— La ciencia eléctrica.—Sus progresos.—La electricidad es una magnitud mensurable.—Teoremas jenerales sobre la enerjía.—Unidad de enerjía.—Conservacion de la enerjía.—Enerjía potencial,—actual.—Cantidad de electricidad.—Nocion del potencial.—Diferencia de potencial entre dos puntos: potencial de la tierra, de un punto, de un conductor.—Línea de fuerza.—Flujo de fuerza.—Campo de fuerza.—Corriente eléctrica.—Fuerza electro-motriz.—Capacidad eléctrica.—Intensidad de la corriente.—Resistencia eléctrica.—Conductibilidad.—Conductores.—Derivaciones.—Influencia de la temperatura sobre la resistencia.—Cálculo de la resistencia de un conductor.

2.^a LECCION.—Leyes fundamentales.—Lei de Coulomb.—Lei de Ohm.—Leyes de Kirchhoff, corolario de Bosscha.—Lei de Faraday.—De Joule.—Calor desarrollado en un conductor.—Trabajo i potencia de una corriente.—Leyes de Ampère.—Regla de Maxwell.—Lei de Lenz.

3.^a LECCION.—Unidades eléctricas.—Sistema de unidades absolutas.—Sistema C. G. S.—Unidades derivadas jeométricas i mecánicas: volúmen, velocidad, aceleracion, fuerza, trabajo.—Magnitudes eléctricas i magnéticas.—Sistema electro-estático, sistema electro-magnético, sistema electro dinámico.—Unidad de polo magnético, unidad de intensidad, de cantidad, de fuerza electro-motriz, de resistencia, de capacidad.

Unidades prácticas de electricidad, unidad de resistencia o Ohm, de intensidad o Ampère, de cantidad o Coulomb, de fuerza electro-motriz o Volt, de capacidad o Farad, de campo magnético o Gauss, de cantidad magnética o Weber, de fuerza o Watt.

Múltiplos i sub-múltiplos de las unidades eléctricas prácticas.

Relaciones entre las magnitudes eléctricas. Cálculos de la intensidad, de las resistencias.

Trasformacion de la enerjía eléctrica.—Traducir los kilogrametros en Volts-Coulombs.—Espresar en kilogrametros un trabajo eléctrico.—Cálculo del calor dado por una corriente.

4.^a LECCION.—Medidas eléctricas.—Marcos (étalons).—Marcos de resistencia.—Marco de fuerza electro-motriz, de intensidad, de cantidad, de capacidad.

Aparatos de medida.—Aparatos que sirven para medir las intensidades.

Galvanómetros.—Galvanómetro multiplicador.—Galvanómetros estáticos, diferenciales.—Shunts.—Intensímetros o amperímetros.—Galvanómetros.—Galvanómetro de espejo.—Galvanómetros industriales.—Electro-dinámómetro: de Weber, Siemens, Pellat, Kalske.—Voltímetros.

Determinacion de la constante de un galvanómetro.

5.^a LECCION.—Aparatos que sirven para medir los potenciales i las fuerzas electromotrices.—Electrómetros.—Electrómetros absolutos.—Electrómetro de cuadrantes.—Electrómetro estático W. Thomson, capilar de Lippmann.

Vóltmetros o potenciómetros.—Vóltmetro Desprez, Ayrton-Perry, W. Thomson, Cardew, etc.—Graduaciones.—Observaciones.

Potenciómetro Clarke, Chaperon.

6.^a LECCION.—Aparatos que sirven para medir las capacidades electro-estáticas.—Métodos diversos.—Condensadores.—Cajas de capacidades.

Aparatos que sirven para medir las resistencias.—Clasificación de las resistencias eléctricas.—Rheostates.—Cajas de resistencias.—Puente de Wheatstone, de W. Thomson.

Aparatos que sirven para medir las cantidades de electricidad.

Galvanómetros.—Voltímetros a gas, a depósitos metálicos, voltímetros Edison.—Mediadores de electricidad.—Mediador Edison, Cauderay, Aron.

7.^a LECCION.—Aparatos que sirven para medir la energía eléctrica.

Medidores de energía.—Fórmulas para calcular el valor de la energía.—Electro-dinamómetro medidor de energía.—Medidor Desprez.—Wattmetro Siemens.—Mediadores de energía.—Trasformación de la fórmula de la energía i de la fórmula de Joule.

Leyes de las corrientes relativas a las resistencias.—Fórmula general

$$I = \frac{E}{R + \frac{I}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_n}}}; \quad R' = \frac{I}{\frac{I}{r_1} + \frac{I}{r_2} + \frac{I}{r_n}}$$

8.^a LECCION.—*Medida de las resistencias.*—Medida de la resistencia de un conductor.—Método de la puente de Wheatstone.—Método de sustitución de sir W. Thomson, etc.—Medida de las resistencias de los generadores de electricidad.—Medidas de las mayores resistencias.—Método de Mance,—de Munro, etc.—Resistencia de una pila, de un dinamo.—Medida de las pequeñas resistencias.—Resistencias de los líquidos, método de Malher, de Kohrausch.

Aplicaciones: 1.^a Medida de la resistencia de una línea aérea donde una estremidad está ligada a la tierra.—2.^a medida de la resistencia de dos líneas paralelas.—3.^a De tres líneas.—

4.^a Medida de la aislacion de los cables.—5.^a Medida de la conductibilidad específica de un conductor.—6.^a Determinar la resistencia de los tres hilos de una línea telegráfica.

9.^a LECCION.—Medidas de la intensidad de las corrientes.—Clasificación de los aparatos: galvanómetros, electro-dinámómetros, voltímetros:

Medida de la intensidad por el galvanómetro de las tanjentes.—Por la diferencia de potencial.—Método de Hospitalier, de Kempe, de Cardew, de Erié Gérard, por los voltímetros, etc.

Medidas de la fuerza electro-motriz.—Métodos.—De igual resistencia.—De desviación.—De Wheatstone, de Pogendorff, de Hospitalier.—Medir la fuerza electro-motriz de una pila, de un dinamo.

Medidas de los potenciales i diferencias de potenciales.—Varios métodos.—Método de los Galvanómetros.—Marcos o Voltímetros.—Método de oposicion.—Método de condensacion.—Del electrómetro de cuadrante.—Fuerza electro-motriz de descomposicion.

10.^a LECCION.—Medidas de las cantidades de electricidad por método directo i por método indirecto.—Por voltímetros, por medidores de electricidad.—Medidas de las capacidades.—Medida de la enerjía.—Medida de la potencia eléctrica.—Medida de los coeficientes de induccion.—Medida de la intensidad del campo magnético i de la permeabilidad magnética.

Medida de la conductibilidad relativa.

Problemas i aplicaciones sobre las lecciones anteriores.

II.—Generadores de enerjía eléctrica o productores de electricidad

11.^a LECCION.—Pilas primarias.—Produccion de la corriente eléctrica.—Varias formas del trabajo gastado i de los aparatos. *Pilas termo-eléctricas.*—Efecto Seebeck reversible.—Fuerza electro-motriz $E = a(T_2 - T_1) \left(T_n - \frac{T_1 + T_2}{2} \right)$. Efecto Peltier.—Leyes de la termo-electricidad.—Fuerza electro-motriz de un par termo-eléctrico $E = H_2 - H_1 + \int_{T_1}^{T_2} (c_2 - c_1) dT$. Intro-

duccion del principio de la conservacion de la enerjía.—Fuerza electro-motriz de contacto.—Lei de Volta.—Fuerza termo-eléctrica.—Poder termo-eléctrico es la derivada $\frac{dE}{dT}$ de la fuerza

electro-motriz $E = \alpha (T_2 - T_1) \left(T_n - \frac{T_1 + T_2}{2} \right)$. Cálculo de

la fuerza electro-motriz.—Poder termo-eléctrico de los metales $\phi(A B) = \phi(A C) - \phi(B C)$. Punto de inversion al punto neutral.—Fuerzas electro-motrices débiles.—Defecto de las pilas termo-eléctricas.—Rendimiento de las pilas termo-eléctricas.

Pilas termo-eléctricas.—Asociacion en tension i en cantidad.—Potencia.

13.^a i 14.^a LECCIONES.—*Pilas hydro-eléctricas*.—Equivalencia de las enerjías eléctricas i caloríficas de las acciones químicas.—Teoría de la pila.—Esplicacion de la jeneracion de la corriente.—Valor de la fuerza electro-motriz debida a las acciones químicas.—Descomposiciones electro-químicas: electrolisis.—Acciones secundarias.—Polarizacion de los electrodos.—Esperiencias para probar la existencia de la corriente secundaria de polarizacion producida por el hidrójeno.—Capacidad de polarizacion.—Cálculo de la fuerza electro-motriz de polarizacion.—Calor de formacion.—Despolarizacion de las pilas. Despolarizantes.—Materiales de las pilas.—Constantes de una pila.—Pilas marcos.—Cuadro de las pilas empleadas.—Condiciones que debe satisfacer una pila.—Cálculo de la cantidad de calor despejada por las acciones químicas de las pilas.—Cálculo del manantial de electricidad.—Cálculo del gasto de trabajo dentro los baños.—Agrupaciones de las pilas.—Empleo de tal o cual pila, segun el trabajo que se quiera producir.—Potencia i rendimiento de las pilas.—Cálculo del precio de coste de las pilas.—Aplicacion.—Problemas i ejercicios.

15.^a LECCION.—*Pilas secundarias: acumuladores*.—Corrientes secundarias.—Esplicacion de la polarizacion.—Utilizacion de las corrientes secundarias.—Acumuladores.—Carga.—Descarga.—Condiciones de un acumulador industrial.—Reversibilidad de los fenómenos eléctricos.—Rendimiento de un acumulador en cantidad i en enerjía.—Rendimiento $r = \frac{\sum_0^T e' i' dt}{\sum_0^T E i dt}$

Rendimiento en trabajo:

$$\frac{Tu}{T} = \frac{\int_0^T e' i' dt - \int_0^T B' i^2 dt}{\int_0^T e i dt + \int_0^T B i^2 dt}$$

$$\text{Energía total} = \sum \frac{E i}{n} \times n t = t \sum E i.$$

Constantes de los acumuladores.—Capacidad.—Resistencia.—Manera de determinar el rendimiento en trabajo i en cantidad.—Teoría del acumulador de plomo: acumulador Planté.—Carga i descarga de la pila secundaria.—Formacion.—Clasificación de los acumuladores.—Variaciones de la fuerza electro-motriz de la descarga.—Relacion de la cantidad de electricidad almacenada i la superficie del plomo.—Cálculo de la potencia o de la cantidad de energía que el acumulador pueda dar por segundo.—Calcular el número de kilogramos de placas para desarrollar la fuerza de un caballo.—Acumuladores Reynier empleados en la industria.—Acumuladores Montaud, Faure, Faure-Sellon, Volckmar, Julien, Gadot, Tudor, etc., etc.—Acumuladores sin plomo.—Carga de los acumuladores.—Aparatos de carga.—Cálculo de la cantidad de electricidad necesaria a la trasformacion del óxido de plomo.—Empleo de los acumuladores: en el alumbrado eléctrico, en la traccion de los tranvías, propulsion de los barcos, etc.

Aplicaciones.—Problemas.—Ejercicios.

16.^a i 17.^a LECCIONES.—*Máquinas eléctricas. Magneto-eléctricas i dinamo-eléctricas.*—Trasformacion del trabajo mecánico en energía eléctrica.—Principio de la máquina dinamo-eléctrica.—Nociones de induccion que recordar.

Formas de las corrientes inducidas.—Máquinas unipolares, multipolares.—Máquinas de corrientes alternativas, de corrientes enderezadas o contínuas.—Definicion de un dinamo.—Principio de la máquina dinamo. Inductor, inducido, colector del dinamo. Excitacion de los electro-ímanes.

Fuerza electro-motriz del inducido.—Resistencia.—Velocidad de rotacion.—Tipos de armaduras.—Conmutador.—Escobillas.

Clasificación de los dinamos.—Máquina magneto-eléctrica.—Meritens.—Esperiencia fundamental del anillo de Faraday.

Máquina Gramme en general.—Máquina de corriente continua.—Diversos tipos Gramme.—Máquinas derivadas de Gramme.

Máquina o dinamo-Siemens, Edison, Weston, máquinas múltiplex, dinamos a polos interiores.—Siemens-Kalske.

Máquinas de corriente enderezada: máquina Brush.—Máquinas de corrientes alternativas: Gramme, Siemens, Ferranti, etc.—Agrupación de dinamos.—Indicador de fases.

Rendimiento de las máquinas eléctricas.—Rendimiento eléctrico-industrial.—Medida del rendimiento.—Relación entre los diversos elementos eléctricos.—Característica de las máquinas eléctricas.—Aplicaciones i problemas.

18.^a LECCION.—*Transformadores*.—Rol de los transformadores.—Circuito de alimentación, circuito de utilización.—Teoría del transformador.—Coeficiente de transformación.—Rendimiento industrial de un transformador.—Conmutador.—Varios tipos de transformadores.—Transformadores de corriente continua.

19.^a LECCION.—*Canalización i cañerías eléctricas*.—Líneas eléctricas.—Líneas aéreas.—Postes.—Aisladores.—Tensión de los hilos.—Cálculo de la tensión de un hilo aéreo.—Influencia de las variaciones de la temperatura.—Variaciones de la conductibilidad.—Secciones de los conductores.—Condiciones que llenar: 1.^a de calentamiento, 2.^a de economía.—Regla de W. Thomson.—Corta-circuitos.—Para-rayos.—Canalización dentro de las habitaciones.—Canalización subterránea.—Varios sistemas de conductores.—Sistema Edison.—Cables Siemens.—Conductores de Ferranti.—Sistemas diversos: Crompton, baja tensión, de la San James, de la administración de los telégrafos.—Cable Menier.—Aislamientos de las canalizaciones.—Accidentes en los conductores.—Indicadores de tierra.—Localización de un aislamiento.—Sistema directo de la distribución de la energía eléctrica.—Distribución en series, derivación, en bucle o argolla, por feeders, etc.

Aplicaciones.—Proyecto de la construcción de un dinamo.

III.—Electro-metalurgia

20.^a LECCION.—Electro-metalurgia.—Leyes electrolíticas.—Electrolisis.—Leyes de Faraday.—Definir la corriente por el

trabajo químico.—Medida de la cantidad de electricidad en Coulombs.—Leyes de Becquerel.—Lei de Joule $Q = \frac{E i t}{A}$; $Q = \frac{R I^2 t}{A}$.—Trabajo calorífico producido por la corriente $T = R I^2 t$ o $T = E Q$.

Cantidad de energía de una corriente $T = \frac{l E}{g}$ kilográmetros; trabajo en funcion de la resistencia $T = \frac{E^2}{g R}$; $T = \frac{R I^2}{g}$.

Cantidad de calor producida por una corriente $Q = \frac{E I}{g \times 425}$. Relacion permitiendo traducir en kilográmetros los Volts—Coulombs o Joules $T \text{ kigrm.} = \frac{\text{Volts-Coulombs}}{918}$ o $\frac{E Q}{g}$; Watts = $\frac{E i}{g}$.

Trabajo necesario para la electrolisis.—Cálculo del manantial de electricidad.—Gasto de trabajo en los baños electrolíticos.—Peso de metal libertado por caballo.—hora:

$$P = 27,5 \times \frac{h \times n}{E};$$

Trabajo necesario para libertar 1^k de metal $T = \frac{E I}{g}$. Cálculo del precio de coste de las pilas i del caballo—hora:

Equivalente de electricidad.—Lei de Thomson: la fuerza electro-motriz necesaria a la electrolisis es proporcional al calor de formacion del compuesto: $E = 0,043 \times C$. Faraday: para electrolizar un compuesto se debe emplear una fuerza electro-motriz determinada; no hai descomposicion si no alcanza a tener dicha fuerza cualquiera que sea la intensidad de la corriente.—Trabajo de descomposicion $T = \frac{Q E}{g}$ kilográmetros; $E = \frac{T \times g}{Q}$ peso del cuerpo libertado = $Q Z$. Calor producido = QZN ; trabajo correspondiente $T = 425 \times QZN$ kilográmetros. Fuerza electro-motriz necesaria a la descomposicion $E = 4,16 \times ZN$ volts o $E = 4,16 \times 0,10384 \times N \times z$ volts; 1 volt = $\frac{1}{0,045} = 23$ calorías.

Fuerza electro-motriz debida a las acciones químicas.—Calcular la fuerza electro-motriz de un elemento de pila.—Lei de Sprague: las sustancias puestas en libertad en los electrodos son las que para desprenderse absorben la menor energía específica.

Límites del electrolisis.—Trabajo gastado en la electrolisis:

$$T_{\text{total}} = T_{\text{qui}} + T_{\text{cal}} + T_{\text{me}}; -T_{\text{qui}} = E I \text{ watts} = \frac{E I}{g} \text{ kilogrametros por segundo}; T_{\text{cal}} = I^2 R \text{ watts} = \frac{I^2 R}{g} \text{ kilogramm.}$$

Aplicaciones.—Problemas.—Ejercicios.

22.^a LECCION.—Polarizacion.—Acciones secundarias.—Polarizacion de los electrodos.—Fuerza contra-electro-motriz.—Capacidad de la polarizacion.—Potencia eléctrica absorbida.—Separacion de los electrolitos.—Medidas para evitar el trabajo secundario.—Cálculo del trabajo que hai que gastar en una electrolisis dada.—Problema jeneral $T t = [n e I + K I^2 (r + r' + n r'')] \text{ watts} = \frac{n e I (r + r' + n r'')}{g} \text{ kilogrametros}$. Cálculo de la intensidad I , de la resistencia de los electrolitos.—Medida de la resistencia del baño r'' .—Métodos diversos.—Determinaciones prácticas de la fuerza contra-electro-motriz i de las resistencias metálicas.—Método Marchesa.

23.^a LECCION.—*Condiciones económicas de una instalacion electro-química*.—Rendimiento de las pilas:

$$P u = R t (I - i); r e = \frac{I - i}{I}$$

Rendimiento de los dinamos.—Cálculo del rendimiento eléctrico de un dinamo en serie:

$$\frac{D I}{D I + I_{rg}^2 + I_{ra}^2} = \frac{P u}{P t}$$

En derivacion:

$$\frac{D I_e}{D I_e + D I_d + (I_e I_d)_{ra}^2} = \frac{P u}{P t}$$

Compound

$$\frac{D I_e}{D I_e + I_{arg}^2 + \Delta I_a (I_e + I_d)_{ra}^2} = \frac{P u}{P t}$$

Ventaja de los dinamos sobre las pilas.—Disposiciones que se deben dar al circuito voltamétrico.—Resultado de las esperiencias de Gramme. Lo que se debe considerar para fijar el número de baños.—Relacion entre la fuerza electro-motriz total de la cadena voltamétrica i la fuerza electro-motriz del jenerador.—Condicion del trabajo electrolítico máximo:

$$e I = \frac{E-e}{r} e = \frac{E e - e^2}{r}; e = \frac{E}{2}$$

Condiciones de un rendimiento máximo.—Disposiciones jenerales de un baño que reciba la corriente de un dinamo.—Instalacion de una fábrica.—Material- Jenerador.—Motores - Conductores.—Cubas, baños, bombas, tubos, medida del trabajo gastado por una electrolisis en marcha.—Medida de la intensidad, de la resistencia, etc.—Aplicaciones.—Problemas.—Ejercicios.

Galvanoplastia

24.^a LECCION.—Galvanoplastia.—Máquinas para la galvanoplastia.—Operaciones galvanoplásticas.—Moldaje.—Metali-zacion.—Baños.—Operacion.—Preparacion de un baño.—Elec-trotipia.—Reproduccion de grabados sobre madera.—Moldaje.—Baños.—Operacion.—Cliché.—Montaje.—Reproduccion de grabados sobre cobre i sobre acero.

Niquelaje.—Preparacion de los baños.—Operacion.—Platear.—Dorar.

25.^a LECCION.—*Electro-metalurjia especial*.—Refinar o afinacion del cobre por electrolisis.—Importancia de la cuestion.—Operacion electrolítica.—Energía gastada.—Condiciones eco-nómicas de la afinacion.—Observaciones relativas a la afinacion del cobre.—Composicion del líquido electrolítico.—Resistencia de los baños.—Distancias entre anodos i catodos.—Resistencias metálicas.—Fuerza electro-motriz necesaria.—Densidad de la corriente.—Refinerías de cobre.—Consideraciones jenerales sobre una fábrica para refinar el cobre: ejemplos: instalacion de la fábrica Norddeutsche affinerie de Hamburgo i refinería de Marsella.

26.^a LECCION.—*Tratamiento de los metales i de los minerales.*
—Análisis electrolítico.—Tratamiento de minerales.—Importancia de la cuestion: oro, plata, sulfuros, etc.—Cálculos relativos a la electrolisis de sulfatos, cloruros, carbonatos, sulfuros.—Cálculo del peso de carbon necesario a la precipitacion de un kilógramo de plomo.—Gasto comparado del tratamiento de la galena por el método ordinario i por el método electrolítico.

27.^a LECCION.—*Procedimiento.* Máchese por el tratamiento de ejes cobrizos.—Descripcion del procedimiento.—Preparacion de los anodos.—Fuerza motriz.—Dinamos.

Aplicaciones, problemas i ejercicios: 1.^o Trabajo necesario a la produccion en 24 horas de 3,000 litros de hidrógeno i del oxígeno correspondiente al electrolisis del agua acidulada dentro de un baño único manteniendo el anodo i el catodo a una distancia de 0^m 10 i observando la condicion del trabajo electrolítico máximo.—Calcular la intensidad, la fuerza electro motriz, las resistencias, la fuerza en caballos, el rendimiento.

2.^o Tenemos tres dinamos Siemens que producen 900 amperes con una diferencia de potencial a las bornes de 5 volts. sobre una resistencia exterior total de 0,0055^{ohm}; la resistencia interior del jenerador estando 0,00075^{ohm}, i la relacion $\frac{R_{ext}}{R_{int}} = 7$.

La primera sirve para precipitar cobre de su disolucion de sulfato i haciendo uso de un anodo de grafito; el segundo, para refinar cobre empleando un baño de sulfato de cobre i un anodo de cobre impuro; el tercero, para estraer el cobre metálico del sulfuro empleando un baño de sulfato i un anodo de sulfuro preparado por fusion.—Calcular: 1.^o la fuerza contra-electromotriz resultante; 2.^o el número de baños en tension; 3.^o la resistencia metálica interior; 4.^o la resistencia de los conductores; 5.^o la resistencia de un baño; 6.^o la superficie de los anodos; 7.^o el trabajo total; 8.^o la fuerza necesaria; 9.^o el peso de metal precipitado por caballo i por 24 horas.

3.^o Establecer una refinería de cobre capaz de producir en 24 horas una tonelada de cobre electro, colocándonos en las condiciones siguientes: El cobre para refinar es de una pureza mediana. El carbon vale diez pesos la tonelada, se quiere marchar con una fuerza efectiva de 2 caballos, vapor por 100

kilógramos de cobre refinados en 24 horas. El precio del cobre comercial es de 1,500 pesos la tonelada, i el terreno 30,000 pesos la hectárea.—Rendimiento del dinamo 0,80.

28.^a LECCION.—Fundicion de los metales i de los minerales.—Aluminio.—Hornos para la fundicion eléctrica.—Horno Siemens, Ducretet-Lejeune, Moissans.—Tratamiento eléctrico del aluminio.—Procedimientos eléctricos industriales.—Horno Cowels.—Operacion.—Procedimientos Kleiner, Heroult, Minet.—Aluminio puro.—Paises productores.—Materias primas.—Aplicaciones.—Proyecto.

Recordar las cuatro leyes siguientes: 1.^a Cuando un electro-lito es atravesado por una cantidad de electricidad igual a 96512 coulombs, el peso de las materias descompuestas, es representado en valor absoluto por sus pesos moleculares espesados en gramos, con la condicion que el elemento electro-negativo entra con un solo equivalente en la fórmula química.—Aplicaciones a los cloruros de sodio, de estaño, fluoruro de aluminio. 2.^a La fuerza electro-motriz mínima es proporcional al calor de formacion de la molécula electrolítica, con esa condicion que el elemento electro-negativo entra en la fórmula química con un solo equivalente. 3.^a El calor despejado por el paso de la corriente al traves del electrolito, es proporcional a la intensidad i al cuadrado de la resistencia del electrolito. 4.^a El orden de descomposicion de las materias formando un electro-lito, sigue el orden de los calores de formacion: los que tienen el menor calor de formacion, están descompuestos los primeros.

Proponémosmos establecer un taller electro-metalúrgico, llenando las condiciones siguientes: se dispone de una pirita cobriza con ganga fusible, conteniendo cobre 12 por ciento, fierro 12 por ciento, azufre 16 por ciento, ganga 60 por ciento. La fuerza es suministrada por una máquina de vapor; el carbon cuesta 10 pesos la tonelada en la fábrica misma. La corriente está producida por un dinamo Siemens, dando 400 ampères i 100 volts a las bornes, sobre un circuito exterior de resistencia igual a 0, ^{ohm} 25, la resistencia del induito estando 0, ^{ohm} 0054. Se quiere marchar con un trabajo electrolítico máximo: determinar: 1.^o, el rendimiento de la corriente; 2.^o, el número de

baños; 3.º, la producción de cobre; 4.º, la repartición de la producción entre ánodos i cátodos; 5.º, la resistencia de un baño; 6.º, dimensiones de los ánodos; 7.º, número de ánodos; 8.º, composición del eje; 9.º, duración de los ánodos en los baños; 10.º, número i peso de ánodos a reemplazar por día; 11.º, gasto de mineral por día; 12.º, cantidad de ácido sulfúrico producido; 13.º, extracción del cobre de las aguas sulfatadas; extracción del sulfato de hierro; 14.º, fuerza gastada; fijar el capital para la instalación.

29.^a LECCION.—Tratamiento electrolítico i electro-metalúrgico de varios otros metales: antimonio, etc.

IV.—Trasmisión eléctrica de la fuerza o transporte de la energía eléctrica

30.^a LECCION.—Trasmisión eléctrica de la fuerza.—En qué consiste el problema de la trasmisión.—Reversibilidad de las máquinas eléctricas - Jeneradora - Receptora. Esperiencia de Viena (1873).—Esperiencias de Cadiat, Marcel Desprez (1882-1885-1886).—Teoría del transporte de la potencia de un dinamo jenerador a un dinamo receptor.—Modificaciones de las fórmulas teóricas. Aplicaciones a los dinamos reales.—Fuerza contra-electro-motriz de la máquina receptora.—Esplicación del desarrollo de esa fuerza.—Trabajo útil.—Rendimiento eléctrico de una trasmisión.—Resúmen de la trasmisión del trabajo a distancia. Sean: E = fuerza electro-motriz desarrollada por el jenerador; E' = fuerza contra-electro-motriz desarrollada por el receptor o motor (envolts); I = intensidad de la corriente (ampères); R = resistencia interior del jenerador (ohms); R' = resistencia interior del receptor (ohms); ρ = resistencia de la línea, intensidad $I = \frac{E + E'}{R + R' + \rho}$; potencia eléctrica P , absorbida por el jenerador $P = \frac{E I}{g}$ kilógrm. por segundo; potencia eléctrica, P' producida por el receptor $P' = \frac{E' I}{g}$ kilógrm. por segundo; potencia eléctrica P'' (gastada por el calentamiento del circuito máquinas i líneas) $P'' = \frac{I^2 (R + R' + P)}{g}$ kilógrm. por segundo;

rendimiento eléctrico = $\frac{P'}{P} = \frac{E'}{E}$. Potencia mecánica máxima:

$$E' = \frac{E}{2}$$

31.^a LECCION.— Proyecto de una trasmision.— Cálculo de una trasmision.— Indicaciones para preparar un proyecto de trasmision de fuerza:

1.^a Caso de un transporte de fuerza de 50 caballos vapor, a la distancia de 50 kilómetros, dos dinamos jeneradores en serie desarrollando 2000 volts.

2.^a Caso del transporte de la fuerza de 40 caballos a una distancia de 3 kilómetros, fuerza motriz, una turbina de 40 caballos; resistencia interior de la máquina 10 ohms, velocidad de rotacion 1,000 vueltas por minuto; fuerza electro-motriz 1,500 volts; calcular 1.^o intensidad $I = \frac{Tg}{E'}$; 2.^o fuerza electro-motriz $E = \frac{Tg}{I}$. Receptora-conductor: resistencia $R = \frac{Tg}{I^2}$.

3.^a Transportar una potencia motriz disponible de 50 caballos a una distancia de 10 kilómetros con dos dinamos en serie en los cuales la fuerza electro-motriz máxima es 2,000 volts, con canalizacion aérea; medidas para remediar el aumento de distancia.

Electro-motores.—Traccion eléctrica

32.^a LECCION.— Reversibilidad de los dinamos de corrientes continuas.— Electro-motores o motores eléctricos.— Varios motores.— Ayrton, Perry, Sprague, Thomson—Houston, Tesla, Siemens, etc.— Rendimiento de un dinamo receptor, rendimiento industrial $\frac{P}{P}$, rendimiento eléctrico segun la excitacion: en

serie $\frac{E_d I - I^2 (R_a - R_e)}{E_d I}$ o $\frac{E_d - I(R_a + R_e)}{E_d}$. En derivacion

$\frac{E_d I - I_a R_a - I_e R_e}{E_d I}$. En doble envoltura $\frac{E_d I - I_a (R_e + R'_e - I_e R''_e)}{E_d I}$. Cálculo de la potencia i del par desarrollados por un

electro-motor $p = i n N s$; $i C = \frac{i n s}{2 \pi}$. Rendimiento de un electro-motor. — Comparacion de los rendimientos de una máquina trabajando como jenerador i como motor. — Sentido de la rotacion de las máquinas empleadas como motores. — Máquina. — Magneto-eléctrica. — Máquinadinamo-eléctrica. — Varias excitaciones. — Lei de Jacobi o de la potencia máxima: la potencia desarrollada por un motor es máxima cuando este motor jira con una velocidad tal que la intensidad de la corriente es reducida a la mitad de lo que seria si el motor era mantenido en reposo. — Potencia eléctrica trasformada en trabajo $p = E i + R i^2$ sacar el máximo de p . Volcar la marcha. — Constancia o variabilidad del motor eléctrico segun las aplicaciones. — Característica mecánica de los motores.

33.^a LECCION. — Traccion eléctrica. — Consideraciones jenerales. — Modos de trasmision. — Sistemas de traccion. — Esfuerzo de traccion. — Trabajo $T = P L (f + i)$ kilóg. Potencia mecánica desarrollada por la traccion es $\frac{P v (f + i)}{75}$ Caballos vapor o $\frac{P v (f + i)}{0,102}$ Watts. — Esfuerzo de traccion $E = (P + P') (f + i) = 4000 P'$ (0,012 + 0,05). Carro de 4 toneladas. — Peso mínimo del remolcador P' es $(4000 + P') (0,012 + 0,05 = 0,12 P')$. — Pendiente máxima que pueda subir un carro $P (0,012 + 0,01 \times x) = 0,12 \times P$. Traccion eléctrica con jeneradores fijos. — Modos de union entre los jeneradores i los vehículos. — Traccion por trasmisiones eléctricas. — Ejemplos. — Traccion por acumuladores. — Cálculo del peso de los acumuladores que debe llevar un carro pesando 4 toneladas con el motor eléctrico para subir una pendiente de 3 por ciento con una velocidad de 10 kilómetros a la hora.

P watts = $\frac{p v (f + i)}{0,102}$; Peso de los acumuladores x

$$3 x = \frac{(4000 + x) \frac{10000}{3600} (0,012 + 0,03)}{0,102}$$

Comparacion entre la traccion directa i la traccion por acumuladores. — Potencia de traccion.

Caminos de fierro eléctricos. — Locomotoras eléctricas.

34.^a LECCION.—Precio de costo de la traccion eléctrica.—Traccion de sangre.—Traccion a vapor.—Traccion de tranvías por acumuladores.—Cálculo del precio de costo de la traccion por acumuladores.—Costo del carro—kilómetro.—Detalle de una instalacion comprendiendo 12 carros auto-móviles conteniendo 30 pasajeros i recorriendo 100 kilómetros por día.—Precio de la traccion eléctrica directa por conductores aéreos.—Precio de la traccion por cable subterráneo por carro—kilómetro.

Aplicaciones.—Calcular el peso de acumuladores que un carro auto-móvil pueda llevar para hacer un trayecto dado— $(P+x)L \times 0,005 = x$

Traccion de un carro auto-móvil con un solo grupo de acumuladores; traccion con dos grupos haciendo cada día 50 kilómetros: calcular 1.^o el peso de los acumuladores, 2.^o la carga eléctrica i 3.^o los gastos, etc.

Problemas. 1.^o Una fuerza motriz efectiva de 40 caballos acciona un dinamo rindiendo 97 por ciento; la corriente, habiendo una tension de 260 volts a las bornes es trasmitida a una máquina motriz por una línea de conductores, teniendo 10 ohms de resistencia; esta máquina receptora tiene una resistencia de 20 ohms i da un rendimiento de 35 por ciento.—¿Cuál es la fuerza disponible de la polea de esta segunda máquina?

2.^o Una máquina de vapor gasta 225.14 kilogrametros por segundo para hacer jirar el anillo de un dinamo; la resistencia interior R_i es de 0.024 ohm; la resistencia exterior $R_e = 0,1715$ ohm i la intensidad $I = 101.68$ ampères ¿Cuál es la enerjia despachada dentro el circuito exterior i cuál es el rendimiento eléctrico i el valor del rendimiento mecánico?

3.^o Un manantial eléctrico estando dado, determinar la seccion del conductor conduciendo a un aparato dado una corriente dada.

35.^a LECCION.—Luz eléctrica.—Alumbrado eléctrico.—Focos luminosos.—Lámparas de arco o reguladores.—Carbones.—Reguladores.—Regulador en derivacion.—Regulador diferencial.—Varios tipos de reguladores.

Bujías.—Bujía Jablochhoff.—Lámparas de incandescencia.—Consideraciones teóricas.—Filamentos de lámparas Siemens.—

Edison, Maxim, Gerard, Lane, Fox, Weston.—Intensidad i rendimiento luminoso.—Constantes eléctricas normales de una lámpara incandescente.—Relaciones entre la intensidad luminosa i las constantes eléctricas.—Disminucion de la intensidad luminosa por el funcionamiento.—Duracion de las lámparas de incandescencia.—Coeficiente económico.—Principales tipos de lámparas de incandescencia.—Ventajas del alumbrado eléctrico por lámparas de incandescencia.

36.^a LECCION.—*Instalacion de la luz eléctrica.*—Reglas jenerales para la instalacion de fábricas eléctricas.—Distribucion a potencial constante a dos hilos.—Distribucion en bucle, (argolla).—Distribucion por redcilla, por feeders, por tres hilos; distribucion con intensidad constante, distribucion por acumuladores, por trasformadores.

Eleccion de las lámparas.—Distribucion de la luz.—Montaje de los reguladores en serie; derivacion mista; montaje de las lámparas de incandescencia en derivacion, en bucle (argolla), en faja, feeders; montaje a tres hilos de Edison, por cables equilibrados, a cinco hilos.—Montaje combinado de reguladores i de lámparas de incandescencia; montaje de las bujías Jablochhoff.—Instalacion de la luz eléctrica en los buques; proyectores.

37.^a LECCION.—Fábricas centrales.—Alumbrado público de las ciudades.—De las estaciones de ferrocarriles, de talleres, almacenes, teatros, minas, faros, carros de los ferrocarriles.—Lámparas de mano de la marina.—Instalaciones particulares.—Cuadro de distribucion.—Cálculo de los conductores.—Cálculo de la resistencia de un hilo.—Precio de costo de un conductor.—Cálculo de la fuerza motriz.

Precio de los aparatos i de las instalaciones.—Precio de costo del alumbrado eléctrico industrial.—Tarifa de la enerjía eléctrica suministrada para las fábricas urbanas.—Comparacion con los otros modos de alumbrado.

38.^a LECCION.—Aparatos accesorios de una distribucion eléctrica.

Vóltmetros.—Amperímetros.—Medidores de electricidad.—Regulador de la corriente.—Reguladores automáticos.—Indicador de la marcha de la corriente.—Para-rayos.—Corta circuito.

—Indicador de aislamiento.—Interruptores.—Conmutadores.
—Ensayo de las lámparas.—Pruebas de funcionamiento.—
Pruebas de las máquinas.

Reglas que observar en las instalaciones de alumbrado eléctrico.

39.^a LECCION.—Proyectos de instalaciones eléctricas.—Aplicaciones i problemas.

1.^o Fotometría eléctrica.

40.^a LECCION.—Telegrafía eléctrica.

41.^a LECCION.—Campanillas eléctricas.—Instalaciones.—Telefonía.—Teléfonos.

42.^a LECCION.—Inflamacion de torpedos i de minas.—Aplicaciones diversas de la electricidad a la industria i a las artes.

TERCERA SECCION

TECNOLOGÍA QUÍMICA O ESPECIAL

PROGRAMA C

(Véase página 292).

A. F. NOGUÈS

Ingeniero civil de minas, profesor de física industrial
i tecnología en la Universidad

