



DIÁRIO DO GOVERNO

PREÇO DESTE NÚMERO — 18\$00

Toda a correspondência, quer oficial, quer relativa a anúncios e a assinaturas do «Diário do Governo» e do «Diário das Sessões», deve ser dirigida à Administração da Imprensa Nacional de Lisboa.

ASSINATURAS			
As três séries . . .	Ano 360\$	Semestre	200\$
A 1.ª série	140\$	"	80\$
A 2.ª série	120\$	"	70\$
A 3.ª série	120\$	"	70\$

Para o estrangeiro e ultramar acresce o porte do correio

O preço dos anúncios é de 4\$50 a linha, acrescido do respectivo imposto do selo, dependendo a sua publicação de depósito prévio a efectuar na Imprensa Nacional de Lisboa.

SUPLEMENTO

Ministério da Educação Nacional:

Portaria n.º 23 181:

Aprova os programas a observar nas cadeiras, laboratórios e trabalhos gráficos que compõem os diferentes cursos professados nos institutos industriais.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO NACIONAL

Direcção-Geral do Ensino Técnico Profissional

Portaria n.º 23 181

Ouvinda a 5.ª Secção da Junta Nacional da Educação: Manda o Governo da República Portuguesa, pelo Ministro da Educação Nacional, nos termos do n.º 1 do artigo 10.º do Decreto n.º 38 032, de 4 de Novembro de 1950, que nas cadeiras, laboratórios e trabalhos gráficos que compõem os diferentes cursos professados nos institutos industriais sejam observados os seguintes programas:

1.ª CADEIRA

Matemática

1. O objectivo fundamental do ensino, nesta cadeira, consiste em conferir aos alunos a formação matemática necessária ao estudo teórico da química, da física, da electricidade, da mecânica, da resistência de materiais e das outras disciplinas tecnológicas. Isto justifica a introdução no programa do estudo de:

Característica e mantissa de um número;
Matrizes;
Sistema de numeração de base 2;
Equações diferenciais de 2.ª ordem, nos casos referidos;
Funções hiperbólicas;
Séries de Fourier;
Certos tipos de curvas.

2. Dado que os alunos dos institutos se destinam ao exercício de uma engenharia aplicada à exploração in-

dustrial, considera-se indispensável o treino sistemático no cálculo numérico e gráfico e o desenvolvimento do sentido das aproximações e da sensibilidade à ordem de grandeza.

Por isso se encara:

- A utilização sistemática da régua de cálculo;
- A utilização frequente de tabelas;
- A introdução de técnicas de cálculo numérico, tendentes a melhorar a sensibilidade às aproximações, como é o caso da resolução numérica de equações algébricas a partir de conhecimentos elementares;
- O estudo de técnicas específicas de cálculo numérico, como, por exemplo, o das fórmulas de Simpson e de Tchébychev; ou as técnicas de desenvolvimento em série; ou a aplicação numérica de diferenciais; etc.;
- O abordar sistemático, sob a forma analítica e geométrica, da maioria dos fenómenos matemáticos estudados;
- O recurso frequente à intuição no exame dos problemas e das conclusões;
- A preocupação na verificação dos cálculos e resultados — fórmula de Mollweide, etc.

3. Quanto ao programa do 1.º ano, atendeu-se ainda a necessidade de fornecer aos alunos, o mais rapidamente possível, os conhecimentos indispensáveis ao estudo de outras cadeiras do mesmo ano.

Dá, por exemplo, a alteração da ordem tradicional da matéria, iniciando o curso pelo estudo de vectores logo seguido de trigonometria.

A introdução vectorial, necessária para a física, vem acelerar o estudo da trigonometria.

4. Indicam-se seguidamente alguns objectivos secundários do programa, que nem por isso se consideram de menor importância:

Os alunos dos institutos podem transitar para as escolas superiores de engenharia. Nestes termos, dada a evolução que está a sofrer o ensino da matemática, parece indispensável que o programa dos institutos, sem perder de vista os objectivos principais, se integre na nova corrente, para que assim os alunos adquiram os conhecimentos e se familia-

rizem com a simbologia e a linguagem que caracterizam essa corrente e possam sentir-se em situação equivalente à dos seus colegas provenientes de outros ramos de ensino.

Não deixaram, finalmente, de ter-se em conta os problemas relacionados com a inscrição em organismos internacionais de engenharia, aberta a diplomados por escolas do mesmo nível dos institutos industriais, para deixar facilitada, como é de inteira justiça, a solução de alguns desses problemas.

Matemática — I

1) Vectores:

Introdução ao estudo do plano vectorial; vectores e sua representação geométrica; operações geométricas com vectores.

Plano vectorial; sistema ortonormal de referência; bases e vectores fundamentais.

Representação analítica de vectores; produtos de um vector por um número; produtos escalar e vectorial. Mudança de base.

2) Trigonometria:

Ângulo gerado pela rotação de um vector; generalização da noção de ângulo e de arco; medidas de ângulo. Representação de um ângulo num sistema ortonormal de referência.

Funções circulares directas; definição, variação e representação gráfica:

Funções circulares de ângulos complementares; suplementares; diferindo de π radianos; simétricos e cuja soma é igual a 2π radianos.

Redução ao 1.º quadrante.

Relações entre funções circulares de um ângulo; valores destas funções para casos particulares.

Funções circulares inversas.

Fórmulas da soma e diferença de dois ângulos; da duplicação e bissecção de um ângulo.

Fórmulas de transformação logarítmica.

Tabelas trigonométricas: uso das tábuas naturais e logarítmicas.

Resolução de equações trigonométricas simples.

Aplicações do produto escalar à resolução de triângulos quaisquer:

Teoremas das projecções ou de Carnot; dos senos; dos co-senos ou de Viete.

Fórmula de Mollweide.

Aplicação a problemas simples de geometria, de mecânica e de topografia.

3) Geometria analítica:

Estudo vectorial de alguns lugares geométricos.

Distância de dois pontos.

Condições de paralelismo e de perpendicularidade.

Linha recta.

Cónicas: generalidades.

4) Noções de probabilidades e estatística:

Conjuntos e subconjuntos; amostras. Operações elementares com conjuntos. Simbologia. Diagramas de Venn.

Repartição de conjuntos. Arranjos, permutações e combinações.

Números combinatórios e suas propriedades.

Fórmula do binómio de Newton e sua extensão a um polinómio.

Noção experimental de probabilidade e dos teoremas de adição e de multiplicação. Espaço de amostras.

Distribuições estatísticas; frequências; valores característicos de uma distribuição.

Enunciado dos problemas de amostragem e da verificação estatística da qualidade.

5) Aritmética racional:

Os diferentes conceitos de número:

Os problemas da contagem e da troca; números naturais e inteiros relativos. Suas propriedades.

Sistemas de numeração. Sistemas de base 10 e base 2. Congruências. Divisibilidade. Classes de equivalência.

Os problemas da medida: números racionais e irracionais; suas propriedades. Dízimas periódicas e não periódicas. Aproximações racionais dos números irracionais. Classes contíguas.

O conjunto dos números reais e sua correspondência com o conjunto dos pontos de uma recta. Abscissa de um ponto. Característica e mantissa de um número real.

6) Álgebra:

Operações impossíveis com números reais. Números complexos. Operações com complexos na forma $(a + bi)$.

Representação geométrica, vectorial e trigonométrica de complexos e operações simples sob estas formas. Fórmula de Moivre.

Polinómios e fracções racionais:

Polinómios a uma só variável; identidade de polinómios; raízes de um polinómio.

Operações com polinómios.

Decomposição de um polinómio em factores; divisão por $(x - a)$; regra de Ruffini; aplicação aos polinómios na forma $x^n + a^n$.

Fracções racionais; sua simplificação e decomposição em somas de fracções simples.

Equações e inequações algébricas:

Equação algébrica: definição; equações equivalentes. Raízes de uma equação. Equações indeterminadas.

Equações do 1.º e 2.º graus; sua discussão.

Equações da linha recta e da parábola.

Equações redutíveis ao 2.º grau. Equações irracionais.

Resolução de inequações. Interpretação geométrica.

Equações de grau superior ao 2.º grau. Teorema fundamental da álgebra. Relações entre as raízes e os coeficientes da equação.

Equações transformadas em Kx e em $(x - a)$.

Determinação da natureza das raízes de uma equação de coeficientes inteiros. Regra de Descartes. Localização das raízes em casos muito simples.

Determinação numérica das raízes reais de equações algébricas do 3.º e 4.º graus com coeficientes inteiros.

Sistemas de equações:

Matriz de um sistema de equações lineares.
 Operações elementares com matrizes. Representação matricial de um sistema.
 Determinante de uma matriz; propriedades elementares. Cálculo de um determinante por desenvolvimento de uma fila. Regra de Chió.
 Aplicação dos determinantes à resolução de sistemas de equações lineares. Regra de Cramer. Sistemas impossíveis e indeterminados.
 Resolução geométrica de sistemas de equações envolvendo equações lineares e da forma $x^2 + y^2 = K$ e $x \cdot y = K$.

Intersecção de rectas e de curvas. Discussão. Tangentes a curvas.

7) *Breve introdução ao cálculo:*

Relações entre conjuntos. Noção de variável e de função. Definições das funções por meio de tabelas, de gráficos ou de fórmulas.
 As aproximações em física. Noção intuitiva de vizinhança, de limite e de continuidade.
 Variações de uma função. Variação média e derivada como limite. Significado geométrico de derivada.
 Regras elementares de derivação; derivadas de funções:

$$\begin{aligned} y &= x^n; \\ y &= ax + b; \\ y &= ax^2 + bx + c; \\ y &= u + v; \\ y &= \frac{u}{v}; \\ y &= \sin u, \text{ e} \\ y &= \cos u \text{ (com } u \text{ e } v \text{ funções de } x). \end{aligned}$$

Medição de áreas. Integral definido como medida de uma área e sua avaliação numérica.

Alguns problemas muito simples de aplicação à física e à geometria.

Observação. — No estudo desta disciplina é obrigatória a utilização sistemática de régua de cálculo.

Matemática — II

1) *Funções numéricas de variável real:*

Variáveis e funções:

Conjuntos numéricos; intervalos; vizinhanças.
 Variáveis.
 Relações entre conjuntos. Aplicações injectivas, sobrejectivas e bijectivas. Funções.
 Definições aritmética, geométrica e analítica de uma função. Definições explícitas e implícitas.
 Funções inversas (ou recíprocas). Funções compostas.
 Funções de mais de uma variável.

Limites e continuidade:

Definição de limite de uma função. Interpretação geométrica e analítica.
 Propriedades dos limites.
 Continuidade: noção geral e propriedades.
 Continuidade num ponto e num intervalo.

Pontos de descontinuidade. Descontinuidades de 1.ª e 2.ª espécies.
 Infinitamente grandes e infinitamente pequenos.
 Cálculo de limites de funções contínuas. Limites infinitos. Formas indeterminadas.

2) *Derivadas e diferenciais:*

Derivadas e diferenciais de funções de uma variável:

Derivadas de uma função, num ponto. Definição analítica e geométrica.
 Função derivada de uma função dada. Métodos gráficos para a construção da função derivada.
 Derivada da função composta e da função inversa.
 Regras de derivação de funções algébricas e de funções transcendentais (logarítmicas, exponenciais e trigonométricas). Derivada logarítmica.
 Derivadas sucessivas. Interpretação geométrica.
 Diferencial de uma função, num ponto: definição analítica e interpretação gráfica. Cálculo de diferenciais.
 Teoremas relativos às funções diferenciáveis.
 Teoremas de Rolle e dos acréscimos finitos.

Extensão dos conceitos de derivada e diferencial a funções de mais de uma variável:

Variação parcial e variação total de uma função de mais de uma variável. Derivadas parciais.
 Diferencial total. Condições que a equação $M dx + N dy = 0$ deve satisfazer para que seja diferencial total (diferencial exacta) de uma função $\mu(x, y) = C$.
 Diferenciação de funções na forma implícita.

Aplicações do cálculo diferencial:

Estudo da variação das funções:

Funções crescentes e decrescentes. Máximas e mínimas de uma função. Aplicações e problemas técnicos.
 Concavidade e convexidade de curvas.
 Pontos de inflexão.
 Derivada de um arco. Curvatura, raio de curvatura, círculo osculador e centro de curvatura. Evolutas.
 Estudo geral de uma função e traçado de gráficos.

Aplicação à geometria analítica:

Inclinação de uma recta. Ângulo de duas rectas.
 Condições de paralelismo e de perpendicularidade.
 Equações das tangentes e das normais num ponto de uma curva.
 Direcções assintóticas. Assíntotas.
 Condições de tangência e de normalidade de duas curvas planas. Ramos parabólicos de uma curva. Ângulo de duas curvas.

Medidas da tangente e da normal; da subtangente e da subnormal.

Estudo das formas indeterminadas. Regra de l'Hospital.

Aplicações simples ao cálculo numérico e a cálculos aproximados.

3) *Integrais:*

Integral definido:

Medição de áreas. Conceito geométrico do integral definido.

Integral como limite de uma soma. Definição analítica de integral.

Propriedades do integral definido.

Valor médio e média quadrática ou eficaz de uma função, entre dois limites.

Integrais indefinidos:

Integral definindo função do seu limite superior. Integrais indefinidos.

Constante de integração. Interpretação geométrica.

Derivada do integral indefinido. Teorema fundamental do cálculo. Primitivas.

Métodos de integração:

Primitivação. Integração imediata ou quase imediata. Tabelas de integrais.

Métodos de integração por partes e por mudança de variável.

Integração de funções racionais, irracionais e transcendentais, de uso corrente na técnica.

Cálculo de integrais definidos:

Cálculo a partir do conhecimento da primitiva.

Integrais impróprios.

Cálculo numérico: métodos dos rectângulos e dos trapézios. Ordem de grandeza do erro cometido.

Fórmulas de Simpson (ou dos trapézios parabólicos) e de Tchébychev.

Funções definidas a partir de integrais:

Função logarítmica: definição de logaritmo natural; propriedades; derivada.

Função exponencial de base e ; definição; propriedades; derivada.

Generalização às funções logarítmica e exponencial de qualquer base.

Aplicação dos integrais à geometria e à mecânica:

Determinação de áreas planas e de superfície de revolução.

Determinação de volumes de sólidos de revolução.

Rectificação de arcos de curvas planas.

Determinação de momentos de inércia.

Determinação de centros de gravidade.

4) *Séries:*

Sucessões:

Funções de variável inteira. Sucessões.

Termo geral de uma sucessão. Limite de uma sucessão.

Sucessões convergentes e divergentes.

Soma dos termos de uma sucessão. Limite da soma dos termos.

Séries numéricas:

Definições. Convergência e divergência. Série geométrica e série harmónica.

Séries de termos positivos. Condições de convergência.

Critérios de convergência: teoremas da comparação, de Cauchy e d'Alembert. Critério de integral; sua aplicação à série de Riemann.

Séries alternadas.

Séries inteiras:

Definição e propriedades elementares destas séries. Derivação e integração termo-termo.

Desenvolvimento de uma função em série inteira. Desenvolvimento de Taylor e de MacLaurin. Desenvolvimento por derivação e integração.

Intervalos de convergência. Restos.

Funções definidas por séries:

Desenvolvimento em série das funções: exponencial, logarítmica, $\sin x$ e $\cos x$.

Funções hiperbólicas. Definição e propriedades elementares.

Fórmulas de Euler. Representação gráfica do seno e do co-seno hiperbólicos.

Relações entre as funções hiperbólicas e as funções trigonométricas. Regra de Osborne.

Noções sobre séries de Fourier:

Definição e cálculo dos coeficientes.

Aplicação a casos correntes na técnica.

5) *Equações diferenciais ordinárias:*

Equações diferenciais de 1.ª ordem:

Definições e generalidades sobre equações deste tipo. Integrais gerais; integrais particulares e integrais singulares.

Equações de variáveis separáveis.

Equações homogêneas.

Equações lineares.

Equações diferenciais exactas.

Significado geométrico do integral geral. Envolvente.

Aplicações correntes à técnica.

Equações diferenciais de 2.ª ordem:

Definições e generalidades sobre equações deste tipo.

Equações da forma $ay'' + by' + cy = f(x)$, com a , b e c constantes e apenas nos casos seguintes:

$f(x) = 0$ — equação linear homogênea;

$f(x) = P(x)$, sendo $P(x)$ um polinómio em x ;

$f(x) = e^{mx} \cdot P(x)$, com m constante e $P(x)$ um polinómio;

$f(x) = A \cos ax + B \sin ax$ — A , B e a constantes.

Aplicação ao estudo de fenómenos vibratórios.

6) *Revisão sistemática dos problemas de geometria analítica tratados durante o curso:*

Referenciais:

Referenciais no plano: sistemas cartesianos e sistemas polares. Referencial ortonormalizado.

Coordenadas de um ponto do plano. Representação vectorial de um ponto. Transformação de coordenadas.

Equações cartesianas, polares e paramétricas de curvas do plano.

A linha recta:

Direcções no plano. Ângulos directores. Condições de paralelismo e perpendicularidade.

Recta passando por um ou dois pontos. Outras condições.

Rectas paralelas e perpendiculares.

Problemas métricos:

Distância de dois pontos e distância de um ponto a uma recta.

Divisão de um segmento.

Ângulo de duas rectas.

Área de um triângulo.

Estudo de cónicas:

Formas quadráticas. Matriz associada. Valores próprios.

Equação geral das cónicas. Forma reduzida.

As cónicas como lugares geométricos. Estudo vectorial.

Principais propriedades das cónicas.

Algumas curvas importantes:

Descrição elementar da espiral, da catenária, da cissóide e da cicloide.

Observação. — Nas aulas práticas desta cadeira recomenda-se a utilização de máquinas de calcular e visitas de estudo a centros de cálculo automático, sempre que possível.

2.ª CADEIRA

Física Geral

1) *Introdução:*

Objecto da física.

Grandezas físicas. Medições e erros. Valor compensado de uma medida.

Sistemas de unidades. Unidades fundamentais e derivadas.

Sistemas C. G. S., Giorgi e métrico gravitatório. Suas unidades mecânicas. Unidades práticas.

Sistema internacional.

Equações de dimensões. Aplicações.

2) *Introdução matemática:*

Noções elementares de funções, limite, continuidade, derivada e integral.

Noção de vector. Classificação de vectores.

Igualdade, equipolência e simetria de vectores. Operações com vectores; suas propriedades e aplicações.

Momentos polar e axial de um vector guiado.

Breves noções sobre os sistemas de vectores guiados e sua equivalência. Noção geral de campo.

Derivada de um vector em ordem a uma variável escalar.

3) *Elementos de mecânica:*

Estática:

Definição, classificação e medição das forças. Composição e decomposição de forças.

Binários. Suas características.

Noções de ponto material e de sólido invariável.

Equilíbrio de um ponto e de um sistema de pontos.

Atrito. Suas leis.

Máquinas simples, tipo alavanca, sarilho e plano inclinado.

Cinemática:

Noções de repouso e movimento.

Lei vectorial do movimento.

Os vectores velocidade e aceleração, a partir da noção de derivada de um vector.

Estudo dos movimentos rectilíneos uniforme e uniformemente variado. Aplicação deste estudo ao caso dos graves.

Movimento circular uniforme. Leis angulares e lineares.

Movimento rectilíneo oscilatório. Sua equação e representação gráfica.

Composição de movimentos rectilíneos.

Composição de dois movimentos rectilíneos uniformes.

Composição de um movimento rectilíneo uniforme com um uniformemente variado.

Composição de movimentos vibratórios.

Dinâmica:

Princípios fundamentais.

Equação fundamental da dinâmica. Aplicações. Movimento no plano inclinado.

Noções de quantidade de movimento e de impulsão de uma força.

Força centrípeta e força centrífuga. Aplicações.

Trabalho e potência.

Formas potenciais e cinéticas da energia. Aplicação às máquinas hidráulicas. Noção de rendimento.

Leis de Kepler. Significado da constante de gravitação. Determinação da massa da Terra: balança de Cavendish.

Causas da variação da aceleração da gravidade com a latitude e altitude.

Pêndulos. Suas leis. Aplicações. Experiência de Foucault.

4) *Propriedades da matéria:*

Sólidos:

Estrutura molecular e textura.

Deformações dos sólidos. Lei de Hooke.

Líquidos:

Hidroestática. Teorema fundamental. Princípio de Arquimedes.

Equilíbrio dos corpos flutuantes.

Métodos para determinação de densidades. Areómetros.

Tensão superficial. Explicação da tensão superficial com base na teoria molecular.
Capilaridade; lei de Jurin. Pressão osmótica.

Gases:

Leis de Boyle-Mariotte e de Dalton.
Equação dos gases perfeitos.
Massa específica e densidade dos gases.
Difusão dos gases. Lei de Graham.

Pressão atmosférica. Barómetros e manómetros.
Aplicação do princípio de Arquimedes aos gases.
Resistência do ar. Aplicações.
Breves considerações sobre aerodinâmica.
Bombas de vácuo: trompas de água e de mercúrio.

5) Acústica:

Estudo do som e suas propriedades com base na teoria dos fenómenos vibratórios.
Propagação do som nos sólidos, líquidos e gases.
Tubos sonoros e cordas vibrantes.
Efeito Doppler.
Ultra-sons.

6) Óptica:

Natureza e propagação da luz. Ondas luminosas.
Estudo sumário das teorias sobre a luz.
Classificação das radiações luminosas.
Fotometria. Leis. Intensidade luminosa e de iluminação. Fluxo luminoso. Padrões.
Reflexões da luz. Aplicação à medida de desvios angulares pelo método de Poggendorff e ao sextante.
Espelhos esféricos. Equação dos focos conjugados; sua discussão. Aberrações.
Refracção da luz. Suas leis.
Reflexão total. Prisma de reflexão total. Aplicações.
Diotro plano. Lâmina de faces paralelas.
Estudo do prisma; desvio mínimo; aplicação à medida de índices de refracção.
Lentes delgadas; ampliação; potência; aberrações. Associação de lentes.
Instrumentos de óptica. Microscópio; ultramicroscópio; lunetas, binóculo prismático e telescópio reflector.
Energia radiante: o espectro solar. Radiações caloríficas. Espectros. Fundamentos da análise espectral.
Velocidade de propagação da luz. Processos para a sua determinação.

7) Termologia e termodinâmica:

Propagação do calor:

Dilatação dos sólidos; coeficientes.
Dilatação aparente e real dos líquidos; relações entre os coeficientes.
Dilatação dos gases. Leis. Noção de gás perfeito e suas leis. Temperatura absoluta. Termómetros.

Calorimetria:

Método das misturas para determinação do calor específico.
Mudanças de estado. Suas leis.
Estudo dos vapores. Vapores saturantes. Higrometria.

Liquefacção dos gases. Isotérmicas de Andrews. Aplicações.

Introdução histórica à termodinâmica:

Equivalência entre a energia mecânica e calorífica. Princípio de Mayer. Determinação do equivalente mecânico da caloria.
O Princípio de Mayer como caso particular do princípio de conservação da energia.
Impossibilidade do movimento perpétuo.
Rendimento das máquinas térmicas. Princípio de Carnot-Clausius. Rendimento máximo. Temperatura termodinâmica.
Máquina e turbina a vapor. Motor de explosão e Diesel; seus rendimentos. Máquinas frigoríficas.
Degradação da energia.

8) Electricidade e magnetismo:

Electrostática:

Noção de carga eléctrica.
Lei de Coulomb.
Ideias sobre a constituição da matéria. Estrutura do átomo e electrões livres. Condutores e isoladores.
Matéria electricamente neutra e matéria eletrizada.
Processos de electrização.
Campo eléctrico. Vector campo.
Campo criado por uma ou mais cargas pontuais.
Conceito de linha de força.
Energia potencial de uma carga pontual num ponto de um campo eléctrico.
Função potencial. Diferença de potencial.
Rigidez dieléctrica de uma substância.
Campo no interior de um condutor.
Densidade superficial de carga eléctrica.
Campo à superfície de um condutor eletrizado.
Potencial de um condutor eléctrico eletrizado. Superfícies equipotenciais.
Condensação eléctrica. Noção de capacidade.
Condensadores. Energia de um condutor eletrizado. Máquina de Van der Graaff.

Corrente eléctrica:

Noção de corrente eléctrica, de intensidade de corrente e de densidade de corrente.
Resistência ohmica. Resistividade. Condutância e condutividade.
Experiência que conduz à lei de Ohm.
Expressão da energia eléctrica.
Equivalente calorífico do trabalho. Lei de Joule. Aplicações.
Diferença de potencial criada por uma força electromotriz.
Equação de um circuito eléctrico simples.
Diferença de potencial entre dois pontos de um circuito e entre os terminais de um gerador. Potência absorvida e fornecida por uma porção do circuito.
Resistências em série e paralelo. «Shunts».
A corrente eléctrica nos líquidos. Electrólise.
Leis de Faraday. Aplicações.
Geradores galvânicos. Pilhas. Acumuladores.

A corrente eléctrica nos gases.

Descargas espontâneas nos gases. Gases sobre pressão. Gases rarefeitos. Efeito termiônico: díodo e tríodo. Efeito fotoelétrico. Raios X. Célula fotoelétrica.

Campo magnético:

Campo magnético dos ímanes; campo magnético terrestre.

Experiência relativa à criação de um campo magnético por uma corrente.

Linhas de indução.

Representação de um campo magnético por linhas de força. Casos de corrente rectilínea, de corrente circular e de uma testeira (selenóide).

Vector campo magnético.

Expressão do fluxo através de uma superfície.

Ação de um campo magnético sobre uma corrente. Lei de Laplace.

Breve referência a aparelhos de medida: amperímetros, voltímetros e wattímetros.

Indução electromagnética.

Fenómenos fundamentais. Leis de Faraday e de Lenz.

Rotação de uma espira num campo magnético.

Geradores de indução. Dínamos. Reversibilidade dos dínamos.

Corrente alternada:

Fundamentos dos alternadores.

Características da corrente alternada.

Alternador monofásico.

Breves noções sobre correntes trifásicas e sobre o alternador trifásico. Referência aos motores de corrente alternada e aos motores de campo girante.

Transformadores e transporte de energia.

Bobina de indução.

Descarga oscilante. Oscilações amortecidas.

Correntes de alta frequência e de alta tensão: dispositivo de Tesla e aplicação das correntes de Arsonval.

O díodo como rectificador da corrente alternada.

Laboratório de Física Geral

As aulas de Laboratório de Física Geral constarão da realização de experiências e resolução de problemas, como apoio à matéria versada nas aulas teóricas e na execução dos seguintes trabalhos:

- 1) Medição de comprimentos com a craveira, palmer, esferómetro e curvímetro;
- 2) Determinação da massa de um corpo com a balança de precisão; pesagem simples, pesagem por tara e dupla pesagem;
- 3) Determinação de calores específicos de sólidos pelo método das misturas;
- 4) Determinação da potência de lentes;
- 5) Determinação do índice de refração de uma substância;
- 6) Comparação de intensidades de fontes luminosas, com o fotómetro;
- 7) Determinação de densidades de sólidos e líquidos;
- 8) Medição do coeficiente de viscosidade e da tensão superficial de um líquido;

- 9) Medição de uma resistência pelo método do amperímetro e voltímetro;
- 10) Medição da intensidade de uma corrente com voltâmetro de cobre.

3.ª CADEIRA

Física Especial — A

1) Movimentos periódicos:

Introdução:

Decomposição de uma função periódica em funções harmónicas. Teorema de Fourier. Representação simbólica de uma função harmónica.

Fase e diferença de fase entre duas funções harmónicas.

Composição de funções harmónicas com o mesmo período:

Método analítico.

Método gráfico. Regra de Fresnel.

Método simbólico.

Composição de funções harmónicas de período diferente:

Estudo físico.

Estudo analítico.

Aplicação ao estudo dos movimentos periódicos:

Desfasagem entre a elongação, a velocidade e a aceleração de um movimento rectilíneo sinusoidal.

Movimento circular harmónico.

Vibração de um ponto material:

Força elástica.

Energia.

Intensidade mecânica.

Estudo do pêndulo simples.

Pêndulo de torção e mola espiral.

Composição de movimentos vibratórios:

Movimentos vibratórios com a mesma direcção.

Movimentos vibratórios de direcções perpendiculares.

Vibrações forçadas. Ressonância.

Propagação ondulatória:

Equação da propagação ondulatória.

Transmissão de energia.

Ondas longitudinais e transversais.

Princípio de Huyghens.

Propagação num meio elástico ilimitado:

Interferências.

Propagação num meio elástico limitado:

Reflexão das ondas.

Ondas estacionárias.

Casos particulares:

Ondas sonoras:

Potência acústica.

Sons musicais.

Qualidades fisiológicas dos sons musicais:

Altura.

Intensidade. Curva de audibilidade e curva das sensações dolorosas.

Timbre.

Cordas vibrantes.
Tubos sonoros.
Efeito Doppler.

Ondas luminosas:

Introdução:

Energia radiante.
Poder absorvente e poder reflector:
Corpo negro.
Referências às concepções de Planck.

Distribuição da energia radiante ao longo do espectro visível.
Energia luminosa. Sensação de cor e de luz. Variação da sensibilidade dos órgãos visuais com a frequência.

Interferências luminosas.
Franjas de interferência.
Velocidade da luz no vazio:

Constância da velocidade da luz relativamente à velocidade da fonte luminosa ou do observador.
Referências à teoria da Relatividade.

Velocidade da luz num meio material:

Caminho óptico.
Índice de refração.

Aplicação das interferências à medida de comprimentos de onda e à definição da unidade «metro».
Polarização rectilínea da luz.

2) Electricidade:

Introdução:

Noção de carga eléctrica.
Lei de Coulomb.
Ideias sobre a constituição da matéria. Estrutura do átomo e electrões livres.
Matéria electricamente neutra e matéria eletrizada.
Processos de electrização.
Noção de corrente eléctrica, de intensidade e de densidade de corrente eléctrica.
Resistência óhmica. Resistividade. Indutância e condutividade.

Campo eléctrico:

Campo criado por uma ou mais cargas pontuais.
Vector campo.
Conceito de linha de força.
Fluxo do vector campo, através de uma superfície. Lei de Gauss.
Energia potencial de uma carga pontual num ponto de um campo eléctrico.
Função potencial. Diferença de potencial.
Rigidez dieléctrica de uma substância.
Campo num interior de um condutor.
Densidade superficial de carga eléctrica.
Campo à superfície de um condutor eletrizado.

Potencial de um condutor esférico eletrizado.
Superfícies equipotenciais.

Condensadores:

Experiência que conduz à relação entre a impulsão de corrente e a diferença de potencial aplicada entre as placas de um condensador.
Concepções de Faraday e Maxwell. Lei da capacidade.
Associação de condensadores.

Campo de correntes:

Experiência que conduz à lei da condutância (Ohm):

Condução nos sólidos:

Noção de condutor, de isolante e de semiconductor.
Influência das impurezas nos semicondutores. Condução por electrões e por lacunas.

Condução nos gases.

Expressão da energia eléctrica.
Equivalente calorífico do trabalho. Lei de Joule.

Diferença de potencial criada por uma força electromotriz.

Equação de um circuito eléctrico simples:

Diferença de potencial entre dois pontos de um circuito.
Diferença de potencial nos terminais de um gerador.
Potência absorvida e potência fornecida por uma porção do circuito.

Resistências em série e em paralelo. Resistência equivalente.
«Shunts». Poder multiplicador.
Resistências adicionais.

Campo magnético:

Experiência relativa à criação de um campo magnético por uma corrente eléctrica.
Linhas de indução.
Representação de um campo magnético por linhas de força:

Caso de uma corrente rectilínea.
Caso de uma corrente circular.
Caso de uma bobina percorrida por uma corrente eléctrica.

Experiência que conduz à relação entre a impulsão de tensão e a intensidade de corrente eléctrica.
Concepções de Faraday e Maxwell. Lei de indutância.
Vector campo magnético.
Expressão do fluxo através de uma superfície.

Sistemas de unidades:

Sistema electrostático C. G. S.
Sistema electromagnético C. G. S.
Sistema prático de unidades eléctricas.
Sistema Giorgi.
Racionalização dos sistemas.

3) *Termodinâmica:*

Estado térmico:

O calor e a temperatura. Noções e unidades.
Diferentes aspectos da quantidade de calor:

Calor específico; primeira noção.
Calor de mudança de estado.

Termometria:

Escala de temperatura. Termómetros.

Pontos fixos.
Escala centígrada e não centígrada.
Termómetros de sólidos, líquidos e gases.
Escala internacional de temperaturas.

Dilatação dos corpos:

Dilatação linear.
Dilatação superficial.
Dilatação cúbica.
Relação entre os coeficientes de dilatação.
Fadigas de origem térmica.
Aplicação da dilatação dos sólidos.
Dilatação real e aparente dos líquidos. Relação entre os coeficientes.
Aplicações da dilatação dos líquidos.

Mudanças de estado de agregação:

Fusão e solidificação de um corpo puro. Suas leis.
Vaporização e condensação de um corpo puro. Suas leis.
Leis da ebulição.

Transmissão do calor:

Diferentes modos da transmissão do calor:
Condução. Leis. Coeficientes de condução.
Convecção. Convecção livre e forçada. Leis. Coeficiente de convecção.
Radiação. Leis.

Aplicações: transmissão através de uma chapa. O problema da parede. Caso da conduta cilíndrica.

Termodinâmica dos gases perfeitos:

Introdução.
Sistemas termodinâmicos.
Estado de um sistema; variáveis de estado.
Funções de estado; diagrama de Clapeyron.
Transformações ou processos. Reversibilidade.
Tipos de transformações. Isolinhas: primeiras noções.
Trabalho realizado por via reversível. Sua representação no diagrama de Clapeyron.
Primeiro princípio da termodinâmica. Equivalente mecânico do calor.
Expressão geral do princípio da equivalência da energia.
A energia interna, função de estado.
Princípio da conservação da energia: aplicação a uma transformação fechada.
Gases permanentes. Suas leis:

Lei de Boyle-Mariotte.
Leis de Charles e Gay-Lussac.

Equação de Clapeyron.
Lei de Joule.

Calor específico a pressão constante e a volume constante. Igualdade de Mayer.
Expressão diferencial do princípio geral da equivalência.

Cálculo do calor e trabalho postos em jogo, nas isolinhas, a partir da expressão diferencial do princípio geral da equivalência:

Isocóricas.
Isobáricas.
Isotérmicas.
Adiabáticas. Lei de Poisson.

Segundo princípio da termodinâmica:

Insuficiência do primeiro princípio. Movimentos contínuos de primeira e segunda espécie.

Transformações monotérmicas e bitérmicas.

Ciclo de Carnot. Rendimento do ciclo de Carnot.

Postulado de Clausius e princípio de Carnot.

Noção de temperatura termodinâmica e relação com a temperatura absoluta.

Entropia de um gás perfeito:

Diagrama entrópico. Adiabáticas, isotérmicas e ciclo de Carnot.

Entalpia:

Diferença entre entalpia e calor total, que na prática se tornam iguais.
Diagrama entálpico.

Laboratório de Física Especial — A

- 1) Estudo experimental de um movimento vibratório harmónico.
- 2) Verificação das leis do pêndulo.
- 3) Determinação da frequência de um som.
- 4) Velocidade da propagação do som num sólido. Tubo de Kundt.
- 5) Refractómetro de Abbe.
- 6) Espectroscópio.
- 7) Medida de uma grande e de uma média resistência por meio do voltímetro e amperímetro.
- 8) Ponte de Wheatstone.
- 9) Ponte de fio.
- 10) Montagem de uma resistência variável como reóstato e como potenciómetro.
- 11) Comparação de forças electromotrices com o potenciómetro.
- 12) Resistência interna e força electromotriz de uma pilha.
- 13) Resistividade de um metal pela ponte de Kelvin.
- 14) Resistividade de um electrólito.
- 15) Voltâmetro de cobre.
- 16) Determinação do equivalente mecânico da caloria.
- 17) Calores específicos dos sólidos.
- 18) Calores específicos de líquidos.
- 19) Determinação do poder calorífico de um combustível.
- 20) Determinação do valor do expoente adiabático.

4.ª CADEIRA

Física Especial — B

1) *Introdução à óptica e à acústica:*

Movimentos vibratórios harmónicos:

Acelerações, força, energia, intensidade mecânica.

Harmónicos dos movimentos vibratórios. Movimento fundamental.

Interferências:

- a) Movimentos na mesma direcção;
- b) Movimentos em direcções perpendiculares.

Movimentos ondulatórios:

Tipos de ondas.
 Velocidades de propagação. Comprimento de onda. Equação de onda.
 Princípio de Huygens.
 Difracção.
 Reflexão.
 Ondas estacionárias.

2) *Óptica:*

Natureza da luz:

Acidentes da propagação da luz.
 Reflexão e refacção da luz.
 Dispersão da luz.
 Difracção da luz.
 Polarização.

Instrumentos e aparelhos ópticos:

Generalidades.
 Lentes; oculares compostas; óculo.

3) *Termodinâmica:*

O calor:

Natureza física.
 O estado térmico de um sistema e as suas transformações.
 Generalidades. Variáveis de estado. Equação de estado.
 A pressão.
 O volume.
 O calor e a temperatura. Noções. Unidades.
 Diferentes aspectos da quantidade de calor.
 Calores específicos.
 Calores de mudança de estado.
 Dependência das variáveis de estado.
 Transformações. Tipos: abertas, fechadas, reversíveis, irreversíveis.
 Trabalho de um sistema numa transformação.
 Diagrama do trabalho.

Termometria:

Escalas de temperaturas. Termómetros.
 Pontos fixos.
 Escalas centígradas e não centígradas.
 Termómetros de sólidos, de líquidos e de gases.
 Escala internacional de temperaturas.
 Termómetro de resistência de platina.
 Par termoeléctrico.
 Pirómetros ópticos.

Dilatação dos corpos:

Dilatação linear.
 Dilatação superficial.
 Dilatação cúbica.
 Relação entre os coeficientes de dilatação.
 Fadigas de origem térmica.
 Aplicações das dilatações dos sólidos.
 Dilatação real e aparente dos líquidos.
 Relação entre os coeficientes.
 Dilatómetros.
 Aplicação das dilatações dos líquidos.

Compressibilidade e dilatação dos gases:

Lei de Mariotte.
 Coeficiente de compressibilidade.
 Gases perfeitos.
 Leis dos gases perfeitos.
 Equação dos gases perfeitos.
 Temperatura absoluta.
 Misturas gasosas.
 As transformações dos gases perfeitos no diagrama de Clapeyron.
 Comportamento dos gases reais.

Mudanças de estado de agregação:

Fusão e solidificação de um corpo puro:

Leis da fusão.
 Variação da temperatura de fusão com a pressão.
 Variação de volume durante a fusão e a solidificação.

Vaporização e condensação de um corpo puro:

Leis da vaporização no vazio.
 Leis dos vapores saturantes.
 Vaporização no vazio, num recinto a temperatura não uniforme.
 Vaporização no seio de um gás.
 Leis da evaporação.
 Frio produzido pela evaporação.
 Leis da ebulição.
 Ebulição em recipiente fechado.

Higrometria:

Equilíbrio adiabático na atmosfera.
 Vapor de água na atmosfera.
 Humidade absoluta.
 Humidade relativa.
 Higrómetros e psicrómetros.

Transmissão do calor:

Diferentes modos de transmissão do calor.
 Condução. Coeficiente de condução. Lei.
 Convecção. Coeficiente de convecção. Lei.
 Radiação. Coeficiente de radiação. Lei.
 Problema da parede. Coeficiente de transmissão global.
 Transmissão através de parede cilíndrica.

Primeiro princípio da termodinâmica:

Transformações isocóricas, isobáricas, isotérmicas, adiabáticas. Diagramas.
 O calor é uma forma de energia. Energia interna.
 Princípio geral da conservação da energia.
 Princípio da equivalência.

Equivalente mecânico da caloria. Equivalente calorífico da unidade de trabalho.
Entalpia.
Impossibilidade do movimento perpétuo.

Estudo termodinâmico dos gases:

Calor recebido por um fluido numa transformação reversível.
Coeficiente calorimétrico. Suas relações.
Energia interna dos gases perfeitos. Lei de Joule.
Relação de Mayer.
Transformação reversível de um gás perfeito e cálculo do trabalho e do calor postos em jogo nos diferentes tipos de transformação.

O segundo princípio da termodinâmica:

Insuficiência do princípio da equivalência.
Transformações monotérmicas.
Transformações com duas fontes. Máquinas térmicas. Enunciado de Clausius.
Ciclo motor de Carnot. Enunciado de Carnot.
Temperatura termodinâmica. Noção. Relação com a temperatura absoluta.
Degradação da energia.

4) Acústica:

Ondas sonoras:

Equação da onda.
Pressão acústica.
Velocidade de propagação do som.
Energia transportada pelas ondas.
Acidentes de propagação do som.
Ressonância.

Escalas de intensidade sonora:

Métodos de medida.
Audiograma.
Relação entre a intensidade do som e a sensação sonora.
Aparelhos de medida e medições acústicas.

Acústica dos recintos fechados:

Tempo de reverberação. Fórmulas de Sabyne e Eyring.
Medição do tempo de reverberação.
Tempo ótimo de reverberação.
Correcção acústica.

Ruídos:

Isolamento acústico.
Generalidades sobre ruídos.
Redução de ruídos.
Transmissão do som através de paredes, pavimentos, canalizações, portas e janelas.
Acondicionamento acústico.

Laboratório de Física Especial — B

As aulas de Laboratório de Física Especial — B constarão da realização de experiências e resolução de problemas, como apoio à matéria versada nas aulas teóricas, e da execução dos seguintes trabalhos:

1) Medição de áreas:

Regra dos trapézios.
Regra de Simpson ou da parábola.
Planímetro.

2) Óptica:

Espectroscópio.
Polarímetro.

3) Termodinâmica:

Avaliação de temperaturas.
Termómetro de resistência de platina.
Termopar.
Pirómetro óptico.
Determinação do estado higrométrico do ar com o higrómetro e com o psicrómetro.
Determinação de condutibilidade calorífica de uma substância.

4) Acústica:

Medição de intensidade de sons e ruídos. Estudos do acondicionamento acústico.

5.ª CADEIRA

Física Especial — C

1) Hidrodinâmica e viscosidade:

Regime estacionário.
Teorema de Bernoulli.
Caudal de um tubo. Equação da continuidade.
Aplicações do teorema de Bernoulli:

Redução da hidrodinâmica à hidrostática.
Teorema de Torricelli.
Contador de Venturi.
Tubo de Pitot.

Viscosidade:

Viscosímetros.
Regime laminar e turbulento.
Número de Reynolds.
Regime de um fluido viscoso através de um tubo.
Lei de Stokes.

2) Óptica:

Óptica geométrica:

Aberrações dos sistemas ópticos:

Aberração esférica:

Astigmatismo.
Coma.

Curvatura de campo.
Aberração cromática.

Instrumentos de óptica:

Oculares de Ramsden e de Huyghens.
Microscópio. Sua constituição:

Qualidade de microscópios.
Amplificação.
Poder resolvente.
Campo.
Luminosidade.
Diferentes sistemas de iluminação.

Ultramicroscópio.
Lunetas.

Refractometria:

Objecto da refractometria.
Goniómetros.
Refractómetros.

Colorimetria.**Óptica ondulatória:**

Absorção da luz. Generalidades.
Coeficiente de absorção.
Coeficiente de extensão. Lei de Beer. Lambert.
Fenómenos de interferência. Experiência de Young.
Interferências em lâminas delgadas.
Fenómenos de difracção.
Rede plana da difracção. Constante da rede.
Difracção dos raios X por um cristal.
Poder separador dos instrumentos ópticos.
Polarização por reflexão e por refração.
As ondas luminosas são ondas transversais.
Lei de Brewster.
Polarização por dupla refração. Percentagem da luz polarizada.
Lei de Malus.
Actividade óptica, polarização rotatória, poder rotatório.
Poder rotatório específico. Lei de Biot.

Radiações:

Diferentes tipos de espectros.
Espectros de emissão. Espectros contínuos e descontínuos. Espectro de sólidos e líquidos incandescentes. Espectros de gases e vapores.
Espectros de absorção.
Inversão do espectro.
Raios infravermelhos.
Raios ultravioletas.
Produção da luz por incandescência e luminescência.
Fluorescência e fosforescência.
Cores dos corpos e pigmentos. Cor por reflexão. Cor por transparência. Cores dos pigmentos. Cor por difusão.

3) Termodinâmica:**Noções fundamentais:**

Sistemas termodinâmicos. Variáveis de estado.
Funções de estado.
Pressão.
Volume.
O calor e a temperatura.
O trabalho e a energia interna.
A entropia; definição provisória.
Equações de estado.
Derivadas parciais relativas a um fluido homogéneo.
Coeficientes de dilatação e de compressibilidade.
Transformações reversíveis e irreversíveis.
Diagramas de Clapeyron e entrópico. Diferentes tipos de transformações. Ciclos.
Coeficientes térmicos. Significado físico. Definições. Relações entre os coeficientes térmicos.
Termómetro de gás perfeito. Escala legal.

Termómetro de hidrogénio. Escala normal.
A escala internacional de temperaturas. Definição. Pontos fixos. Termómetros.
Termómetro de resistência de platina.
Par termoelectrico. Forças electromotrices termoelectricas.
Termopares.
Pirómetro óptico:

Corpo negro. Leis da radiação do corpo negro.
Pirómetro óptico monocromático (Holtzborn).
Pirómetro de radiação total (Féry).

Gases e vapores:

Gases perfeitos e gases reais.
Leis dos gases perfeitos.
Equações de estado dos gases perfeitos.
Misturas gasosas. Lei de Dalton.
Crítica à Lei de Mariotte.
Estudo das isotérmicas às baixas pressões.
Isotérmicas de Andrews. Ponto crítico.
Os diferentes estados físicos de um fluido.
Equação de Van der Waals.
Vapor de água na atmosfera.
Massa de um volume de ar húmido.
Humidade absoluta.
Humidade relativa.

Teoria cinemática dos gases:

Hipóteses fundamentais.
Grandezas moleculares médias; densidade e velocidade. Velocidade eficaz.
Pressão de um gás perfeito.
Interpretação das leis dos gases perfeitos.
Significação da temperatura absoluta.
Calores específicos.
Livre percurso médio das moléculas.

Os princípios fundamentais:

História do primeiro princípio. Trabalhos de Rumford, Davy, Mayer, Joule e Helmholtz.
Enunciado de Helmholtz. Transformações abertas e transformações fechadas.
Impossibilidade do movimento perpétuo.
Natureza da energia interna.
Significado geral do segundo princípio.
História do segundo princípio. Máquinas térmicas. Trabalhos de Carnot, Clausius e Kelvin.
Enunciados de Clausius (transformações abertas e transformações fechadas, reversíveis e irreversíveis).
Sistemas isolados. Princípio da entropia crescente.
Entropia e probabilidade.
Ciclo de Carnot. Rendimento. Teoremas de Carnot.
Degradação da energia.
Temperatura termodinâmica. Noção de temperatura termodinâmica. Relação entre a temperatura termodinâmica e a temperatura absoluta.
Os postulados de Nernst e Planck.

Aplicação dos princípios:

Experiência da lei de Joule.
Relação de Mayer.

Entalpia.
 Expansão isotérmica reversível de um gás perfeito.
 Transformação isobárica.
 Transformação isocórica.
 Expansão adiabática reversível. Equação de Laplace. Fórmula de Reech.
 Entropia de um gás perfeito. Variação da entropia nas diferentes transformações.
 Equações e fórmula de Clapeyron.
 Expansão Joule-Kelvin. Cálculo do abaixamento de temperatura.
 Energia livre.
 Entalpia livre.
 Condições de equilíbrio termodinâmico. Energia interna livre. Entalpia livre.

Laboratório de Física Especial — C

As aulas de Laboratório de Física Especial — C constarão da realização de experiências e resolução de problemas, como apoio à matéria versada nas aulas teóricas, e da execução dos seguintes trabalhos:

- 1) Utilização da balança de precisão: pesagens.
- 2) Determinação da sensibilidade e da curva de sensibilidade da balança.
- 3) Correção das pesadas:
 Desigualdade de comprimentos dos braços.
 Impulsão do ar.
- 4) Determinação da densidade de vapores e gases.
- 5) Avaliação de temperaturas com o termómetro de resistência de platina; o termopar e o pirómetro óptico.
- 6) Determinação do estado higrométrico do ar com o higrómetro e com o psicrómetro.
- 7) Determinação da condutibilidade calorífica de uma substância.
- 8) Microscópio.
- 9) Determinação ao microscópio do índice de refração de uma lâmina de faces paralelas.
- 10) Espectrómetro. Comprimento de onda.
- 11) Análise espectral.
- 12) Polarímetro e sacarímetro.

6.ª CADEIRA

Mecânica e Resistência dos Materiais — I

1) Introdução à mecânica:

Definição e divisões.
 Princípios fundamentais.
 Sistemas de unidades. Homogeneidade. Seme-
 lhança.

2) Estática:

Força.
 Projectões sobre eixos coordenados rectangulares.
 Momento de uma força em relação a um ponto.
 Movimento de uma força em relação a um eixo.
 Sistemas de forças:

Momento resultante e resultante geral. Invariante.
 Equivalência e equilíbrio.
 Redução canónica. Eixo central.
 Redução a duas e três forças.
 Sistemas particulares.

Forças concorrentes. Forças paralelas (centro de forças paralelas). Forças no plano. Estática do ponto material livre e ligado. Estática do sólido livre e ligado. Atrito. Momentos estáticos e centros de gravidade. Momentos de inércia, polares e centrífugos.
 Elipse de inércia.

3) Grafostática:

Objecto da estática gráfica. Princípios fundamentais.
 Composição de duas forças concorrentes.
 Decomposição de uma força em duas forças concorrentes.
 Composição de várias forças concorrentes.
 Composição de duas forças não concorrentes nos limites do desenho. Polígonos polar e funicular.
 Composição de duas forças não concorrentes.
 Decomposição, segundo duas direcções dadas, da resultante de várias forças não concorrentes.
 Binário.
 Determinação de momentos por meio de funiculares.
 Propriedades geométricas dos funiculares.
 Problemas sobre funiculares.
 Condições gráficas do equilíbrio das forças.
 Determinação dos momentos estáticos, momentos de inércia centro de gravidade de áreas por meio dos funiculares.

4) Cinemática:

Cinemática do ponto. Definição do movimento vectorialmente pela lei horária e trajectória e pelas equações intrínsecas. Velocidade. Aceleração. Movimentos particulares. Cinemática dos sólidos.
 Figuras planas. Movimentos relativos.

5) Dinâmica:

Dinâmica do ponto. Equações do movimento. Problemas fundamentais de dinâmica. Noções de quantidade de movimento, impulsão, força viva e trabalho. Teorema da quantidade de movimento, momentos cinéticos e forças vivas. Dinâmica do sólido. Teoremas gerais da dinâmica do sólido. Teoria do choque.

Mecânica e Resistência dos Materiais — II

1) Resistência dos materiais:

Objecto da resistência dos materiais. Hipóteses fundamentais e propriedades gerais dos sólidos naturais.

2) Tracção e compressão:

Esforços de tracção e compressão. Tensões. Lei de Hooke.
 Ensaio à tracção.
 Peso próprio. Igual resistência.
 Problemas estáticamente indeterminados em tracção e compressão.
 Fadigas iniciais e térmicas.
 Caldeiras.
 Fadigas em secções oblíquas.
 Fadigas combinadas. Círculo de Mohr.
 Fadigas principais.
 Coeficiente de Poisson.

3) *Corte:*

Tensões e deformações. Módulo de elasticidade transversal.
Rebitagem. Parafusos. Soldadura.

4) *Flexão:*

Momento flector e esforço cortante.
Diagramas.
Fadigas.
Deformações.
Método dos pesos elásticos.
Método de Mohr.
Vigas hiperstáticas.
Vigas de secção variável.
Flexão desviada.

5) *Torção simples.*6) *Flexão composta:*

Cargas excêntricas em colunas rígidas.
Núcleo central.
Cargas excêntricas em peças esbeltas.
Encurvadura. Fórmulas.

7) *Energia de deformação:*

Resiliência. Choque.

7.ª CADEIRA

Materiais e Processos de Construção (Betão armado — I)

1) *Materiais. Os elementos naturais:*

Pedras:

Definições. Estado e jazida das pedras.
Propriedades das pedras.
Propriedades físicas.
Propriedades mecânicas.
Outras características.
Condições a que devem satisfazer as pedras para a construção.
Protecção das pedras.
Principais pedras empregadas na construção:

- a) Eruptivas;
- b) Sedimentares;
- c) Metamórficas.

O aspecto das pedras e estrutura.
Extração das pedras.
O trabalho e a preparação das pedras.
A areia.

Madeiras:

Definições e generalidades.
Constituição da madeira.
Propriedades. Propriedades físicas e mecânicas.
Defeitos das madeiras. De constituição: nós, fendas, empenamento:

Ataque pelos agentes destruidores:

- a) Pelos fungos;
- b) Pelos insectos;
- c) Pelos agentes atmosféricos.

Condições a que devem satisfazer as madeiras para a construção.

A preservação e o tratamento das madeiras:

Os métodos a pôr em prática.
Os produtos utilizáveis.

O corte e o armazenamento da madeira:

A madeira na floresta: abate e preparação.

A secagem.

As espécies mais vulgares e utilizáveis.

O trabalho e a preparação das madeiras:

Formas, medidas e designações comerciais.

Aparelhagem e máquinas.

As ligações das madeiras.

O ferro:

Generalidades.

Ideia geral da sua preparação.

Propriedades do ferro:

- a) Propriedades físicas;
- b) Propriedades mecânicas.

As formas comerciais do ferro.

O trabalho do ferro:

- a) Fundição;
- b) Laminagem;
- c) Forja;
- d) Prensagem;
- e) Trefilagem.

A protecção do ferro.

As ligações nas peças de ferro.

O zinco:

Generalidades.

Propriedades do zinco.

Ataque e protecção do zinco.

As formas comerciais.

Ligas — bronze e latão.

O chumbo:

Generalidades.

Propriedades.

Ataque e protecção do chumbo.

As formas comerciais.

O cobre:

Generalidades.

Constituição.

Propriedades.

As formas e aplicações comerciais.

O alumínio:

Generalidades.

Propriedades.

Aplicações e utilizações do alumínio.

As formas e acabamentos comerciais.

A terra:

Generalidades.

A terra como material de construção.

A argila.

A água:

Generalidades.

A água como material de construção.

Características e propriedades da água.

A cortiça:

Generalidades.

Vantagens e utilização da cortiça.

Fibras vegetais:

O linho. O sisal. O cânhamo.

Generalidades.

O seu emprego como material de construção.

Óleos e essências:

Óleo de linhaça.

Generalidades.

Utilização.

Resinas:

Generalidades.

Utilização.

Borracha:

Generalidades.

Utilização.

O amianto:

Generalidades.

Utilização.

2) Materiais auxiliares:

A cal:

Cal aérea.

Generalidades.

O fabrico de cal.

Constituição.

Designações e formas comerciais.

Armazenamento da cal.

Cal hidráulica.

Generalidades.

O fabrico de cal hidráulica.

Propriedades.

O cimento:

Generalidades.

Propriedades e constituições.

Fabrico.

Tipos de cimentos mais comuns.

Cimentos naturais.

Cimentos artificiais.

As características a que devem obedecer:

Transporte e armazenamento.

Normas regulamentares.

Colas:

Generalidades.

Origem e constituição.

A utilização e os tipos comerciais.

Betume, asfalto, alcatrão:

Generalidades.

Origem e constituição.

Propriedades e utilização.

Inconvenientes e vantagens.

Cuidados a ter na sua aplicação.

3) Produtos derivados:

Argamassas:

Generalidades.

Composição. As dosagens.

Argamassa de cal e areia.

Argamassas de cal hidráulica.

Argamassas de cal e cimento.

Preparação.

A conservação e aplicação.

Causas da destruição das argamassas.

Betão:

Generalidades e constituição.

Os materiais componentes.

O betão nas construções.

Dosagens correntes.

As propriedades que mais interessam num betão.

A resistência do betão aos agentes destruidores.

Causas externas que podem fazer variar a resistência do betão.

Betões especiais:

a) Betão ciclópico;

b) Betão sem finos;

c) Betão celular;

d) Betão de ar controlado;

e) Betão tratado pelo vácuo.

As utilizações do betão.

Produtos cerâmicos:

Generalidades.

Preparação da pasta.

Secagem e cozedura.

Os tipos de fornos.

Os diversos produtos: constituição, formas e designações comerciais:

a) Tijolos e telhas;

b) Grés;

c) Azulejos;

d) Mosaicos;

e) Outros produtos.

Produtos hidráulicos:

Mosaicos:

Generalidades.

Constituição.

Métodos de fabrico.

Formas comerciais.

Blocos:

Generalidades.

Constituição.

Métodos de fabrico.

Formas comerciais.

Cantarias artificiais.

Tubagens.

Outros produtos.

Derivados da madeira:

Generalidades.

Contraplacados, prensados, aglomerados.

Constituição.
Métodos de fabrico.
Formas e designações comerciais.
Utilização.

Derivados da cortiça:

Generalidades.
Aglomerados granulados.
Constituição.
Métodos de fabrico.
Formas e designações comerciais.
Utilização.

Derivados do gesso:

Generalidades.
Constituição.
Método de fabrico.
Formas comerciais.
Utilização.

Fibrocimento:

Generalidades.
Constituição.
Método de fabrico.
Formas comerciais.
Utilização.

Vidro:

Generalidades.
Constituição.
Ideia geral do método de fabrico.
Formas e tipos comerciais.
O trabalho do vidro.
As fibras de vidro.
Utilização.

Tintas e vernizes:

Generalidades.
Constituição.
Tipos e qualidades de tintas.
Qualidades de uma boa tinta.
Massas.
Vernizes.
Utilização.

Hidrófugos e impermeabilizantes:

Generalidades.
Os diversos tipos, características e propriedades.
Formas e designações comerciais.

Plásticos:

Generalidades.
Constituição.
Ideia geral do seu fabrico.
Aspectos e formas comerciais.
Utilização.

4) Processos de construção:

Mecânica dos solos:

Generalidades — classificação dos solos.
Objectivos.
A resistência dos solos.
A prospecção e sondagem.
Determinação da resistência dos solos.
Compactação dos solos.
Terraplenagens — maquinaria.

Alvenarias:

Generalidades.
Tipos de alvenarias.
Formas de alvenarias.
O equilíbrio dos maciços de alvenaria.

Estacas:

Generalidades.
O papel e a função das estacas.
Os diferentes tipos de estacas.
Cálculo da capacidade de carga das estacas.
A execução das estacas e métodos da sua colocação no terreno.

**Materiais e Processos de Construção
(Betão armado — II)**

1) Generalidades e métodos de cálculos:

Definições e características gerais:

Esboço histórico.
Designação.
Definições.
Vantagens e inconvenientes do betão armado.
A associação dos dois materiais. Hipóteses fundamentais.
O coeficiente de equivalência.
As formas mais comuns no betão armado.
As tensões principais.
As tensões secundárias.
Aspecto geral do problema do cálculo das secções das peças de betão armado.

A flexão simples:

Ideia geral das fases da deformação:

O dimensionamento das secções e as fases da deformação.

Os diagramas das deformações e tensões:
O equilíbrio dos esforços resistentes.
As secções rectangulares de altura normal:

- a) Fórmulas fundamentais;
- b) Interpretação e discussão dessas fórmulas.

As secções rectangulares de altura superior à normal.

As secções rectangulares de altura inferior à normal.

As lajes:

Armados numa direcção.
Armados em duas direcções.
Disposições regulamentares e outras.
Exemplos.

As vigas:

Disposições regulamentares e outras.
As vigas de altura igual ou superior à normal.
Processos de cálculo.
Exemplos:
As vigas de altura inferior à normal.
Processos de cálculo.
Exemplos.

As vigas em T e em L.
Processos de cálculo.
Exemplos.

O corte:

Generalidades.
As tensões tangenciais.
Disposições regulamentares e outras.
A resistência aos esforços transversos.
Estribos.
Barras levantadas.
Exemplos.

A compressão simples:

Generalidades.
Suportes ordinários.
Disposição regulamentar.
Exemplos:
Suportes reforçados.
Disposições regulamentares.
Exemplos.
Encurvadura.

A compressão mais flexão:

Generalidades.
Compressão excêntrica.
Exemplos.
Flexão composta.
Exemplos.

A tracção:

Generalidades.
Método de cálculo.
Exemplos.

A torção:

Generalidades.
Método de cálculo.
Exemplos nos casos mais correntes (viga de bordadura ou de suporte de corpos balanceados, etc.).

2) Betão armado (materiais seus componentes):

O betão:

Generalidades.
O cimento.
A água.
Os inerentes:
a) A areia;
b) A brita;
c) Granulometria;
d) Curvas granulométricas.

O betão propriamente dito:

Dosagens e cálculo analítico.
A quantidade de água.
Plasticidade.
A relação água-cimento.

A resistência do betão:

Os factores que nela influem.
A resistência à compressão.
Os ensaios laboratoriais e os seus resultados.
Cargas de segurança.
A determinação de fadiga do betão.

A variação da resistência com a idade.
A influência da baixa de temperatura.
O endurecimento do betão. Cuidados a pôr em prática.

Produtos que atacam o betão.

O ferro:

Generalidades.
Características.
Ensaaios laboratoriais e seus resultados.
Aços especiais — torcidos, B. I., etc.
As cargas de segurança.

A associação ferro-betão:

A aderência.
Empalmes e outros dispositivos.
Consequências das tensões secundárias.
As fendas.
Juntas de destilação.

3) O betão armado nas estruturas:

O problema das estruturas:

Noções e ideias gerais.
Concepção.
Análise.
O cálculo das secções.

A solidariedade das diferentes partes de uma estrutura:

Estrutura mista de betão armado e alvenaria.
Estruturas de betão armado.
Os encastramentos.
Continuidade.
Os sistemas isostáticos.
Os sistemas hiperstáticos e os seus problemas:

Ideia geral dos recursos de que se dispõe para resolvê-los.

Ideia geral das implicações destes sistemas na concepção de estruturas:

- a) Na análise;
- b) No cálculo das secções;
- c) Na execução da obra.

O betão armado em algumas estruturas simples:

Fundações e sapatas. Exemplos.
Lintéis e vigas de um só tramo. Exemplos.
Escadas de tipo corrente. Exemplos.
Varandas. Exemplos.
Pavimentos simples. Exemplos.
Pavimentos de tipo aligeirado. Exemplos.

O betão pré-esforçado:

Generalidades.
Ideia geral dos métodos empregados.

O cálculo à rotura. Noções gerais.

4) O betão armado e a sua execução:

Organização do estaleiro:

Disposição dos materiais.
Cálculo dos materiais necessários.
Armazenamento e transporte.
Considerações gerais.

A preparação do betão:

- A amassadura.
- A quantidade de água.
- A execução das dosagens.
- Os traços mais correntes.

A execução dos moldes ou cofragem:

- Generalidades.
- Cofragem para sapatos.
- Cofragem para pilares.
- Cofragem para lajes.
- Cofragem para as vigas.
- O cálculo da quantidade dos materiais.
- A recuperação.
- A vantagem da standardização das medidas.

A preparação e colocação do ferro:

- Execução no estaleiro.
- Execução no local.
- Cortes e dobragem.
- A colocação em obras.

A betonagem:

- Preparação prévia.
- O lançamento do betão.
- O ajiloamento:

- a) Manual;
- b) Mecânico.

- A marcha de betonagem em grandes zonas.
- A interrupção da betonagem.
- A influência da temperatura.
- A chuva.
- Medidas de protecção depois da betonagem.

A desmoldagem:

- Disposições regulamentares.
- Cuidados a ter em atenção.
- A preparação das superfícies das peças BA.
- A preparação das superfícies das peças B e A para posteriores trabalhos.
- Considerações gerais.

8.ª CADEIRA**Estabilidade de Construções — Pontes****1) Estabilidade de construções:**

Estruturas. Generalidades. Classificação. Cargas.
Estruturas articuladas:

- a) Método de cremona;
- b) Método de Ritter;
- b) Método de Culman;
- c) Método geral. Vigas de banzos paralelos;
- e) Asnas. Cálculo das coberturas.

Vigas contínuas:

- a) Teorema dos três momentos;
- b) Hipóteses de carga. Focos. Envolvente de momentos;
- c) Viga de 2, 3, 4 e mais tramos.

Estruturas contínuas planas:

- a) Método de distribuição de momento;
- b) Aplicação às vigas contínuas;
- c) Pórticos.

Linhas de influência:

- Definição.
- Linha de influência das reacções dos apoios.
- Linha de influência dos momentos de flexão numa secção.
- Linha de influência dos esforços cortantes numa secção.
- Linha de influência das flechas.
- Carga uniformemente repartida.

Cargas móveis. Momentos flectores:

- Carga única.
- Duas cargas móveis iguais.
- Duas cargas móveis iguais e uma uniformemente distribuída.
- Duas cargas móveis desiguais.
- Várias cargas móveis.
- Momento de flexão máximo.
- Esforços cortantes.
- Esforço cortante máximo positivo.
- Esforço cortante máximo negativo.
- Método grafo estático para os momentos e esforços cortantes.
- Método de Weirauch.
- Método das linhas de influência.

Muros de suporte:

- Generalidades.
- Maçãos terrosos e suas características.
- Ângulo de talude natural e atrito interno.
- Maçãos com atrito interno.
- Atrito.
- Peso específico aparente.
- Tabelas.
- Teoria de Coulomb.
- Impulso activo.
- Constante de Culman.
- Centro de impulsos.
- Método de Poncelet.
- Mação de terra limitado superiormente por uma superfície plana, uniformemente sobrecarregada.
- Mação de terra limitado superiormente por uma superfície qualquer (teorema de Rehbhan).
- Casos particulares:

- a) Muro de paramento: interior plano e terreno limitado superiormente por plano horizontal;
- b) Recta de orientação paralela ou traço do plano superior do terreno;
- c) Traço do plano superior do terreno paralelo à recta de talude natural.

- Muro de paramento interior quebrado.
- Muros gémeos.
- Cálculo analítico.
- Maçãos de alvenaria. Condições de equilíbrio.

2) Pontes:

- Generalidades e classificação das pontes.
- Vasão.
- Localização das pontes.
- Pontes de alvenaria:
- a) Nomenclatura;
- b) Anteprojecto:
- Traçado do intradonso e extradonso;
- Pilares e encontros.

c) Verificação da estabilidade:

Método de Méry-Résal.

Pontes metálicas.

Pontes de betão armado.

9.ª CADEIRA**Edifícios**1) *O problema dos edifícios:*

Introdução:

O objecto de estudo dos edifícios.

Normas gerais aplicáveis.

As diferentes partes de um edifício

Tipos de edifícios:

Classificações.

Nomenclatura e designação.

O projecto de um edifício:

Elementos a recolher previamente: o programa; local; materiais da região; mão-de-obra, etc.

O anteprojecto.

Estimativa.

Avaliações.

Projecto definitivo:

- a) As diferentes peças de um projecto;
- b) Projectos complementares;
- c) Escalas;
- d) Cotas;
- e) Projectos de alterações;
- f) Medições;
- g) Preços compostos. Exemplos.

Interpretação e leitura de projectos.

Normas e preceitos regulamentares.

2) *A construção dos edifícios:*

Fundações:

A implantação no terreno. Indicações práticas.

As terraplenagens.

O problema geral da fundação.

Os diferentes meios de fundação:

- a) As sapatas;
- b) O dimensionamento das sapatas;
- c) Carga excêntrica.

Os terrenos de fundação:

- a) Terrenos firmes a pequena profundidade; a maior profundidade, mas acessível ou inacessível;
- b) Terrenos secos, com água, mas esgotável e com água inesgotável;
- c) Execução das fundações nestes casos.

Entivações.

Consolidação local do terreno de fundação.

Normas e preceitos regulamentares.

Paredes:

Generalidades.

Principais tipos de paredes.

A execução das paredes.

Muros e sebes.

Cálculo das cargas transmitidas pelas paredes.

O equilíbrio das paredes. Verificação da sua estabilidade.

Os revestimentos das paredes.

Impermeabilização das paredes.

Isolamento das paredes. Aspectos construtivos.

Juntas de dilatação.

Socos.

Normas e preceitos regulamentares.

Pavimentos:

Generalidades.

Principais tipos de estruturas:

- a) Térreos;
- b) Massame;
- c) Madeira;
- d) Metálica e abobadilha;
- e) Betão armado;
- f) Diversos.

Os revestimentos dos pavimentos: betomilha, marmorite, madeira, mosaicos, tijoleiras, pedra serrada, empedrados e calçadas, betuminosos.

A execução dos pavimentos.

Cálculo dos pavimentos de madeira e ferro.

O isolamento dos pavimentos. Aspectos construtivos.

Juntas de dilatação.

Normas e preceitos regulamentares.

Cobertura:

Generalidades.

Principais tipos de coberturas:

- a) De madeira;
- b) De ferro;
- c) De betão armado.

Os revestimentos das coberturas:

- a) Telha;
- b) Fibrocimento;
- c) Ardósia;
- d) Chapas metálicas;
- e) Outros materiais.

A disposição das coberturas:

- a) De uma ou mais águas;
- b) Shed;
- c) A Mansard;
- d) Abóbadas;
- e) Terraços.

As partes complementares das coberturas:

- a) Trapeiras;
- b) Clarabóias;
- c) Lanternins;
- d) Guarda-fogo;
- e) Platibandas;
- f) Cornijas e cimbalhas;
- g) Diversos.

Disposições para o escoamento das águas pluviais:

- a) Algerozes, abas, calhas;
- b) Tubos de queda e seus complementos.

Impermeabilização das coberturas.

Isolamento das coberturas.

Normas e preceitos regulamentares.

Escadas:

Generalidades.

As diferentes partes de uma escada: caixa de escada, bomba, lanços, degraus, corrimãos.

Tipos de escada e suas disposições estruturais.

O dimensionamento das escadas.

Os revestimentos das escadas.

Normas e preceitos regulamentares.

Ascensores e monta-cargas:

Generalidades.

A disposição e características dos ascensores em diversos tipos de edifícios.

Os ascensores e a estrutura dos edifícios.

Normas e preceitos regulamentares.

Vãos:

Generalidades.

Os diferentes tipos de vãos:

- a) De janela;
- b) De sacada;
- c) De portas: interiores e exteriores.

O guarnecimento dos vãos:

- a) Disposições;
- b) Nomenclaturas;
- c) Pormenores.

Os caixilhos:

- a) Tipos;
- b) Formas;
- c) Materiais.

As portas: tipos, formas e materiais.

Disposições complementares:

- a) Portadas;
- b) Persianas;
- c) Gelasias.

As ferragens.

Normas e preceitos regulamentares.

Revestimentos e acabamentos:

Generalidades.

Estuque:

- a) Tipos e constituição;
- b) Modos de execução.

Sancas:

- a) Tipos;
- b) Modos de execução.

Lambris:

- a) Tipos e materiais;
- b) Modos de execução;
- c) Rodapés.

Revestimentos exteriores.

Pinturas:

- a) Generalidades;
- b) Tipos de pintura e sua característica;
- c) Trabalhos preparatórios;
- d) A execução;
- e) Condições para o bom resultado.

Outros acabamentos.

3) A salubridade dos edifícios e instalações complementares:

Abastecimento e instalação de água fria:

Generalidades.

Distribuição e traçados.

Aparelhagem e dispositivos:

- a) Tipos de material;
- b) Nomenclatura.

Execução dos trabalhos e cuidados a ter em conta.

Abertura e tapamento de roços e sua localização.

Colocação das tubagens e outros dispositivos e sua localização.

A influência recíproca das deformações de estruturas e das canalizações.

Provas de ensaio. A estanquidade.

O abastecimento:

- a) De redes de distribuição domiciliária;
- b) De meios próprios;
- c) Bombagem;
- d) Armazenamento.

Abastecimento. Normas e preceitos regulamentares.

Abastecimento e instalação de água quente:

Generalidades.

Produção.

Armazenamento, distribuição e traçados.

Execução dos trabalhos e cuidados a ter em atenção. Isolamentos de instalações.

Provas de ensaio.

Normas e preceitos regulamentares.

Instalações eléctricas:

Generalidades.

As diferentes redes:

- a) Iluminação;
- b) Força motriz;
- c) Chamada e sinalização;
- d) Aquecimento;
- e) Telefones e corrente pneumática;
- f) Som;
- g) Detecção contra incêndios.

Os aspectos construtivos e funcionais:

- a) A execução das montagens;
- b) A localização dos dispositivos.

Normas e preceitos regulamentares.

Instalações de gás:

Generalidades.

Distribuição e traçado.

Normas e preceitos regulamentares.

Instalações sanitárias e esgotos:

Generalidades.

As instalações sanitárias:

- a) Os diferentes tipos: casas de banho, W. C., chuveiros, cozinha, lavadouros, etc.;
- b) A aparelhagem sanitária. Tipos e nomenclatura;
- c) A localização e agrupamentos.

Os esgotos:

- a) As diferentes partes das canalizações: sifões, ramal de descarga, tubo de queda, caixa de visita e suas disposições; ramal de ligação;
- b) Determinação de secções;
- c) A execução das canalizações;
- d) Influência recíproca das deformações da estrutura e das canalizações.

A ventilação:

- a) Sifões. Seu funcionamento;
- b) A rede de ventilação;
- c) Determinação de secções.

Escoamento das águas pluviais:

- a) Disposições e localizações;
- b) Determinações de calibre.

A evacuação dos esgotos e águas pluviais:

- a) Redes domiciliárias;
- b) Fossas.

Normas e preceitos regulamentares.

Aquecimento e ventilação:

O aquecimento:

- a) Generalidades;
- b) Os sistemas de aquecimento.

Ventilação:

- a) Generalidades;
- b) Os problemas a resolver.

Implicações destas instalações na estrutura e nos acabamentos.

Evacuação de fumos e gases — chaminés.

4) *Isolamentos acústicos e térmicos:*

Generalidades.

Os ruídos:

- a) Origem e classificação;
- b) A transmissão;
- c) Os meios de evitar a sua transmissão;
- d) Materiais.

As vibrações:

- a) Origem;
- b) Meios de evitar a sua transmissão.

Condicionamento térmico dos edifícios e dos equipamentos:

- a) Aspecto geral do problema;
- b) Os meios a pôr em prática;
- c) Isolamentos de canalizações e máquinas;
- d) Câmaras frigoríficas e estufas.

5) *A arquitectura e a decoração nos edifícios:*

Generalidades: construções civis e industriais.
A decoração em complemento da estrutura.

6) *As obras e os seus problemas:*

O regime de execução das obras:

Generalidades.

A administração directa.

As tarefas.

A empreitada:

- a) Por despesa;
- b) Por medições;
- c) Por preço fixo.

A adjudicação:

- a) O concurso;
- b) Programa de concurso;
- c) O projecto e o caderno de encargos;
- d) O contrato.

O planeamento da obra.

Normas e preceitos regulamentares.

A obra:

Generalidades.

A organização dos serviços:

- a) Direcção;
- b) Fiscalização;
- c) Assistência técnica;
- d) Instalações.

O apetrechamento das obras.

O estaleiro.

A marcha dos trabalhos.

O pessoal:

Generalidades.

As diferentes categorias do pessoal.

O seu recrutamento.

O regime de prestação de serviços.

A disciplina e as relações humanas.

A segurança.

As doenças profissionais e os acidentes de trabalho.

Os encargos sociais e de administração.

Ferramentas individuais.

Normas e preceitos regulamentares.

Andaimes:

Generalidades.

Tipos de andaimes.

As plataformas suspensas.

Normas e preceitos regulamentares.

Demolições:

Generalidades: planeamento.

Cuidados a observar.

A marcha dos trabalhos.

Normas e preceitos regulamentares.

7) *As lesões dos edifícios:*

Generalidades.

Os sintomas e a sua interpretação.

As lesões simples e seu tratamento.

As lesões graves.

As construções em ruína.

Escoramentos.
Normas e preceitos regulamentares.

8) *Os edifícios e os seus conjuntos:*

Ideia geral do problema da urbanização.
Generalidades.
Os factores que intervêm no seu estudo.
Formas e disposições genéricas ideais dos agregados.

9) *As edificações urbanas:*

Generalidades.
Normas e preceitos regulamentares.

10.ª CADEIRA

Electricidade

1) *Introdução:*

Evolução da electricidade.
Diferentes formas de energia.
Conservação e degradação da energia.
Características particulares da energia eléctrica.

2) *Electrostática:*

Estudo qualitativo das cargas eléctricas:

Electrização dos corpos. Distinção entre corpos condutores e corpos isolantes.
Diferentes espécies de electrização.
Explicação da electrização dos corpos:

Referência às teorias antigas dos fluidos.
Teoria electrónica.

Diferentes formas de electrização:

Electroscópios.

Estudo quantitativo das cargas eléctricas:

Experiência de Coulomb.
Lei de Coulomb das acções electrostáticas.
Sistemas de unidades:

Sistema electrostático.
Sistema Giorgi.
Racionalização do sistema Giorgi.
Sistema internacional.

Campo, fluxo e potencial eléctrico:

Campo newtoniano e campo eléctrico:

Definição.
Linhas de intensidade.
Campos provenientes de cargas pontuais. Densidade de cargas.
Campos criados por dipólos.
Rigidez dieléctrica.

Fluxo do vector campo eléctrico:

Vector deslocamento (indução eléctrica).
Teorema de Gauss (fluxo através de uma superfície fechada).

Potencial eléctrico:

Potencial electrostático proveniente de uma única carga pontual.
Trabalho produzido por uma carga que se desloca entre dois pontos.

Potencial electrostático proveniente de diversas cargas pontuais.
Potencial exterior a uma distribuição contínua de cargas.
Relação entre a intensidade de campo e o potencial.
Superfícies equipotenciais.

Estudo de alguns campos eléctricos.
Espectros eléctricos.

Condutores:

Potencial de um condutor isolado.
Distribuição das cargas eléctricas num condutor em equilíbrio electrostático. Teorema de Coulomb.
Campo eléctrico nas proximidades de um condutor em equilíbrio.
Campo eléctrico sobre a superfície de um condutor em equilíbrio. Pressão electrostática.
Acumulação de cargas eléctricas. Escoamento das cargas eléctricas pelas pontas.
Campo eléctrico e indução eléctrica.
Elementos correspondentes.
Fenómeno da influência total e da influência parcial.
Anteparos electrostáticos.
Pára-raios. Gaiolas de Faraday.
Estudo do campo eléctrico produzido por condutores eletrizados.

Dieléctricos:

Propriedades dos dieléctricos:

Fenómenos de polarização.
Cargas de polarização ou induzidas.
Atracção de partículas isolantes e acções electrostáticas através dos isolantes.
Vector polarização.
Potencial e campo produzidos por um dieléctrico polarizado.
Propriedades do campo nos dieléctricos.
Indução eléctrica.
Superfície de separação de dois dieléctricos.
O teorema de Gauss e as cargas de polarização.

Dieléctricos perfeitos:

Propriedades fundamentais.
Refracção das linhas de indução.
Pressão electrostática.
Forças exercidas sobre um condutor eletrizado por um dieléctrico perfeito.

Dieléctricos reais:

Polarização dos dieléctricos reais ou imperfeitos.
Condutibilidade dos dieléctricos reais.
Histerese nos dieléctricos.

Ionização dos gases:

Fenómeno de ionização.
Principais formas de se obter a ionização.
Energia consumida na ionização.
Emissão de electrões pelos corpos sólidos.
Rigidez dieléctrica de um gás.
Ionização da atmosfera.

Capacidade eléctrica. Condensadores:

Capacidade de um condutor isolado.
 Capacidade de uma esfera isolada.
 Capacidade de um condensador.
 Estudo de diferentes condensadores:

Condensador plano.
 Condensador esférico.
 Condensador cilíndrico de eixo comum.
 Condensador cilindro — cilindro.
 Condensador cilindro — plano.

Associação de condensadores:

Associação em paralelo.
 Associação em série.
 Associação mista.

Aplicações da associação de condensadores:

Potenciómetro electrostático. —
 Condensador de dieléctrico heterogéneo.

Tecnologia dos condensadores:

Principais tipos de condensadores. Características.
 Condensadores fixos.
 Condensadores variáveis.

Energia electrostática. Forças electrostáticas:

Energia electrostática:

Energia electrostática de um sistema de condutores em equilíbrio.
 Energia electrostática de um condensador.
 Localização da energia de um condensador no seu dieléctrico.

Forças electrostáticas:

Força exercida entre as armaduras de um condensador carregado.

Electrómetros.

Máquinas electrostáticas:

Generalidades.
 Constituição esquemática.
 Aperfeiçoamentos recentes. Utilização.
 Máquinas de Van de Graaff.
 Máquinas de transportador dieléctrico (Félici).

3) Corrente continua:

Generalidades:

Natureza e sentido da corrente eléctrica.
 Intensidade da corrente. Interpretação electrónica.

Densidade da corrente:

Densidade superficial.

Condutibilidade dos sólidos, dos líquidos e dos gases:

Formas de descarga eléctrica nos gases.

Corrente de deslocamento num dieléctrico.
 Energia e potência de uma corrente eléctrica.
 Produção de correntes eléctricas.

Efeito térmico da corrente eléctrica:

Condutores:

Factos de observação corrente.
 Quantidade de calor libertado. Lei de Joule. Interpretação electrónica.
 Resistência eléctrica. Condutância.
 Resistividade eléctrica. Condutibilidade.
 Variação da resistividade com a temperatura. Supercondutividade.

Isolantes:

Resistividade dos isolantes.
 Variação da resistividade com a temperatura.

Semicondutores:

Conceito de semiconductor. Comparação com isolantes e condutores.
 Condução da corrente.
 Influência da variação da temperatura.
 Influências da concentração de impurezas.

Termístores:

Constituição.
 Variação da resistência com a temperatura.

Díodos de cristal:

Propriedades fundamentais do germânio e do silício.
 Germânio N e germânio P.
 Lacunas ou buracos de um cristal.
 Corrente eléctrica por deslocação de cargas positivas (lacunas).
 Função PN. Curvas características de uma função.
 Díodos de ponta.

Transístores:

Transístores de duas funções (PNP e NPN).
 Funcionamento de um transístor.

Aplicações.

Aplicações do efeito Joule:

Lei da elevação da temperatura de um condutor percorrido por uma corrente eléctrica.
 Temperatura limite dos condutores.
 Aplicação ao cálculo de uma resistência ou de uma potência dissipada.
 Aplicações industriais do efeito Joule.

Circuitos eléctricos. Leis da corrente eléctrica:

Lei de Ohm:

Queda de tensão.
 Resistências de contacto.
 Resistências equivalentes.

Associação de resistências em série.
 Associação de resistência em paralelo.
 Associação mista.

Montagem de uma resistência em potenciómetro.

Resistência de isolamento de um cabo.

Resistência de um eléctrodo de terra.

Tecnologia das resistências:

Elementos de escolha de resistências.

Resistências fixas.

Resistências variáveis.

Lei de Ohm generalizada:

Força electromotriz de um gerador.

Potência de um gerador.

Força contra-electromotriz de um receptor.

Leis de Kirchhoff:

Redes eléctricas.

Lei dos nós e lei das malhas.

Transfiguração de redes:

Princípio de sobreposição.

Teorema de Thévenin.

Teorema de Kenelly.

Carga e descarga de condensadores:

Descarga de um condensador por convecção, condução e disrupção:

Condensadores de dieléctrico perfeito e imperfeito. Carga residual.

Equações diferenciais e curvas representativas da carga. Constante de tempo do circuito.

Equações diferenciais e curvas representativas da descarga. Constante de tempo do circuito.

Noção do tempo gasto na carga e na descarga dos condensadores.

Associação de geradores. Associação de pilhas:

Associação em série.

Associação em paralelo.

Associação mista.

Observações e condições de emprego das diferentes formas de associação.

Efeito químico das correntes. Electrólise:

Dissociação electrolítica.

Decomposição de um ácido, base ou sal pela passagem da corrente eléctrica.

Leis da electrólise (leis de Faraday). Equivalente electroquímico. Constante de Faraday.

Teoria da dissociação electrolítica:

Hipótese de Arrhenius.

Explicação das leis da electrólise.

Reacções secundárias:

Força electromotriz de polarização.

Polarização dos eléctrodos.

Capacidade de polarização dos electrolitos.

Eléctrodos impolarizáveis.

Consequências e aproveitamento da electrólise:

Corrosões electrolíticas.

Aplicações industriais.

Geradores químicos e térmicos:

Pilhas eléctricas:

Força electromotriz de contacto. Potencial electroquímico.

Interpretação destes fenómenos.

Leis dos contactos sucessivos (cadeias fechadas e cadeias abertas).

Pilhas hidroeléctricas:

Características.

Tipos principais clássicos e recentes.

Aplicações.

Pilhas termoeléctricas:

Leis termoeléctricas.

Efeito Peltier.

Efeito Thomson.

Efeito Seebeck.

Pilhas solares.

Aplicações.

Acumuladores eléctricos:

Características:

Princípio de funcionamento.

Capacidade de um acumulador.

Rendimento em quantidade.

Rendimento em energia.

Capacidade mássica (específica). Capacidade volumétrica.

Acumuladores de chumbo:

Constituição.

Funcionamento.

4) Electromagnetismo:

Natureza do magnetismo.

Indução magnética:

Fluxo magnético.

Propriedades conservativas. Lei de Gauss.

Lei de Laplace:

Força exercida sobre uma carga em movimento:

Ideia do funcionamento do ciclotrão.

Ideia de um espectrógrafo de massa.

Força exercida sobre um condutor percorrido por corrente.

Binário exercido sobre um quadro rectangular.

Binário exercido sobre uma espira circular.

Binário exercido sobre um solenóide.

Trabalho das forças electromagnéticas:

Trabalho realizado no deslocamento de um condutor rectilíneo.

Trabalho realizado no deslocamento de um circuito fechado.

Princípio do fluxo máximo.

Energia potencial de um circuito eléctrico colocado num campo magnético.

Efeito de Hall.
Roda de Barlow.
Exemplos de aplicação.

Campo magnético de uma corrente eléctrica:

Lei de Ampère.
Excitação magnética.
Indução nas proximidades de um condutor rectilíneo. Lei de Biot e Savart.
Indução no centro de um circuito circular (espira).
Indução num ponto do eixo de uma espira.
Acções entre duas correntes paralelas.
Indução de um solenóide:

Variação da indução ao longo do eixo de um solenóide rectilíneo.
Casos particulares da região central e das extremidades.
Indução no eixo de um solenóide toroidal.

Força electromotriz induzida:

Experiências fundamentais.
Lei de Faraday:

Força electromotriz induzida num condutor rectilíneo móvel num campo magnético uniforme.
Força electromotriz induzida num condutor fixo colocado num campo magnético variável.

Lei de Lenz:

Sentido das forças electromotrizes induzidas. Regras para a sua determinação.

Disco de Faraday.

Força electromotriz induzida numa bobina animada de movimento de rotação.
Quantidade de electricidade induzida.
Correntes de Foucault:

Correntes induzidas no ferro.
Potência perdida por correntes de Foucault.
Processos de atenuar a intensidade das correntes de Foucault.
Aplicações das correntes de Foucault:
Aplicações nos aparelhos de medida.
Aplicações nos freios eléctricos.
Aplicações nos fornos de indução.

Perdas nos ferros das máquinas.

Ideia do funcionamento dos geradores magneto-hidrodinâmicos.

Indução mútua e indução própria:

Indução mútua de dois circuitos. Coeficiente de indução mútua:

Expressão da força electromotriz de indução mútua.

Indução própria de um circuito. Coeficiente de auto-indução:

Expressão da força electromotriz de auto-indução.

Estabelecimento e interrupção da corrente num circuito com resistência e auto-indução:

Equações diferenciais. Curvas representativas da variação da corrente.
Constante de tempo do circuito.
Quantidade de electricidade transportada pelas extracorrentes.
Bobina de indução (bobina de Ruhmkorff).

Cálculo do coeficiente de auto-indução.

Cálculo do coeficiente de auto-indução a partir do fluxo.
Relação entre o coeficiente de indução mútua e os coeficientes de auto-indução.

Acoplamentos rígidos e frouxos.

Coeficiente de auto-indução do conjunto de duas bobinas em série.
Coeficiente de auto-indução do conjunto de duas bobinas independentes.
Coeficiente de auto-indução de uma linha bifilar.
Coeficiente de auto-indução de um cabo coaxial.

Energia das correntes:

Energia armazenada numa indutância.
Energia intrínseca de um circuito.
Energia armazenada num circuito compreendendo resistência, indutância e capacidade.
Energia mútua de duas correntes; sua energia potencial.

O campo magnético e a matéria:

Correntes moleculares de Ampère.
Dipólos magnéticos. Imanes. Massas magnéticas.
Equivalência entre ímanes e solenóides.
Expressão de Coulomb.
Magnetização.
Propriedades magnéticas da matéria:

Substâncias diamagnéticas, paramagnéticas e ferromagnéticas.
Susceptibilidade magnética.
Permeabilidade magnética.
Refracção das linhas de indução.

Indução magnética terrestre:

Declinação e inclinação magnéticas.
Bússolas de declinação e de inclinação.
Valores da indução do campo terrestre.

Ferromagnetismo:

Curva de primeira magnetização. Saturação.
Ciclo histerético:

Histerese magnética.
Remanência e força coerciva.
Perdas por histerese. Fórmula de Steinmetz.
Energia dissipada por histerese.
Expressão do trabalho absorvido pela magnetização.

Efeitos da temperatura sobre a magnetização.
Ponto de Curie.
Tecnologia dos materiais ferromagnéticos.

Ímanes permanentes:

Campo magnético dos ímanes. Espectros magnéticos.
Cálculo de um íman permanente.
Desmagnetização de um íman.
Magnetização de uma substância ferromagnética.
Anteparos magnéticos.
Binário director de um íman.
Sistemas astáticos.
Oscilação de um íman em torno da sua posição de equilíbrio.

Circuitos magnéticos:

Analogias e diferenças entre circuitos magnéticos e circuitos eléctricos.
Exemplos de circuitos magnéticos:
Circuitos magnéticos perfeitos.
Circuitos magnéticos imperfeitos:
Fluxo de fugas. Coeficiente de Hopkinson.
Força magnetomotriz.
Relutância.
Fórmula de Hopkinson.
Associação de relutâncias:
Em série.
Em paralelo.
Aplicação das leis de Kirchhoff aos circuitos magnéticos.

Electroímans:

Princípio fundamental dos electroímans.
Força de atracção de um electroíman:
Variação da força de atracção com o entreferro.
Ideia do cálculo de um electroíman.
Classificação dos electroímans consoante as suas aplicações. Exemplos.

5) Corrente alternada:

Introdução matemática:

Funções sinusoidais. Representação vectorial:

Funções sinusoidais do tempo. Definições e composição de funções sinusoidais.
Representação do Fresnel.
Derivada e integral de uma função sinusoidal.
Valores médio algébrico, aritmético, eficaz de uma função periódica:
Factor do vértice.
Factor de forma.

Funções periódicas em geral.

Representação de funções sinusoidais num diagrama de vectores representativos de funções de pulsação diferente.
Fenómeno de batimentos.

Quantidades complexas. Representação simbólica de funções sinusoidais:

Representação de uma função sinusoidal por expressões complexas.
Operações com quantidades complexas.
Fórmula de Moivre.
Rotação de um vector.
Fórmula exponencial de uma quantidade complexa.
Aplicação da série de Mac Laurin à determinação da fórmula exponencial de um complexo. Fórmulas de Euler.

Correntes alternadas monofásicas:

Obtenção de uma força electromotriz sinusoidal.
Valores médio e eficaz da força electromotriz e da intensidade da corrente.
Propriedades da corrente alternada:
Caloríficas.
Magnéticas.
Químicas.

Correntes alternadas industriais.

As correntes alternadas e a teoria electrónica.
Efeito pelicular (efeito Kelvin).
Aplicação de uma tensão sinusoidal a diferentes receptores:

Circuito constituído por uma resistência pura.
Circuito constituído por auto-indução pura.
Circuito constituído por uma capacidade pura.
Circuitos reais com resistência, auto-indução e capacidade.
Ressonância em série. Perigo das sobre-tensões.
Ressonância em paralelo. Circuito tampão:

Coeficiente de qualidade de uma bobina e de um condensador.

Lei de Ohm em corrente alternada.

Leis de Kirchhof em corrente alternada.

Potência em corrente alternada:

Potência instantânea.
Potência média (activa).
Factor de potência. Influência deste factor.
Corrente activa e corrente reactiva.
Potência reactiva.
Potência aparente.
Relações fundamentais entre a potência activa, reactiva e aparente.
Ideia do problema do melhoramento do factor de potência.
Potência perdida por histerese no dieléctrico de um condensador.

Sistemas alternados sinusoidais polifásicos:

Sistemas simétricos de forças electromotri-
zes.
Ligação em estrela ou aberta.

Ligação poligonal ou fechada.
Sistemas equilibrados e desequilibrados.
Sistemas polifásicos mais usuais:

Monofásicos de três fios.
Difásicos e tetrafásicos.
Trifásicos em estrela e em triângulo.
Sistemas hexafásicos.

Potência dos sistemas polifásicos equilibrados e desequilibrados:

Expressões gerais da potência nos sistemas polifásicos.
Potência activa, potência reactiva e potência aparente nos sistemas trifásicos.

Aplicação do método vectorial aos sistemas trifásicos.

Grandezas alternadas não sinusoidais:

Funções periódicas de tempo.
Teorema de Fourier. Harmónicas.
Análise harmónica simplificada.
Valores médio e eficaz de uma função periódica não sinusoidal.
Potência em corrente alternada não sinusoidal:

Efeito das harmónicas da tensão e da corrente.
Potência activa. Factor de potência.
Potência reactiva.
Potência harmónica (potência de distorção).

Relação entre uma diferença de potencial não sinusoidal e a corrente produzida.
Casos de ressonância.
Forças electromotrices trifásicas não sinusoidais. Caso particular da terceira harmónica.

Campos magnéticos girantes:

Generalidades sobre os campos magnéticos girantes. Definições.
Princípio de funcionamento dos motores síncronos.
Princípio de funcionamento de motores assíncronos.
Produção de campos magnéticos girantes por meio de um sistema de correntes difásicas.
Produção de campos magnéticos girantes por meio de correntes trifásicas.

11.ª CADEIRA

Máquinas eléctricas

- 1) *Classificação.*
- 2) *Máquinas de corrente continua:*

Princípio de funcionamento dos dínamos:

Colector.
O anel de Gramme.
Força electromotriz contínua.

Constituição de um dínamo:

Circuitos magnéticos.
O indutor.
O induzido.
Materiais normalmente utilizados.

Enrolamentos do induzido:

Enrolamentos em anel e em tambor, abertos e fechados.
Enrolamentos fechados em tambor. Nomenclatura e tipos principais.

Fórmula geral da força electromotriz gerada por um dínamo.

Excitação:

Excitação separada e auto-excitação.
Excitações série, derivação (*shunt*) e mista (*compound*).
Casos em que o dínamo não excita.

Reacção do induzido:

Campo do indutor, campo do induzido e campo resultante.
Influência da saturação.
Influência da posição das escovas.

Comutação:

Grandezas que influenciam a comutação.
Curva da comutação real.
Tensão de reactância. Influência da forma das ranhuras.
Processo de melhorar a comutação.

Rendimento dos dínamos:

Curva dos rendimentos em função da carga.

Características dos dínamos:

- a) Em vazio, interna ou de excitação;
- b) Das quedas de tensão;
- c) Em carga;
- d) De regulação;
- e) Externa.

Características do dínamo de excitação separada.

Características do dínamo de excitação série.
Características do dínamo de excitação derivação.

Características externas dos dínamos hipo, iso e hiper-*compound*.

Estabilidade de funcionamento dos dínamos.

Composição de um dínamo derivação.

Agrupamento de dínamos:

Agrupamento em paralelo de dínamos série.
Agrupamento em paralelo de dínamos *shunt*.
Agrupamento em paralelo de dínamos *compound*.

Motores:

Princípio de funcionamento. Reversibilidade.
Inversão de marcha.

Rendimento dos motores.

Características dos motores:

- a) Do binário;
- b) Mecânica.

Características do motor série.

Características do motor derivação.

Características dos motores *compound* diferencial e aditivo.

O arranque dos motores:

Reóstato de arranque. Ligação anti-indutiva.

Recuperação de energia.

Frenagem.

A comutação nos motores.

3) Máquinas de corrente alternada, síncronas. Generalidades:

Classificação dos alternadores.

Alternadores de rotor ranhurado e alternadores de pólos salientes.

Materiais usados na sua construção.

Excitação.

Enrolamento do induzido:

Enrolamentos imbricados, ondulados e espiralados.

Enrolamentos diametrais e encurtados.

Disposição das testas de bobina: acavalada de um andar, em dois andares e em três andares.

Enrolamento monofásico.

Enrolamento múltiplo.

Enrolamento fraccionário.

Força electromotriz induzida:

Forma da força electromotriz induzida.

Reacção do induzido nos alternadores:

Campo girante.

Teorema de Ferraris.

Campo de reacção do induzido nos alternadores monofásicos. Teorema de Leblanc.

Desfasamentos provocados pelo campo de reacção do induzido.

Análise do funcionamento dos alternadores:

Funcionamento com excitação constante.

Funcionamento com tensão constante.

Diagrama vectorial. Hipótese de Behn-Eschenburg.

Resolução dos problemas de característica externa e da característica de regulação, segundo a hipótese de Behn-Eschenburg.

Funcionamento de um alternador ligado a um barramento infinito:

Resolução gráfica. A escala das tensões e a escala das potências.

Topogramas.

Curvas em V ou de Mordey.

Trocas de energia com a rede. Ajustamento de carga.

Estabilidade de funcionamento.

Ligação em paralelo de alternadores.

Regulação automática de tensão.

Motores síncronos:

Generalidades.

Arranque.

Aplicações.

4) Transformadores:

Generalidades.

Núcleos monofásicos e trifásicos.

Enrolamentos de alta tensão e de baixa tensão.

Diagrama vectorial dos transformadores:

Influências nos diagramas provocadas por ciclo histerético do ferro do núcleo, resistência dos enrolamentos e fugas magnéticas.

Aproximação de Kapp. Esquema vectorial simplificado.

Validade do método de Kapp.

Análise do funcionamento dos transformadores:

Indicações de chapa.

Característica externa. Regulação.

Rendimento em função da carga e do factor de potência.

Rendimento energético. Transformadores de perdas reduzidas.

Ensaio económico nos transformadores monofásicos: em circuito aberto e em curto-circuito (ou de Kapp).

Aplicação dos dados obtidos ao estudo do comportamento dos transformadores.

Corrente de curto-circuito.

Ligação dos enrolamentos nos transformadores trifásicos:

Ligação em estrela, em triângulo e em zig-zague.

Comparação dos volumes de cobre gastos nos três tipos de ligação.

Grupos angulares dos transformadores trifásicos.

Ligações primário/secundário mais usuais.

Banco trifásico.

Terciário.

Ensaio económico nos transformadores trifásicos: em circuito aberto e em curto-circuito (ou de Kapp).

Aplicação dos dados obtidos ao estudo do comportamento dos transformadores.

Ligação de transformadores em paralelo.

Transformadores com tomadas:

Ideia da regulação em carga.

Autotransformadores.

Arrefecimento dos transformadores:

Transformadores secos. Arrefecimento natural e forçado.

Transformadores em banho de óleo. Arrefecimento natural e forçado.

5) Motores assíncronos de indução:

Princípio de funcionamento dos motores de indução polifásicos.

Tipos de rotor.

Escorregamento ou deslizamento.

Diagrama vectorial dos motores de indução.

Diagrama de Heyland (simplificado):

Pontos de funcionamento. Circunferência de Heyland.

Recta das potências mecânicas.

Recta dos binários.

Realização prática do diagrama simplificado de Heyland:

Ensaio em vazio e com o rotor travado.

Processos de arranque.

Regulação de velocidade.

Motores de indução monofásicos:

Arranque dos motores de indução monofásicos.

6) Motores de corrente alternada de colectores:

Motores monofásicos:

Força electromotriz no induzido.
Influência da posição das escovas.
Binário motor.
Motores série simples e série compensados.
Motores de repulsão simples e repulsão compensados (motor *Latour*).

Motores trifásicos:

Motor série.
Motor derivação (motor *Schrage*).

7) Conversores:

Comutatrizes:

Princípio de funcionamento.
Noções gerais. Utilização.

Rectificadores de vapor de mercúrio:

Princípio de funcionamento.
Tipos de rectificadores.
Dispositivos acessórios.
Funcionamento inverso dos rectificadores.
Onduladores.

Rectificadores secos.

12.ª CADEIRA

Instalações Eléctricas

1) Generalidades sobre produção e abastecimento de energia eléctrica:

Considerações gerais.

Elementos fundamentais de uma rede:

Configurações das redes.
Características eléctricas; corrente, tensão e frequência.

Rede eléctrica nacional.

Princípios que regem a exploração de uma rede:

Segurança.
Continuidade de serviço.
Qualidade de serviço.
Economia.

2) Cálculo eléctrico de linhas:

Linhas de distribuição:

Bases de cálculo; queda de tensão máxima, perda de potência e aquecimento.
Métodos de cálculo e sua comparação:

Linhas monoalimentadas:

Cargas concentradas.
Cargas uniformemente repartidas.

Linhas bialimentadas:

Cargas concentradas.
Cargas uniformemente repartidas.

Problema do melhoramento do factor de potência.

Linhas de transporte:

Constantes características das linhas.
Equações fundamentais de transmissão.
Estudo das linhas segundo esquemas em π e em T.

Diagramas vectoriais.

Diagramas de Perrine Baum-Topogramas.

Rendimento de uma linha.

Regulação de uma linha:

Condensadores série.
Condensadores paralelo.
Condensadores síncronos.
Reguladores de indução.
Transformadores com tomadas.

Transporte em corrente contínua.

Cálculo da secção mais económica de uma linha.
Sobreintensidades. Correntes de curto-circuito.

3) Sobreensões. Condições gerais de protecção:

Definições.

Propagação das sobreensões.
Sobreensões de origem externa e interna.
Protecções.

4) Cálculo eléctrico de linhas:

Condutores isolados; tipos normalizados:

Normas de segurança das instalações eléctricas de baixa tensão.
Referências particulares a instalações de força motriz.
Projecto de uma instalação de baixa tensão.

Cabos subterrâneos; tipos usuais:

Instalação. Referência aos regulamentos de linhas eléctricas de alta e de baixa tensão.
Ensaaios.
Corrosão. Protecção contra a corrosão.

Linhas aéreas:

Cálculo mecânico das linhas:

Esforços sobre os condutores.
Hipóteses regulamentares.
Equação de mudança de estado.

Apoios. Tipos usuais:

Cálculo da estabilidade dos apoios. Hipóteses regulamentares.
Cálculo das fundações.

Materiais usuais no fabrico de condutores.

Acessórios:

Para condutores isolados.
Para cabos subterrâneos.
Para linhas aéreas:

Isoladores. Comportamento de uma cadeia de isoladores.

Projecto de uma linha eléctrica.

5) *Aparelhos auxiliares das instalações eléctricas:*

Classificação.

Aparelhos de manobra:

Seccionador; Interruptor; Interruptor-seccionador; Interruptor-seccionador-fusível:

Características. Poder corte e poder de fecho.

Processos de corte do arco.

Tipos principais de disjuntores.

Comando de disjuntores.

Aparelhos de protecção:

Condições impostas a um sistema de protecção.

Corta-circuitos-fusíveis.

Relais:

Electrodinâmicos, térmicos e de indução.

Estáticos: electrónicos e magnéticos.

Classificação dos *relais* quanto à sua finalidade.

Exemplos.

Noções de álgebra lógica; aplicação a sistemas de protecção, sinalização e encravamento.

Quadros de distribuição e manobra. Mesas de comando:

Diferentes tipos e sua aplicação.

Regulamentação.

6) *Centrais geradoras:*

Tipo de centrais:

Centrais hidráulicas regularizadas.

Centrais hidráulicas a fio de água.

Centrais térmicas convencionais.

Centrais nucleares.

Localização de uma central.

Diagramas de carga:

Interesse dos diagramas de carga.

Factor de carga.

Factor de utilização.

Factor de simultaneidade.

Número e potência das máquinas de uma central.

Interligação de centrais:

Vantagens da interligação.

Repartição de cargas. Curva guia de segurança.

7) *Subestações. Postos de transformação e de seccionamento:*

Definições.

Diferentes estruturas actuais.

Regulamentos de segurança.

Exploração e conservação das instalações.

Efeitos fisiológicos da corrente. Electrocussão.

Projecto de um posto de transformação.

13.ª CADEIRA

Correntes Fracas

1) *Lâmpadas electrónicas:*

Emissão electrónica dos metais:

Electrões livres nos metais. Conceitos de barreira potencial na superfície do metal e de energia de extracção.

Tipos de emissão electrónica. Referência especial à emissão termoiónica. Expressão de Richardson-Dushman.

Cátodos. Tipos e características dos cátodos termoiónicos.

Lâmpadas de vácuo:

Díodo:

Constituição.

Carga espacial. Sua influência no valor da corrente anódica. Lei de Child-Langmuir.

Curvas características. Corrente de saturação.

Referência às suas aplicações.

Tríodo:

Constituição. Função da grelha de comando.

Capacidades parciais entre eléctrodos. Lei de Child-Langmuir aplicada ao tríodo.

Díodo equivalente.

Tensão de comando. Passagem.

Curvas características.

Parâmetros.

Referência às suas aplicações.

Tétrodo:

Constituição. Função da grelha de blindagem.

Emissão secundária.

Curvas características.

Referência às suas aplicações.

Pêntodo:

Constituição. Função da grelha supressora.

Curvas características.

Referência às suas aplicações.

Tétrodo de feixes concentrados:

Constituição.

Curvas características.

Referência às suas aplicações.

Pêntodo de inclinação variável:

Constituição.

Curvas características.

Referência às suas aplicações.

Héxodo, héptodo e óctodo:

Constituição.

Referência às suas aplicações.

Lâmpadas múltiplas:

Constituição.

Referência às suas aplicações.

Lâmpadas para frequências muito elevadas:

Tipos principais. Constituição.
Referência às suas aplicações.

Lâmpadas de raios catódicos:

Constituição.
Sistemas de focagem do feixe electrónico.
Sistemas de desvio.
Referência às suas aplicações.

Lâmpadas de gás:

Tipos de descarga num gás.
Lâmpadas de descarga luminiscente:

Tipos principais. Constituição.
Curvas características.
Referência às suas aplicações.

Lâmpadas de arco:

Tipos principais. Constituição.
Curvas características.
Referência às suas aplicações.

2) Semicondutores:**Noções básicas sobre a física dos semicondutores:**

Materiais semicondutores. Estrutura cristalina.
Semicondutores intrínsecos. Condução por electrões e lacunas. Recombinação.
Semicondutores extrínsecos. Dadores e aceitadores.
Condutividade. Conceito de mobilidade. Variação da condutividade com a temperatura.
Bandas de energia num cristal.
Difusão.

Junção PN:

Descrição física.
Efeito capacitivo numa junção.
Junção atravessada por corrente.

Díodo de junção:

Curvas características. Corrente inversa de saturação. Tensão inversa de disrupção.
Referência às suas aplicações.

Transístor de junção:

Constituição. Princípio de funcionamento.
Curvas características.
Parâmetros.
Referência às suas aplicações.

Outros dispositivos semicondutores:

Constituição. Princípio de funcionamento.
Curvas características.
Referência às suas aplicações.

3) Rectificação:

Generalidades.
Rectificação de meia onda e de onda completa:

Análise qualitativa.
Análise quantitativa. Factor de tremor. Rendimento da rectificação. Regulação de tensão.

Circuitos de filtragem:

Condensador em paralelo com a carga.
Bobina em série com a carga.
Filtro em L.
Filtro em π .

Estabilização e regulação de tensão.**4) Amplificação:****Noções fundamentais sobre amplificadores:**

Análise gráfica do funcionamento de um andar amplificador, em regime linear. Linha de carga. Característica dinâmica.
Circuitos básicos de amplificação.
Circuitos equivalentes de lâmpadas e de transístores. Ganho ou amplificação.
Classificação dos amplificadores.
Classes de funcionamento dos amplificadores.
Circuitos típicos de acoplamento de andares de amplificação.
Distorção. Tipos principais. Sua importância.
Ruído. Fontes de ruído nos amplificadores.
Processos de polarização dos eléctrodos das lâmpadas e dos transístores. Estabilização térmica dos circuitos com transístores.

Amplificadores não sintonizados:**Amplificadores de tensão:**

Com acoplamento por resistência e capacidade.
Com acoplamento por transformador.

Amplificadores de potência:

Em classe A.
Em classe AB.
Em vaivém, classe AB.
Em vaivém, classe B.

Amplificadores com realimentação. Expressão do ganho. Características. Circuitos típicos de realimentação negativa.

Amplificador com seguimento de cátodo (lâmpadas) e com seguimento de emissor (transístores). Características.

Inversores de fase. Circuitos típicos.

Amplificadores sintonizados:**Amplificadores de tensão:**

Com acoplamento por condensador.
Com acoplamento por transformador com secundário sintonizado.
Com acoplamento por transformador com primário e secundário sintonizados.
Amplificador de grelha à terra. Características.

Amplificadores de potência:

Em classe B.
Em classe C.

Neutralização. Sua necessidade. Processos usuais de neutralização.

Multiplicadores de frequência. Sua necessidade. Princípio de funcionamento.

5) *Oscilação:*

Generalidades. Tipos de osciladores.
Osciladores sinusoidais:

Osciladores com realimentação:

Condições de oscilação.
Estabilidade de amplitude.
Estabilidade de frequência.
Osciladores com circuitos sintonizados.
Circuitos típicos.
Osciladores comandados a cristal. Circuitos típicos.
Osciladores com circuitos com resistência e capacidade. Circuitos típicos.

Osciladores de resistência negativa. Princípio de funcionamento.

Osciladores de relaxação:

Geradores de tensão em dente de serra. Circuitos típicos.
Osciladores de bloqueio. Circuitos típicos.
Multivibradores. Circuitos típicos. Sincronização de multivibradores.

6) *Electroacústica:*

Sons e ruídos. Características de um som.
Sons produzidos pela voz e por instrumentos musicais.

Inteligibilidade.

Características do ouvido humano. Limites de percepção auditiva.

Unidades de intensidade sonora.

Microfones:

Tipos principais. Constituição. Princípio de funcionamento. Características.
Utilização.

Altifalantes e auscultadores:

Tipos principais. Constituição. Princípio de funcionamento. Características.
Utilização.

7) *Modulação:*

Necessidade da modulação. Tipos de modulação.
Noção de espectro de um sinal. Largura de banda.
Modulação de amplitude:

Expressão analítica de uma onda modulada em amplitude. Profundidade de modulação. Espectro.

Representação linear e vectorial de uma onda modulada em amplitude.

Processos de modulação mais usuais. Circuitos típicos.

Modulação de frequência e de fase:

Expressões de uma onda modulada em frequência e de uma onda modulada em fase.
Desvios de frequência e de fase. Índice de modulação. Espectro.

Representação linear e vectorial de uma onda modulada em frequência e de uma onda modulada em fase.

Processos de modulação mais usuais. Circuitos típicos.

Circuitos de pré-acentuação. Sua necessidade.

8) *Desmodulação ou detecção:*

Generalidades. Tipos de desmodulação.
Desmodulação de amplitude:

Desmodulação por díodos. Circuitos típicos.
Desmodulação por triodos e por transistores.
Circuitos típicos.

Desmodulação de frequência:

Limitadores de amplitude. Sua necessidade.
Circuitos típicos.
Discriminadores. Circuitos típicos.

9) *Teoria de transmissão:*

Quadripólos:

Noção de quadripólo. Classificação dos quadripólos.

Equações dos quadripólos lineares passivos.
Parâmetros fundamentais.

Impedâncias imagem. Impedâncias iterativas.
Impedâncias conjugadas.

Associação de quadripólos.

Linhas de transmissão:

Equações fundamentais. Onda incidente e onda reflectida. Coeficiente de reflexão.

Velocidade de propagação e comprimento de onda.

Constante de propagação. Impedância característica.

Linhas terminadas por uma impedância igual à sua impedância característica.

Linhas terminadas por uma impedância diferente da sua impedância característica.

Ondas estacionárias. Relação de ondas estacionárias:

Linha em circuito aberto.

Linha em curto-circuito.

Linha terminada por uma carga resistiva.

Linha terminada por uma carga reactiva.

Linhas artificiais.

Características das linhas usadas em telecomunicações.

Filtros:

Noções fundamentais sobre a teoria dos filtros.

Classificação dos filtros.

Filtros de constante K.

Filtros derivados.

Associação de filtros.

Igualizadores:

Noção de igualizador. Classificação dos igualizadores.

Circuitos típicos de igualizadores.

10) *Antenas:*

Radiação produzida por uma antena elementar.

Dipólo de Hertz.

Potência radiada. Resistência de radiação.

Diagramas de radiação.

Directividade. Ganho. Rendimento.

Distribuição da corrente e da tensão numa antena linear.

Influência da terra sobre as características de radiação de uma antena.
 Altura efectiva.
 Impedância. Largura de banda.
 Tipos de antenas mais utilizadas em radiocomunicações.
 Sistemas de alimentação.
 Sistemas de terra.

11) *Propagação das ondas electromagnéticas:*

Generalidades.
 Classificação das ondas electromagnéticas.
 Onda terrestre e onda espacial.
 Ionosfera. Sua natureza. Camadas ionosféricas.
 Propagação das ondas na ionosfera.
 Propagação das ondas longas, médias, curtas e ultracurtas.
 Desvanecimento.
 Ruídos naturais e artificiais.

Laboratório de Correntes Fracas

1) *Elementos dos circuitos:*

Resistências:

Identificação dos vários tipos de resistências usados em radioelectricidade. Código de cores.
 Medição de resistências em corrente contínua e em corrente alternada.

Bobinas:

Identificação dos vários tipos de bobinas usados em radioelectricidade.
 Medição do coeficiente de auto-indução e do factor de qualidade de bobinas, a diferentes frequências.
 Medição do coeficiente de indução mútua de duas bobinas.

Condensadores:

Identificação dos vários tipos de condensadores usados em radioelectricidade. Código de cores.
 Medição da capacidade, do ângulo de perdas e da corrente de fuga de condensadores, a diferentes frequências.

2) *Circuitos ressonantes:*

Circuito série:

Traçado das curvas de ressonância. Determinação do factor de qualidade e da selectividade.

Circuito paralelo:

Traçado das curvas de ressonância. Determinação do factor de qualidade, da selectividade e da impedância à frequência de ressonância.

3) *Circuitos acoplados:*

Estudo da influência de um secundário sintonizado sobre um primário não sintonizado.
 Estudo da influência de um secundário sintonizado sobre um primário sintonizado.

4) *Transformadores:*

Identificação dos vários tipos de transformadores usados em radioelectricidade.
 Verificação das características de funcionamento de transformadores de audiofrequência.
 Verificação das características de funcionamento de transformadores de radiofrequência.

5) *Atenuadores:*

Estudo da influência da resistência terminal no comportamento de um atenuador resistivo.
 Traçado das curvas de atenuação de atenuadores variáveis.

6) *Filtros:*

Traçado das curvas de resposta de filtros protótipos, passa-baixo e passa-alto.
 Traçado das curvas de resposta de filtros derivados, passa-baixo e passa-alto.
 Traçado das curvas de resposta de filtros passa-banda e elimina-banda.

7) *Lâmpadas electrónicas:*

Identificação dos vários tipos de lâmpadas electrónicas. Códigos. Utilização de manuais.
 Traçado das características estáticas e determinação das constantes das lâmpadas díodo, tríodo, tétrodo e pñtòdo.
 Determinação da sensibilidade de lâmpadas de raios catódicos.

8) *Semicondutores:*

Identificação dos vários tipos de díodos e de transístores. Códigos. Utilização de manuais.
 Traçado das características estáticas e determinação das constantes de transístores.

9) *Rectificação:*

Estudo comparativo entre um rectificador de meia onda e um rectificador de onda completa.
 Estudo da influência dos vários tipos de filtros sobre o valor da tensão de ondulação da onda rectificada.
 Ensaio de uma fonte de tensão regulada e estabilizada.

10) *Amplificação:*

Amplificadores de audiofrequência:

Determinação das características de funcionamento dos vários tipos de amplificadores.
 Estudo da influência dos elementos dos circuitos e da contra-reacção sobre as características de um amplificador.

Amplificadores de radiofrequência:

Determinação das características de funcionamento dos vários tipos de amplificadores.
 Estudo dos elementos dos circuitos e de outros factores sobre as características de um amplificador.
 Estudo da neutralização.
 Estudo de multiplicadores de frequência.

11) *Oscilação:*

- Verificação das condições de oscilação dos osciladores mais usuais.
- Estudo da influência das tensões aplicadas e dos elementos dos circuitos sobre as características dos osciladores.

12) *Modulação:*

Modulação de amplitude:

- Estudo da modulação na placa; determinação da profundidade de modulação e da sua influência na distorção.
- Estudo da modulação na grelha; determinação da profundidade de modulação e da sua influência na distorção.

Modulação de frequência:

- Estudo da modulação utilizando a montagem da lâmpada de reactância.
- Estudo da modulação pelo sistema Armstrong.

13) *Desmodulação:*

Desmodulação de amplitude:

- Estudo comparativo da desmodulação por diodo, por característica de grelha e por característica de placa.
- Estudo da desmodulação por heterodinação e regeneração.

Desmodulação de frequência:

- Estudo dos limitadores e discriminadores usuais.

14) *Recepção:*

Receptores de radiofrequência sintonizada:

- Determinação da sensibilidade, da selectividade, da fidelidade e da relação sinal/ruído.

Alinhamento de um receptor.

Receptores super-heterodinos:

- Determinação da sensibilidade, da selectividade, da fidelidade da relação sinal/ruído, da relação sinal/imagem e da característica do comando automático de volume.

Alinhamento de um receptor.

15) *Linhas de transmissão e antenas:*

- Linhas de transmissão. Verificação de ondas estacionárias numa linha de transmissão artificial, conforme for terminado ou não na sua impedância característica.

- Antenas: estudo dos diagramas de radiação vertical e horizontal de uma antena de modelo reduzido.

14.ª CADEIRA

Tecnologia Mecânica e Máquinas-Ferramentas

Caldeiras — I

1) *Tecnologia mecânica:*

- Objecto da tecnologia mecânica.
- Generalidades sobre os processos de construção mecânica.

Generalidades sobre as matérias-primas utilizadas na construção mecânica.

Propriedades e características mecânicas dos materiais.

Ensaio à tracção, compressão, flexão, torção, corte, dobragem, resiliência e dureza.

Matérias-primas. Metais e ligas ferrosas:

Gusa ou ferro fundido de 1.ª fusão:

- Matérias-primas para o fabrico de gusa.
- Minérios de ferro.
- Altos fornos de coque e eléctrico.
- Recuperadores.
- Classificação das gusas.

Ferro fundido de 2.ª fusão:

- Matérias-primas para o fabrico do ferro de 2.ª fusão.
- Fornos de 2.ª fusão. Fornos de cuba e outros.
- Composição química do ferro e sua influência nas suas propriedades.
- Estrutura do ferro fundido e sua influência nas suas propriedades.
- Classificação do ferro fundido. Aplicações.

Ferro-ligas. Ferro maleável, nodular e regelado. Processos utilizados para a sua obtenção. Propriedades e aplicações.

Aço:

- Fabricação do aço.
- Fornos utilizados para a fabricação do aço. Fornos de cadinho. Fornos Siemens-Martin. Fornos eléctricos. Conversores Bessemer e Thomas. Conversores a oxigénio.
- Classificação e propriedades do aço. Aço vazado. Aços laminado-perfilados. Aços ordinários. Composição. Propriedades e características mecânicas.
- Aços especiais. Composição. Propriedades e características mecânicas conforme os elementos de adição.
- Estrutura dos aços. Definição prática dos elementos constituintes. Diagramas de equilíbrio das ligas ferro-carbónicas.
- Postos críticos. Escala de dureza.

Tratamentos dos aços:

Tratamentos mecânicos:

- Processos de forjamento. Fornos e forjas.
- Trabalhos fundamentais de forjamento, estampagem e embutissagem.
- Estiramento. Máquinas e ferramentas utilizadas.
- Encalcamento. Punçoamento. Corte.
- Encravamento. Matrizes.
- Caldeamento.
- Laminagem. Laminadores.
- Trefilagem. Feiras.
- Prensagem. Matrizes.

Tratamentos térmicos:

- Têmpera. Meios apropriados. Factores que influem na têmpera.
- Recozido. Normalização.

Revenido.

Fornos. Aparelhos e instrumentos de verificação e segurança.

Tratamentos termoquímicos:

Cementação.

Cianetização.

Nitruração.

Carbonitruração.

Sulfonização.

Tratamentos superficiais:

Metalização.

Cromado duro.

Protecção contra a oxidação e corrosão.

Escolha. Recepção. Identificação dos aços:

Escolha de um aço.

Recepção dos aços. Especificação, composição e designação normalizada dos aços.

Metais não ferrosos e suas ligas:

Cobre. Estanho. Zinco. Chumbo. Antimónio. Alumínio. Sua metalurgia. Propriedades e aplicações em construção mecânica.

Ligas de cobre. Ligas antifricção. Ligas de alumínio. Ligas de magnésio. Composição, propriedades e aplicações em construção mecânica.

Escolha de metais ligas. Sua recepção. Especificação e designação normalizada.

Materiais não metálicos:

Madeiras. Variedades e suas aplicações em construção mecânica. Conservação.

Couro. Aplicação.

Cânhamo. Linho e algodão. Cordas e cabos.

Borracha e ebonite.

Amianto.

Abrasivos.

Plásticos.

2) Processos gerais de fabricação:

Generalidades:

Fundição ou vazamento:

Moldação. Definições. Moldação em areia. Moldação com coquilha. Moldação por pressão.

Areias de moldação.

Moldes. Placas-moldes. Machos.

Processos gerais de moldação:

Moldação em caixas.

Moldação à cércea.

Moldação no chão.

Moldação mecânica. Máquinas de moldar e desmoldar.

Moldações especiais.

Limpeza e rebarbação das peças fundidas.

Traçagem, corte e ajustamento:

Traçagem. Instrumentos de medição e traçagem. Traçagem no plano e no ar.

Máquinas-ferramentas:

Tipos de ferramentas. Natureza. Formas e aplicações.

Ângulo de corte e posição da ferramenta. Factores de rendimento de corte de metais com arranque de apra.

Tornos. Constituição e operações. Torno cilíndrico. Tornos especiais.

Engenho de furar.

Mandriladoras.

Limadores e escateladores.

Fresadoras. Divisor.

Máquinas de rectificar.

Verificação. Ajustamento manual e mecânico.

Caldeiraria e soldadura:

Caldeiraria. Operações:

Ferramenta.

Calandras. Máquinas de cortar.

Soldadura:

Soldadura por pressão.

Soldadura à base de oxigénio.

Soldadura aluminotérmica.

Soldadura eléctrica.

Soldas. Sua natureza e composição.

3) Caracteres gerais de uma boa organização de trabalho na construção mecânica. Secções de preparação, execução e verificação. Planos de fabricação.

Tecnologia Mecânica e Máquinas-Ferramentas Caldeiras — II

1) Caldeiras ou geradores de vapor:

Generalidades:

Vapor saturado. Temperatura e pressão de saturação.

Título de vapor.

Isotérmica prática de um fluido. Temperatura e pressão críticas de alguns vapores.

Vapor de água:

Vapor saturado. Calor do líquido. Variação do calor específico da água com a temperatura. Calor latente de vaporização. Calor interno e externo. Calor total de vaporização. Peso e volume específico. Entropia. Tabela de Zeunner.

Vapor sobreaquecido. Processo industrial do sobreaquecimento. Peso e volume específicos. Entropia. Equação de compressibilidade.

Transformação adiabática do vapor húmido e sobreaquecido. Trabalho desenvolvido.

Diagramas de Izart e Mollier. Aplicações. Condições finais de uma transformação de vapor. Cálculo do trabalho produzido. Velocidade de escoamento. Perdas verificadas ao longo da tubagem. Consumo de vapor na produção de trabalho.

2) Produção do calor:

Combustíveis:

Classificação dos combustíveis. Generalidades.

Combustíveis sólidos. Composição elementar. Análise imediata. Proporção dos produtos

voláteis, humidade, cinzas e carbono fixo. Características dos vários combustíveis sólidos naturais e artificiais.

Combustíveis líquidos. Petróleo e seus derivados, alcatrões e álcool. Características. Combustíveis gasosos.

Poder calorífico. Seu cálculo, conhecida a composição química elementar do combustível. Bomba calorimétrica de Mahler. Calorímetro de Junkers. Poder calorífico superior e inferior. Poder vaporizador.

Noções de energia termonuclear. Elementos radioactivos. Transporte de calor.

Combustão:

Combustão perfeita e imperfeita. Equação de combustão. Quantidade teórica de oxigénio e de ar necessário à combustão. Excesso de ar.

Produtos da combustão: quantidade e composição.

Pesquisas de oxigénio, bióxido de carbono e monóxido de carbono nos gases da combustão. Importância das pesquisas para a condução racional da combustão. Aparelhos analisadores. Registadores de bióxido de carbono.

Dados relativos à combustão de vários combustíveis. Temperatura de combustão e de inflamação.

3) Transmissão de calor:

Generalidades:

Recapitulação de noções de transmissão de calor. Definições. Condutibilidade. Convecção. Radiação. Poder emissor e poder absorvente.

Coefficiente de transmissão de calor.

Formas de transmissão de calor:

Transmissão por condutibilidade. Suas leis.

Transmissão por convecção. Factores que intervêm.

Transmissão por radiação. Leis. Factores que intervêm.

Transmissão por condutibilidade e convecção simultâneas.

Transmissão por condutibilidade e radiação simultâneas.

Transmissão por convecção e radiação simultâneas.

Coefficientes de condutibilidade, de convecção e de radiação.

Circunstâncias que modificam os coefficients.

Isolamentos térmicos. Dados práticos:

4) Fornalhas das caldeiras:

Generalidades:

Temperatura de combustão. Superfície de aquecimento. Consumo de combustível. Superfície livre e total da grelha. Intensidade de combustão. Perdas na combustão. Rendimento na fornalha.

Tipos de fornalhas. Fumivoridade. Grelhas fixas. Grelhas móveis e automáticas. For-

nalhas especiais para combustíveis sólidos pulverizados. Fornalhas para combustíveis líquidos ou gasosos.

Órgãos principais das fornalhas.

Queimadores para os combustíveis sólidos pulverizados e para os combustíveis líquidos. Constituição e funcionamento.

Tiragem:

Condutas de fumo. Disposições. Formas e secções.

Chaminés. Tiragem natural e tiragem forçada. Vantagens e inconvenientes. Cálculo da secção da boca e da altura das chaminés. Formas. Materiais.

Deprimómetros registadores.

5) Caldeiras:

Generalidades. Definições:

Classificação das caldeiras. Descrição dos principais tipos: de grande corpo; de tubos de fumo; de tubos de água; especiais.

Noções gerais sobre a construção e instalação das caldeiras. Normas regulamentares.

Defeitos e avarias. Causas de explosão.

Alimentação das caldeiras. Processos e aparelhos. Depuração de água de alimentação. Processos mecânicos e químicos. Desincrustantes.

Economizadores. Sobreaquecedores de vapor. Aquecedores de ar.

Dispositivos de verificação e segurança das caldeiras. Válvulas de segurança. Indicadores de nível. Válvulas de retenção. Manómetros. Purgadores.

Produção horária de vapor das caldeiras. Intensidade de vaporização. Rendimento das caldeiras. Rendimento total de uma instalação de vapor. Natureza das perdas e sua interpretação.

Escolha das caldeiras. Cálculo de superfície de aquecimento.

Prova das caldeiras. Normas regulamentares. Legislação sobre caldeiras.

Condução das caldeiras:

Cuidados do fogueiro. Manobras. Vigilância.

15.ª CADEIRA

Mecânica Técnica — I

1) *Introdução: Princípios fundamentais.*

2) *Estática:*

Estática do ponto material:

Transformações estáticas:

Composição e decomposição de forças

Momento de uma força em relação a um ponto ou a um eixo. Teorema geral dos momentos (de Varignon).

Condições de equilíbrio do ponto material livre.

Condições de equilíbrio do ponto material sujeito a ligações.

Estática do corpo sólido:

Composição e decomposição de forças paralelas. Centro de forças paralelas.

Momento de forças paralelas em relação a um plano. Coordenadas do centro de forças paralelas.

Binários:

Características de um binário.

Transformações estáticas com binários.

Redução de um sistema de forças. Elementos de redução:

Sistemas particularmente redutíveis.

Condições de equilíbrio do sólido livre.

Condições de equilíbrio do sólido sujeito a ligações.

Atrito, choque e vibrações:

Leis do atrito.

Atrito de escorregamento.

Atrito do rolamento.

Equilíbrio das máquinas simples:

Balanças.

Sarilhos: ordinário e diferencial.

Roldanas. Talhas: ordinária e diferencial:

Centros de gravidade:

Centros de gravidade de linhas, superfícies e volumes.

Métodos para a determinação de centros de gravidade:

Método dos momentos.

Método geométrico.

Método gráfico.

Teorema de Pappus-Guldin.

Com a aplicação do cálculo integral.

Momentos e produtos de inércia:

Momentos de inércia de linhas e superfícies planas e de volumes simples.

Produtos de inércia de linhas e superfícies planas.

Eixos principais de inércia. Sua determinação.

Elipse principal central de inércia. Seu traçado.

Utilização da elipse principal central de inércia para a determinação de momentos de inércia.

3) Cinemática:**Cinemática do ponto:**

Noções de repouso e movimento. Relatividade do movimento.

Localização de um ponto, recorrendo às representações intrínseca, cartesiana e vectorial.

Velocidade. Definição:

Decomposição do vector velocidade em coordenadas cartesianas, coordenadas cilíndricas e coordenadas polares ou esféricas.

Velocidade areolar.

Aceleração. Definição:

Decomposição do vector, aceleração em coordenadas cartesianas, coordenadas cilíndricas e coordenadas polares ou esféricas.

Movimento hodógrafo. Definição e aplicação.

Classificação dos movimentos:

Movimento uniforme. Lei do movimento.

Movimentos uniformemente variados. Lei destes movimentos. Sua representação gráfica.

Movimento circular.

Composição de movimentos.**Cinemática de um sistema rígido:**

Localização do sólido no espaço.

Movimentos canónicos do sistema rígido:

Movimento de translação.

Movimento de rotação.

Movimento helicoidal.

Movimento de uma figura plana no seu plano.

Centro instantâneo de rotação. Rolante e base:

Curvas notáveis geradas por um ponto de uma figura plana que se move no seu plano — cicloide, evolvente do círculo, etc.

Movimentos relativos:

Trajectória relativa, de transporte e absoluta.

Velocidade relativa, de transporte e absoluta.

Aceleração relativa, de transporte e absoluta. Aceleração complementar.

Composição de movimentos.

4) Dinâmica:**Dinâmica do ponto:****Equação do movimento:**

Forma vectorial. Equação fundamental da dinâmica.

Equações diferenciais.

Equações intrínsecas.

Problemas fundamentais da dinâmica do ponto: dada a força, determinar a lei do movimento; dada a lei do movimento, determinar a força.

Noções de quantidade do movimento, impulso de uma força e força viva.

Noções de trabalho elementar e finito:

Trabalho produzido por forças constantes ou variáveis em trajectórias rectilíneas ou curvilíneas. Trabalho num movimento de rotação.

Transmissão do trabalho nas máquinas — trabalho motor e resistente.

Representação gráfica do trabalho.

Princípio dos trabalhos virtuais.

Teoremas gerais da dinâmica do ponto:

Redutibilidade da dinâmica à estática.
Princípio d'Alembert.
Teorema da quantidade do movimento.
Teorema dos momentos cinéticos.
Teorema das forças vivas.

Movimento de um ponto material num meio resistente:

Resistência proporcional à velocidade.
Movimento vibratório amortecido.
Movimento num ponto num fluido.

Pêndulos:

Pêndulo simples.
Pêndulo cicloidal.
Pêndulo cónico.

Dinâmica do sólido:

Teoremas gerais da dinâmica do sólido:

Teorema da quantidade do movimento.
Teorema do movimento do centro de massa.
Teorema dos momentos cinéticos.
Teorema das forças vivas.

Mecânica Técnica — II

1) Estática gráfica:

Composição e decomposição de forças coplanares:

Polígono finicular.
Condições gráficas para que um sistema de forças esteja em equilíbrio, se reduza a um binário ou admita uma resultante.

Centros de gravidade de figuras planas.

Momentos de 1.^a ordem.

Momentos de 2.^a ordem.

Sistemas articulados:

Métodos para a determinação de tensões nas barras.
Métodos de Cremona, de Culman e de Ritter.

2) Hidráulica:

Noções gerais de hidrostática:

Hipótese da solidificação dos fluidos.
Altura piezométrica.
Teorema fundamental da hidrostática. Aplicações.
Impulso de um líquido em equilíbrio sobre uma superfície plana. Centro de impulso.
Impulso devido à pressão uniforme de um fluido sobre uma superfície curva.
Equilíbrio relativo de um fluido cujo recipiente tem movimento uniforme em torno de um eixo horizontal ou vertical.

Noções gerais de hidrodinâmica:

Movimento permanente. Equação de continuidade.
Teorema de Bernoulli. Fórmula de Torricelli.
Escoamento por orifícios de parede delgada e por grandes orifícios.

Movimento da água nos tubos. Equação fundamental. Perdas de carga.

Breves noções sobre quedas de água:

Potência de uma queda de água.
Classificação das quedas de água.
Elementos essenciais para a criação e utilização de uma queda de água.
Barragens fixas e móveis. Tomada de água.
Câmara de decantação. Canal de alimentação. Câmara de carga. Conduta forçada.
Central. Canal de fuga.

Máquinas hidráulicas:

Aparelhos para elevação de líquidos:

Sifões.
Pulsómetros.
Ejectores e injectores.
Bombas de êmbolo e rotativas.
Bombas centrífugas. Cálculo das dimensões principais e disposições construtivas.

Motores hidráulicos:

Rodas hidráulicas. Classificação. Equação geral e rendimento.
Turbinas hidráulicas. Classificação e descrição.
Estudo das turbinas de Pelton, Francis e Kaplan.
Escolha do tipo de turbina mais indicada para uma dada instalação.
Regulação das turbinas. Servomotores.

16.^a CADEIRA

Órgãos de Máquinas

1) Resistência de materiais:

Objecto da resistência de materiais. Conceitos fundamentais.
Deformações elásticas e permanentes. Limite de elasticidade.
Resistência simples:

Tracção:

Hipóteses formuladas para a dedução das equações fundamentais.
Ensaio de tracção. Elementos obtidos deste ensaio. Lei de Hooke.
Sólido de igual resistência à tracção.
Cálculo de peças submetidas à tracção.

Compressão:

Compressão cúbica e colunária. Equações fundamentais.
Cálculo de peças submetidas à compressão simples.

Corte:

Equações fundamentais. Hipóteses formuladas.
Cálculo de peças sujeitas ao corte simples.

Flexão:

Flexão simétrica e assimétrica. Condições requeridas pela flexão simétrica ou plana.
Equações fundamentais da flexão. Hipóteses formuladas.
Sólido de igual resistência à flexão. Propriedades deste sólido.
Diagramas dos momentos flectores e de esforços cortantes.
Flexão produzida por cargas móveis.
Linhas de influência dos momentos flectores e dos esforços cortantes. Seu traçado.
Cálculo de peças submetidas à flexão.

Varejamento:

Dedução das formas de Euler. Coeficiente de segurança contra o varejamento.

Torção:

Condições requeridas pela torção simples.
Equações fundamentais da torção. Hipóteses formuladas.

Aplicação do teorema dos trabalhos virtuais ao cálculo dos deslocamentos angulares e lineares:

Métodos de Maxwell Mohr, Castigliano, pesos elásticos e áreas momentos.

Resistências compostas.**Planos e direcções principais:**

Determinação da posição dos planos principais e dos valores das tensões principais.

Critérios de resistência:

Critério da tensão normal máxima.
Critério da deformação máxima.
Critério da tensão tangencial máxima.
Critério da resistência máxima.

Peças sujeitas apenas a tensões longitudinais:

Flexão com tracção ou compressão. Compressão excêntrica.

Peças submetidas apenas a tensões tangenciais:

Torção com corte.

Peças submetidas a tensões normais e tangenciais:

Flexão com corte.
Tracção ou compressão com torção ou corte.
Flexão com torção. Momento ideal de flexão.

2) Cálculo de órgãos de máquinas:**Órgãos de ligação:**

Rebites. Tipos de cravação. Cálculos.
Soldadura. Tipos. Cálculos.
Parafusos. Tipos de rosca. Cálculo. Condição de irreversibilidade.

Chavetas — longitudinais e transversais. Cálculos.

Molas de flexão e de torção. Cálculos.

Órgãos de transmissão do movimento de rotação:

Rodas de fricção — cilíndricas e cónicas.
Engrenagens. Estudo cinemático. Relações fundamentais. Dimensões e perfis dos dentes. Cálculo quanto à resistência:

Rodas cilíndricas de dentes direitos e inclinados.
Rodas cónicas.
Rodas helicoidais e hiperbólicas.
Parafusos sem fim e roda helicoidal.

Correias. Disposições nas transmissões. Tensões requeridas pela transmissão. Cálculo quanto à resistência.

Cabos — de fibras têxteis e metálicas. Disposições das transmissões. Cálculo.

Órgãos de movimento de rotação:

Veios e linhas de eixo. Disposições e cálculos.
Moentes. Chumaceiras e seus suportes.
Unões de veios.

Órgãos para transformação do movimento:

Cálculo do mecanismo biela-manivela:
Estudo cinemático e dinâmico.
Excêntricos. Rodas dentadas com cremalheira. Guias de movimento rectilíneo.

Órgãos para armazenar ou transportar fluidos:

Cálculo da espessura das paredes de um reservatório cilíndrico ou esférico.
Cálculo de tubos metálicos e suas uniões.
Juntas elásticas.

17.ª CADEIRA**Máquinas — I****Máquinas de vapor****1) Máquinas alternativas:**

Generalidades. História. Classificação.
Máquina monocilíndrica:

Descrição. Órgãos principais. Disposições. Funcionamento.

Modo de acção do vapor. Diagramas teórico e real. Rendimento termodinâmico. Defeitos de funcionamento revelados pelo diagrama real.

Causas da redução do rendimento termodinâmico e meios de os atenuar. Espaços mortos. Influência das paredes. Laminagens. Perdas de carga nas condutas e secções de passagem. Contrapressão. Compressão. Avanços à admissão e ao escape. Camisa de vapor e seu efeito.

Máquina de expansão sucessiva:

Máquinas de dupla expansão. Disposições Wolf e Compound. Máquinas de mais de duas expansões. Vantagens e inconvenien-

tes. Diagramas das máquinas de múltipla expansão. Totalização dos diagramas. Pressão média totalizada.

Máquinas de cilindros conjugados (motor de vapor):

Constituição e funcionamento. Vantagens e aplicações.

Cálculo das máquinas de êmbolo:

Potências teórica e indicada. Pressão média indicada. Indicadores. Potência efectiva. Dinamómetros. Potência nominal.

Traçado do diagrama previsto. Cálculo da pressão média indicada:

Cálculo do consumo teórico e efectivo do vapor.

Cálculo do diâmetro e do curso do êmbolo. Escolha da velocidade. Previsão do rendimento mecânico.

Distribuição de vapor:

Cálculo da secção de condutas e das aberturas para a admissão e escape no cilindro. Velocidade de circulação do vapor.

Sistemas de distribuição:

Gaveta ordinária e suas modificações. Vantagens e inconvenientes.

Gaveta cilíndrica.

Distribuição por torneiras e por válvulas.

Estudo gráfico de uma distribuição. Diagramas circular e de Zeunner.

Distribuição de marcha reversível. Dispositivos de mudança de marcha.

Regularização do movimento numa máquina de vapor. Grau de regularidade:

Diagrama das forças de inércia. Diagrama das forças tangenciais.

Volante. Cálculo das dimensões. Formas da pina.

Regulação da potência. Reguladores. Grau de sensibilidade. Tipos de reguladores.

Noções para o projecto de uma máquina alternativa de vapor.

Ensaio das máquinas de vapor:

Instrumentos e aparelhos utilizados para o ensaio.

Medição do consumo de vapor:

Tubo de Pitot.

Orifícios calibrados.

Aparelhos registadores.

Determinação do título de vapor. Calorímetros:

Calorímetro de condensação. Calorímetro separador. Calorímetro de estrangulamento.

2) Turbinas de vapor:

Generalidades.

Órgãos principais de uma turbina.

Noções de tubeira e de difusor.

Forma da tubeira.

Velocidade de escoamento do vapor.

Escoamento de um fluido considerando o atrito.

Expressão da energia recuperada numa expansão real.

Determinação da forma da tubeira. Seu traçado pelo método de Kohl.

Influência da pressão final.

Classificação das turbinas:

Turbinas de acção:

Fórmula fundamental das turbinas de vapor.

Estudo da turbina de Laval.

Condição de rendimento máximo.

Cálculo termodinâmico de uma turbina de acção com uma só roda motriz.

Triângulos de velocidades.

Dimensões gerais. Altura e largura das pás. Passo. Traçado do perfil de pás.

Cálculo das pás quanto à resistência.

Montagem.

Andares de pressão e de velocidade.

Diagrama das pressões e das velocidades numa turbina com vários andares de pressão.

Turbinas *Curtis* e *Rateau*. Disposições mistas.

Cálculo de uma turbina de acção com andar de pressão e vários andares de velocidade.

Turbinas de reacção. Rendimento periférico:

Condição de rendimento máximo.

Comparação dos dois tipos de turbinas.

Turbinas mistas.

Estudo da turbina *Parsons*.

Regulação das turbinas. Lubrificação.

Ensaio de turbinas.

Equilibragem estática e dinâmica.

3) Condensação do vapor:

Generalidades.

Tipos de condensadores:

Condensadores de mistura:

Condensadores de baixo nível.

Condensadores barométricos.

Condensadores de injeção.

Cálculo da quantidade de água para a condensação.

Condensadores de superfície:

Cálculo da superfície de condensação.

Comparação dos tipos de condensadores.

4) Compressores:

Generalidades. Teoria do ar comprimido.

Classificação dos compressores:

Compressores de êmbolo:

Órgãos principais de um compressor de êmbolo.

Cálculo do número de fases, da relação de compressão para cada fase e das temperaturas. Potência de accionamento da máquina motora.

Cálculo do curso do êmbolo, diâmetro e parede do cilindro. Cálculo do volante. Distribuição e regulação. Refrigeração.

Compressores rotativos. Classificação:

Órgãos principais.

5) Máquinas frigoríficas:

Generalidades:

Processos de produção do frio.

Fluidos e misturas frigorogêneas. Características.

Máquinas frigoríficas. Sua constituição e funcionamento.

Diagrama entrópico. Potência e refrigeração. Rendimento.

Evaporadores. Tipos. Constituição e formas. Capacidade dos evaporadores.

Cálculo e escolha de um evaporador.

Condensadores. Tipos. Efeito frigorífico de um condensador.

Válvulas e aparelhos de regulação automática. Termóstatos e presóstatos.

Sistemas de refrigeração mecânica e de absorção.

Elementos de uma instalação frigorífica. Considerações sobre as instalações frigoríficas.

Câmaras frigoríficas. Construção. Isolamentos. Materiais. Humidade e meios de eliminar. Temperaturas de conservação.

Acessórios, ligações e montagem das instalações. Ensaios.

Noções de cálculo das instalações frigoríficas para a conservação de produtos alimentares e para a produção do gelo.

Máquinas — II

Máquinas ou motores de combustão interna

1) Máquinas alternativas:

Generalidades. História. Classificação:

Evolução da máquina de combustão interna. Combustíveis utilizados nos motores. Características e propriedades.

Motores de 4 e 2 tempos de explosão, de combustão gradual e mistos. Órgãos principais. Funcionamento.

Estudo termodinâmico dos motores de combustão interna:

Diagramas teóricos dos motores de explosão (Otto), de combustão gradual *Diesel* e misto *Sabathe*. Expressões dos rendimentos térmicos teóricos. Influência e limite do grau de compressão. Estudo comparativo dos diagramas.

Diagramas reais. Causas das perdas e meios de as atenuar.

Traçado geométrico das curvas de expansão e de compressão.

Diagrama de distribuição e sua relação com o diagrama real indicado.

Potência dos motores de combustão. Rendimentos. Consumo de combustível:

Cálculo da potência indicada. Pressão média indicada:

Dispositivos para medir a pressão média. Indicadores mecânicos e eléctricos — Geiger, Farnboro e outros. Crítica dos processos.

Cálculo das potências efectiva e nominal. Avaliação do binário motor.

Processos práticos para avaliar a potência efectiva.

Crítica dos processos.

Regulação da potência. Mecanismos utilizados.

Análise e determinação dos rendimentos indicados, mecânico e económico. Valores dos rendimentos.

Consumo de combustível dos motores com a potência e o rendimento total ou económico. Consumo específico.

Análise e cálculo do balanço térmico.

Dinâmica dos motores de combustão interna:

Cálculo da cilindrada e da câmara de combustão.

Traçado do diagrama previsto. Diagramas totalizado e desenvolvido. Sua interpretação. Esforços no sistema êmbolo-biela-manivela:

Diagrama das forças de inércia e dos esforços tangenciais na manivela.

Regularidade. Associação e disposição de cilindros nos motores:

Estudo dinâmico do volante e da sua energia.

Leis de semelhança.

Distribuição:

Distribuição por válvulas. Secção de passagem da massa púda. Esquemas de comando das válvulas.

Distribuição por camisa única, camisa dupla e camisas rotativas.

Distribuição dos motores de 2 tempos. Lavagem e seu efeito no rendimento térmico dos motores.

Estudo e cálculo dos órgãos dos motores de combustão:

Quadros. Cilindros e camisas. Êmbolos e segmentos. Cavilhão. Biela. Manivela. Veio motor. Volante:

Órgãos de transmissão: Engrenagens. Veio de distribuição e excêntricos. Válvulas e suas molas. Balanceiros e hastes.

Equilibragem dos motores. Dispositivos utilizados.

Isolamento contra a propagação de vibrações.

Combustão e preparação da mistura combustível ou carburante:

Motores de explosão:

Sistemas de alimentação.

Comportamento da mistura combustível nas fases de admissão, compressão e exploração.

Poder antidetonante. Maneira de evitar a detonação.

Câmaras de combustão e de turbulência. Estudo dos carburadores. Descrição e tipos usados.

Regulação.

Carburação por injeção. Formas de realização. Vantagens.

Motores de combustão gradual:

Factores que influem na combustão. Pulverização do combustível. Pressão da massa de ar.

Sistemas de pulverização utilizados. Injeção mecânica ou directa e por ar comprimido. Mecanismos acessórios.

Turbulência. Sua necessidade na injeção directa.

Formas diversas das câmaras de combustão. Antecâmaras e câmaras de turbulência.

Bombas de combustível e pulverizadores-injectores.

Descrição e princípio de funcionamento. Tipos usados.

Regulação.

Sobrealimentação. Finalidade:

Sobrealimentação a baixa e alta pressão. Sistemas de sobrealimentação e lavagem. Compressores centrífugos.

Compressores alternativos. Resultados conseguidos com a sobrealimentação nos motores.

Inflamação:

Sistemas de inflamação.

Composição dos dispositivos de inflamação. Inflamação por magneto e por bateria com distribuidor.

Comparação e aplicação dos sistemas.

Volante gerador-magneto.

Velas. Constituição. Características.

Refrigeração. Finalidade:

Cálculo da quantidade de calor a subtrair.

Refrigeração por água. Circulação por termosifão.

Circulação forçada. Dispositivos utilizados.

Refrigeração por ar. Dispositivos utilizados.

Refrigeração dos êmbolos dos motores *Diesel*.

Lubrificação. Finalidade:

Lubrificantes utilizados. Características.

Sistemas de lubrificação. Circuito de lubrificação forçada. Bombas de óleo.

Tipos de motores de combustão:

Descrição de alguns tipos de motores industriais, de veículos automóveis, marítimos e de aviação:

Motor de êmbolos livres como gasificador. Constituição. Funcionamento. Aplicações.

Normas a observar para a escolha de uma planta motriz.

Condução e ensaio dos motores de combustão:

Mecanismos e sistemas de arranque utilizados nos motores de explosão, de combustão gradual *Diesel* e semi-*Diesel*.

Cuidados na condução. Avarias. Defeitos de funcionamento. Conservação.

Ensaaios dos motores. Curvas características e potência, de consumo de combustível e rendimentos. Processos práticos para a determinação do consumo de combustível.

2) Máquinas rotativas:

Motor de êmbolo rotativo de Wankel. Constituição e funcionamento. Características.

Turbinas de gás:

Generalidades. Classificação. Evolução da turbina de gás.

Turbinas de explosão e de combustão gradual. Constituição. Funcionamento:

Diagramas teórico e real de funcionamento das turbinas.

Rendimento térmico. Meios de melhorar o rendimento.

Regeneradores.

Vantagens das turbinas de combustão gradual em relação às turbinas com as máquinas alternativas de combustão.

Noções sobre a propulsão por reacção. Reactores.

Aplicações das turbinas como unidades independentes e como unidades auxiliares nas centrais térmicas, tracção ferroviária nos navios e nos aviões.

Turbinas termonucleares. Generalidades.

Laboratório de Máquinas

Trabalho n.º 1 — Estudo de classificação, constituição, funcionamento, condução, regulação, fixação e conservação de um motor de explosão.

Neste trabalho deverão registar-se todas as indicações anteriormente apresentadas, bem como as dos sistemas, aparelhos ou órgãos que fazem parte do motor, como, por exemplo, os sistemas de alimentação, de lubrificação, de arrefecimento, dos órgãos de distribuição e de regulação, de inflamação, etc.

Trabalho n.º 2 — Proceder, de harmonia com o trabalho n.º 1, à sucessão do estudo considerado num motor de combustão gradual, tipo *Diesel*.

Trabalho n.º 3 — Pôr em funcionamento e conduzir os motores de explosão e o de combustão gradual, depois de realizar os trabalhos n.ºs 1 e 2, considerando as operações de arranque, regime, paragem e regulação da potência com a carga. Registar dados de potência, de con-

sumo, de velocidade com diversas cargas e de rendimento, pelos meios de que se possa dispor.

Trabalho n.º 4 — Realizado o trabalho anterior, proceder à desmontagem de cada motor, seguindo-se, para isso, uma ordem previamente definida que permita depois uma rápida e fácil montagem.

Posteriormente à desmontagem de cada motor, fazer o estudo de cada peça ou órgão, aparelho ou sistema, registando o que se tornar mais conveniente e importante para uma melhor identificação do motor que se tratou no trabalho realizado.

Estudo e verificação das normas de ajustamento, das folgas e tolerâncias nos diversos órgãos dos motores.

Trabalho n.º 5 — Proceder à limpeza, lubrificação e correcção de qualquer defeito que se tenha verificado em qualquer peça, órgão, aparelho ou sistema, após o que se deverá seguir a montagem do motor dentro da orientação seguida no trabalho anterior, em sentido inverso, verificando-se as ligações ou fixações na forma mais correcta.

Trabalho n.º 6 — Arranque do motor, seja de explosão ou de combustão gradual, seguindo-se a ordem das operações indicadas no trabalho.

Trabalho n.º 7 — Investigar os defeitos de funcionamento que se possam apresentar para um motor, no trabalho n.º 6, verificando-se as ligações, os sistemas de alimentação, de regulação, de distribuição, de lubrificação, de arrefecimento, etc., até que o funcionamento se torne regular.

Ensaio da fálsea eléctrica nas velas de ignição e sua regulação.

Trabalho n.º 8 — Bombas de injeção e válvulas de injeção do combustível. Sua afinação no banco de ensaios.

Trabalho n.º 9 — Mediante as características de qualquer motor de combustão do laboratório, estudar e definir a potência, o consumo, a velocidade, o rendimento indicado e o rendimento mecânico, indo até, se possível for, ao estudo material de que ele é constituído.

Trabalho n.º 10 — Mediante a potência do motor de combustão, definir características e outros factores que permitam identificar ou qualificar o mesmo motor.

Trabalho n.º 11 — Previsão de avarias e processos de as corrigir, nas diversas peças ou órgãos dos motores.

Trabalho n.º 12 — Estudo dos combustíveis sob o ponto de vista de: ponto de inflamação, acendimento, viscosidade, pressão de combustão, etc., uma vez que se dispõem de aparelhos, máquinas ou condições para os ensaios indicados.

Trabalho n.º 13 — Analisadores. Análises dos gases de escape provenientes da combustão. Sua influência no funcionamento dos motores.

18.ª CADEIRA

Hidráulica Geral e Aplicada — I

1) Hidráulica geral:

Introdução.

Objecto da hidráulica. Hidrostática, hidrodinâmica e hidráulica.

2) Hidrostática:

Fluidos perfeitos e fluidos naturais:

Massa, densidade e peso específico. Unidades.

Pressão num ponto. Unidades.

Direcção da pressão em relação ao elemento premido:

- Igualdade de pressão em torno de um ponto;
- Princípio de Pascal e suas aplicações práticas;
- Trabalho do meio ambiente sobre um corpo que se deforma.

Equação geral da hidrostática. Superfícies de nível. Estudo da variação da pressão num líquido em repouso:

- Vasos comunicantes e líquidos sobrepostos;
- Pressão unitária e impulso resultante das pressões;
- Altura piezométrica e plano de carga hidrostática.

Pressão atmosférica. Altura representativa da pressão. Unidades:

- Diagrama das pressões ou de impulso;
- Centro de pressão e impulso resultante das pressões sobre superfícies planas e curvas;
- Processos analíticos e geométricos para a sua determinação;
- Fórmulas gerais considerando um trapézio inclinado e referidas às profundidades ou às distâncias;
- Posição dos centros de pressão em relação aos centros de gravidade.

Faixas de igual pressão: processo gráfico e analítico.

Adufas. Açudes de agulhas. Estabilidade de um açude. Reservatórios e caldeiras.

Espessura de tubos (cálculo). Consulta dos catálogos comerciais:

- Comportas de nível constante. Portas de eclusas e portas-batéis;
- Princípio de Arquimedes. Equilíbrio e estabilidade dos corpos imersos e flutuantes. Indicação de algumas aplicações práticas.

Equilíbrio relativo dos fluidos em vasos animados de movimento de rotação (eixo horizontal e eixo vertical). Aplicações práticas na turbinagem, fundição, indicadores de velocidade.

3) Hidrodinâmica:

Movimento permanente e movimento variado. Suas características:

Paralelismo das secções.

Princípio da continuidade. Vazão ou caudal. Regime das pressões nos líquidos em movimento. Pressão estática e pressão dinâmica.

Teorema de Bernoulli. Enunciados e representação gráfica:

- a) Plano de carga e linhas de carga estática e efectiva;
- b) Linha de níveis piezométricos e carga entre dois pontos;
- c) Perdas de carga e indicação sumária de algumas das suas causas. Introdução das perdas de carga na equação de Bernoulli;
- d) Generalização do teorema de Bernoulli ao movimento relativo.

Escoamento por orifícios:

Indicação dos vários dispositivos usados na prática e fins em vista.

Contração da veia líquida — contração completa e incompleta.

Coefficientes de velocidade, de contração e de vazão.

Vazão teórica e vazão efectiva.

Vazão sob carga constante:

- a) Orifícios completos (atendendo às suas formas, dimensões, situação e carga). Adufas e caleiras. Vazão sob pressão;
- b) Descarregadores (atendendo aos seus perfis e posição, à natureza do lençol líquido e à carga). Aplicações várias;
- c) Tubos adicionais. Teorema de Bélanger. Perdas de carga por variação de secção. Aplicações práticas e dispositivos mais frequentemente adoptados nas canalizações.

Tabelas de coeficientes de vazão.

Vazão por orifícios completos sob carga variável:

- a) Secção variável;
- b) Secção constante;
- c) Caudal alimentar;
- d) Movimento da água nos tubos.

Hipótese de Navier. Velocidade média.

Atrito dos líquidos. Leis de expressão geral dos atritos.

Equação fundamental do movimento em tubos de diâmetro constante. Carga e perda de carga:

- a) Fórmulas práticas; tabelas e ábacos para as suas aplicações;
- b) Influência do diâmetro e da carga sobre o caudal;
- c) Influência de uma variação de diâmetro sobre a carga (condições económicas para a instalação de uma central elevatória);
- d) Perdas nos postos singulares de uma canalização (mudanças de secção, de direcção e dispositivos vários).

Estudo de um tubo simples de diâmetro e vazão constante:

- a) Tubo alimentado por um ou dois reservatórios — serviço de extremi-

dade e serviço de percurso. Caudal equivalente;

- b) Limite da velocidade nas canalizações;
- c) Diâmetro e velocidade mais económica no caso de um tubo elevatório;
- d) Potência de uma estação elevatória. Tubo de derivação;
- e) Tubos mistos — preponderância do troço de menor secção sobre o caudal;
- f) Tubos complexos. Necessidade da sua aplicação;
- g) Tubos equivalentes. Vantagens e economia resultante do seu emprego.

Golpes de aríete nas canalizações. Repuxos. Sifões. Distribuição de água:

- a) Estudos prévios e dados a colher. Sistema de distribuição;
- b) Traçado. Situação dos reservatórios.
- c) Caudais a fornecer e localização dos vários pontos a abastecer;
- d) Cálculo dos diâmetros. Solução mais económica;
- e) Velocidades médias nos diferentes troços;
- f) Cargas disponíveis em cada ponto;
- g) Linhas de carga e perfis longitudinais.
- h) Preenchimento do mapa de uma distribuição de água;
- i) Peças que constituem um projecto de distribuição;
- j) Precauções a tomar para meter uma rede em carga.

Movimento da água nos canais.

Variação de velocidade numa secção — velocidade máxima, velocidade no fundo e velocidade média.

Regime uniforme e regime variado:

Equação do movimento no regime uniforme:

- a) Fórmulas práticas — tabelas e ábacos para as suas aplicações;
- b) Quantidades principais que influem no custo de um canal;
- c) Secções usuais e suas características;
- d) Limites de velocidade média e do declive;
- e) Raio médio das várias secções;
- f) Forma mais vantajosa para a secção;
- g) Trapézio de vazão máxima;
- h) Canal de derivação.

Secções de aquedutos e de esgotos. Níveis correspondentes à máxima vazão e à máxima velocidade:

- a) Regolho e ressalto. Curvas de regolho;
- b) Avaliação de caudais.

4) Operações hidrográficas; hidrométricas e taquimétricas:

Medição directa dos pequenos caudais:

Contadores para canalizações — contadores Venturi.

Medição por orifícios completos e por descarregadores (regatos e pequenos ribeiros).

Medição quando existe um açude.

Determinação da área (secção) de um curso de água.

Estudo das variações das velocidades numa secção. Fórmulas e tabelas.

Medição das velocidades:

- a) Flutuadores;
- b) Tubo Pitot;
- c) Tubo de Darcy;
- d) Flutuador duplo ou composto;
- e) Dinamómetro e taquímetro;
- f) Molinetes;
- g) Haste lastrada.

Avaliação de caudais pelo método das soluções salinas.

Cálculo dos caudais pela velocidade média da secção, pelo método de Harlacher e pelo método de Culmann.

Cálculo do caudal conhecendo o perfil longitudinal e vários perfis transversais do curso de água.

Escalas de vazão: caudal integral e caudal médio.

Fórmula empírica para a avaliação dos caudais dos cursos de água.

Aula Prática de Hidráulica — I

- 1) Determinação de pressões totais e centros de pressão sobre superfícies.
- 2) Aplicação aos açudes, barragens, reservatórios, etc., tendo em vista obter os dados necessários aos cálculos de resistência que são professados noutras cadeiras do curso.
- 3) Cálculo de vazões por orifícios completos, descarregadores, tubos adicionais nos casos de maior aplicação prática.
- 4) Cálculo do tempo da descarga de um reservatório com caudal alimentar ou não (carga variável).
- 5) Determinação de perdas de carga.
- 6) Resolução de problemas sobre o movimento da água nos tubos e redes de distribuição, canais, aquedutos e esgotos.
- 7) Traçado da linha dos níveis piezométricos numa secção de uma rede de distribuição.
- 8) Prática de interpolação nas tabelas dos coeficientes de vazão e leitura de gráficos e ábacos para resolução de vários problemas.
- 9) Consulta dos formulários de hidráulica, tabelas e catálogos diversos.
- 10) Observações:
 - a) O desenvolvimento e número de trabalhos serão organizados de acordo com o tempo disponível durante o ano lectivo e com o aproveitamento dos alunos.
 - b) Cada aluno organizará um *dossier* (modelo uniforme) de todos os seus trabalhos, que ficará arquivado no gabinete da 10.ª cadeira.

Hidráulica Geral e Aplicada — II

1) Hidráulica urbana:

Abastecimento de águas.

Hidrogeologia. Utilidade destes estudos.

Origem das águas subterrâneas (chuva).

Pluviometria. Observações pluviométricas.

Chuva média anual. Chuva máxima e mínima anual. Chuva média mensal, intensidade, frequência e probabilidade da chuva.

Isoietas e seu traçado.

Fracções da chuva: evaporação, escorrentia e infiltração.

Terrenos permeáveis e impermeáveis. Porosidade e permeabilidade. Permeabilidade directa e indirecta.

Medição da porosidade.

Processo da infiltração. Nível freático, artesianismo.

Classificação das nascentes: de emergência, de afloramento e filonianas ou diaclásicas. Ressurgências e exurgências.

Qualidade das águas das toalhas aquíferas e das nascentes.

Potência das toalhas aquíferas e caudal das nascentes.

Pesquisa das nascentes e das toalhas aquíferas.

Estudo das reservas aquíferas.

Noções sobre a teoria do escoamento subterrâneo.

Experiência de Darcy. Fórmula de Dupuit.

Toalha aquífera sobre um plano horizontal, sobre um plano inclinado.

Galeria filtrante sobre um plano horizontal.

Poço filtrante aberto numa toalha horizontal.

Poços artesianos.

Teoria de Nourtier. Exemplos de aplicações práticas.

2) Salubridade urbana:

Utilização e indispensabilidade da água.

Águas potáveis. Suas qualidades.

Colheitas de amostras e análises.

Depuração das águas: decantação, filtração e esterilização.

Quantidades de água necessária ao abastecimento, variações de consumo.

Captação das águas; nascentes; cisternas e depósitos; rios; torrentes e lagos; derivações; albufeiras; poços, galerias filtrantes e minas.

Reservatórios e depósitos.

Elevação da água.

Condução da água desde a captação.

Obras de arte (arcos, pontes, sifões e túneis e obras acessórias, clarabóias, poços de visita, ventiladores, etc.).

Materiais, aparelhos e dispositivos vários numa canalização.

Distribuições urbanas. Sistemas vários. Provas de uma canalização.

Fornecimento e venda de água ao consumidor. Contadores e sua aferição.

Abastecimento público (chafarizes, marcos, fontanários, bebedouros, balneários, sentinas, bocas de incêndio, de rega e de lavagem. Águas decorativas).

Distribuição nos edifícios públicos e particulares.

Conservação das distribuições de água.
O abastecimento de água às cidades de Lisboa e do Porto.

3) Esgotos:

Matérias a esgotar. Classificação e quantidade.
Indispensabilidade dos esgotos na salubridade urbana.
Sistema de esgotos: colectores, reservatórios e emissores.

Sistema circulante misto:

Águas negras e águas meteóricas.
Traçado e secções. Cálculo.

Sistema circulante separativo (líquidos separados):

Velocidade e declive.
Traçados e secções.
Materiais na circulação de águas negras.
Cálculo de rede.
Evacuação das águas limpas.

Instalação das canalizações.
Vedação por válvulas e sifões.
Poços de limpeza e visita.
Execução dos trabalhos.
Esgoto das habitações; dispositivos vários (sifões, caixas de visita, válvulas, etc.).
Ventilação.
Limpeza. Autoclismos.
Destino das águas dos esgotos. Fossas.
Depuração e aproveitamento dos esgotos.
Esgotos pneumáticos.
Os esgotos de Lisboa e Porto.

4) Hidráulica agrícola:

Generalidades.
A agricultura e o clima.
O solo. Propriedades físicas e químicas. Categoria de terras.
A vida das plantas. Consumo da água para a sua constituição e compensação da evaporação (transpiração).
Substâncias fertilizantes em suspensão ou dissolução na água.
Drenagem e enxugo, colmatagens e dessalgamentos:

Drenagem.
Origens da água em excesso. Inconvenientes.
Teoria da drenagem. Efeitos da drenagem.
Estabelecimento de um sistema de drenagem: drenagem longitudinal e drenagem transversal.
Profundidade e intervalo de drenos.
Declives, diâmetros e vazão pelos drenos e colectores.
Área semeada.
Traçado e comprimento dos drenos.
Cálculo dos emissores.
Execução de uma drenagem. Dispositivos vários. Conservação.

Poços absorventes.
Valas de enxugo (abertas e fechadas). Rega, colmatagens e dessalgamentos:

Fins de rega, das colmatagens e dos dessalgamentos. Vantagens.

Ação fertilizante, de arejamento do solo e de aquecimento.

Qualidades das águas a empregar.

Épocas de rega. Quantidades de água em cada rega e em cada período de rega. Caudais.

Dados práticos.

Captação das águas. Derivação com e sem açude.

Canais de rega. Traçados, perfis e velocidades. Obras de arte.

Perdas por evaporação e infiltração.

Módulos e partidores. Distribuição da água e de irrigação. Períodos de rega e horário.

Métodos de rega, armação do terreno. Sistema distributivo e collector:

- a) Escorrimento;
- b) Inundação;
- c) Submersão;
- d) Infiltração;
- e) Aspersão.

Escolha do método a adoptar.

Execução dos trabalhos.

Rega para fins especiais.

Obras de rega em Portugal.

Utilidade das colmatagens. Águas utilizáveis. Métodos de colmatagem (contínuo e intermitente).

Conservação das obras de rega e de colmatagem.

Dessalgamento dos terrenos. Valorização.

Aula Prática de Hidráulica — II

- 1) Aplicação sobre as matérias constantes do programa da cadeira para melhor compreensão e facilidade de aplicação.
- 2) Comparação de várias secções de esgoto e escolha da secção mais conveniente.
- 3) Cálculo de uma pequena rede de distribuição de águas, organizando-se o projecto com todas as peças necessárias.
- 4) Cálculo da medição do caudal de um curso de água.
- 5) Consulta de formulários, tabelas, catálogos e bibliografia necessários para a execução dos trabalhos práticos a realizar. Visitas e missões de estudo.
- 6) Abastecimento de águas a Lisboa. Depósito das Amoreiras. Aqueduto das Águas Livres e depósito dos Barbadinhos. Captação por poços do Carregado à sede da Companhia para examinar o plano geral de captação, condução e distribuição de água à cidade.
- 7) Câmara Municipal de Lisboa. Consulta dos planos respeitantes ao sistema de esgotos da cidade.
- 8) Visita no fim do curso, tendo por objecto a observação das principais obras de hidráulica do País, já executadas ou em construção, como sejam os serviços de captação de águas, saneamentos da cidade do Porto (esgotos pneumáticos). Barragens de centrais hidroeléctricas ou para irrigação, etc.

19.ª CADEIRA

Topografia

1) Noções preliminares:

Definições:

- a) Topografia;
- b) Planimetria;

- c) Altimetria;
- d) Limite das plantas topográficas.

Escalas. Cartas.
Sinais convencionais.

2) Representação do relevo do terreno:

Pontos cotados:

Método.
Problemas.

Curvas de nível:

Método.
Problemas.

Normais.
Método hipsométrico.

3) Leitura e utilização de cartas:

Medições de distâncias na carta. Curvímetros de mostrador e escala.

Medição de áreas na carta:

Métodos analíticos.
Método mecânico. Planímetro.

Exercícios de leitura de uma carta:

Leitura de uma carta sem a comparar com o terreno.

Leitura de uma carta feita em face do terreno.

Relações entre a planimetria e o nivelamento. Leis de Brisson.

Desenho e reprodução de cartas. Pantógrafo.

4) Orientação:

- a) Pela bússola;
- b) Por meio da carta;
- c) Pelos astros;
- d) Por índices e informações.

5) Planimetria:

Métodos de levantamento:

- a) Método das coordenadas ou das normais;
- b) Método das poligonais ou de caminhar e medir;
- c) Método das coordenadas polares ou de irradiação;
- d) Método de intersecção;
- e) Método de Pothot ou dos pontos isolados;
- f) Método dos alinhamentos;
- g) Método da triangulação;
- h) Método fotográfico;
- i) Combinação dos métodos fundamentais.

Medição de distâncias no terreno:

- a) Alinhamentos;
- b) Medição directa de distâncias;
- c) Medição indirecta de distâncias. Miras, estádias simples e lunetas topográficas. Telémetros.

Medição de ângulos:

- a) Esquadros;
- b) Goniómetros: pantómetro e bússolas;
- c) Goniógrafos: prancheta, alidades e acessórios.

Levantamentos expeditos.

6) Altimetria:

Definições:

- a) Nivelamento;
- b) Superfícies e linhas de nível;
- c) Níveis verdadeiro e aparente.

Processos de nivelamento:

- a) Nivelamento directo. Modelos de cadernetas;
- b) Nivelamento indirecto. Modelos de cadernetas;
- c) Nivelamento barométrico;
- d) Causa de erros de nivelamento.

Instrumentos usados no nivelamento directo:

- a) Níveis. Tipos. Verificações e rectificações;
- b) Níveis de óculo. Tipos. Verificações e rectificações.

Nivelamentos expeditos.

7) Instrumentos de planimetria e nivelamento indirecto:

Teodolitos:

- a) Descrição. Tipos de teodolitos;
- b) Condições de funcionamento do teodolito na medição de ângulos;
- c) Rectificações dos teodolitos;
- d) Métodos de repetição, de reiteração e das observações cruzadas.

Taqueómetros. Utilização, verificações e rectificações.

Taqueómetros auto-redutores.

8) Fotogrametria:

Fotogrametria terrestre.

Fotogrametria aérea.

Aparelhos usados:

- a) Câmaras fotográficas;
- b) Fototeodolitos;
- c) Restituidores;
- d) Aparelhos estereofotogramétricos.

9) Topografia mineira:

Execução dos levantamentos.

Aparelhos usados:

- a) Bússolas de mina: agrimensur e suspensa;
- b) Teodolitos;
- c) Alvos luminosos.

10) Execução dos levantamentos. Cálculos topográficos:

Levantamento das poligonais:

- a) Medições dos comprimentos dos lados e dos ângulos;
- b) Cálculo das poligonais. Azimutes dos lados. Coordenadas cartesianas dos vértices;

- c) Compensação das poligonais, analítica e gráfica;
- d) Poligonização apropriada na triangulação.

Métodos:

- a) De irradiação;
- b) Das normais;
- c) Das intersecções;
- d) De recorte;
- e) Dos alinhamentos;
- f) Das medidas métricas;
- g) Expeditos.

11) Hidrografia:

Levantamentos hidrográficos.
Nivelamentos.

Aula Prática de Topografia

1) Exercícios de leitura de cartas:

- a) Instrumentos usados;
- b) Conhecimento dos sinais convencionais;
- c) Exame das formas naturais de terreno, simples e compostas, e das relações entre a planimetria e o nivelamento;
- d) Avaliação de áreas na carta. Uso do planímetro;
- e) Exercícios de perfis do terreno, na carta;
- f) Descrição completa de um trecho de terreno representado na carta.

2) Uso do pantógrafo.

3) Exercícios de orientação.

4) Medições directa e indirecta de distâncias.

5) Medições de ângulos. Goniómetros e goniógrafos.

6) Exercícios de nivelamento directo e indirecto.

7) Uso dos níveis de óculo, dos teodolitos, dos taqueómetros e alidades. Aparelhos auto-redutores.

8) Rectificações da aparelhagem indicada no número anterior.

9) Nivelamento geométrico de perfis, desenhando-os em seguida.

10) Execução, no campo, de levantamento à prancheta e a taqueómetro, desenhando a respectiva planta.

11) Idem com esquadros e fitas.

20.ª CADEIRA

Elementos de Topografia (1.º semestre)

1) Introdução:

Definições:
Escala. Cartas.
Sinais convencionais.

2) Representação do relevo do terreno:

Pontos cotados.
Curvas de nível.
Normais.
Método hipométrico.

3) Leitura e utilização das cartas:

Medições de distâncias na carta.
Medição de áreas na carta:

- a) Métodos analíticos;
- b) Método mecânico. Planímetro.

Leitura de cartas.
Desenho e reprodução de cartas. Pantógrafo.

4) Orientação:

Pela bússola.
Por meio de carta.
Pelos astros.

5) Planimetria:

Métodos de levantamento:

- a) Método de triangulação;
- b) Método das poligonais;
- c) Método das coordenadas rectangulares ou das normais;
- d) Método de irradiação ou das coordenadas polares;
- e) Método de intersecção;
- f) Método de alinhamentos;
- g) Método fotográfico;
- h) Combinação dos métodos.

Determinação dos azimutes dos lados dos polígonos e dos triângulos.

Cálculo das coordenadas cartesianas dos vértices.

Medição de distâncias no terreno:

- a) Alinhamentos;
- b) Medição directa de distâncias;
- c) Medição indirecta de distâncias. Miras, estádias simples e lunetas topográficas. Telémetros.

Medição dos ângulos. Aparelhos e seu uso.

- a) Esquadros;
- b) Goniómetros;
- c) Goniógrafos.

6) Altimetria:

Nivelamento. Superfícies e linhas de nível. Níveis verdadeiro e aparente.

Processos de nivelamento:

- a) Nivelamento directo;
- b) Nivelamento indirecto;
- c) Nivelamento barométrico;
- d) Causas de erros de nivelamento.

Instrumentos usados no nivelamento directo:

- a) Níveis. Tipos. Verificações e rectificações;
- b) Níveis de óculo. Tipos;
- c) Exame e uso dos níveis de óculo.

7) Instrumentos:

Teodolitos:

- a) Descrição do instrumento. Tipos de teodolitos;
- b) Condições de funcionamento do teodolito na medição dos ângulos;
- c) Uso dos teodolitos.

Taqueómetros. Exame e uso.
Taqueómetros auto-redutores.

8) Levantamentos expeditos.

Aula Prática de Elementos de Topografia

1) Exercícios de leitura de cartas:

- a) Instrumentos usados;
- b) Conhecimento dos sinais convencionais;

- c) Exame das formas naturais de terreno, simples e compostas; e das relações entre a planimetria e o nivelamento;
- d) Avaliação de áreas;
- e) Exercícios de perfis do terreno, na carta.

- 2) Levantamento à fita. Desenho da planta.
- 3) Levantamento a taqueómetro. Desenho da planta.
- 4) Nivelamento de um perfil, desenhando-o em seguida.

21.ª CADEIRA

Estradas e Caminhos de Ferro — I

Estradas

1) Introdução:

Definições. Estatística.

Classificação das estradas portuguesas. Plano rodoviário.

Partes componentes de uma estrada:

- a) Faixa de rodagem. Largura e forma;
- b) Bermas;
- c) Valetas;
- d) Taludes.

Eixo, planta, perfis e trainéis de estrada:

- a) Eixo de estrada;
- b) Planta;
- c) Perfis longitudinais;
- d) Perfis transversais;
- e) Construção e sobreposição de perfis;
- f) Trainéis.

2) Veículos. Resistências à sua circulação e esforço tractor:

Veículos.

Resistências ao movimento:

- a) Resistência ao movimento em terreno horizontal;
- b) Resistência ao movimento nas rampas;
- c) Resistência do ar.

Tracção mecânica. Esforço de tracção e consumo de energia.

3) Estudo e redacção de projectos:

Considerações sobre os traçados:

- a) Considerações estratégicas;
- b) Considerações económicas;
- c) Considerações técnicas. Plano rodoviário.

Trabalhos de campo:

- a) Reconhecimento;
- b) Levantamento da planta geral;
- c) Piquetagem dos alinhamentos rectos e vértices da poligonal;
- d) Medições de ângulos;
- e) Piquetagem das curvas;
- f) Piquetagem geral;
- g) Nivelamento longitudinal;
- h) Perfis transversais;
- i) Planta parcelar;
- j) Notas diversas a colher no campo;
- k) Modelos de cadernetas.

Trabalhos de gabinete. Plano rodoviário:

Peças desenhadas:

- a) Nomenclatura, disposição e organização das peças desenhadas. Normas portuguesas;
- b) Planta geral;
- c) Perfil longitudinal;
- d) Perfis transversais. Perfis-tipos;
- e) Planta parcelar;
- f) Obras de arte.

Peças escritas:

- a) Normas portuguesas;
- b) Memórias descritiva e justificativa. Cadernos de encargos;
- c) Medições das obras;
- d) Séries de preços;
- e) Orçamento.

Comparação de traçados.

4) Curvas de concordância:

Inscrição dos veículos nas curvas:

- a) Sobrelargura nas curvas;
- b) Sobrelevação nas curvas;
- c) Visibilidade nas curvas.

Concordância de alinhamentos. Curvas circulares e de transição.

Concordância de trainéis.

5) Cálculos das áreas dos perfis transversais e de volumes:

Cálculo das áreas dos perfis:

- a) Processos geométricos;
- b) Processos analíticos;
- c) Processos mecânicos.

Cálculo dos volumes:

- a) Método exacto;
- b) Métodos da média das áreas e da média das distâncias entre perfis;
- c) Método da área média;
- d) Mapas de cálculo de volumes.

Compensação das terraplenagens.

6) Distribuição das terras:

Generalidades.

Distribuição pelo mapa ou por gráficos.

Distribuição pelo método gráfico de Lalanne.

Distribuição pelo método gráfico de Bruckner:

- a) Construção da curva de Bruckner;
- b) Propriedades desta curva;
- c) Determinação da linha de distribuição;
- d) Determinação da distância média de transporte;
- e) Prática do método.

7) Execução das terraplenagens:

Restabelecimento do traçado. Pontos de nível para a execução das terraplenagens.

Execução das escavações.

Execução dos aterros. Compactação.

Regularização e co solidação de taludes.
Execução das terraplenagens por meios mecani-
zados.

- 8) *Obras de arte correntes e accessórias. Generalidades.*
9) *Pavimentação:*

Generalidades.

Tipos de pavimentos:

- a) Pavimentos de pedra britada;
- b) Calçadas;
- c) Pavimentos de betão;
- d) Pavimentos betuminosos;
- e) Outros tipos de pavimentos.

- 10) *Vias urbanas:*

Perfis-tipos de arruamentos.

Traçado de arruamentos.

Passeios e alamedas.

Acessórios: esgotos e arborização.

- 11) *Conservação e reparação das estradas:*

Estatuto das estradas nacionais.

Organização do pessoal.

Reparação de empedrados e calçadas.

Reparação de pavimentos betuminosos.

Reparação de outros tipos de pavimentos.

Conservação das partes accessórias.

- 12) *Polícia de estradas — Estatuto das Estradas Nacio-
nais.*

Aula Prática de Estradas

Projecto de um troço de estrada, compreendendo tra-
balhos de campo e a elaboração de todas as peças dese-
nhadas e escritas que o constituem.

Estradas e Caminhos de Ferro — II

Caminhos de ferro

- 1) *Introdução:*

História.

Classificação das linhas de caminhos de ferro por-
tugueses.

Ideia geral da organização dos serviços de cami-
nhos de ferro.

- 2) *Noções gerais do estudo de um traçado de caminhos
de ferro:*

Características técnicas. Infra-estruturas.

Escolha da bitola da via.

Raios das curvas.

Inclinação de trainéis.

Posição das estações e bifurcações.

- 3) *Via férrea:*

Perfis transversais-tipos.

Elementos essenciais da superestrutura:

- a) Carris;
- b) Juntas dos carris: barretas, parafusos e
anilhas. Calços;
- c) Fixação de carris. Tira-fundos;
- d) Cunha Barberot e encostos metálicos;
- e) Fixadores de carris, estroncas;

f) Travessas;

g) Balastro;

h) Contracarris das passagens de nível.

- 4) *Aparelhos e grupos de aparelhos de via, atravessa-
mentos:*

Mudanças de via simples e dupla.

SS ou diagonais de ligação simples e duplas.

Atravessamentos:

- a) Atravessamentos oblíquos;
- b) Atravessamentos rectangulares;
- c) Transversais de junção simples;
- d) Transversais de junção dupla.

Bretelle.

Manobra de agulhas.

Cálculo das mudanças de via e dos atravessa-
mentos.

Placas girantes.

Chariots rolantes.

- 5) *Traçado de curvas:*

Generalidades.

Escalas. Disfarce da escala.

Curvas circulares e de transição.

Métodos de regularização por correcção das fle-
chas.

Concordância de trainéis.

- 6) *Assentamento e conservação da via:*

Assentamento da via. Distribuição de carris curtos
nas curvas.

Deformações da via.

Organização do serviço de conservação.

Pessoal de conservação.

Trabalhos de conservação. Linha electrificada.

- 7) *Obras de arte:*

Obras de arte destinadas a dar esgoto às águas
(vide 1.º ano).

Obras destinadas ao restabelecimento de comu-
nicações:

- a) Passagem superior. Gabaris;
- b) Passagem inferior. Gabaris;
- c) Passagem de nível.

Túneis:

- a) Emprego dos túneis;
- b) Métodos de perfuração;
- c) Revestimento dos túneis;
- d) Esgoto das águas.

- 8) *Gares e estações. Via única e via dupla:*

Apeadeiros e estações:

- a) Apeadeiros;
- b) Pequenas estações;
- c) Estações de importância média;
- d) Principais.

Gares especiais:

- a) Gares marítimas e fluviais;
- b) Gares de triagem.

Edifícios das estações:

- a) Serviço de passageiros;
- b) Serviço de mercadorias;
- c) Serviço de tracção.

9) Sinalização. Encravamentos:

Sinalização:

- a) Sinais de via. Distâncias de protecção;
- b) Sinais de maquinista;
- c) Sinais dos agentes de trem;
- d) Sinais entre agentes de via.

Encravamentos. Diversos sistemas.

10) Caminhos de ferro de cremalheira. Funiculares:

Caminhos de ferro de cremalheira.
Caminhos de ferro funiculares.
Cabos aéreos.

Aula Prática de Caminhos de Ferro

- 1) Regularização de uma curva de caminho de ferro pela correcção das flechas.
- 2) Elaboração de um projecto de estação de caminho de ferro. Cálculos de aparelhos de via. Gabaris.

22.ª CADEIRA

Mineralogia e Geologia — I

Mineralogia

1) Introdução:

Mineralogia: seu objectivo, divisão e importância.
Esboço histórico.
Propriedades dos minerais. Isotropia e anisotropia.
Estados cristalino e amorfo.
Estrutura cristalina.

2) Mineralogia geral:

Cristalografia geométrica:

- a) Noções de cristal e agregado cristalino. Elementos geométricos dos cristais. Homologia. Nomenclatura geral das formas cristalinas;
- b) Lei da constância dos ângulos. Goniómetros;
- c) Simetria dos cristais: seus elementos; diferença entre simetria cristalográfica e geométrica;
- d) Eixos coordenados: sua escolha. Lei da racionalidade. Cruzes axiais; constantes cristalográficas;
- e) Notações e projecções cristalográficas;
- f) Holoedria e meroedria. Sistemas cristalográficos e classes de simetria;
- g) Estudo das classes holoaxial, antiemiédrica e paraemiédrica dos sistemas cúbico, hexagonal e tetragonal e da classe holoédrica trigonal;
- h) Hábitos, fácies e irregularidades dos cristais. Agrupamentos cristalinos regulares e irregulares; formas externas das massas minerais.

3) Mineralogia física:

- a) Propriedades mecânicas: clivagem, fractura, dureza, tenacidade, figuras de percussão, sectilidade e elasticidade. Densidade;
- b) Propriedades ópticas: diáfaneidade; brilho, cor, risca, refringência e birrefringência;
- c) Propriedades térmicas: fusibilidade e condutibilidade;
- d) Propriedades eléctricas e magnéticas: termo, piro e piezelectricidade; magnetismo activo e passivo, dia e paramagnetismo;
- e) Propriedades fisiológicas: gosto, cheiro e tacto.

4) Mineralogia química:

- a) Isomorfismo (fórmulas químicas gerais e de mistura): polimorfismo; pseudomorfismo;
- b) Noção de espécie mineral;
- c) Água de constituição, de cristalização e de interposição. Minerais colóides;
- d) Referência aos principais ensaios usados na diagnose química dos minerais e às tabelas diagnose mineralógica.

5) Minerogenia:

- a) Ideia de origem e transformação dos minerais, de jazigos minerais e paragéneses;
- b) Jazigos metalíferos; minérios.

6) Mineralogia especial:

Noções de taxinomia e nomenclatura mineralógicas.
Descrição dos minerais mais importantes como elementos constituintes das rochas e sob o ponto de vista económico.

Geologia

1) Introdução:

Objectivo e divisões da geologia.
Crosta terrestre. Noção de rocha.

2) Petrologia:

Classificação das rochas em eruptivas, sedimentares e metamórficas.

a) Rochas eruptivas:

- 1) Modos de jazida e texturas;
- 2) Sua divisão em famílias;
- 3) Descrição das principais rochas das famílias mais importantes. Ocorrência.

b) Rochas sedimentares:

- 1) Ideia do seu modo de formação;
- 2) Descrição das principais rochas calcárias, argilosas, siliciosas e carbonosas. Ocorrência.

c) Rochas metamórficas:

- 1) Ideia geral das acções metamorfoseantes;
- 2) Descrição de gneisses, micaxistos, filitos e mármore.

3) Geistória:

Objectivo da geistória.
Ideia de como se estabelece a cronologia geistórica.

Fósseis e sua importância.

Caracteres gerais das eras e períodos geológicos.
Conhecimento resumido da carta geológica de Portugal.

Laboratório de Mineralogia e Geologia — I

1) Cristalografia:

Uso de goniómetros.

Exercícios de determinação de elementos de simetria em modelos cristalográficos.

Projeções de modelos de cristais; aplicação de notações cristalográficas.

Exercícios de classificação de modelos cristalográficos.

Exame de modelos de maclas.

Exame de cristais e maclas naturais.

2) Mineralogia física:

Exercícios de observação de caracteres organolépticos de minerais (cor, forma, hábitos, fratura, brilho).

Ensaio de determinação de densidade, dureza e fusibilidade dos minerais.

3) Diagnose mineralógica:

Prática de ensaios pirométricos e hidrográficos usados na diagnose de minerais.

Determinação de minerais por meio de tabelas de Kobell e outras.

4) Geologia:

Estudo macroscópico das rochas portuguesas.

Observação de alguns fósseis característicos das formações portuguesas.

Mineralogia e Geologia — II

Mineralogia

1) Breve resumo da matéria do ano anterior.

2) Diagnose óptica dos minerais:

Generalidades sobre luz ordinária e luz polarizada.
Pinça de turmalina. Prisma de Nicol.

Conhecimento prático do microscópio polarizante.
Lâminas delgadas.

Exame dos minerais ao microscópio com luz ordinária (forma, cor, clivagem, diafanidade, refringência, inclusões).

Exame de minerais ao microscópio com luz polarizada paralela (minerais isotópicos e birrefringentes, valor da birrefringência; cores de polarização, pleocroísmo; polarização rotatória).

Exame de minerais ao microscópio com luz polarizante convergente (figuras de interferência, minerais uniaxiais e biaxiais, sinalóptico).

Geologia

1) Introdução:

A Terra como planeta. Sua forma e dimensões.
Continentes e oceanos.

Ideias actuais sobre a estrutura da Terra em conjunto; caracteres gerais das suas diferentes partes. «Nife», «Sima» e «Sial».

2) Petrologia:

a) Rochas eruptivas:

- 1) Origem; magma e sua diferenciação;
- 2) Composição química e mineralógica. Estrutura e textura;
- 3) Observação ao microscópio de lâminas delgadas;
- 4) Classificação segundo a percentagem de sílica, o modo de jazida, composição mineralógica e textura. Referência às classificações de base química;
- 5) Descrição sistemática (segundo Fouqué e Michel-Lévy) das rochas eruptivas;
- 6) Referência a jazigos metalíferos de origem eruptiva.

b) Rochas sedimentares:

- 1) Origem e modo de formação: desagregação, transporte, sedimentação e diagénese;
- 2) Estrutura e textura;
- 3) Classificação segundo a origem e natureza química;
- 4) Descrição sistemática das rochas sedimentares, com inclusão das rochas clásticas e dos solos aráveis;
- 5) Referência a jazigos metalíferos de origem sedimentar.

c) Rochas metamórficas:

- 1) Metamorfismo regional de contacto e dinâmico;
- 2) Estrutura e textura;
- 3) Classificação;
- 4) Descrição sistemática das rochas metamórficas;
- 5) Referência a jazigos metalíferos de origem metamórfica.

3) Geodinâmica:

Geodinâmica interna:

- a) Vulcanismo: vulcões; tipos de erupção; produtos vulcânicos; vulcanismo atenuado; distribuição geográfica dos vulcões. Teorias do vulcanismo;
- b) Diastrofismo — Movimentos lentos da crosta: orogénicos e epirogénicos. Referência às marés da crosta;
- c) Diastrofismo: sismos — Seus efeitos; escala internacional de intensidade sísmica; sismógrafos e sismogramas; dados que nos fornecem sobre a estrutura da Terra; distribuição geográfica dos sismos. Sismologia da Península Ibérica. Teorias sísmicas;
- d) Origem das energias internas do Globo.

Geodinâmica externa:

- a) Acção geológica da atmosfera; acções térmicas; depósitos eólicos;
- b) Águas selvagens e torrentes;
- c) Rios: redes, bacias hidrográficas; regime e seus factores. Nível de base e perfil de equilíbrio; ciclo e formas de erosão; rejuvenescimento e terraços fluviais. Aluviões (nateiros) e deltas;

- d) Lagos: origem e extinção; depósitos lacustres;
- e) Águas subterrâneas: sua origem, formas de circulação. Fontes e suas diferentes espécies; artesianismo. Acção destruidora (cavernas) e construtora;
- f) Águas marinhas: ondas e correntes; abração e sedimentação marinha; tipos e evolução das costas. O fundo dos oceanos. Seu perfil e zonas;
- g) Glaciares; sua origem e classificação; acção destruidora (vales e rios) e construtora (moreias). Glaciares;
- h) Acção geológica dos seres vivos: acção destruidora e depósitos organogénicos;
- i) Gradação. Origem das forças gradacionais.

4) Geotectónica:

- a) Rochas eruptivas: intrusivas e extrusivas, respectivos modos de jazida;
- b) Rochas sedimentares:
 - 1) Estratos e estratificação. Caracteres geológicos dos estratos;
 - 2) Enrugamentos, cavalgamentos e falhas; diferentes tipos. Arquitectura dobrada e tabular;
 - 3) Ciclos geológicos;
 - 4) Discordâncias.
- c) Rochas metamórficas. Metamorfismo regional, de contacto e dinamometamorfismo; rochas típicas. Sequências de metamorfismo.

5) Geistória:

- a) Critério de determinação da idade das rochas e acidentes tectónicos. Idades relativa e absoluta;
- b) Fósseis e fossilização. Noções breves mas sistemáticas de paleontologia animal e vegetal;
- c) Noção de fácies: seus diferentes tipos;
- d) Cronologia estratigráfica; sua nomenclatura;
- e) Desenvolvimento do estudo da carta geológica de Portugal. Notas sobre a geologia das ilhas adjacentes e províncias ultramarinas.

Observações. — Na objectivação do ensino escolher-se-ão, sempre que for possível, exemplares e exemplos portugueses, tanto nas descrições dos minerais, rochas ou fósseis como nos factos geodinâmicos, tectónicos ou estratigráficos.

Laboratório de Mineralogia e Geologia — II

1) Mineralogia:

Prática de determinação de minerais com o auxílio de tabelas de Kobell ou outras.
 Conhecimento prático do microscópio polarizante.
 Exame de minerais, talhados em lâminas delgadas, ao microscópio polarizante com luz ordinária, polarizada paralela e polarizada convergente.

2) Geologia:

Determinação da textura de rochas talhadas em lâminas delgadas com auxílio do microscópio polarizante.
 Exercícios de diagnose óptica de rochas comuns.

Prática do conhecimento microscópio das rochas portuguesas.

Exercícios sobre representação, encontro e intersecção de falhas, filões e camadas.

Execução, observação e interpretação de cortes geológicos.

Estudo da carta geológica do País.

Exame e conhecimento dos fósseis característicos de cada período geológico.

- 3) *Visitas de estudo a regiões quanto possível ricas em acidentes geológicos demonstrativos.*

23.ª CADEIRA

Tecnologia Minerometalúrgica

I) Tratamento dos minérios e carvões

Introdução.

Princípios gerais e objectivos.

Minérios e gangas.

Propriedades físicas dos minerais e gangas utilizadas na preparação dos minérios.

Equação geral da preparação de minérios.

Operações fundamentais. Processos gerais e aparelhos de preparação de minérios e carvões:

Lavagem e escolha: manuais e mecânicas:

- a) Escolha manual;
- b) Mesas de escolha: fixas, rotativas; oscilantes e correias transportadoras.

Fragmentação. Objectivo e princípios gerais:

Quebradores:

- a) De maxilas;
- b) Giratórios;
- c) De discos.
- d) De martelos.

Trituradores:

- a) Moinhos de cilindros;
- b) Moinhos de mós verticais;
- c) Desintegradores;
- d) Moinhos centrífugos.

Pulverizadores:

- a) Martelos pilões;
- b) Moinhos de mós horizontais;
- c) Moinhos pendulares;
- d) Moinhos de anel e de rolos;
- e) Moinhos de rolos;
- f) Moinhos de bolas: cilíndrico e cilindrocónico;
- g) Moinhos tubulares;
- h) Moinhos de barras.

Classificação. Objectivo e princípios gerais; fórmula de Rittinger:

Classificadores volumétricos:

- a) Crivos fixos: grades, chapas furadas, de malha ou de rede;
- b) Crivos móveis: com movimento de rotação — *trommels*: com

movimento vibratório; com movimento giratório; electromagnético.

Classificadores hidrográuticos:

- a) Caixas piramidais;
- b) Canais angulares;
- c) Classificador Dorr;
- d) Classificador hidráulico de duplo cone;
- e) Hidroclassificadores;
- f) Decantadores.

Concentração. Objectivo e princípios gerais:

Hidrográutica:

- a) Bateia;
- b) Sluice;
- c) Jigas: de crivo móvel, de crivo fixo e de pulsão;
- d) Mesas oscilantes.

Electromagnética:

- a) Separador de tambor;
- b) Separador de correia.

Electrostática:

Separadores.

Flutuação:

- a) Princípios gerais;
- b) Processos principais.

Exemplos de diagramas de oficinas e lavarias de tratamento de minérios e carvões.

II) Metalurgia

Introdução.

Objectivo e divisões da metalurgia.

Combustíveis.

Fundentes.

Refractários.

Operações metalúrgicas:

Calcinação:

- a) Dissecção ou secagem;
- b) Desagregação.

Ustulação:

- a) Simples;
- b) Oxidante;
- c) Redutora;
- d) Clororante;
- e) Carburante;
- f) Volatilizante.

Fusão:

- a) Simples;
- b) Oxidante;
- c) Redutora;
- d) Sulfurante;
- e) Carburante;
- f) Escorificante: escórias e mates.

Aparelhos metalúrgicos:

Fornos de cuba.

Fornos de revérbero.

Fornos de cadinho.

Fornos de camisa de água.

Convertidores.

Operações por via húmida:

Dissolução e precipitação.
Amalgamação.

Electrometalurgia:

Electrometalurgia por via seca:

- a) Electrotermia;
- b) Electrólise ígnea;
- c) Fornos eléctricos.

Electrometalurgia por via húmida:

- a) Processo dos ânodos insolúveis;
- b) Processo dos ânodos solúveis.

Tratamentos térmicos dos metais e suas ligas:

Têmpera.
Recozido.
Revenido.
Normalizado.

Tratamentos químicos dos metais e suas ligas:

Cementação.
Nitruração.

Tratamentos mecânicos dos metais e suas ligas:

Forjamento.
Laminagem.
Trefilagem.

Métodos gerais de tratamento dos diferentes minérios:

Metais nativos.
Óxidos.
Carbonatos.
Silicatos.
Sulfuretos simples e complexos.

Metalurgia especial:

Estanho.
Cobre.
Chumbo.
Outros metais.

Métodos de ensaio dos metais:

Ensaio mecânicos.
Outros ensaios.

Siderurgia.

Generalidades.

Classificação especial dos produtos siderúrgicos.
Resumo histórico da evolução da siderurgia.

Minérios de ferro.

Fabrico da gusa:

Estudo da gusa.
Estudo do alto-forno.
Aparelhos auxiliares.
Leito de fusão.

Fabrico do aço:

Estudo do aço.
 Processo Bessemer.
 Processo Siemens-Martin.
 Processo Thomas.
 Processo eléctrico.

Ferro-ligas:

Estudo das ferro-ligas.
 Fabrico das ferro-ligas.
 Noções sobre o alto-forno eléctrico.

Laboratório de Preparação de Minérios e de Metalurgia**1) Trabalhos práticos de preparação de minérios:**

Ensaio de fragmentação.
 Ensaio de classificação.
 Ensaio de concentração.

2) Trabalhos práticos de metalurgia:

Tratamentos térmicos dos aços: têmpera, revenido, recozido e normalizado.
 Preparação de ligas de vários metais e estudo das suas propriedades.

24.ª CADEIRA**Prospecção e Exploração de Minas — I****1) Noções gerais:**

Objectivo da lavra de minas.
 Classificação e génese dos jazigos minerais.
 Localização e referenciação dos jazigos minerais portugueses continentais e ultramarinos.
 Geometria dos jazigos. Falhas e rejeições. Regras para a sua determinação.

2) Prospecção:

Métodos ordinários.
 Métodos geofísicos.

3) Pesquisa:

- a) Nos filões;
- b) Nas camadas;
- c) Nas massas;
- d) Nas aluviões.

Avaliação económica de um jazigo.

4) Sondagens:**Processos:**

De percussão. Sondagem à corda e com haste rígida.
 De rotação. Com coroa de dentes, de granelha e de diamantes.
 Rotary.

Abertura e entubamento dos furos:

Acidentes usuais. Causas e remédios.
 Desvios. Aparelhos e métodos para a sua verificação e correcção.

Aplicação das sondagens.

5) Desmante:

Desmante com emprego de explosivos:

Explosivos utilizados: espécies e propriedades.

Técnica do fogo: escorvamento, carregamento, atacamento e disparo.

Tiro eléctrico.

Precauções a tomar com o emprego dos explosivos, especialmente nas minas grisutas e poeirentas.

Armazenagem dos explosivos.

Legislação sobre a utilização dos explosivos.

Disposição e execução dos furos de mina.

Aparelhagem de perfuração:

- a) Manual: barrenas e perfuradores;
- b) Mecânica: martelos perfuradores e máquinas perfuradoras, pneumáticas e eléctricas.

Desmante sem emprego de explosivos:

- a) Com ferramentas manuais;
- b) Com ferramentas mecânicas: martelos-picadores, solinhadeiras e recortadeiras.

6) Revestimento:**Generalidades:**

Revestimento de madeiras (entivação).

Espécies e qualidades das madeiras.

Sistemas de entivação.

Entivação de galerias, poços e chaminés.

Revestimentos de alvenaria, betão e betão armado.

Revestimentos metálicos.

Revestimento dos poços:

- a) Revestimento de madeira (entivação);
- b) Revestimento de alvenaria, betão e betão armado;
- c) Cuvelagens metálicas.

7) Abertura de galerias e poços:**Galerias:**

Nomenclatura das galerias.

Abertura de galerias em terrenos consistentes.

Abertura de galerias em terrenos inconsistentes.

Poços:

Nomenclatura dos poços.

Abertura de poços em terrenos consistentes: método ordinário.

Abertura de poços em terrenos inconsistentes:

- a) Métodos de pranchões de avanço;
- b) Método de Haase;
- c) Método de revestimento descendente.

Abertura de poços em terrenos aquíferos:

- a) Método de congelação;
- b) Método de cimentação;
- c) Método de ar comprimido.

Aprofundamento, alargamento e reparação dos poços.

Aula Prática de Prospecção e Exploração de Minas — I

- 1) Leitura e interpretação da carta geológica em relação aos principais jazigos portugueses.
- 2) Regiões mineiras.
- 3) Linhas de afloramento e intersecções de camadas e de falhas.
- 4) Cortes estratigráficos.
- 5) Projecções, cortes e convenções usadas.
- 6) Desenho de secções normais de galerias e poços, com as principais peças de escoramento, em diversos casos.
- 7) Problemas sobre manifesto (registo) de um jazigo, círculos de concessão e demarcações nos termos da lei.
- 8) Estudo de diferentes esquemas de tiro e seu rebentamento aplicados a um desmonte e à abertura de uma galeria, chaminé ou poço.
- 9) Visitas e excursões às principais minas do País.

Prospecção e Exploração de Minas — II

1) Lavra:

Trabalhos preparatórios:

Acessos aos jazigos:

- a) Por galerias ou travessas;
- b) Por poços: número de poços e sua localização; campo de exploração de um poço.

Traçagem geral de um jazigo em vista da sua exploração:

- a) Importância da traçagem;
- b) Divisão em pisos e ordem da sua exploração;
- c) Traçagem dos maciços de desmonte.

Lavra subterrânea:

Lavra subterrânea sem enchimento:

- a) Lavra por abandono de maciços;
- b) Por meio de pilares;
- c) Por meio de câmaras;
- d) Por meio de pilares e *stots*.

Lavra por desabamento:

- a) Generalidades sobre desabamento;
- b) Influência da solidez do tecto;
- c) Propagação do movimento em altura;
- d) Deslocamentos à superfície.

Desabamento do tecto.

Camadas médias:

- a) Por maciços; por maciços longos, por maciços curtos, pilares e câmaras;
- b) Método inglês das frentes longas, progressivo ou regressivo.

Desabamento da matéria útil. Camadas possantes.

Lavra subterrânea com enchimento:

Generalidades sobre o enchimento:

Natureza e preparação do enchimento.
Sua colocação.

Enchimentos hidráulico e pneumático.

Lavra das camadas.

Camadas delgadas pouco inclinadas: avanço segundo a inclinação:

- a) Talhas ascendentes;
- b) Descendentes;
- c) Oblíquas e diagonais.

Camadas delgadas muito inclinadas: degraus direitos e invertidos.

Camadas médias:

- a) Por grandes talhas: ascendentes, descendentes, progressivas e frentes longas.
- b) Método de Stessbau;
- c) Por recortes e câmaras.

Camadas possantes:

- a) Por talhas inclinadas;
- b) Por talhas horizontais.

Exemplos de minas exploradas por estes processos

Lavra dos filões:

Diferenças essenciais entre os processos de lavra das minas de carvão e metálicas:

- a) Filões delgados; degraus direitos e invertidos;
- b) Filões médios: desabamento do tecto; outros processos;
- c) Filões possantes e massas: câmaras, pilhas de madeira rectangulares, talhas horizontais; outros processos.

Exemplos de minas exploradas por estes processos

Dados gerais acerca da lavra subterrânea:

- a) Organização do trabalho;
- b) Estabelecimento do custo de produção;
- c) Rendimento do operário.

Lavra a céu aberto:

Generalidades.

Vantagens e inconvenientes.

Modalidades da lavra a céu aberto.

Exemplos de minas exploradas por este sistema.

2) Transportes:

Força motriz das minas:

Generalidades.

Espécies de motores utilizados.

Meios de transmissão da força motriz pelo ar comprimido e pela electricidade.

Transportes subterrâneos:

Generalidades.

Transportes nas frentes de desmonte:

- a) Transportes elementares;
- b) Transportes mecânicos;
- c) Canais oscilantes;
- d) Transportadores de tela sem fim;
- e) *Scrapers* ou arrastilhos;

- f) Transportadores de palhetas;
- g) Comparação das condições de emprego e utilização dos diferentes sistemas.

Transportes nas galerias:

Transporte por meio de vagonetas:

Tipo de vagonetas:

Caminhos de ferro, via e material empregado;

Rolagem:

- a) Tracção humana e animal;
- b) Tracção mecânica por máquinas fixas, por meio de cabo aberto ou descontínuo;
- c) Por meio de cabo sem fim; por meio de cabo ou cadeia de arraste;
- d) Locomotivas.

Transportes em altura:

Planos inclinados.
Balanças.
Chaminés.
Guinchos.

3) *Extracção:*

Poços de extracção.

Cabos de extracção:

Material constituinte.

Forma da secção: redondo e chato.

Tipo: de secção constante e de secção decrescente.

Cálculo.

Conservação.

Bobinas e tambores:

Tambores cilíndricos.
Tambores cônicos.
Tambores bicilíndricos.
Bobinas.
Poleia Koepe.

Máquinas de extracção:

A vapor.
Eléctricas.

Material de extracção:

Jaulas.
Skips.
Vagonetas.
Balões.

Cavaletes, torres e andorinhas.

Dispositivos de segurança:

Dispositivo de protecção das andorinhas.
Limitador de velocidade.
Para-quedas.

Instalações de sinalização:

Ópticas.
Acústicas.

Instalações de carga e descarga:

Receitas interiores e exteriores.
Manobras.

4) *Ventilação:*

Generalidades:

Objectivo da ventilação.
Grau geotérmico.

Atmosfera das minas:

Composição do ar das minas:

- a) Gases principais: oxigénio, azoto, anidrido carbónico, óxido de carbono, ácido sulfídrico e anidrido sulfuroso;
- b) Grisu e poeiras de carvão;
- c) Temperatura e humidade.

Vigilância da atmosfera das minas:

- a) Lâmpada grisumétrica;
- b) Meios para combater o grisu e as poeiras.

Movimento do ar:

A corrente de ar.

Importância e medida dos elementos fundamentais relativos às correntes de ar:

- a) Volume;
- b) Depressão e velocidade da corrente de ar;
- c) Manómetros e anemómetros.

Cálculos relativos à massa de ar, depressão e resistência ao atrito:

- a) Temperatura de uma mina;
- b) Orifício equivalente de uma mina;
- c) Potência exigida pela ventilação.

Meios empregados para produzir a corrente de ventilação:

Ventilação natural: seu funcionamento nas minas, sua importância e cálculo.

Ventilação artificial. Ventiladores volumogéneos e deprimogéneos.

Principais tipos usados.

Emprego das duas espécies de ventilação.

Condução e distribuição do ar na mina:

Ventilação aspirante ou insuflante.

Ventilação por poços diferentes ou por poços e galerias.

Localização dos poços de ventilação.

Vedação dos poços. Diferentes sistemas.

Compartimentação dos poços.

Plano de ventilação.

Regularização da importância das correntes.

Portas de vedação.

Ventilação dos trabalhos:

Por galerias conjugadas.

Por meio de compartimentação.

Por meio de tubos de ventilação natural.

Ventilação secundária.

Verificação e vigilância da ventilação.

5) *Esgoto:*

Regime das águas subterrâneas:

Sua origem e importância.

Factores que influem no regime.

Influência da situação das minas.
Composição das águas das minas.
Minas submarinas.

Processos e aparelhos para o esgoto das minas:

Processos empregados à superfície.
Processos empregados no interior.
Barragens e tampões: de madeira, de alvenaria e metálicos.

Preparação da mina sob o ponto de vista do esgoto:

Galerias de esgoto.
Instalações de esgoto nas minas profundas.

Aparelhos de esgoto:

Bombas de êmbolo:

- a) Bombas aspirantes;
- b) Bombas prementes.

Bombas centrífugas:

- a) Princípio em que se baseiam; seu funcionamento e comando;
- b) Suas particularidades;
- c) Seu emprego em casos especiais.

Outros meios de esgoto:

- a) Cubas ou baldes;
- b) Sifão;
- c) Emulsímetro;
- d) Pulsímetro.

6) Iluminação:

Generalidades.

Lâmpadas portáteis:

Lâmpadas de chama livre: gasómetros de acetilene.

Lâmpadas de segurança:

- a) Lâmpadas de óleo;
- b) Lâmpadas de gasolina;
- c) Lâmpadas eléctricas.

Lâmpadas fixas:

Lâmpadas de arco eléctrico.
Lâmpadas eléctricas.

Postos de manutenção e de reparação das lâmpadas.

7) Acidentes:

Desenvolvimento instantâneo de gases:

De grisú, medidas preventivas.
De anidrido carbónico.
Aparelhos respiratórios, sua descrição.

Incêndios subterrâneos. Desabamentos e inundações. Organização de socorros.

8) Higiene de profilaxia mineira.

9) Legislação mineira portuguesa de minas e pedreiras.

Aula Prática de Prospeção e Exploração de Minas — II

- 1) Problemas de aplicação dos diferentes tipos de sondas e objectivos da sua utilização aplicados às formações comuns.
- 2) Desenho de jaulas e cavaletes.
- 3) Esquemas dos métodos de lavra mais empregados.
- 4) Organização de processos de pedidos de concessão.
- 5) Elaboração de folhas de férias e de produção.
- 6) Estudo de uma instalação e distribuição de ar comprimido.
- 7) Estudo dos transportes interiores de uma mina.
- 8) Estudo da ventilação de uma mina.
- 9) Estudo de uma instalação de bombagem para esgoto de uma mina.
- 10) Visitas e excursões às principais minas do País.

25.ª CADEIRA

Química Geral

- 1) *Esboço da história da Química.*
- 2) *Matéria:*

Conceito e constituição da matéria.
Teoria atómica molecular:

Átomo, molécula, mole.
Lei de Avogadro. Número de Avogadro.

Interpretação pela teoria molecular:

Estrutura dos estados da matéria.
Conceito de mistura e espécie química.
Conceito de fase. Análise imediata.
Fenómenos físicos e químicos.
Leis das transformações.

3) Simbolismo químico:

Notação química. Definição e história.
Sistemas de notação. Números proporcionais. Determinação de pesos atómicos e pesos moleculares.
Fórmulas e nomenclatura química.
Revisão dos conceitos já adquiridos.

4) Estrutura do átomo:

Átomo de electricidade. Natureza eléctrica da matéria. Raios catódicos. Massa, velocidade e carga do electrão. Raios positivos: Massa, velocidade e carga do protão.
Raios Roentgen.
Lei de Moseley.
Partículas fundamentais constituintes do átomo.
Átomo de Rutherford-Bohr:

Distribuição dos electrões. Estruturação electrónica do átomo. Propriedades do átomo derivadas dos electrões.
Núcleo. Propriedades do átomo derivadas do núcleo.

Isótopos. Isóbaros.

5) Classificação periódica dos elementos:

Classificação periódica de Mendeleeff.
Actualização do quadro de Mendeleeff, com base na estrutura electrónica dos átomos. Tabela de Luder.

Propriedades dos elementos resultantes da sua colocação na tabela periódica. Elementos electropositivos e electronegativos. Anfóteros.

6) Valências:

Valência. Tipo de uniões. Escala de electronegatividades. Ressonância.
Compostos heteropolares. Suas propriedades. Iões.
Compostos covalentes. Suas propriedades.
Números polares.
Estabilidade relativa dos compostos (segundo o movimento electrónico).
Iões compostos e iões complexos.

7) Regras da nomenclatura internacional.

8) Acção da água, como dissolvente, sobre os compostos:

Estrutura da água. Sua dipolaridade.
Dissolução dos compostos iónicos.
Concentração das soluções:

Normalidade.
Molaridade.
Molalidade.

9) Espécies químicas:

Ácidos. Bases. Óxidos.
Sais. Sais duplos. Complexos minerais.

10) Reacções e equações moleculares e iónicas:

Reacções irreversíveis. Regras de Berthollet.
Reacções reversíveis. Equilíbrio químico:

Lei da acção da massa.
Leis do deslocamento do equilíbrio.

Reacções termoquímicas:

Calor de reacção. Dissociação térmica.
Lei de Hess. Lei de Lavoisier.

Reacções dos ácidos e bases:

Dissociação electrolítica. Teoria de Arrhenius.
Grau de ionização.
Noção de ácidos e de base. Anfólitos. Acidez.
Basicidade.
pH e sua determinação. Aplicações industriais.

Hidrólise.

Reacções de neutralização. Neutrimetria:

Acidez iónica. Acidez potencial. Acidez total.
Exemplos de neutralização.
Indicadores.
Soluções tampão.

Reacções de oxidação-redução:

Noção electrónica de oxidação e redução.
Agente oxidante e redutor.
Força do agente oxidante e redutor.
Acerto das equações *redox*:
Métodos dos números de oxidação.
Método do ião electrão.

Pesos equivalentes de substâncias oxidantes e redutoras.

11) Electrólise:

Mecanismo da electrólise. Processos electrolíticos de preparação do cloro, sódio e soda cáustica. Purificação dos metais. Galvanostegia e galvanoplastia.

Leis de Faraday.

Corrosão metálica. Par metálico. Prevenção contra a corrosão.

12) Velocidade das reacções:

Reacções instantâneas e reacções lentas.
Factores que influem nas reacções:

Concentração.
Temperatura.
Dissolução.
Catálise.
Pressão.
Luz.
Electricidade.

13) Energia:

Formas de energia. Energia química.

14) Transmutações:

Fenómeno nuclear.
Radioactividade natural.
Emanação dos corpos radioactivos.
Desintegração radioactiva.
Transmutações provocadas.
Radioactividade artificial.

15) Energia nuclear:

Elementos transurânicos. Cisão nuclear.
Fusão nuclear.
Efeito biológico das radiações nucleares.

16) Ar:

Composição do ar:

Componentes do ar, sua importância na natureza e na síntese química:

Nitrogénio. Amoníaco. Ciclo natural do nitrogénio. Adubos.
Oxigénio. Ciclo natural do oxigénio. Modificações alotrópicas.
Dióxido de carbono.
Vapor de água.
Gases raros.
Pó.

17) Água:

Estado natural:

Composição da água natural.
Propriedades da água.
Acção fisiológica da água.
Electrólise da água. Importância industrial do hidrogénio:

Hidrogénio como combustível.
Hidrogénio na síntese química.

Estudo e investigação das águas:

Dureza das águas.
Medida da dureza das águas.

Aplicação das águas nas máquinas térmicas:

Causas das incrustações, das lamas e das corrosões:

Sílica.
Carbonatos.
Bicarbonatos.
Sulfatos.
Cloretos.
Silicatos.

Correcção da dureza das águas. Métodos por precipitação e por permuta de iões:

Métodos por precipitação:

Método da cal e do carbonato de sódio.
Método da soda cáustica e do carbonato de sódio.

Métodos por permuta de iões:

Método dos silicoaluminatos de sódio.
Método das resinas sintéticas.

Desincrustação.

Modificação das características das incrustações.

Fórmulas de Hundeshagem:

Aplicação do método da cal e do carbonato de sódio.

Aplicação do método da soda cáustica e do carbonato de sódio.

Água potável:

Classificação das águas.

Esterilização:

Pela ebulição.
Pela ozonização.
Pelos raios ultravioletas.
Pela cloragem. Processos dos hipocloritos, cloro gasoso e cloraminas.

Esterilização das águas das piscinas.

Águas residuais. Prejuízos de águas residuais:

Desoxidação da água.
Toxicidade directa ou indirecta.
Desvio biológico do conteúdo aquático.

Depurações.

Águas minerais.

18) *Carbono e silício:*

Carbono:

Estado natural:

Carbono cristalino. Diamante e grafite.

Aplicações.

Carvões:

Carvões naturais.
Carvões artificiais.

Propriedades do carbono.

Óxido de carbono. Poluição da atmosfera.

Efeitos fisiológicos.

Dióxido de carbono. Efeitos fisiológicos.

Preparações laboratorial e industrial.

Extintores de incêndio.

Combustão e classificação dos combustíveis e poder calorífico:

Combustíveis sólidos artificiais:

Coque. Fabrico do gás da hulha.
Carvão vegetal.
Briquetes.
Pó combustível.

Combustíveis líquidos naturais.

Petróleos e seus derivados.

Destilação e *cracking*.

Combustíveis líquidos artificiais.

Combustível gasoso natural.

Combustíveis gasosos artificiais:

Gases de gasogénio.
Gás de hulha.
Acetileno e hidrogénio.

Factores que influem na escolha de um carvão.

Armazenagens de carvões fósseis.

Silício:

Estado natural. Alguns compostos.

Algumas indústrias à base de silicatos:

a) Cerâmica;
b) Vidraria;
c) Argamassas e cimentos;
d) Abrasivos.

19) *As matérias-primas (ar, água e carvão) na indústria química de síntese:*

Sumariamente, alguns exemplos de síntese, tendo como matérias-primas basilares o ar, a água e o carvão.

Amoníaco, ácido nítrico, gasolina artificial, metanol, aldeído fórmico, galalite e ésteres de vinilo.

20) *Metais:*

Estado natural.

Generalidades sobre os metais.

Algumas generalidades sobre metalurgia. Operações metalúrgicas.

Metalurgia do ferro. Siderurgia.

21) *Ligas:*

Generalidades.

22) *Breves noções de nomenclatura de algumas funções da química orgânica:*

Generalidades.

Hidrocarbonetos:

Hidrocarbonetos saturados.
Hidrocarbonetos não saturados.
Hidrocarbonetos aromáticos.

Derivados halogenados.

Álcoois e fenóis.

Éteres.

Aldeídos e acetonas.

Ácidos orgânicos.

Esteres.
Aminas.
Aminoácidos.
Amidas.
Nitrilos.
Compostos de função mista.
Glúcidos.
Química dos compostos aromáticos.

23) *Sabões e detergentes:*

Sabões.
Detergentes.

24) *Breves noções sobre a química da vida:*

Natureza da matéria viva.
Alimentos.
Vitaminas.
Hormonas.

Laboratório de Química Geral1) *Métodos de manipulação:*

Balança, vasos graduados, areómetros e densímetros: leituras, aplicações e cuidados.
Separação de espécies químicas:

Destilação.
Destilação fraccionada.
Filtração.
Cristalização.
Evaporação.

Bico de Bunsen: constituição; observação dos diversos aspectos da chama e suas utilizações.
Determinação de densidades: emprego de tabelas.
Concentrações. Problemas.

2) *Lei de Avogadro:*

Aplicações numéricas da lei de Avogadro.

3) *Electrólise:*

Electrólise da água.
Electrólise de soluções diluídas de ácido, base e sal.
Purificação electrolítica do cobre.
Experiências de galvanoplastia e galvanostegia.
Aplicações numéricas de electrólise.

4) *Ionometria:*

Determinação do *pH* pelo processo colorimétrico.
Determinação do *pH* pelo processo potenciométrico.
Aplicações numéricas de ionometria.

5) *Neutrimetria:*

Acidimetria.
Alcalimetria.
Aplicações numéricas de neutrimetria.

6) *Reacções químicas:*

Experiências sobre reacções completas e reacções limitadas.

Experiências sobre reacções de oxidação-redução.
Aplicações numéricas sobre os pesos equivalentes dos agentes oxidantes e redutores.
Experiências sobre reacções de carácter iónico.
Experiências sobre factores que influem nas reacções.

7) *Água:*

Reconhecimento da água destilada.
Reconhecimento de certas substâncias na água natural:

Reconhecimento do dióxido de carbono, dos cloretos, dos sulfatos, dos nitratos, do amoníaco e da matéria orgânica.

Dureza das águas:

Determinação da dureza.
Correcção da dureza:

Correcção por processos de precipitação.
Correcção por processos de permuta de iões:

Interpretação de boletins analíticos de águas.
Aplicações numéricas sobre dureza das águas e determinação das quantidades de certos correctivos pelas fórmulas de Hundeshagen e à base dos boletins analíticos.

8) *Carbono:*

Conhecimento dos carvões naturais e artificiais, perante amostras.
Experiências sobre os poderes absorvente e adsorvente dos carvões de madeira, animal e activos.
Experiência demonstrativa do poder ignífugo do dióxido de carbono.
Experiência mostrando as reacções dos componentes usados nos extintores de incêndio.
Gás de água, sua preparação.
Destilação da hulha.
Destilação fraccionada de um petróleo.
Interpretação de boletins analíticos de combustíveis.
Ensaio da aptidão das hulhas para a inflamação.
Aplicações numéricas sobre combustíveis, especialmente à base do seu poder calorífico e dos boletins analíticos.

9) *Argamassas e cimentos:*

Calcinação do calcário.
Hidratação do óxido de cálcio.
Preparação de uma argamassa e reconhecimento do dióxido de carbono, depois do seu envelhecimento.
Endurecimento do cimento no ar e na água.
Interpretação de boletins analíticos.

10) *Metais:*

Obtenção do chumbo a partir do litargírio.
Obtenção do zinco, a partir da blenda. Experiências demonstrativas do efeito corrosivo nos metais, da água, da água salgada, de ácidos e de bases.
Interpretação de boletins e análise de minérios.
Aplicações numéricas sobre metalurgia e à base dos boletins analíticos.

11) *Óleos e lubrificantes:*

Determinações de carácter físico:

Densidade.

Viscosidade.

Temperaturas de ebulição e de congelação.

Ponto de inflamação.

Interpretação de boletins analíticos.

12) *Química orgânica:*

Como se reconhece um composto orgânico.

Determinação do carbono e do hidrogénio.

Preparação do etileno.

Fermentação alcoólica.

Fermentação acética.

Saponificação.

26.ª CADEIRA**Química Inorgânica**1) *Estudo geral da tabela periódica de Mendeleeff:*

Estudo dos elementos.

Referência histórica e estado natural.

Propriedades físicas.

Isótopos.

Propriedades químicas.

Métodos de preparação:

a) Laboratorial;

b) Industrial.

Reconhecimento e ensaio.

Aplicações.

Elementos da tabela principal:

1.º grupo:

Características gerais e estudo sumário do hidrogénio, do lítio, do sódio, do potássio, do rubídio, cézio e do frâncio.

2.º grupo:

Características gerais e estudo sumário do berílio, do magnésio, do cálcio, do estrôncio, do bário e do rádio.

3.º grupo:

Características gerais e estudo sumário do boro, do alumínio, do cálcio, do índio e do tálio.

4.º grupo:

Características gerais e estudo sumário do carbono, do silício, do germânio, do estanho e do chumbo.

5.º grupo:

Características gerais e estudo sumário do nitrogénio, do fósforo, do arsénio, do antimónio e do bismuto.

6.º grupo:

Características gerais e estudo sumário do oxigénio, do enxofre, do selénio, do telúrio e do polónio.

7.º grupo:

Características gerais e estudo sumário do flúor, do cloro, do bromo, do iodo e do astato.

8.º grupo:

Características gerais e estudo sumário do hélio, do néon e do argon, do cripton, do xénon e do rádon.

Elementos de transição:

9.º grupo:

Características gerais e estudo sumário do escândio, do itérbio e do lantânio.

10.º grupo:

Características gerais e estudo sumário do titânio, do zircónio e do háfnio.

11.º grupo:

Características gerais e estudo sumário do vanádio, do colúmbio e do tântalo.

12.º grupo:

Características gerais e estudo sumário do crómio, do molibdénio e do tungsténio.

13.º grupo:

Características gerais e estudo sumário do manganésio, do tecnécio e do rénio.

14.º grupo:

Características gerais e estudo sumário do ferro e do ruténio.

15.º grupo:

Características gerais e estudo sumário do cobalto, do ródio e do irídio.

16.º grupo:

Características gerais e estudo sumário do níquel, do paládio e da platina.

17.º grupo:

Características gerais e estudo sumário do cobre, da prata e do ouro.

18.º grupo:

Características gerais e estudo sumário do zinco, do cádmio e do mercúrio.

Elementos de transição interna. Elementos das terras raras:

Estudo sumário das características gerais do grupo.

Estudo sumário dos elementos mais representativos.

Laboratório de Química Inorgânica1) *Hidrogénio:*

Preparação laboratorial.

Verificação das principais propriedades físicas e químicas.

Aplicação às soldaduras.

2) *Oxigénio:*

Preparação laboratorial.
Verificação das principais propriedades físicas e químicas.
Modificação alotrópica (ozono).
Combustões completas, incompletas e espontâneas.

3) *Halogéneos:*

Diferenças entre os halogéneos.
Obtenção do cloro e da água de cloro a partir da cal clorada.
Acção descorante do cloro.
Ácido clorídrico — propriedades, solubilidade e reconhecimento.

4) *Enxofre:*

Modelos de compostos naturais.
Fusão e sublimação.

5) *Anidrido sulfuroso:*

Tostação de pirite.
Preparação com bissulfito de sódio e ácido sulfúrico.
Poder descorante em confronto com o cloro.
Reconhecimento.

6) *Ácido sulfúrico:*

Propriedades.
Preparação laboratorial pelo processo das câmaras.
Reconhecimento.

7) *Metais:*

Propriedades físicas.
Separação electrolítica.
Metais leves:

Modelos de compostos naturais.
Acção sobre a água.
Preparação da soda *solway*.
Alumínio:

Modelos de compostos naturais.
Aluminotermia.

Metais alcalino-ferrosos:

Modelos de compostos naturais.
Preparação do cloreto e do sulfato de bário.

Metais pesados:

Estanho:

Modelos de compostos naturais.
Propriedades da forma metálica.
Estanhagem do cobre.
Ligas. Liga de Wood.

Chumbo:

Modelos de compostos naturais.
Preparação industrial.
Preparação de cromatos.

Ferro, níquel, cobalto:

Modelos de compostos naturais.
Preparação do sulfato de ferro. Instabilidade dos sais ferrosos.
Niquelagem.

Cobre, prata, ouro:

Modelos de compostos naturais.
Preparação do sulfato de cobre.
Recuperação do ouro das pirites auríferas.
Espelho de prata.

Zinco, cádmio, mercúrio:

Modelos de compostos naturais.
Obtenção do par zinco-cobre.
Preparação do sulfato de zinco.
Preparação do cádmio pelo zinco.
Amalgamas.

8) *Problemas sobre a matéria versada no laboratório e na aula teórica.*

27.ª CADEIRA

Química Orgânica

- 1) *Introdução histórica à química do carbono.*
- 2) *Generalidades sobre a estrutura dos compostos orgânicos:*

Séries.

Função e agrupamento funcional.

Estudo das isomerias.

Relação entre propriedades físicas e constituição das moléculas orgânicas.

Mecanismo das reacções orgânicas.

Classificação das reacções orgânicas.

- 3) *Estudo das séries: (compreendendo: Classificação. Nomenclatura. Estado natural e propriedades gerais. Métodos de preparação: laboratorial e industrial de cada um dos compostos indicados. Propriedades físicas e químicas. Estudo dos compostos mais importantes. Produtos industriais mais importantes constituídos por esses compostos. Estudo de um diagrama de fabrico de um composto industrial):*

Série acíclica:

Hidrocarbonetos.

Derivados monoalogenados.

Derivados organometálicos.

Alcoois.

Éteres-óxidos.

Esteres.

Tióis.

Tioéteres.

Derivados sulfonados.

Derivados nitrados.

Aminas.

Derivados dialogenados.

Aldeídos e cetonas.

Funções bivalentes azotadas.

Derivados triálogenados.

Ácidos. Cloretos de ácidos. Anidridos.

Amidas.

Nitrilos. Carbilaminas.

Funções múltiplas:

Dióis.

Diaminas.

Aminoálcoois.

Dialdeídos. Diketonas.

Ácidos-álcoois.

Aminoácidos. Protidos.

Ácidos aldeídos.
 Ácidos-cetonas.
 Diácidos.
 Trióis. Outras funções trivalentes.
 Tetraóis. Pentóis.
 Polióis.
 Polióis cetonas. Polióis aldeídos. Glúcidos.

Série cíclica:

Série benzénica:

Núcleos de condensação.
 Derivados azóicos, hidroazóicos e diazóicos. Arsinas.
 Funções de cadeia lateral.
 Compostos polinucleares. Núcleos ligados directamente ou separados por um ou mais átomos de carbono.

Série naftalénica — seus compostos.
 Série antracénica — seus compostos.
 Série fenantrénica — seus compostos.
 Série ciclânica — seus compostos.
 Série terpénica — seus compostos.

Série heterocíclica:

Compostos com núcleos pentagonais.
 Compostos com núcleos hexagonais.

4) Estudo das operações fundamentais:

Nitração. Mecanismo das reacções. Agentes de nitração. Exemplos industriais.
 Aminoação por redução. Exemplos industriais.
 Diazotação. Exemplos industriais.
 Halogenação. Teoria da halogenação. Processos da halogenação. Exemplos industriais.
 Sulfonação. Agentes e processos de sulfonação. Exemplos industriais.
 Aminoação por amonólise. Agentes e reacções de aminoação. Exemplos industriais.
 Oxidação. Reacções-tipo. Principais agentes de oxidação. Exemplos industriais.
 Hidrogenação. Processos de hidrogenação. Exemplos industriais.
 Alquilação. Agentes de alquilação. Exemplos industriais.
 Esterificação. Reacções de esterificação. Exemplos industriais.
 Hidrólise. Agentes de hidrólise. Exemplos industriais.
 Reacção de Friedel-Crafts. Classificação de sínteses. Mecanismo da reacção. Exemplos industriais.
 Polimerização. Princípios químicos e exemplos industriais.

5) Estudo de diagramas industriais:

Indústria da hulha. Seus derivados.
 Indústria do petróleo e seus derivados.
 Corantes.
 Plásticos.
 Têxteis artificiais.
 Produtos farmacêuticos.
 Perfumaria.
 Insecticidas e fungicidas.
 Vitaminas e hormonas.

Laboratório de Química Orgânica

1) Série acíclica:

Preparação de um hidrocarboneto.
 Preparação de um derivado halogenado.
 Preparação de um álcool.
 Preparação de um éster.
 Reconhecimento das propriedades mais características dos compostos preparados nas alíneas anteriores.

2) Série cíclica:

Preparação e reconhecimento das propriedades mais características de um composto representativo da série benzénica.
 Idem da série naftalénica.
 Idem da série antracénica.
 Idem da série fenantrénica.
 Idem da série ciclânica.
 Idem da série terpénica.

3) Determinação da fórmula de constituição de um composto orgânico.

4) Realização de operações fundamentais versadas na aula teórica.

5) Destilação do alcatrão da hulha e reconhecimento dos compostos mais importantes.

6) Destilação de um petróleo bruto.

7) Estudo de uma saponificação.

8) Preparação da celulose a partir da madeira.

9) Preparação de um corante azóico.

10) Extracção de uma essência:

- Por acção de um dissolvente.
- Por destilação em corrente de vapor.

11) Preparação de um plástico:

- Por condensação.
- Por polimerização.

28.ª CADEIRA

Química Analítica — I

Análise qualitativa

1) Análise qualitativa: definição.

2) Teoria da ionização:

Dissociação electrolítica; aniões, catiões e sistema periódico; cor dos iões e dos sais; cor dos produtos orgânicos.

Teoria de ácidos e bases. Teorias de Arrhenius e de Brönsted-Lowry.

Lei da acção de massas:

Aplicação às soluções de electrólitos. Relação entre grau de dissociação e constante de equilíbrio. Efeito do ião comum.
 Anomalias. Teoria de Debye-Hückel. Efeito salino.

pH. Aplicações analíticas:

Soluções tampão. Aplicações analíticas.
 Hidrólise. Constante de hidrólise e grau de hidrólise. Aplicações analíticas.

Complexos. Constante de instabilidade dos iões complexos. Complexos internos. Complexonas:

Problemas.

- 3) *Extração. Lei da distribuição. Técnicas de extração.*
- 4) *Sistemas de oxidação-redução. Potencial normal e potencial formal. Dismutação.*
- 5) *Teoria da precipitação:*

Produto de solubilidade, seus limites e cálculo.
 Efeito do pequeno e grande excesso de precipitante (efeito do ião comum e efeito salino).
 Efeito da natureza do solvente.
 Precipitação fraccionada e precipitação com *pH* controlado.
 Exercício de aplicação.
 Substâncias cristalinas e estado coloidal. Propriedades dos sistemas coloidais.
 Evolução do precipitado. Co-precipitação (adsorção e oclusão). Pós-precipitação.

- 6) *Teoria da dissolução de precipitados:*

Influência do *pH*.
 Solubilização por formação de complexos.
 Solubilização por fenómenos de oxidação-redução
 Exercícios de aplicação.

- 7) *Análise qualitativa:*

Macro, semimicro e microanálise. Definições, técnicas e material usado.
 Amostras líquidas e amostras sólidas.
 Dissolução de metais e de uma amostra sólida:
 Ataque ácido.
 Ataque oxidante
 Fusões.

Reagentes:

Sensibilidade e especificidade.
 Tipos de reagentes: de precipitação, de complexação, de adsorção e de fluorescência.

Classificação analítica de catiões. Noção de grupos e de subgrupos analíticos. Noção de reagente de grupo.

Estudo sistemático das propriedades dos elementos metálicos e das reacções semimicroanalíticas dos respectivos iões. Esquema de separação por grupos.

Classificação analítica dos aniões.

Estudo sistemático das propriedades dos radicais ácidos (aniões) e das suas reacções semimicroanalíticas. Esquema de separação por grupos.

Métodos especiais de análise qualitativa. Electroforese e cromatografia em papel e em coluna.

Laboratório de Química Analítica — I

Análise qualitativa

- 1) Indicação e apresentação do material ao aluno. Cuidados a ter com o material e registo de resultados.
- 2) Exames macroscópicos e semimicroscópicos de diversas substâncias.
- 3) Exames organolépticos.
- 4) Ensaio de via seca.
- 5) Dissolução de substâncias: água, ácidos e água régia.
- 6) Desagregação: por aquecimento e por fusão.
- 7) Técnica semimicroanalítica.
- 8) Separação e caracterização de cada um dos grupos de catiões. Amostras (sólidas) para separação e caracterização de catiões.

- 9) Separação e caracterização de cada um dos grupos de aniões. Amostras (sólidas) para separação e caracterização de aniões.
- 10) Problemas gerais de análise qualitativa (saís, ligas metálicas, minérios).
- 11) Aplicação da cromatografia em papel e da electroforese à separação e identificação de catiões.

Química Analítica — II

Análise quantitativa

- 1) *Definição. Métodos de análise:*

Cálculo dos limites de precisão das medidas em análise quantitativa. Erros.

Operações preliminares da análise:

Amostragem.
 Exame preliminar.
 Trituração e peneiração.
 Análise qualitativa.
 Secagem.
 Pesagem.
 Dissolução.

- 2) *Análise gravimétrica:*

Operações particulares da análise gravimétrica:

Precipitação.
 Evaporação.
 Filtração.
 Lavagem do precipitado.
 Secagem e calcinação do precipitado.
 Cálculos da análise gravimétrica. Factores de análise.

Análise gravimétrica descritiva:

Estudo teórico dos métodos de análise gravimétrica de, pelo menos, chumbo, ferro, alumínio, cálcio, bário, magnésio, sódio, potássio, cloretos, sulfatos, fosfatos, silicatos, sulfuretos.

Separações quantitativas:

Por precipitação (fraccionada ou com *pH* controlado).
 Por extração.
 Por volatilização.
 Por adsorção (cromatografia em coluna).

Electroanálise:

Definição. Leis da electrólise. Técnicas e aparelhagem.
 Separações (por potencial controlado e por corrente constante).
 Exemplos: cobre, níquel, chumbo. Ligas metálicas.

- 3) *Análise volumétrica:*

Introdução:

Comparação dos métodos gravimétrico e volumétrico.
 Classificação dos métodos volumétricos.
 Medição de volumes: unidades, instrumentos e erros de medida.
 Soluções tituladas. Substâncias primárias.

Neutrimetria:

Indicadores.

Teoria dos indicadores.

Estudo teórico das neutralizações e escolha do indicador próprio para cada caso especial (gráfico da marcha de uma neutralização).

Neutralização tipo ácido forte-base forte ou vice-versa:

Neutralização tipo ácido fraco-base forte ou vice-versa.

Neutralização tipo ácido forte-base fraca ou vice-versa.

Neutralização tipo ácido fraco-base fraca.

Neutralização de ácidos polipróticos.

Titulação de anões de ácidos fracos (bases segundo Brönsted) com ácidos fortes.

Problemas de neutrimetria: ácidos, bases e sais; mistura de hidróxidos e carbonatos; mistura de carbonatos e bicarbonatos; doseamento indirecto do bário ou do cálcio; doseamento do azoto.

Cálculos que envolvam neutrimetria.

Volumetrias de precipitação ou formação de complexos:

Determinação dos pontos finais. Indicadores de precipitação e de adsorção. Turbidimetria.

Problemas: doseamento da prata e dos cloretos, do níquel, dos cianetos e do zinco.

Análise complexométrica. Uso do *EDTA* como titulante. Indicadores.

Aplicação, por exemplo, à determinação da dureza de uma água.

Volumetrias de oxidação-redução: definição, gráfico da marcha de uma oxidação-redução. Indicadores. Sistemas de oxidação-redução mais usados:

Volumetrias com permanganato de potássio: preparação das soluções e determinação do título; doseamento do ferro; doseamento do oxigénio utilizável numa pirolusite.

Volumetrias com dicromato de potássio: preparação da solução; doseamento do ferro; doseamento do crómio.

Volumetrias com iodo.

Iodometria. Preparação de soluções tituladas e determinação do título.

Iodometria. Uso do bissulfato de sódio.

Aplicação ao doseamento do cloro livre numa cal clorada, ao do arsénio e ao do cobre.

Volumetrias com sulfato de cério, bromato de potássio e cloreto de titânio.

Resinas permutadoras catiónicas e aniónicas:

Separações quantitativas por resinas permutadoras de iões. Uso combinado dessas resinas e da análise complexométrica.

Aplicação à separação do zinco e do magnésio, utilizando uma resina aniónica.

4) Análise fotométrica:

Definição.

Classificação: análise colorimétrica e análise nefelométrica.

Princípios gerais.

Métodos da análise colorimétrica:

Método das séries padrões.

Método da diluição.

Método do duplicado.

Método da comparação directa.

Limites da colorimetria. Erros possíveis:

Doseamento do *Fe*.

P, *Si*, *Va* e outros.

Doseamento do manganésio.

Doseamento dos nitratos.

Doseamento dos nitritos.

5) Análise de gases:

Colheita da amostra.

Teoria e técnica da análise.

Exemplo para os gases de combustão.

Aparelhos para análises de gases.

6) Breves noções de métodos físico-químicos:

Volumetrias potenciométricas.

Volumetrias condutimétricas.

Métodos polarográficos.

Métodos espectrográficos.

Métodos cromatográficos.

Laboratório de Química Analítica — II**Análise quantitativa****1) Indicação e apresentação do material ao aluno:**

Cuidados e limpeza do material.

Registo dos resultados e cálculo de erros.

Tipos de reagentes: comerciais, puros e pró-análise.

2) Estudo teórico e prático da balança de precisão.
Métodos de pesagem.**3) Determinação da humidade e água de cristalização de um sal.****4) Doseamento gravimétrico do chumbo.****5) Doseamento gravimétrico do ferro.****6) Doseamento gravimétrico do arsénio.****7) Doseamento gravimétrico do cálcio.****8) Doseamento gravimétrico do fosfato.****9) Doseamento gravimétrico do sulfureto. Aplicação a minérios.****10) Preparação de ácidos e alcalis-tipos.****11) Doseamento de uma mistura de soda cáustica e carbonato de sódio (dois métodos).****12) Doseamento indirecto do cálcio.****13) Doseamento de cloretos (três métodos — Mohr, Fajans e Volhard).****14) Doseamento do ferro pelo permanganato de potássio (dois métodos). Aplicação a minérios.****15) Doseamento do antimónio pelo permanganato de potássio. Aplicação a minérios.****16) Doseamento do oxigénio disponível numa pirolusite. Aplicação a minérios.****17) Doseamento do crómio pelo dicromato de potássio. Aplicação a minérios.**

- 18) Doseamento do cloro de uma cal clorada pelo iodo.
- 19) Doseamento do cobre pelo iodo. Aplicação a minérios.
- 20) Doseamento do arsénio pelo bromato de potássio. Aplicação a minérios.
- 21) Doseamento de alguns metais complexométricamente (uso do *EDTA*) e comparação com os respectivos métodos clássicos.
- 22) Separação do zinco e do magnésio pelo uso de resinas permutadoras e subsequente doseamento complexométrico.
- 23) Análise de um silicato.
- 24) Doseamento colorimétrico do ferro.
- 25) Doseamento colorimétrico do cobre.
- 26) Doseamento de um gás de combustão (oxigénio, óxido de carbono, anidrido carbónico, azoto).
- 27) Volumetria potenciométrica.
- 28) Doseamento electrolítico do cobre.

29.ª CADEIRA

Química Industrial — I

1) Introdução:

Noção de química industrial e sua importância na economia nacional e mundial.
 Noção de matérias-primas, produtos acessórios, subprodutos e resíduos.
 Noção geral de operações e aparelhagem mais corrente na indústria química.
 Noção geral de planificação na indústria química.
 Resistência aos agentes físicos e químicos dos materiais de construção usados na indústria química.

2) Estudo sistemático das operações fundamentais — aparelhagem e materiais de construção:

Sólidos:

Peneiração. Granulometria (diferentes escalas). Equipamento industrial. Cálculo de energia.
 Moagem. Graus de redução. Sua classificação. Equipamento industrial. Cálculo de energia.
 Transporte. Diferentes tipos de transportadores, sua classificação e cálculo. Cálculo de energia.

Fluidos:

Movimento relativo entre fluidos e sólidos.
 Débito de sólidos através de fluidos. Velocidade máxima. Movimento bidimensional.
 Classificação. Equipamento industrial (gigas, mesas de lavagem, processos electrostáticos). Cálculos.
 Flutuação. Células e agentes de flutuação.
 Sedimentação. Espessamento. Separação eléctrica. Cálculo de um espessamento.
 Transporte:

De líquidos. Tubagem e acessórios. Bombas. Cálculo de secções e débitos.
 De gases e vapores. Tubagem e acessórios. Ventiladores, compressores e injectores. Cálculo de secções e débitos.

Filtração. Prensagem. Equipamento industrial. Cálculo da operação.

Centrifugação. Equipamento industrial. Cálculo da operação.

Fluidificação dos sólidos. Cálculo de pressão requerida.

Separação de sólidos e fluidos:

Extracção de sólidos-líquidos. Equipamento industrial.

Métodos de operação. Método de cálculo gráfico.

Extracção de líquido-líquido. Métodos de operação. Métodos gráficos de cálculo. Operações por contracorrente e múltiplo contacto. Refluxo.

Separação vapor-líquido:

Destilação e condensação. Diferentes tipos de destilação. Colunas de extracção, condensação e destilação. Cálculo do rendimento de uma coluna. Método gráfico.

Adsorção. Equipamento industrial. Método de cálculo.

Produção de calor.

Fornos. Materiais de construção. Tiragem, rendimento e balanço térmico.

Transmissão do calor:

Permutação:

Equipamento industrial. Recuperadores e economizadores.

Seu cálculo.

Refrigeração.

Evaporação. Equipamento industrial. Cálculo.

Cristalização:

Cristalização estática.

Cristalização contínua.

Secagem. Equipamento industrial. Cálculo de um secador.

3) O contróle da indústria química:

Gases e fumos industriais.

De líquidos.

De temperatura.

De pressões e depressões.

De caudais.

De níveis de líquidos.

Sinalização automática.

Válvulas e registos de funcionamento por servomotores.

4) Estudo sistemático das matérias-primas, produtos acessórios, subprodutos e resíduos mais importantes:

Matérias-primas:

Minérios, calcários, areias e argilas. Carvões, asfaltos, betumes e petróleos. Sal. Nitrato de potássio, nitrato de sódio, enxofre.

Matérias de origem vegetal. Matérias de origem animal.

Ar.

Águas (residuais; purificação e recuperação).

Produtos acessórios.

Subprodutos e resíduos.

5) *Combustíveis:*

Sólidos:

Madeira.
Carvões.

Líquidos:

Petróleos. Origem. Constituição, extracção, refinação e *cracking*.
Petróleos e carburantes sintéticos.
Betumes e asfaltos.

Gasosos:

Gás natural.
Gás de hulha. Destilação da hulha.
Gás dos gasogénios.
Metano.
Acetileno.

6) *Elementos de planificação (em especial) na indústria química.***Laboratório de Química Industrial — I**

- 1) Determinação das características das matérias-primas e produtos fabricados mais importantes.
- 2) Manipulação de alguns modelos de aparelhagem aplicada à indústria química, como coluna de extracção, coluna de hidrogenação, destiladores, cuba de tinturaria e outros.
- 3) Ensaio das características de alguns materiais de construção, tais como ligas, materiais refractários e outros.
- 4) Visitas de estudo.

Química Industrial — II

- 1) *Estudo das indústrias químicas inorgânicas nacionais de maior importância económica ou mais representativas da realização das operações fundamentais da indústria química:*

Amoníaco. Ácido nítrico. Nitratos. Ureia.
Ácido sulfúrico. Sulfato de cobre. Sulfato de amónio. Sulfonitrato de amónio. Superfosfatos simples.
Ácido fosfórico. Superfosfatos concentrados. Fosfato de amónio.
Ácido clorídrico. Sulfato de sódio.
Carbonato de sódio.
Sulfureto de carbono.
Indústria dos cimentos, cals e gessos.
Indústria vidreira.
Indústria cerâmica, incluindo refractários.
Indústria dos cromatos e dicromatos.

- 2) *Estudo das indústrias químicas orgânicas nacionais de maior importância económica:*

Indústria de adubos orgânicos de origem animal.
Indústria dos óleos (extracção, refinação, desodorização e hidrogenação).
Indústria do papel.
Indústria da seda artificial.
Indústria do álcool.
Indústria do malte e da cerveja.
Indústria de amidos, féculas, dextrinas e glucoses.
Indústria de açúcar.
Indústria de sabões e detergentes.

Indústria da curtimenta de peles.
Indústria de extractos taninosos.
Indústria das resinas naturais.
Indústrias das resinas artificiais.
Indústria das tintas e vernizes.
Tinturaria e estamparia; branqueação e acabamento na indústria têxtil.

Nota. — Em cada indústria será estudado o diagrama de fabrico, as operações fundamentais e serão feitas referências ao equipamento industrial e à condução.

- 3) *Laboratório das indústrias químicas e seus problemas gerais comuns:*

Conservação do edifício fabril e seu equipamento industrial.
Armazéns.
Transportes.
Mão-de-obra.

- 4) *Legislação industrial:*

Normas a observar para a instalação de uma indústria.
Legislação em vigor.

- 5) *Higiene industrial e segurança no trabalho. Convenções internacionais.*

- 6) *Patentes:*

Registos de patentes.
Convenções internacionais.

Aula Prática de Química Industrial — II

- 1) Estudo e elaboração de gráficos e nomogramas.
- 2) Cálculo de algumas operações principais usadas na indústria química.
- 3) Projecto e cálculo de uma instalação industrial versada na aula prática. Cálculo do seu rendimento fabril.
- 4) Visitas de estudo, precedidas da explicação da indústria a visitar e elaboração obrigatória dos relatórios respectivos.

Laboratório de Química Industrial — II

- 1) Determinação das características das matérias-primas e produtos fabricados mais importantes.
- 2) Preparação por processos industriais de alguns dos produtos das indústrias estudadas na aula teórica.

30.ª CADEIRA**Química, Física e Electroquímica — I**

- 1) *Introdução.* — *Revisão dos fundamentos da química clássica.*
- 2) *Estados da matéria:*

Estado gasoso:

Teoria cinética dos gases.
Equação geral dos gases perfeitos.
Determinação das densidades de gases e de pesos moleculares.
Lei de Avogadro.
Dissociação no estado gasoso.
Gases reais. Equação de Van der Waals.

Constantes críticas.
Misturas de gases.
Difusão gasosa.

Estado sólido:

Generalidades. Cristalografia.
Propriedades ópticas. Isomorfismo. Polimorfismo.
Estrutura interna dos cristais.
Cristalografia por raios X. Importância da medida das estruturas cristalinas.
Energia iónica das redes cristalinas.

3) *Termodinâmica química. — Revisão e aplicação à química dos conceitos estudados na física:*

Primeira lei da termodinâmica.
Trabalho máximo por expansão isotérmica de um gás.
Entalpia.
Calores específicos, a pressão e a volume constantes, de gases e sólidos.
Energia interna dos gases.
Expansão adiabática de um gás.
Segunda lei da termodinâmica.
Entropia.
Terceira lei da termodinâmica.
Energia livre.

4) *Termoquímica:*

Generalidades.
Variações térmicas a pressão e volume constantes.
Leis da termoquímica.
Calor de formação.
Calor de combustão.
Calor de hidrogenação.
Mudanças de fases.
Equação de Kirckoff.
Variações térmicas das reacções em dissolução.
Calor de dissolução.
Calor de reacções iónicas.
Calor de atomização.
Calor de formação e dissociação das ligações químicas.
Cálculo da temperatura máxima de reacção — temperatura de chama.
Cálculo de temperatura e pressão máximas de explosão.

5) *Estado líquido:*

Generalidades.
Pressão de vapor dos líquidos.
Equações de Clausius-Clapeyron.
Relações empíricas.
Tensão superficial. Métodos de medida. Paracor.
Viscosidade dos líquidos. Viscosimetria. Viscosimetria dos altos polímeros. Lei de Stoke.
Estrutura dos líquidos.
Cristais líquidos.
Estado vitroso.

6) *Soluções:*

Generalidades.
Pressão de vapor de soluções ideais e não ideais.
Composição de vapor em sistemas binários. Determinação das curvas de equilíbrio líquido-vapor.

Destilação fraccionada e em corrente de vapor.
Soluções de gases em líquidos.
Ebulioscopia.
Crioscopia.
Osmose. Pressão osmótica.

7) *Equilíbrios homogêneos:*

Lei de Guldberg e Waage. Determinação das constantes de equilíbrio.
Constante de equilíbrio nas reacções gasosas.
Energia livre de formação. Variação da energia livre nas reacções químicas.
Influência da temperatura no equilíbrio químico.

8) *Equilíbrios heterogêneos:*

Distribuição de um soluto entre solventes não miscíveis.
Regra das fases.
Sistema de três componentes.
Diagramas do ponto de solidificação.
Solubilidade em função da temperatura.
Miscibilidade parcial.
Temperatura de transição.

9) *Cinética química:*

Reacções de primeira ordem.
Reacções de segunda ordem.
Reacções de terceira ordem.
Influência da temperatura na cinética química.
Reacções autocatalíticas.
Reacções lentas reguladas.

10) *Estrutura molecular e propriedades físicas:*

Métodos óptico-químicos:

Refractometria.
Colorimetria fotoelétrica.
Absorção da luz e estrutura química.
Espectrofotometria.
Espectroscopia e espectrografia.
Espectro de Raman.
Polarimetria.

Outros métodos físicos:

Espectroscopia das microndas.
Momentos dipólos.
Poder rotatório magnético.
Difracção de electrões.

11) *Fotoquímica:*

Leis da fotoquímica.
Reacções fotoquímicas.
Fotólise.
Foto-hidrólise.
Quimiluminiscência.

12) *Fenómenos de superfície:*

Generalidades.
Adsorção.
Filmes de substâncias insolúveis.
Adsorção por sólidos de uma solução. Cromatografia.
Fenómenos electrocinéticos.
Fenómenos electrocapilares.
Estado coloidal. Solos liofóbicos e liofílicos. Geles.
Electrólitos coloidais.

Sistemas coloidais em meios orgânicos. Preparação de colóides.
Emulsões.

Laboratório de Química, Física e Electroquímica — I

1) Estado gasoso:

Determinação da densidade de um gás.
Determinação do peso molar de uma substância pelo método de Victor Mayer.
Determinação do peso molar de um gás pelo método da extrapolação da densidade.
Problemas da aplicação da equação geral dos gases perfeitos e da equação de Van der Waals.

2) Estado sólido:

Estudo prático de cristais isomorfos e polimorfos.
Problemas de aplicação à cristalografia dos raios X (casos simples de malhas cúbicas).

3) Termodinâmica química:

Problemas sobre as noções versadas na aula teórica.

4) Termoquímica:

Determinação de um calor de combustão.
Determinação de um calor de dissolução.
Determinação do calor de uma reacção iónica.
Problemas de aplicação.

5) Estado líquido:

Determinação de uma curva de pressão de vapor. Problemas sobre a aplicação da equação de Clausius-Clapeyron.
Determinação da tensão superficial de um líquido.
Determinação da viscosidade.
Determinação de uma velocidade de sedimentação.
Problemas práticos sobre tensão superficial, paracore e viscosimetria.

6) Soluções:

Determinação e traçado de um diagrama de equilíbrio de um sistema binário.
Destilação simples.
Destilação fraccionada.
Destilação em corrente de vapor.
Problemas de aplicação prática.
Ebulioscopia (determinações).
Crioscopia (determinações).
Problemas de aplicação.
Determinação da pressão osmótica.

7) Equilíbrios homogéneos:

Estudo de um equilíbrio. Determinação de uma constante de equilíbrio.
Problemas.

8) Equilíbrios heterogéneos:

Distribuição de um soluto entre solventes não miscíveis.
Estudo de um sistema ternário.
Diagramas dos produtos de solidificação de um sistema binário.
Determinação de uma curva de solubilidade em função da temperatura.
Determinação dos pontos de transição.
Problemas.

9) Cinética química:

Estudo de uma hidrólise.
Estudo de uma saponificação.
Estudo da inversão da sacarose.
Problemas.

10) Estrutura molecular e propriedades físicas:

Métodos óptico-químicos:

Determinações refractométricas.
Determinações por colorimetria fotoelétrica.
Espectrofotometria (emprego do espectrofotómetro).
Espectrografia. Determinação qualitativa e quantitativa.
Determinações polarimétricas.
Problemas.

Métodos físicos:

Determinação de constantes dieléctricas e de um momento dipolo.
Problemas.

11) Fotoquímica:

Uso de um actímetro.
Estudo de uma foto-hidrólise.
Estudo de uma fotólise.
Estudo dos fenómenos de quimiluminiscência.
Problemas.

12) Fenómenos de superfície:

Estudo prático da adsorção (carvões activos e activados, resinas permutadoras e outros). Adsorção de solutos e de gases.
Preparação de colóides.
Cromatografia. Execução de alguns cromatogramas.
Estudo prático de alguns fenómenos electrocinéticos. Electroforese.
Estudo de um filme monomolecular.
Problemas de aplicação.

Química, Física e Electroquímica — II

1) Estrutura atómica e espectros:

O electrão.
A estrutura do átomo.
Teoria dos quanta.
Espectros atómicos.
Breves considerações sobre a mecânica das ondas.
Estrutura electrónica dos átomos.
Teoria electrónica da valência.

2) Química nuclear:

Generalidades.
Isótopos.
Radioactividade. Emissão de partículas.
Radiações.
Transformações radioactivas. Velocidade das desintegrações radioactivas.
Variação massa-energia.
Reacções nucleares. Processos de transmutação.
Desintegração nuclear.
Reactores nucleares.

3) *Electroquímica:*

Referência à origem e evolução da electroquímica.
Revisão das medidas eléctricas e das leis de Faraday.
Mobilidade dos iões.
Condutibilidade dos electrólitos e sua medida. Condutimetria.

4) *Relações entre a energia química e a eléctrica:*

Força electromotriz das pilhas.
Teoria de Nernst sobre a origem da diferença de potencial.
Semipilhas. Potenciais isolados. Pilhas de concentração.
Potenciais de oxidação-redução.
Estudo da concentração do ião hidrogénio.
Potenciometria.
Pilhas galvânicas. Características.
Electrólise. Suas leis. Tensão de decomposição.
Polarização. Sobre-tensão.
Polarografia.
Electroanálise.
Corrosão electrolítica.

5) *Galvanotecnia:*

Revestimentos metálicos.
Preparação mecânica. Desengorduramento.
Decapagem e polimento electrolíticos.
Banhos electrolíticos, suas propriedades e características dos revestimentos.
Ensaio e normas dos revestimentos.

6) *Electroquímica técnica:*

Estudo das principais indústrias electroquímicas, nomeadamente das nacionais.
Electroquímica coloidal.
Electroquímica dos gases.

7) *Electrometalurgia:*

Electrorrefinação de metais.
Electrólise de sais fundidos. Suas aplicações industriais.
Electrotermia. Fornos eléctricos. Produtos metálicos electrotérmicos. Indústrias do carboneto de cálcio e cianamida.
Electrossiderurgia.

Laboratório de Química, Física e Electroquímica — II1) *Química nuclear:*

Caracterização de materiais radioactivos (emprego de contadores de Geiger-Muller).
Determinação da vida média de um isótopo radioactivo.
Emprego de isótopos traçadores (casos simples).
Problemas.

2) *Electroquímica:*

Verificação prática dos fenómenos de electrólise e das leis de Faraday. Voltímetros. Problemas de aplicação.
Determinação dos números de transporte. Problemas.
Determinação da condutividade de uma solução.
Condutividade específica, molar e equivalente.
Titulações condutimétricas. Problemas de aplicação.

Força electromotriz:

Determinação da força electromotriz por meio de ponte, galvanómetro e voltímetro.
Medida da tensão dos terminais.
Determinação da força electromotriz:

Por meio de ponte, galvanómetro indicador de zero e voltímetro.
Por meio de ponte, galvanómetro indicador de zero e pilha padrão.
Com reóstato de décadas, electrómetro capilar e pilha padrão.

Medição dos potenciais de semipilhas.
Medição de potenciais de pilhas de concentração.
Medição de potenciais de pilhas de gases.
Medição dos potenciais de pilhas de oxidação-redução.
Medições dos potenciais do ião hidrogénio. *pH*.
Titulações potenciométricas.
Estudo de pilhas secas. Determinação da capacidade de carga e descarga. Rendimento e estabilidade de armazenagem.
Determinação da tensão de decomposição de um electrólito.
Verificação prática da polarização e da sobre-tensão.
Determinações polarográficas.
Electroanálise de ligas metálicas.
Demonstração experimental da corrosão electroquímica.
Aspectos e características mais importantes.
Protecção catódica. Ensaio de resistência à corrosão.

Galvanotecnia:

Execução de revestimentos metálicos. Características e métodos de ensaio.
Execução de uma cobreagem.
Execução de uma niquelagem.
Execução de uma cromagem.
Execução de uma prateagem.
Execução de uma anodização.

Electroquímica técnica:

Electrólise dos cloretos alcalinos.
Preparação electrolítica de um hipoclorito e de um clorato.
Preparação de cloro e alcalis.
Preparação de perclorato de potássio.
Preparação de ácido persulfúrico.
Obtenção de cloroplumbato de amónio.
Preparação do iodofórmio e do bromofórmio.
Obtenção de álcool isopropílico a partir da acetona.
Redução electrolítica do nitrobenzeno.
Estudo do diagrama de algumas indústrias electroquímicas.

Electrometalurgia:

Electrodeposição de alguns metais (como, por exemplo, cobre e níquel, zinco e cádmio).
Electrólise de sais fundidos (electrólise do clorato de chumbo; obtenção do magnésio e do alumínio).

Processos electrotécnicos. Obtenção do carboneto de cálcio, ferrocrómio e ferrossilício. Estudo esquemático dos diferentes tipos de fornos eléctricos.

Visitas de estudo a diversas indústrias electroquímicas e electrometalúrgicas com obrigação de elaboração de relatório da visita.

31.ª CADEIRA

Medidas e Ensaios de Máquinas Eléctricas — I

Aparelhos de medida

1) Generalidades:

Classificação:

Quanto ao seu emprego.
Quanto ao método de leitura.
Quanto à grandeza a medir.
Quanto ao princípio de funcionamento.

Elementos constituintes. Suspensões.
Origem do desvio. Binários motor e antagonista.
Amortecimento.

Características:

Classe de precisão.
Sensibilidade.
Amortecimento.
Factor de qualidade.
Sobrecarga.
Isolamento.
Princípio de funcionamento.

2) Galvanómetro electromagnético (íman móvel):

Constituição.
Influência dos campos parasitas.
Funcionamento.
Constantes do aparelho.

8) Galvanómetro magnetoeléctrico (quadro móvel):

Constituição:

Algumas considerações sobre ímanes permanentes.
Condições a que devem satisfazer as molas.

Influência dos campos parasitas.
Influência da temperatura.
Funcionamento.
Amortecimento.
Constantes do aparelho.
Vantagens e inconvenientes.
Utilização:

Amperímetro.
Voltímetro.
Ohmímetro.

4) Aparelhos magnetoeléctricos em corrente alternada:

Generalidades.

Rectificadores constituídos por semicondutores:

Influência da temperatura.
Influência da frequência.
Ligação de rectificadores.
Correspondência de escalas.

Conversores termoeléctricos:

Factores que intervêm nas indicações.
Gradação de um aparelho.

5) Galvanómetro balístico:

Generalidades.

Funcionamento:

Movimento aperiódico.
Movimento aperiódico limite.
Movimento periódico amortecido.
Movimento periódico não amortecido.

6) Fluxímetro:

Constituição.
Funcionamento.

7) Aparelhos ferromagnéticos (ferro móvel):

Constituição:

Aparelhos de bobina achatada.
Aparelhos de bobina anelar.

Funcionamento:

Aparelhos de bobina achatada.
Aparelhos de bobina anelar.

Influência da frequência:

Corrente contínua.
Frequências baixas.
Frequências industriais.
Frequências elevadas.

Influência dos campos parasitas.
Vantagens e inconvenientes.

8) Aparelhos electrodinâmicos (electrodinamómetros):

Constituição.

Funcionamento.

Influência da frequência.
Influência dos campos parasitas.
Ampliação do campo de medida.
Vantagens e inconvenientes.
Aparelhos ferrodinâmicos.
Utilização:

Amperímetro.
Voltímetro.
Wattímetro.

9) Aparelhos térmicos:

Constituição.

Funcionamento.

Características do fio condutor.
Sensibilidade.
Ampliação do campo de medida.
Influência da frequência.
Influência da temperatura.
Vantagens e inconvenientes.
Utilização geral.

10) Aparelhos electrostáticos (electrómetros):

Electrómetro de um ou dois quadrantes:

Constituição.
Funcionamento.

Electrómetro de quatro quadrantes:

Constituição.
Funcionamento.
Formas de montagem.

Propriedades gerais.

11) *Aparelhos de indução:*

Aparelhos de tambor:

Constituição.
Funcionamento.
Utilização como amperímetro e voltímetro.
Utilização como varímetro e wattímetro.

Aparelhos de disco de dois electroímanes:

Constituição.
Funcionamento.
Utilização como amperímetro e voltímetro.
Utilização como varímetro e wattímetro.

Aparelhos de disco de um electroíman:

Constituição.
Funcionamento.

12) *Medida de energia:*

Generalidades.
Contador electromagnético com binário amortecedor:

Constituição.
Funcionamento.
Erros.

Contador electromagnético sem binário amortecedor:

Constituição.
Funcionamento.
Erros.

Contador electromagnético de corrente contínua:

Constituição.
Funcionamento.
Erros.

Contador de indução monofásico de energia activa:

Constituição.
Funcionamento.
Erros.
Regulação do ângulo β .
Compensação do erro devido ao atrito.
Compensação do erro devido ao electroíman de corrente.
Compensação do erro devido aos binários auxiliares.

Contador de indução monofásico de energia reactiva.

Contadores de indução trifásica de energia activa:

Circuitos sem neutro.
Circuitos com neutro.

Contadores de indução trifásica de energia reactiva:

Circuitos sem neutro.
Circuitos com neutro.

Contador de tarifa binómia. Maxígrafo.

Contador de tarifa múltipla.

13) *Transformadores de medida:*

Generalidades.
Funcionamento.
Condições a que devem satisfazer:
Transformadores de tensão.
Transformadores de corrente.

Classe de precisão.
Principais diferenças entre transformadores de tensão e corrente.
Correcção dos erros de um transformador de corrente.
Ligação do secundário à terra.
Determinação da polaridade.
Indicações da placa de características.

14) *Quocientímetros (logómetros):*

Constituição.
Funcionamento.
Sensibilidade.
Utilização:
Ohmímetro de quadros cruzados.
Fasímetro monofásico.
Fasímetro trifásico para cargas equilibradas.
Frequencímetro.
Sincronoscópio.

15) *Aparelhos de vibração:*

Frequencímetro de lâminas vibrantes.

16) *Medidas a distância:*

Generalidades.
Sistemas de potenciómetro transmissor.
Sistemas de compensação.
Sistemas de impulsos.

17) *Aparelhos registadores:*

Registadores por inscrição directa.
Registadores com comando auxiliar.
Registadores por pontos.
Registadores luminosos.

Métodos de medida

18) *Erros:*

Erros de fabrico.
Erros de método.
Erros de leitura.

19) *Medidas de resistências:*

Resistências padrão.
Ponte de Wheatstone. Sensibilidade da ponte.
Ponte de fio calibrado. Atenuação dos erros introduzidos pelos contactos.
Método de comparação de tensões.
Método de substituição.
Método do voltímetro e amperímetro.
Ponte dupla de Thomson.
Método da perda de carga.
Medida do coeficiente de temperatura de uma resistência.
Medida da resistividade de electrólitos. Ponte de Kohlrausch.
Resistência interna de uma pilha. Método do voltímetro.

- Resistência interna de uma pilha. Método de Mance.
Resistência de um galvanómetro. Método de Thomson.
- 20) *Medida de resistências fortemente variáveis com a tensão aplicada:*
Resistência de uma lâmpada eléctrica.
Resistência de rectificadores secos.
- 21) *Medida de resistência de isolamento:*
De uma instalação sem carga pelo ohmímetro.
De isoladores de B. T. pelo ohmímetro.
De máquinas eléctricas pelo método de voltímetro.
- 22) *Localização de avarias em condutores:*
Localização de uma terra quando existe condutor de volta.
Localização do ponto de contacto entre dois condutores.
Localização de uma terra quando não existe condutor de volta.
- 23) *Medida de forças electromotrices. Método de opposição:*
Generalidades.
Pilhas padrão.
Sensibilidade do método de opposição.
Método de Bouty.
Método de Clark.
Método de Poggendorf.
Método da caixa de ponte.
Potenciómetros.
- 24) *Aferição de aparelhos de medida:*
Generalidades.
Graduação de um galvanómetro em voltímetro.
Aferição de um voltímetro.
Graduação de um galvanómetro em amperímetro.
Aferição de um amperímetro.
Aferição de um wattímetro.
Afinação e aferição de um contador electrodinâmico de corrente contínua.
Afinação e aferição de um contador de indução.
- 25) *Medida de potência em corrente contínua:*
Medida com voltímetro e amperímetro.
Medida com wattímetro.
- 26) *Medida de potência activa. Potência reactiva e factor de potência:*
Circuito monofásico:
Medida com voltímetro, amperímetro e wattímetro.
Método dos três voltímetros.
Método dos três amperímetros.
Circuito trifásico com neutro.
Circuito trifásico sem neutro.
- 27) *Medida de capacidades auto-induções e induções mútuas:*
Método industrial de Joubert.
Métodos de regime transitório utilizando um galvanómetro balístico.
Pontes em corrente alternada.
- 28) *Estudo de alguns circuitos de corrente alternada:*
Bobina com núcleo de ferro.
Condensador com dieléctrico perfeito.
Terceira harmónica de corrente em circuitos com ferro.
Circuito série formado por capacidade e resistência variável.
Circuito paralelo formado por auto-indução e resistência variável.
Compensação do factor de potência.
Circuitos com acoplamento magnético.
- 29) *Medidas magnéticas:*
Medida de um campo magnético.
Medida de um campo de indução.
Medida de um fluxo de indução.
Medida de permeabilidade.
Traçado do ciclo de histerese de um modelo toroidal.
Traçado do ciclo de histerese de um modelo filiforme.

Medidas e Ensaios de Máquinas Eléctricas — II

1) Introdução:

Trabalhos gráficos e manuais:

- Sinais gráficos oficiais das instalações de correntes fortes.
Esquemas das instalações de luz e força motriz do laboratório.
Esquemas de reóstatos, quadros de resistências, comutadores e inversores.
Olhais e juntas em fios, torçadas em fio; ligações de cabos.
Comutações de luz.
Execução sobre modelos de enrolamentos para máquinas de corrente contínua (tipos imbricado e ondulado, quer simples, quer múltiplo).
Execução sobre modelos de enrolamentos para máquinas de corrente alternada (tipos de enrolamentos mais vulgares).

Ligação de geradores e motores. Inversão de marcha. Esquemas e esboços:

- Motores e geradores de corrente contínua com excitação independente, série, derivação (*shunt*) e mista (*compound*).
Máquinas síncronas: alternadores, motores. Transformadores.
Motores assíncronos (indução) de rotor em curto-circuito e de rotor bobinado.

2). Ensaios sobre máquinas de corrente contínua:

Verificação experimental das propriedades dinâmicas:

Pesquisa de linha neutra:

Métodos do voltímetro e do amperímetro.

Valor da força electromotriz induzida numa espira, em função do ângulo que forma com a linha neutra; método de Mordey.

Traçado dos ciclos histeréticos de uma máquina.
 Medida da resistência de isolamento de um gerador.
 Medida do aumento de temperatura de uma máquina.

Características dos dínamos para os diferentes tipos de excitação:

Características em vazio.
 Características das quedas de tensão.
 Características em carga.
 Características de regulação.
 Características externas.
 Características internas.

Características dos motores:

Características electromecânicas.
 Características mecânicas dos motores.

Medida de potências e dos binários pelo emprego de freios.

Rendimentos de geradores e motores. Separação de perdas:

Determinação do rendimento de um gerador pelo método directo.
 Determinação do rendimento de um gerador pelo método indirecto.
 Separação das perdas mecânicas e das perdas por histerese e correntes de Foucault de um gerador, usando um motor auxiliar.
 Rendimento de um motor — métodos directos e indirectos.
 Rendimento de um motor pelo emprego de freios.

Associação de geradores.

3) *Ensaio sobre máquinas de corrente alternada:*

Introdução:

Medida do factor de potência pelo método dos três amperímetros e pelo método dos três voltímetros.
 Produção de campos girantes por correntes polifásicas:
 Campos trifásicos.

Alternadores:

Ligação da excitatriz de um alternador.
 Traçado das curvas da força electromotriz pelo método Joubert.
 Características em vazio e em carga não indutiva.
 Características em curto-circuito.
 Características em carga indutiva:

Estabelecimento do diagrama de Behn-Eschenburg.

Associação em paralelo de alternadores.
 Determinação do rendimento.

Motores síncronos:

Curvas em V de um motor síncrono.
 Rendimento de uma comutatriz.

Lançamento de uma comutatriz como motor síncrono (com e sem o emprego de um motor auxiliar).
 Determinação de rendimentos.

Transformadores:

Resistências e relações de transformação de transformadores monofásicos e trifásicos.
 Determinação do triângulo de Kapp:

Ensaio em circuito aberto e em curto-circuito.

Queda de tensão num transformador monofásico.

Corrente reactiva de um transformador trifásico:

Potência em vazio.

Rendimento de transformadores.

Associação em paralelo de transformadores.

32.ª CADEIRA

Técnica de Iluminação

1) *Luz:*

Radiações:

Radiações visíveis.
 Radiações invisíveis.

O olho humano:

Constituição orgânica. Adaptação e acomodação.
 Sensibilidade.
 Curva espectral da visibilidade relativa.
 Influência da cor da luz.

Percepção visual:

Campo visual.
 Contraste.
 Encandeamento.
 Acuidade visual.
 Velocidade de percepção.

2) *Necessidade de uma boa iluminação:*

Inconvenientes fisiológicos e psicológicos de uma iluminação deficiente.
 Necessidade de uma iluminação adequada ao trabalho.
 Influência da iluminação sobre o rendimento e segurança do trabalho.
 Influência da iluminação sobre as faculdades visuais.

3) *Grandezas e unidades fotométricas:*

Grandezas a considerar na técnica da iluminação:

Intensidade luminosa. Unidades.
 Fluxo luminoso. Unidade.
 Quantidade de luz. Unidade.
 Iluminação. Unidades.
 Luminância. Unidades.

4) *Elementos de fotometria:*

Lei do co-seno e do inverso do quadrado das distâncias.
Princípio do banco fotométrico.
Fotómetros, luxímetros e lumenímetros.

5) *Curvas fotométricas:*

Diagramas polares das intensidades luminosas.
Curvas *isolux*.

6) *Produção da luz:*

Algumas considerações históricas.
Produção da luz por incandescência:
O fluxo luminoso em função da temperatura do filamento.
Lâmpadas de arco.

Produção da luz por luminescência. Fenómenos naturais:
Princípio de funcionamento das lâmpadas de descarga.
Estabilização da descarga.
Efeitos estroboscópicos.
Fluorescência.

7) *Lâmpadas modernas:*

Lâmpadas de incandescência.
Lâmpadas de descarga e acessórios necessários para o seu funcionamento.
Lâmpadas de vapor de sódio.
Lâmpadas de vapor de mercúrio.
Lâmpadas mistas.
Lâmpadas fluorescentes.
Lâmpadas de cátodo frio.
Outras lâmpadas.
Ligações especiais para melhorar o factor de potência e evitar o efeito estroboscópico.

8) *Distribuição da luz:*

Condições para uma boa iluminação.
Tipos de iluminação. Suas características:
Directo.
Difuso.
Indirecto.
Semi-directo.
Semi-indirecto.
Directo-indirecto.

Armaduras:

Utilização das armaduras.
As armaduras e os tipos de iluminação.

Reflectores, refractores e difusores:

Transmissão e refração através do vidro e de substâncias plásticas (transparentes, despolidas, opalinas e prismáticas).
Reflectores de vidro espelhado.
Reflectores metálicos e anodizados.
Difusores.

9) *Directrizes gerais para o estabelecimento de um projecto:*

Preliminares.
Natureza do trabalho.

Níveis luminosos.
Iluminação geral, local e combinada.
Tonalidade da luz. Luminância.
Plano útil de trabalho.
Uniformidade de iluminação. Coeficientes de uniformidade. Valores práticos.
Escolha das lâmpadas e tipos de iluminação e de armadura.
Distribuição das armaduras. Altura de suspensão.
Factor de utilização.
Índice local.
Factor de depreciação.

10) *Projectos de iluminação:*

Recomendações gerais para iluminações interiores:
Exemplos de cálculos aplicados a habitações particulares, escolas, salas de desenho e escritórios.
Exemplos de cálculos aplicados a grandes locais, tais como igrejas, restaurantes, salas de cinema e salas de teatro.

Recomendações gerais para iluminações industriais:

Exemplos de cálculo de iluminação de oficinas e de fábricas.

Recomendações gerais para iluminações exteriores (públicas):

Exemplos de cálculo aplicado a ruas, praças e estradas.
Exemplos de cálculo aplicados a monumentos e fachadas de edifícios.
Exemplos de cálculo aplicado a campos desportivos.

Recomendações gerais para iluminações especiais:

Exemplos de cálculos aplicados a vitrinas, palcos de teatros, salas de operações e anúncios luminosos.

33.ª CADEIRA

Elementos de Electricidade e de Máquinas

A) Elementos de electricidade

1) *Sistemas de unidades:*

Generalidades.
Constituição de sistemas de unidades.
Equações dimensionais.
Unidades derivadas.
Sistemas de unidades mecânicas e eléctricas:
Relação entre a permissividade e a permeabilidade.
Sistemas electrostáticos.
Sistemas electromagnéticos.
Racionalização dos sistemas de unidades.

2) *Elementos de electricidade:*

Alguns sinais gráficos utilizados em esquemas.
Constituição da matéria.
Noção de campo eléctrico. Teorema de Coulomb.
Força electromotriz. Diferença de potencial.

Corrente eléctrica. Intensidade de corrente eléctrica. Intensidade específica de corrente eléctrica.

Resistência óhmica e condutância. Condutores, semicondutores, isolantes.

Resultados obtidos pela experiência:

Experiência que conduz à lei $I=GV$.

Experiência que conduz à lei $Q=CV$.

Experiência que conduz à lei $\phi=LI$.

Conclusões tiradas das experiências anteriores.

Funções sinusoidais. Aplicação dos números complexos.

Campo de correntes:

Corrente contínua:

Lei de Ohm. Queda de tensão.

Lei de Ohm em grandezas específicas.

Resistividade. Variação com a temperatura.

Associação de resistências.

Energia e potência.

Lei de Joule.

Leis de Kirckoff.

Associação de geradores.

Corrente alternada:

Lei de Ohm em corrente alternada:

Impedância.

Valor eficaz da intensidade de uma corrente alternada.

Associação de impedâncias.

Leis de Kirckoff.

Potência.

Campo eléctrico:

Lei da capacidade em grandezas específicas. Potencial e diferença de potencial.

Energia necessária para carregar um condensador.

Densidade espacial de energia num campo eléctrico.

Associação de capacidades.

Campo electromagnético:

Lei da indutância em grandezas específicas. Energia correspondente a um campo magnético.

Densidade espacial de energia num campo magnético.

Campo magnético criado por uma corrente eléctrica de intensidade I que percorre um condutor rectilíneo.

Forças num campo electromagnético.

Força entre dois condutores paralelos de comprimento 1 percorridos, respectivamente, pelas correntes de intensidades I_1 e I_2 .

Forças electromotrizas induzidas.

Lei de Faraday.

Lei de Lenz.

Auto-indução e indução mútua.

Correntes de Foucault.

Ferromagnetismo.

Circuitos magnéticos.

B) Elementos de máquinas

1) Máquina a vapor:

Generalidades.

Órgãos principais.

Classificação.

2) Turbinas a vapor:

Generalidades.

Órgãos principais de uma turbina.

Classificação das turbinas:

Turbinas de acção.

Turbinas de reacção.

Turbinas mistas.

3) Condensadores:

Generalidades.

Tipos de condensadores.

4) Compressores:

Generalidades.

Classificação.

5) Motores de explosão:

Generalidades.

Classificação quanto aos tempos e número de cilindros.

Funcionamento:

Diagrama teórico.

Diagrama real.

Estudo comparativo destes diagramas.

Alimentação.

Distribuição.

Inflamação.

Refrigeração.

Lubrificação.

6) Motores de combustão:

Generalidades.

Classificação.

Diagrama teórico.

Diagrama real.

Estudo comparativo destes diagramas.

7) Referências ao motor de reacção.

34.ª CADEIRA

Aquecimento e Ventilação

1) Ventilação:

Noções gerais:

Constituição e propriedades do ar.

Factores de viciação do ar.

Condições a realizar.

Processos de ventilação:

Ventilação natural:

Factores que influem na ventilação natural.

Vantagens e inconvenientes de ventilação natural.

Ventilação artificial:

Ventilação diferencial.

Ventilação mecânica:

Partes principais da instalação.

Ventilação por ar condicionado:

Partes principais da instalação.

Funcionamento da instalação.

Regulação das instalações de ventilação por ar condicionado:

Regulação da temperatura do ponto de orvalho.

Regulação do grau higrométrico.

Regulação da temperatura de entrada no local.

Regulação do caudal de ar fresco.

Cálculo das instalações de ventilação e de ar condicionado:

Quantidade de ar necessário.

Filtros.

Lavadores; frigoríficos.

Separador de gotas.

Baterias de carvão.

Baterias de aquecimento.

Ventiladores.

Conduções.

Agrupamento dos edifícios para efeito da escolha do sistema de ventilação adequado.

2) Aquecimento. Refrigeração:

Noções gerais:

Temperatura adequada ao organismo.

Noção de atmosferas equivalentes.

Temperaturas resultantes aconselháveis.

Determinação da temperatura resultante.

Formas de transmissão do calor:

Problema geral da transmissão do calor.

Equação fundamental.

Cálculo da quantidade de calor necessário para aquecimento de um recinto.

Cálculo das frigorias necessárias para refrigeração de um recinto.

Sistemas de aquecimento:

Local:

Fogões e estufas.

Eléctrico.

Termoblocos.

Central:

Aquecimento por água quente:

Elementos principais da instalação.

Cálculo da instalação.

Aquecimento por vapor a baixa pressão:

Elementos principais da instalação.

Cálculo da instalação.

Vapor a alta pressão:

Elementos principais da instalação.

Cálculo da instalação.

Regulação das instalações de aquecimento por vapor.

Aquecimento por vazio.

Aquecimento por ar quente:

Elementos principais da instalação.

Cálculo da instalação.

Termoventiladores.

Agrupamento dos edifícios para efeito da escolha do sistema de aquecimento adequado.

35.ª CADEIRA**Contas de Obras****1) Projectos. Peças desenhadas e peças escritas:**

Caderno de encargos.

Medições.

Séries de preços.

Orçamentos:

Aplicação prática.

2) Obras. Sua classificação:

Principal legislação sobre empreitadas do Estado.

3) Títulos de crédito:

A letra, o cheque, o extracto de factura, suas funções, elementos e modo de preenchimento. Outros documentos comerciais que servem de base à contabilidade das obras.

Cálculo do juro, dos descontos, da reforma de títulos.

Capitalização.

4) A empresa. Generalidades, classificação e características inerentes a cada um dos tipos.**5) Noções gerais de contabilidade:**

Seu objectivo. Património das empresas, sua composição. Inventário.

Conceito de conta, seus elementos, sua classificação. Métodos de relevação contabilística. Regras para relevação dos movimentos das contas. Balanço. Prática de lançamentos.

6) Noções gerais de contabilidade das obras:

Movimentação das contas:

Conta de máquinas ou ferramentas. Sua relação com a conta de amortização.

Conta de materiais de construção. Avaliação dos materiais.

Conta de mão-de-obra. O *contrôle* dos salários, seu pagamento e descontos. Repartição dos salários.

Conta de despesas gerais. A classificação e imputação das despesas gerais às obras.

Conta de obras. Seu funcionamento e *contrôle*.

- 7) *Livros usados na contabilidade das obras.*
- 8) *Ideia geral sobre o movimento mensal dos livros e sobre a organização do balanço anual.*

36.ª CADEIRA

Organização Industrial

- 1) *Considerações gerais sobre o progresso científico, técnico e social.*
- 2) *A produtividade. O interesse do seu estudo:*
Factores de produtividade.
Consequências do aumento de produtividade.

- 3) *O método científico. A organização científica do trabalho. Sua origem, definição e fins.*
Sistemas de organização: Taylorismo, Fayolismo, Fordismo, etc.
Estruturas e critérios de organização.
Meios de que dispõe a organização científica do trabalho. A racionalização.
O tratamento mecanográfico da informação. Breves referências.

- 4) *A normalização. Suas vantagens. Nomenclaturas.*
- 5) *Generalidades sobre empresas. Classificação e características inerentes a cada um dos tipos de empresas.*
- 6) *As funções da empresa:*

A função administrativa. Imperativos de Fayol.
A função financeira. Capitais. A amortização financeira e a amortização industrial.
A função contabilística. Fins de contabilidade. Património das empresas. Métodos de relevação. Inventário. Contas. Balanço. A contabilidade industrial. Mecanografia.
A função técnica. Os estudos, os métodos do fabrico. *Planning*. Programação do trabalho, lançamento e controlo.
A função comercial. A política comercial. O estudo dos mercados.
A função higiene e segurança. Os acidentes, as suas consequências sob o ponto de vista humano, social e económico. A prevenção, seus meios.

Referências à legislação portuguesa sobre higiene e segurança nos locais de trabalho.

- 7) *A preparação do trabalho:*

O serviço de estudos. Funções. Organização.

O estudo propriamente dito.

O serviço de métodos. Funções. Organização.

A escolha do processo de trabalho. Análise do produto. Decomposição de fabricação. Elaboração de gamas de fabrico. Mapas e gráficos comparativos.

O estudo das condições gerais do trabalho:

A disposição geral das oficinas. A implantação de máquinas. Circuitos de manutenção. Processos de manutenção.

O ambiente nos locais de trabalho. A climatização, a iluminação, as cores, os ruídos.

A fisiologia do trabalho. A fadiga, tipos, modos de verificação. Redução ou eliminação de fadiga. Leis da energia despendida. Princípios gerais da economia dos movimentos.

O estudo dos tempos. A cronometragem. Finalidade, meios e métodos de cronometragem. Tempo real de trabalho.

O estudo dos movimentos. Micromovimentos *Therbligs*:

Standards de tempo dos movimentos. Sistema M. T. M., sistema Q. S. K.

A simplificação do trabalho. Suas fases. Gráficos. Como analisar e simplificar trabalhos técnicos e administrativos.

- 8) *Serviços de conservação preventiva:*

Estudo das finalidades.

Estudo dos métodos.

- 9) *A concentração das empresas. Suas formas. Vantagens. Os acordos entre empresas industriais. «Trust», «Cartel», «Comptoir», «Pool», etc.*

37.ª CADEIRA

Organização Política da Nação e Economia Corporativa — I

- 1) *Noções fundamentais:*

A sociedade como condição essencial à existência do homem.

A evolução da vida social e os agregados sociais. A concepção do «homem natural» na teoria de Jean Jacques Rousseau; breve exposição e crítica.

A solidariedade social; suas espécies; noções. Conceitos de sociedade.

- 2) *Normas de conduta:*

a) Sua noção e espécies;

b) Sua distinção das normas científicas;

As normas de conduta:

a) Como elemento indispensável à existência e desenvolvimento pacíficos do agregado social;

b) Como fenómenos psicocolectivos.

Normas jurídicas:

a) Sua qualificação como normas de conduta;

b) Sua noção;

c) Seus elementos característicos; a intervenção do Estado e a pena;

d) Sua importância.

Normas de moral:

a) Sua qualificação como normas de conduta;

b) Sua noção;

c) Suas relações com as normas científicas; distinção entre umas e outras normas;

d) Sua importância.

- 3) *Os agrupamentos naturais:*

Espécies de sociedades e sua evolução: a família, a cidade e a Nação.

A Nação:

Conceito de Nação.

Elementos essenciais e secundários para a formação de uma Nação; justificação.

4) O Estado:

Conceitos de Estado.

Elementos constitutivos do Estado.

Funções do Estado:

Sistemas doutrinários:

- a) A doutrina individualista; o Estado liberal;
- b) A doutrina socialista; a luta de classes e a concentração capitalista;
- c) A doutrina intervencionista; o Estado ético; o Estado corporativo.

O poder político e a sua legitimidade.

5) Os elementos estruturais da Nação:

Os organismos corporativos:

Noção de organismos corporativos.

Importância dos organismos corporativos.

Remissão do estudo dos organismos corporativos para momento posterior.

O município:

Noção de município.

Origens e importância da instituição municipal.

A divisão administrativa.

A administração municipal e os seus órgãos.

A administração paroquial e a administração distrital; órgãos de uma e de outra.

A família:

Noção de família.

A família conjugal e as fontes das relações de família:

O casamento.

Noção de casamento.

Breves noções sobre a evolução do regime de celebração do casamento em Portugal.

A Concordata celebrada entre o Estado Português e a Santa Sé.

Importância da instituição familiar:

Disposições da Constituição Política de 1933 para com a família.

O indivíduo:

A nacionalidade; noção.

A importância da nacionalidade e os efeitos da sua atribuição.

O artigo 7.º da Constituição Política de 1933.

Princípios orientadores dos Estados sobre nacionalidade.

Breves noções sobre a aquisição, perda e reacquirição da nacionalidade portuguesa.

6) Organização política da Nação:

Constituições históricas; as antigas «Leis Fundamentais do Reino».

O movimento constitucional.

A transição do antigo regime para os regimes liberais.

As constituições políticas modernas.

As constituições políticas e as cartas constitucionais; noções.

Classificação das constituições políticas; critérios de classificação; espécies de constituições políticas.

O movimento constitucional português:

A revolução de 1820 e a formação das juntas provisionais.

As Constituições Políticas de 1822 e de 1838; a Carta Constitucional de 1826; noções gerais.

A implantação da República e a elaboração da primeira constituição política republicana.

A Constituição Política de 1911.

Fontes da constituição e sua sistematização.

Natureza da República organizada pela Constituição Política de 1911.

As repúblicas presidencialistas e as repúblicas parlamentaristas.

Os poderes organizados pela Constituição Política de 1911.

A Revolução de 28 de Maio de 1926 e o seu sentido nacional.

7) A Constituição Política de 1933:

Seu projecto, aprovação e entrada em vigor.

Sistematização da Constituição Política.

Principais alterações.

Sistema de revisão.

O território nacional.

A soberania do Estado Português sobre todo o território nacional.

Elementos constitutivos da Nação Portuguesa.

Posições do Estado Português nas ordens internacional e interna.

Formas externa e interna do Estado Português.

A unidade moral, económica e política da Nação Portuguesa.

Natureza da República organizada pela Constituição Política de 1933.

O princípio da igualdade perante a lei.

8) A soberania e os órgãos da soberania nacional:

O Chefe do Estado:

Eleição; condições de elegibilidade; posse; vacatura.

Atribuições:

a) Relativas à vida externa do Estado;

b) Relativas à vida interna do Estado.

Responsabilidade.

A Assembleia Nacional:

Composição; eleição; dissolução.

Atribuições:

a) Relativas ao exercício da função legislativa;

- b) Relativas à ordem financeira; a Lei de Meios e o Orçamento Geral do Estado;
- c) Relativas à ordem internacional;
- d) Relativas à ordem pública;
- e) Relativas a medidas de clemência.

Funcionamento.

A Câmara Corporativa:

Composição.
Atribuições.
Funcionamento.

O Governo:

Composição.
Atribuições.
Responsabilidades.

Os tribunais:

Suas espécies.
Prerrogativas dos juizes.

Organização Política da Nação e Economia Corporativa — II

1) O corporativismo:

O individualismo; noções.
O socialismo; noções.
O corporativismo; noções.
O corporativismo moderno e os seus antecedentes.
O liberalismo e a luta de classes.
Antecedentes do corporativismo em Portugal: as confrarias e as corporações de artes e ofícios.
O sindicalismo católico.
A encíclica *De Rerum Novarum* e a sua repercussão em Portugal; outras encíclicas.

2) A organização corporativa:

Organismos corporativos; suas espécies.
Organismos corporativos económicos primários:

- a) Sindicatos nacionais; noções;
- b) Ordens; noções;
- c) Grémios; noções;
- d) Casas do Povo; noções;
- e) Casas dos Pescadores; noções.

Organismos corporativos económicos secundários:

- a) Federação; noções;
- b) Uniões; noções.

Corporações económicas:

O nível da corporação e o seu carácter unitário e nacional.

Corporações morais e corporações culturais.

Organismos de coordenação económica; noções.
Organismos de coordenação geral; noções.

3) Economia corporativa:

Âmbito da intervenção do Estado na vida económica.
Riqueza socialmente útil.
Iniciativa privada.

Predomínio do interesse nacional.

A produção e o seu ajustamento ao consumo:

O nível da produção e a disciplina da concorrência.

A propriedade:

- a) Sua formação e legitimidade;
- b) Função social da propriedade.

O capital:

- a) Garantias e obrigações;
- b) Justa remuneração.

O trabalho:

- a) Direito ao trabalho;
- b) Salário suficiente e salário mínimo;
- c) Segurança dos trabalhadores;
- d) Os contratos colectivos de trabalho.

A previdência:

A previdência individual e a importância social da previdência.

A previdência corporativa.

Contribuição comum de trabalhadores e empresas.

As caixas sindicais de previdência.

38.ª CADEIRA

Filosofia — I

História da Filosofia

1) Introdução geral. Filosofia grega:

Conceito de filosofia.

Origem da reflexão filosófica: a civilização helénica e a autonomização do pensar racional.

Antecedentes orientais e gregos: a reflexão mística.

Período cosmológico: as primeiras escolas filosóficas e o problema da substância (monismo): escolas jónica, pitagórica e eleática (Parménides); o pluralismo: Empédocles e Anaxágoras; os atomistas.

O problema antropológico: os sofistas (do naturalismo ao humanismo).

Sócrates e a filosofia moral; a sua posição diante dos sofistas.

A refutação e a maiêutica.

Teoria do conceito.

A ciência e a virtude.

A alma e Deus.

Platão: a influência socrática na sua obra.

Da teoria do conhecimento de Sócrates para a teoria do ser de Platão: as ideias.

O idealismo platónico como realismo.

Teoria da reminiscência.

Concepção pessimista da matéria.

Os seres terrenos como realidade decaída.

O homem: a alma imortal e o corpo.

O bem, o amor e a virtude.

O Uno e o bem: Deus.

Concepções políticas de Platão.

Aristóteles: o discípulo de Platão.

Unidade das ideias e das coisas.

Concepção optimista dos seres naturais.

Substância e indivíduo: as categorias.
 A teoria do silogismo.
 Concepções políticas.
 A filosofia pós-aristotélica: problema do bem.

2) A filosofia helenística:

A separação das primeiras ciências. A filosofia como regra de vida.
 Epicurismo, estoicismo, cepticismo e ecletismo.
 A filosofia como caminho para a salvação da alma: Filo e Plotino.
 O probabilismo da «Nova Academia».

3) A filosofia medieval:

Características.
 A filosofia patrística: épocas, características e principais figuras.
 Santo Agostinho: elementos biográficos; principais obras; o problema da verdade; Deus; a Criação; a alma; o bem e a liberdade; concepção do Estado; filosofia da história.
 Boécio: seu papel na filosofia medieval.
 Santo Isidoro de Sevilha e a cultura peninsular; as «Etimologias».
 O islamismo e a filosofia medieval.
 A escolástica: épocas, características e principais figuras.
 Santo Anselmo de Cantuária: sua obra.
 O problema dos universais: Abelardo.
 O problema do aristotelismo da filosofia escolástica.
 João XXI e a lógica.
 A escola franciscana inglesa e o progresso científico: Rogério Bacon.
 A escola de Paris: franciscanos e dominicanos: S. Boaventura; Santo Alberto Magno; S. Tomás: o tomismo.
 Características da filosofia de S. Tomás; o problema do conhecimento — o realismo; o ser; Deus, a alma; o problema do Direito e dos Estados.
 Os Franciscanos e a linha agostiniana: João Duns Escoto.
 Occam e o nominalismo.
 Nicolau de Cusa e a docta ignorância.

4) A filosofia moderna:

Tópicos da filosofia do Renascimento: platónicos, aristotélicos, estóicos, epicuristas e humanistas.
 O novo conceito de ciência: Francisco Bacon.
 Giordano Bruno, Kepler, Galileu, Newton.
 O Homem e o Estado em Maquiavel e Tomás Moro.
 A nova escolástica: Espanha-Portugal; a escola de Coimbra.
 Francisco Sanches.
 Descartes: notas biográficas; principais obras, posição racionalista; a intuição cartesiana; o problema da substância; Deus.
 O ocasionalismo: Malebranche.
 Espinosa; o panteísmo.
 Leibniz; a teoria da mónada e a harmonia preestabelecida; o Direito e o Estudo em Leibniz.
 O empirismo inglês: Hobbes e Locke; Direito e Estado.
 O problema das ideias em Locke, em Berkeley e em Hume.

O idealismo crítico; Kant; notas biográficas; principais obras; período pré-crítico e período crítico; subjectivismo kantiano — sua dimensão gnoseológica e metafísica; a crítica da razão prática; influência desta em Fichte.

O idealismo subjectivo de Fichte.

Schelling e o idealismo objectivo — regresso à metafísica.

Hegel e o idealismo absoluto; a dialéctica.

Comte e o positivismo.

Kierkegaard e a posição existencial.

O neotomismo.

Carácter metafísico da filosofia contemporânea.

Filosofia — II

Filosofia Sistemática

1) Psicologia:

Objecto; divisão:

A psicologia experimental; relações entre o psíquico e o fisiológico.

Método: a introspecção e a extrospecção; os progressos da experimentação; a psicanálise e os testes.

A consciência e a atenção.

Divisão da vida psíquica.

Vida cognitiva; conhecimento sensível — a aquisição de conhecimentos: sensação e percepção; conservação de conhecimentos: imagens e memória: combinação de conhecimentos e associação e imaginação — a importância da imaginação criadora; elaboração de conhecimentos: abstracção e generalização, ideia, juízo e raciocínio.

Vida afectiva: características; o prazer e a dor; as tendências, os sentimentos, as emoções e as paixões; papel da vida afectiva no equilíbrio da vida psíquica do homem.

Vida activa: características; os reflexos; o instinto; a vontade e o hábito; o problema da liberdade.

Valor prático da psicologia: sua influência no indivíduo e na sociedade.

As psicologias aplicadas: profissional, pedagógica, publicitária, comercial; psicossociologia; relações humanas.

2) Lógica:

Objecto; divisões.

O conceito; o juízo e o raciocínio; noções muito gerais de inferências; indução e dedução; teoria elementar do silogismo.

Metodologia: os métodos das principais ciências; matemática; física e química; naturais; história; sociologia; economia; valor da ciência.

3) Teoria do conhecimento:

Objecto.

Análise dos elementos intervenientes na génese do acto do conhecimento; importância da correlação sujeito-objecto; as várias posições ao longo da história da filosofia; tendências actuais; o problema do erro e da verdade.

4) *Moral:*

Objecto; os étimos latino e grego; fundamento da ética; sua ligação íntima com a religião, como critério de fundamentação objectiva e universal. A moral como ciência e como arte. A lei moral; seu carácter normativo absoluto. O problema do fundamento da lei moral: na história; na vontade colectiva; na natureza humana; em Deus como criador do homem; a lei moral e o livre arbítrio. O dever e o direito.

5) *Estética:*

Objecto; a génese do acto estético; a criação artística; função social da arte; o problema da relação com a moral: o belo como reflexo do bem.

6) *Metafísica:*

Objecto; divisão, a ontologia. A cosmologia; concepções actuais da matéria. Psicologia racional: o problema da natureza e dos atributos da alma à luz das implicações metafísicas da psicologia contemporânea. Carácter metafísico da filosofia contemporânea. Teologia natural: Deus: provas da Sua existência; Sua natureza e atributos; o acto criador; Deus e o homem.

Laboratório de Análises Biológicas e Bromatológicas**Análises biológicas -**

- 1) *Técnicas gerais de análise biológica.*
- 2) *Análise elementar orgânica.*
- 3) *Princípios imediatos dos organismos:*

Protidos:

Reacções características.
Classificação dos protidos.
Estudo e preparação de alguns protidos animais, como, por exemplo: protidos de clara de ovo, ovomucóide, ovovitellina, ferratina, caseína e outros.
Estudo e preparação de alguns protidos vegetais, como, por exemplo: glúten, glutenina e gliadina, edestina e outros.
Doseamento de alguns protidos.
Proteídos.
Hidrólise dos produtos proteídos (em meio ácido e em meio alcalino).
Aminoácidos. Suas características e estudo sumário dos principais:
Preparação da glicocola, do ácido glutâmico e da cistina.
Doseamento dos aminoácidos.

Principais derivados azotados dos protidos. Sua preparação e propriedades mais características.
Sua importância. Técnicas de dosagem.
Estrutura dos protidos.

Glúcidos:

Generalidades sobre glúcidos e sua classificação.
Reacções características dos glúcidos.

Estudo dos principais monossacaridos.
Estudo dos principais dissacaridos.
Doseamento dos glúcidos (por métodos volumétricos, gravimétricos e polarimétricos).
Polissacaridos. Estudo, preparação e reacções mais importantes.

Lípidos:

Generalidades e classificação dos lípidos.
Estudo dos principais ácidos constituintes dos lípidos.
Estudo dos principais álcoois constituintes dos lípidos.
Estudo sumário dos lípidos simples e complexos.
Estudo sumário da formação dos lípidos.

4) *Elementos de microscopia:*

Generalidades sobre microscopia.
Estudo do microscópio óptico composto:
Estudo do aparelho de iluminação.
Estudo das principais características das objectivas e oculares.
Regras de manutenção do microscópio.
Regras de observação microscópica.
Determinação das constantes ópticas do microscópio.
Observações microscópicas em transparência, por reflexão, em campo escuro e com luz polarizada.
Acessórios dos microscópios.

Técnicas das preparações microscópicas:

Exame de estado fresco.
Exame de preparações coradas.
Técnicas de fixação e conservação.

Fotomicrografia:

Técnica fotomicrográfica. Estudo sumário do material sensível. Curvas sensitométricas, reveladores e fixadores.
Execução de fotomicrografias por transparência, reflexão, campo escuro e com luz polarizada.

5) *Microbiologia geral:*

Generalidades sobre a importância da microbiologia.
Lugar dos microrganismos no mundo orgânico.
Estudo óptico dos microrganismos.
Morfologia e estrutura dos microrganismos.
Efeitos dos factores ambientais.
Esterilização e desinfecção.
Cultura de microrganismos.
Métodos de estudo sistemático.
Problemas e fenómenos do crescimento bacteriano.
Associações microbianas.
Microrganismos e as doenças.
Relações de imunologia com a bacteriologia.
Enzimas. Sua relação com a bacteriologia.
Metabolismo dos microrganismos.

6) *Microbiologia descritiva. Estudo elementar dos microrganismos mais importantes:*

Ordem das mixobactérias.
Ordem das clamidobactérias.
Ordem das caulobactérias.

Sulfobactérias.
 Microrganismos do solo.
 Análise microbiológica da água. Colheita de amostras.
 Aeromicrobiologia.
 Microrganismos das principais doenças.
 Vírus.

7) *Microbiologia industrial:*

Generalidades sobre fermentações.
 Leveduras.
 Agentes sacarificantes.
 Indústria do álcool de fermentação.
 Indústria da cerveja.
 Indústria do vinho.
 Produção de leveduras e seus derivados.
 Produção de gorduras por meio de leveduras.
 Fermentação glicérica.
 Fermentação acetona-butanol.
 Fermentação acetona-etanol.
 Fermentação butanol-isopropanol.
 Microrganismos acéticos e algumas das suas actividades.
 Fermentação láctica.
 Microbiologia do leite, queijo e manteiga.
 Fermentação propiônica.
 Fungos e bolores.
 Fermentação cítrica.
 Indústria dos antibióticos.
 Microbiologia dos têxteis.

Análises bromatológicas

- 1) *Generalidades sobre alimentos e alimentação.*
- 2) *Análise dos diferentes produtos que constituem a alimentação:*

Vinhos.
 Vinagres.
 Cervejas.
 Alcool e alcoometria.
 Aguardentes.
 Refrigerantes, xaropes e licores.
 Gorduras:
 Azeites.
 Banha.
 Manteiga e margarinas.
 Óleos e gorduras comestíveis.

Peixes e conservas de peixe.
 Carnes frescas preparadas e conservas de carne.
 Leite.
 Queijos.
 Cereais e farinhas. Pão e pastas alimentares.
 Legumes e féculas.
 Conservas alimentares vegetais.
 Especiarias, aromatizantes e condimentos.
 Chá.
 Café.
 Cacau e chocolate.
 Açúcares. Sacarimetria.
 Frutas e conservas de fruta.
 Águas.

- 3) *Análises de corantes para géneros alimentícios.*
- 4) *Toxicologia alimentar. Pesquisa e dosagem dos elementos mais importantes sob o ponto de vista de toxicologia.*

Nota. — Nas análises bromatológicas devem seguir-se, sempre que possível, os métodos oficiais.

Geometria Descritiva

1) *Parte geral:*

Objecto da geometria descritiva.
 Sistemas de projecções: noções gerais sobre a projecção central e paralela. Vantagens e inconvenientes de uma e de outra.
 A projecção ortogonal como caso particular da projecção paralela.
 A projecção ortogonal diédrica. Noção de quadrante e plano bissector: -
 Representação do ponto e da recta. Casos particulares.
 Representação do plano: pelos seus traços; por uma recta de maior declive; por um ponto e por uma recta; por três pontos e por duas rectas.
 Paralelismo de rectas e planos.
 Perpendicularidade de rectas com planos e rectas com rectas em casos particulares de fácil interpretação (exemplo: uma das rectas de nível).
 Intersecção de planos.
 Intersecção de rectas com planos.
 Mudança de plano de projecção.
 Rotação em torno de um eixo vertical ou de topo. Aplicações simples.
 Rebatimentos.

2) *Parte aplicada:*

Projecções de figuras planas.
 Problemas métricos usando rebatimentos e mudanças de plano.
 Casos simples de projecção de prismas, pirâmides e cones.
 Secções planas por planos projectantes e oblíquos nos sólidos referidos no parágrafo anterior.
 Verdadeira grandeza das secções referidas no parágrafo anterior.
 Ideia geral da intersecção de prismas, pirâmides e cones.
 Algumas aplicações elementares que interessam aos cursos de Máquinas e de Construção Civil.
 Projecções cotadas: noções gerais. Representação da recta, do ponto e do plano:
 Noção de pendente e inclinação da recta e do plano.
 Intersecção de planos.
 Cone de talude. Aplicações.
 Projecção ortogonal axonométrica: noções gerais; casos simples de aplicação.
 Perspectiva: noções gerais. Representação da recta e do plano.
 Aplicações da projecção paralela: perspectiva cavaleira.

Desenho de Máquinas — I

1) *Introdução:*

O desenho técnico como base do trabalho industrial.
 Modalidades de desenhos técnicos. Normas utilizadas no desenho e sua importância no desenvolvimento técnico:

Referências à normalização portuguesa.

2) *Material de desenho e sua utilização:*

Suportes de traçado.

Papel de desenho. Tipo e escolha:

Formatos de papel e sua dobragem. Normas a utilizar.

Meios de traçado.

Instrumentos de desenho, de traçado, de guiamiento, de medida, de grafia e de correção.

3) *Grafia normalizada — letras e algarismos.*4) *Linhas normalizadas. Características. Natureza e espessura:*

Escolha das linhas. Combinação e coerência de linhas normalizadas.

5) *Legendas. Finalidade. Tipos e localização no papel de desenho.*6) *Escala de redução, natural e de ampliação. Interpretação de uma escala e sua escolha:*

Escala normalizada.

7) *Desenho geométrico como auxiliar do desenho técnico:*

Concordâncias. Tipos a utilizar.

Curvas de uso corrente: cicloide, epicicloide, hipocicloide, evolvente e outras.

8) *Projeções ortogonais:*

Convenção fundamental do desenho técnico:

Cubo de projecção. Desenvolvimento e vistas. Designação das vistas. Escolha e simplificação.

Representação de sólidos geométricos elementares polédricos e de revolução.

Representação de vistas pelo sistema europeu e referências ao sistema americano. Comparação dos dois sistemas.

Representação de peças como combinação de elementos geométricos simples:

Vistas especiais e sua escolha.

9) *Cortes e secções de peças:*

Generalidades sobre o tracejado e sua especificação com os materiais.

Cortes simples — plano de corte:

Casos especiais de cortes simples.

Meios cortes. Cortes parciais. Cortes locais.

Cortes quebrados.

Cortes por planos paralelos, oblíquos e auxiliares.

Secções — plano secante conveniente:

Secção rebatida e secção deslocada.

Secção como vista normal.

Cortes e secções de peças compridas de secção constante ou variável: veios, eixos, fusos, hastes, etc. Nervuras, braços de tambores, de volantes, de rodas dentadas, etc.

10) *Vistas auxiliares ou particulares. Definição. Comparação com as vistas principais:*

Vistas parciais:

Vistas de peças simétricas (meia vista e quarto de vista).

Vistas interrompidas. Vistas oblíquas.

Rebatimentos.

11) *Cotagem:*

Objectivo e importância da cotagem.

Convenções relativas à representação das cotas e linhas de referência:

Medidas a cotar: comprimento, ângulo, circularidade e convergência. Unidades utilizadas.

Execução dos elementos de cota.

Linhas de cota e de chamada. Setas e pontos. Algarismos de cota e sua orientação.

Linhas de referência.

Inscrição de cotas. Cotas isoladas:

Cotas de circunferência e de arcos. Cotas de ângulo.

Cotas de peças quadradas e rectangulares. De chanfres e de esferas.

Agrupamento de cotas:

Cotagem em série ou em cadeia.

Cotagem em paralelo, combinada ou mista.

Cotagem por coordenadas.

Cotagem de elementos equivalentes. Cotagem de círculos concêntricos.

Natureza da cotagem de uma peça em função do fim em vista: análise geométrica da forma da peça, da função, do fabrico e da verificação da peça acabada.

Cotagem geométrica:

De peças constituídas por corpos geométricos simples. Eixos de simetria.

De peças constituídas por corpos geométricos complexos. Planos de referência. Cotas de posição. Cotas principais e geométricas (cotas de forma).

Cálculo do peso de uma peça.

12) *Perspectivas utilizadas no desenho técnico:*

Tipos e finalidade das perspectivas:

Perspectiva cavaleira. Definição. Escolha das características:

Perspectiva cavaleira de superfícies planas e de sólidos geométricos.

Transformação da perspectiva cavaleira na projecção ortogonal e inversamente. Vantagens e inconvenientes.

Perspectiva axonométrica:

Estudo do triângulo de referência. Tipos de perspectiva axonométrica.

Perspectiva isométrica. Definição:

Transformação da perspectiva isométrica em projecção ortogonal e inversamente. Vantagens e inconvenientes.

Perspectiva dimétrica. Definição:

Transformação da perspectiva dimétrica em projecção ortogonal e inversamente.
Vantagens e inconvenientes.

13) Execução do desenho de peças:

Esboço cotado à mão livre. Finalidade:

Sequência das operações de execução do esboço.
Qualidades de um esboço correcto.

Desenho rigoroso. Finalidade:

Traçado a lápis e sequência das operações.
Traçado definitivo a lápis ou a tinta. Particularidades do desenho.
Qualidades de um desenho rigoroso correcto.

Simple noção de superfície funcional.

14) Roscados:

Tipos de roscado. Nomenclatura. Uso de tabelas
Representação convencional.

Desenho de Máquinas — II**1) Intersecção de superfícies: métodos para o traçado por pontos das curvas de intersecção das superfícies. Aplicações práticas:**

Intersecções resultantes das operações necessárias à maquinagem das peças:

Secção num cilindro recto por um plano vertical.
Secção oblíqua num cilindro.
Secção quebrada numa superfície cilíndrica.
Secção de um cone recto por um plano vertical.

Determinação das curvas de penetração:

Intersecção de cilindros de diâmetros iguais e desiguais.
Intersecção tangencial de dois cilindros de diâmetros diferentes.
Intersecção de um cilindro com uma esfera.
Intersecção de um toro com um cilindro.

2) Desenho de conjunto ou de subconjunto:

Técnica de desenho de conjunto:

Vistas, cortes e secções. Observações relativas a traçagem como desenho de conjunto

Cotagem:

Cotas de montagem.
Cotas de funcionamento.

Referenciação:

Numeração das peças.

Nomenclatura das peças. Designação do desenho de conjunto.

Lista de peças (bloco).

Leituras de desenhos de conjunto.

3) Estudo de uma peça:

Da função na máquina.
Do fabrico.

4) Indicações de acabamento:

Noções de faces esboçadas e de faces acabadas de peças:

Noções sobre a preparação de faces esboçadas e de faces maquinadas.

Noções sobre a preparação de faces tratadas termicamente, de embelezamento e de utilização.

Noção de face correctamente geométrica e de face polida.

Representações convencionais:

Do estado de superfícies esboçadas sem sobresspessura de maquinagem.

Do estado de superfícies maquinadas com sobresspessura de maquinagem.

De superfícies com tratamentos especiais.

Disposição dos sinais convencionais. Regras de emprego e combinação dos sinais.

5) Noção do erro de execução:

Dimensão ou cota nominal.

Dimensão ou cota efectiva.

Expressão do erro de execução.

Imperfeição das peças trabalhadas. Tolerâncias de fabrico.

6) Noção de ligação funcional:

Peça macho e peça fêmea.

Ligações estáveis e móveis.

Ligações prismáticas e cilíndricas.

Noção de ajustamento com folga ou com aperto.

Realização do ajustamento pelos métodos das montagens sucessivas e pelo trabalho em série.

Intermutabilidade.

7) Estudo das tolerâncias:

Posição da tolerância em relação à cota nominal (linha de referência):

Desvio da tolerância superior e inferior. Cota máxima e cota mínima.

Expressões algébricas das tolerâncias.

Tolerância unilateral, simétrica e assimétrica.

Sistema internacional de limites (peças lisas):

Unidade de tolerância. Sua expressão.

Tolerância fundamental. Sua expressão.

Qualidades de fabrico.

Determinação dos índices de qualidade.

Cálculo de tolerâncias:

Cálculo das tolerâncias por agrupamento de cotas até 500 mm.

Tabelas de tolerâncias.

Tolerâncias para cotas acima de 500 mm.

Normalização da posição das tolerâncias:

Simbolização das tolerâncias:

Para veios ou uniões (letras minúsculas) e furos (letras maiúsculas).

Regras para a interpretação dos símbolos nas tabelas.

Representação simbólica das cotas toleradas.

8) Ajustamentos tolerados:

Dimensão ou cota dupla (cota nominal):

Ajustamento com folga. Folgas mínima e máxima. Folga efectiva.

Ajustamento com aperto:

Noções sobre ajustamento por acção mecânica ou hidráulica (ajustamento à prensa).

Noções sobre ajustamento por acção térmica (aquecimento ou arrefecimento).

Determinação do aperto máximo ou mínimo. Aperto efectivo.

Ajustamentos incertos ou de passagem:

Tipos de ajustamentos incertos e sua determinação.

Folga média e aperto médio. Sua utilidade.

Sistemas de ajustamento normalizados. Finalidade:

Sistema de furos — base ou normal.

Sistema de veio — base ou normal.

Ajustamentos recomendados.

9) Cotagem funcional:

Soma e diferença de cotas toleradas. Consequências.

Análise funcional.

Dispersão. Tipos de dispersão de forma, de orientação e de dimensão.

Ordens de tolerâncias:

Tolerância de forma:

Forma das zonas de tolerância.

Símbolos.

Inscrição no desenho.

Tolerância de orientação:

Forma e posição da zona.

Símbolos.

Inscrição no desenho.

Tolerância de dimensão:

Método clássico de tolerância de dimensão exacta.

10) Cotagem de fabrico:

Cotagem de fundição.

Cotagem de forjamento.

Cotagem de maquinagem.

Cotagem de matricagem.

Cotagem de soldadura.

11) Cotagem de verificação:

Estudo sumário dos limites de verificação.

12) Conicidades e convergências:

Definição de conicidade.

Inclinação.

Ângulo de conicidade:

Cotagem de peças troncocónicas. Convenções.

Definição de convergência.

Cotagem de peças convergentes prismáticas.

Cotagem em unidades inglesas. Simples noções.

13) Representação simplificada:

Finalidade:

Representação simplificada normalizada:

Roscados (revisão). Uniões por parafusos. Porcas e anilhas.

Chavetas. Uniões.

Rebites. Cravações.

Molas.

Rodas dentadas. Traçado dos dentes.

Rolamentos.

Tornearia.

Representação esquemática:

Esquemas de funcionamento:

Esquemas de construção.

Esquemas de montagem e de instalação.

Esquemas de transmissão de movimentos de máquinas.

14) Organização das salas de desenho:

O pessoal dos desenhadores.

Reprodução de desenhos.

Classificação dos desenhos.

Arquivos de desenhos.

Técnica da verificação dos desenhos.

Noções sobre a preparação do trabalho.

Desenho de Construções — I

1) Introdução:

Desenho artístico e desenho técnico.

Finalidades do desenho de construções.

Suas regras e convenções:

Normas Din.

2) Material:

Papel. Tela. Lápis. Régua. Esquadros. Cérceas de curvas. Pranchetas. Estojo de desenho. Referência especial a compassos e tira-linhas. Outro material.

Uso do material:

Formato do papel e respectivas legendas. Pregação do papel. Uso dos lápis, da régua T, dos esquadros, das cérceas, das escalas e dos tira-linhas.

3) Letras e algarismos:

Regras para a sua execução, extraídas das normas Din. Pautado. Inclinação. Espessura do traço. Intervalos entre letras e entre palavras. Distância entre linhas.

4) *Traços convencionais:*

Necessidade e classificação.

Quadro dos traços convencionais. Espessuras relativas dos traços.

Exemplos de aplicação extraídos da construção civil.

5) *Tracejados convencionais:*

Necessidade.

Quadro de tracejados convencionais mais comuns.

Regras para a sua execução. Indicação do acabamento das superfícies.

Exemplos de aplicação extraídos da construção civil.

6) *Escalas:*

Noção de escala. Sua importância. Critério para a sua escolha.

Escalas usuais.

Exemplos de aplicação.

7) *Cotas e linhas de cotas:*

Finalidades.

Regras gerais. Unidades adoptadas.

Cotas.

Distribuição de cotas.

Linhas de cota e de chamada de referência.

Indicação de perfis de ferro e de secções de elementos de madeira. Taludes.

Exemplos de aplicação.

8) *Concordâncias:*

Concordâncias mais frequentes.

Execução dos seus traçados.

Aplicações. Desenho de secções de ferro de construção. Desenho de alguns pormenores de construção civil.

Representação convencional de rebites, parafusos, porcas e roscados — aplicações.

Desenho de Construções — II1) *Desenhos de conjuntos:*

Plantas. Alçados. Cortes. Aplicações a casos gradualmente mais complexos.

Representações convencionais:

Portas, janelas, escadas, chaminés.

Móveis, cozinhas, ascensores.

Canalizações para águas, esgotos, electricidade, aquecimento.

Regras para a sua execução.

Exemplos de aplicação.

2) *Desenhos de pormenores:*

Escalas e convenções.

Limitação das partes a representar.

Desenvolvimento dos pormenores. Alçados. Plantas e cortes.

Exercícios relativos a:

a) Obras de alvenaria: fundações de muros de suporte e de paredes, paredes e divisórias, pilares, arcos, cornijas, cimbalhas, beirais e platibandas, balaustradas, corrimãos, escadas;

b) Obras de cantaria: ombreiras, peitoris, vergas, sacadas e mísulas, socos, pilares,

soleiras e degraus, lajados e mármore. (Preceitos sobre o seu assentamento);

c) Obras de madeira: portas interiores e exteriores, janelas, estores, persianas e rótulas, vigamentos e soalhos, asnas e vigamentos dos telhados, entivamentos, escadas;

d) Obras metálicas: portas e janelas, asnas e vigamentos para edifícios industriais, escadas.

3) *Desenhos a tinta:*

Regras para cobrir a tinta um desenho.

Cobrir a tinta alguns desenhos executados a lápis.

Desenhos em papel vegetal e em tela e seu interesse para obtenção de cópias e para arquivagem.

4) *Composição arquitectónica:*

Elaboração de uma planta baseada num programa concreto. Alçados. Cortes.

Perspectivas.

5) *Concretização dos conhecimentos obtidos:*

Desenho do levantamento de um corpo do edifício escolar.

Plantas.

Alçados e cortes.

Desenhos de alguns pormenores.

6) *Arrumação e catalogação dos desenhos:*

Bases da classificação.

Registo e arquivo dos desenhos.

Catálogo remissivo.

Oficina de Carpintaria Geral — I**Curso de Construções Cívicas e Minas**

1) *Noções das madeiras e de outros materiais a trabalhar na oficina e suas características.*

2) *Nomenclatura de ferramentas e utensílios a utilizar: instrumentos de medir e traçar, ferramentas de amolar e sua preparação; ferramentas de travar e aprontar serras, serrotes, etc., ferramentas de furar e de perfilar.*

3) *Normas de prevenção e segurança contra os acidentes. Dispositivos de protecção utilizados.*

4) *Exercícios de execução:*

Aparelhos de madeiras: facear, fazer cantos, galgar, desengrossar e fazer topos.

Ligação de peças por samblagem:

Ligação de duas peças com cruzamento oblíquo à meia madeira por sobreposição.

Ligação de duas peças à meia madeira e à face.

Ligação de duas peças por granzepe à meia madeira.

Ligação de duas peças por furo e respiga a 90°.

Ligação de duas peças por respiga engastada simples e dupla a 45° ou a 90°.

5) *Torneamento:*

De cabos para ferramentas, tornéis, maços, etc.

De peças com superfícies cilíndrica, cónica, etc.

De contornos de moldados.

Iniciação ao trabalho com as máquinas.

Oficina de Carpintaria Geral — II**Curso de Construções Cíveis e Minas**

- 1) *Nomenclatura das máquinas, ferramentas e acessórios utilizados e forma de os aplicar.*
- 2) *Preparação e funcionamento das máquinas seguintes: serra de fita, serra circular, de furar, garlopa, desengrossadeira, tupia, torno, serra mecânica e da preparação dos ferros para a tupia.*
- 3) *Normas de segurança e prevenção contra os acidentes. Dispositivos de protecção a usar nas diversas máquinas.*
- 4) *Operações de trabalho mais desenvolvido com as máquinas.*
- 5) *Exercícios de execução:*

Operações de trabalho mais desenvolvido em relação ao 1.º ano:

De asnas simples.
De fragmentos de caixilhos e de portas.
De fragmentos de cadeias.
De pavimentos de tipo diverso.
De junção de vigamentos.
De molduras simples.
De parques diversos.
De torneamento.
De malhete de fora a fora.
De malhete de pestana.
De sólidos geométricos.

Oficina de Carpintaria Geral — III**Curso de Construções Cíveis e Minas**

Exercícios de execução:

Operações de trabalho mais desenvolvido em relação ao 2.º ano.

De malhete escondido com pestana.
De malhete escondido com corte a 45°.
De peças de diversas ferramentas e acessórios.
De parques mais complexos.
De fragmentos de escadas.
De guarda-chapim.
De balaústre torneado.
De balaústre contramoldado.
De fragmentos de portas e caixilhos.
De diversos tipos de junção de vigamentos.
De cobertura de edifícios com diversas águas.
De tacaniças.
De escada helicoidal com bomba.
De escada helicoidal de peão.
De persianas de tipos diversos.

Oficina de Carpintaria de Moldes**Curso de Electrotecnia e Máquinas**

- 1) *Nomenclatura das máquinas, ferramentas e acessórios utilizados, e forma de os aplicar.*
- 2) *Preparação e funcionamento das máquinas seguintes: serra de fita, serra circular, de furar, garlopa, desengrossadeira, tupia e torno, serra mecânica e da preparação dos ferros para a tupia.*
- 3) *Normas de segurança e prevenção contra os acidentes. Dispositivos de protecção a usar nas diversas máquinas.*

- 4) *Operações de trabalho mais desenvolvido com as máquinas.*

- 5) *Exercícios de execução:*

De caixas de machos e dos respectivos machos.
De suportes para chumaceiras.
De chumaceiras horizontais e verticais.
De torneiras.
De êmbolos e tambores.
De roldanas.
De engrenagens diversas.

- 6) *Tornear entre pontos:*

De peças cilíndricas e cónicas.
De caixas de válvulas de passagem.
De parafusos e porcas com abertura da respectiva rosca.
De sólidos geométricos.

Oficina de Serralharia e Forja — I

- 1) *Noção dos materiais das peças que devem ser trabalhados nas oficinas e das normas adoptadas para os definir.*
- 2) *Noção da normalização das dimensões de perfis de ferro e aço.*
- 3) *Nomenclatura de ferramentas e máquinas-ferramentas de harmonia com as diversas operações a realizar.*
- 4) *Noções sobre as operações de traçar, cortar, desbastar, acabar e verificar.*
- 5) *Normas de prevenção e segurança contra os acidentes.*
- 6) *Exercícios de execução:*

De bancada: limar, observando a planura, esquadria (angulação) e paralelismo das faces.
De engenheiro de furar.
De limador.
De torno mecânico.
De diversas máquinas afins (serrote mecânico, esmeriladora, etc).

- 7) *Trabalhos a realizar:*

1. Executar num ferro laminado, de secção quadrada, as operações de serrar, cortar a escroço, limar, furar e roscar com macho.
2. Limar um rectângulo de chapa laminada, de medidas usadas.
3. Executar na chapa do trabalho anterior as operações de traçar, furar, limar e ajustar no vergalhão do trabalho n.º 7), 1.

Oficina de Serralharia e Forja — II

- 1) *Estudar e aplicar os instrumentos de medida de ajustamento e de verificação: paquímetro ou craveira, micrómetro, plano e comparador.*
- 2) *Nomenclatura de máquinas-ferramentas mais complexas e dos seus órgãos (fresadora e outras).*
- 3) *Operações de traçagem, com graminho, com escantilhões, etc.*
- 4) *Normas de prevenção e segurança contra os acidentes na utilização das máquinas.*
- 5) *Exercícios de execução:*

De bancada: limar, esquadrar, galgar e ajustar.
De limador.
De torno mecânico.
De fresadora.

6) *Trabalhos a realizar:*

1. Executar numa barra de secção rectangular as operações de serrar, limar, ajustar e furar uma base (cepo) de um esquadro.
2. Executar numa chapa de aço as operações de cortar a escopro, limar, ajustar, furar e cravar na base do trabalho anterior a lâmina do esquadro.
3. Executar em chapa compassos de perna e volta.
4. Tornear entre pontos superfícies cilíndricas e cónicas.
5. Abrir rosca ao torno nas superfícies do trabalho n.º 6), 4.
6. Tornear uma roda fundida cujo furo se ajuste às superfícies do trabalho n.º 6), 4.
7. Abrir uma roda dentada cilíndrica numa fresadora.
8. Participar em eventuais reparações e afinações de ferramenta e máquinas-ferramentas.

Oficina de Fundição

- 1) *Natureza e qualidade das areias e dos outros materiais a utilizar na moldação. Sua escolha e preparação.*
- 2) *Natureza dos ferros fundidos e aços e de metais e ligas não ferrosas a utilizar na fundição. Propriedades e características mais importantes.*
- 3) *Nomenclatura das máquinas-ferramentas e utensílios a usar na oficina de fundição para a preparação dos materiais e das moldações, e para limpar e dar acabamento às peças moldadas.*

4) *Indicação dos processos de moldação e de secagem de moldações e de machos. Estufas e outros modos de secagem. Preparação e condução.*

5) *Indicação dos fornos e cadinhos. Preparação e condução. Colheres para o transporte do metal fundido e utilização de outros utensílios.*

6) *Normas de higiene a usar nas oficinas de fundição, bem como da prevenção e segurança contra os acidentes. Dispositivos utilizados.*

7) *Exercícios de execução:*

De fabricação de machos.

De fabricação de moldações com os gitos, respiradores e outras formas de tiragem do ar.

8) *Trabalhos a realizar:*

Do tirante. Moldação, aplicação de machos e vazamento do metal. Limpeza e rebarbagem.

De uma roda. Moldação e vazamento do metal. Limpeza e rebarbagem.

De uma roldana. Moldação e vazamento do metal. Limpeza e rebarbagem.

De um hélice. Moldação e vazamento do metal. Limpeza e rebarbagem.

De um colar de excêntrico. Moldação e vazamento do metal. Limpeza e rebarbagem.

De um bucim. Moldação e vazamento do metal. Limpeza e rebarbagem.

De um suporte. Moldação, aplicação de machos e vazamento do metal. Limpeza e rebarbagem.

Ministério da Educação Nacional, 25 de Janeiro de 1968. — O Ministro da Educação Nacional, *Inocêncio Galvão Teles*.