

Universidade de Lisboa

FACULDADE DE CIÊNCIAS

PROGRAMAS E HORÁRIOS

Luzia no dia - pag - 152



PAP. E TIP. CASA PORTUGUEZA

139, RUA DO MUNDO, 141

LISBOA



Universidade de Lisboa

FACULDADE DE CIÊNCIAS

ANO LECTIVO DE 1916-1917

PROGRAMAS E HORÁRIOS



ESCOLA CIÊNCIAS 1916
TOMBURO DE CARVALHO

AC

MNCF

378

UNI



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO NACIONAL
MUSEU NACIONAL DA CIÊNCIA
E DA TÉCNICA

2011

Est. 7 Tab. 3 N.º 49

1916

PAP. E TIP. CASA PORTUGUEZA

139, RUA DO MUNDO, 141

LISBOA

Faculdade de Ciências

Nos termos dos decretos com força de lei de 19 de Abril, e 12 de Maio e regulamento de 22 de Agosto de 1911, serão recebidos na secretaria geral, de 25 de Setembro a 10 de Outubro, os requerimentos dos alunos que desejem inscrever-se na Faculdade de Ciências.

Os alunos que venham frequentar a Universidade pela primeira vez deverão juntar aos seus requerimentos os documentos seguintes:

Certidão em que provem ter completado dezasseis anos de idade.

Certidão de exame de saída do curso de ciências dos liceus ou documento de habilitação que lhe seja legalmente equiparado.

Certidão de vacina nos últimos sete anos.

Apresentarão em duplicado a sua fotografia, para o bilhete de identidade, com as dimensões de $35^{\text{mm}} \times 30^{\text{mm}}$.

Estes alunos e os que vierem transferidos das Universidades de Coimbra ou Pôrto pagarão uma propina de matrícula de 5\$00.

Os alunos que venham frequentar os 2.º, 3.º ou 4.º anos juntarão aos seus requerimentos certificado de frequência no ano anterior.

Uns e outros pagarão, além dos emolumentos de secretaria 20 centavos por cada cadeira ou curso, as seguintes propinas de inscrição:

Na 1.ª secção (ciências matemáticas):

Por cada curso anual.....	15\$00
Por cada curso semestral.....	7\$50

Na 2.^a e 3.^a secções (sciências físico-químicas e sciências histórico-naturais) :

Por cada curso anual.....	20\$00
Por cada curso semestral.....	10\$00

Em desenho :

Por cada curso anual.....	10\$00
Por cada curso semestral.....	5\$00

PROGRAMAS

* Curso de matemáticas gerais

I — Álgebra superior

Complemento da teoria dos números imaginários. Funções duma e mais variáveis; sua classificação. Continuidade. Propriedades dos polinómios inteiros e das equações algébricas. Resolução das equações numéricas. Equações binómias e recíprocas. Eliminação. Determinantes e sua aplicação aos sistemas de equações lineares.

Teoria dos limites. Séries, produtos infinitos e fracções contínuas.

II — Geometria analítica

Coordenadas cartesianas e polares. Estudo elementar da recta, do plano, das cónicas e quádricas. Geração das superfícies. Resolução gráfica de equações. Cálculo gráfico. Abacos.

III — Trigonometria esférica

Fórmulas fundamentais e resolução dos triângulos rectângulos e obliquângulos.

IV — Cálculo infinitesimal

Infinitamente pequenos. Derivação e diferenciação. Fórmulas de Taylor e Maclaurin. Aplicações destas fórmulas. Estudo e construção das curvas planas. Integrais definidos e indefinidos. Integração das funções racionais e das funções cuja integração se reduz à dessas funções.

Cálculos de áreas e volumes. Rectificação de curvas.

Integração dalgumas equações diferenciais.

Métodos biométricos.

Aplicações de toda a matéria do programa.

Observações.— O estudo das matérias dêste programa é feito visando principalmente a aplicação prática dos princípios estudados; assim, no estudo do cálculo infinitesimal supor-se-á que as funções e suas derivadas são contínuas; na trigonometria esférica não se exige a discussão dos casos duvidosos, etc.

Prática: 180 exercícios; álgebra superior, 39; geometria analítica, 63; trigonometria esférica, 6; cálculo infinitesimal, 72.

Curso de álgebra superior, geometria analítica e trigonometria esférica

I — Álgebra superior

Determinantes; definição e propriedades fundamentais; desenvolvimento segundo os elementos duma fila, ou de muitas filas paralelas; adição e cálculo abreviado; multiplicação; determinante adjunto.

Resolução das equações lineares.

Revisão da teoria dos números irracionais. Teoria dos números imaginários.

Revisão da teoria dos limites.

Princípios gerais da teoria das funções. Propriedades das funções inteiras; fórmula de Taylor para as funções inteiras. Derivadas.

Propriedades gerais das equações algébricas. Funções simétricas das raízes. Eliminação.

Raízes múltiplas e discriminante. Transformação das equações. Equações recíprocas. Equações binómias.

Equação do terceiro grau e equação do quarto grau. Noções sobre a resolução algébrica das equações.

Teoremas relativos à substituição da variável por dois números, e seus corolários. Teoremas de Rolle, Budan-Fourier, Descartes e Sturm.

Limite das raízes. Cálculo das raízes racionais.

II — Geometria analítica plana

Noções da teoria das projecções. Relações entre segmentos e ângulos no plano.

Coórdenadas cartesianas e polares. Representação das

linhas planas. Transformação de coordenadas. Classificação das linhas planas.

Formas principais da equação da linha recta. Problemas sobre a linha recta. Pontos e rectas imaginárias.

Equações da circunferência em coordenadas cartesianas e polares. Problemas sobre a circunferência.

Discussão da equação do segundo grau a duas variáveis. Classificação das cónicas.

Problemas gerais sobre as cónicas. Teorema de Pascal.

Focos e directrizes, centros, assíntotas, diâmetros, eixos, tangentes e normais nas cónicas.

Redução da equação do segundo grau.

Homotetia das cónicas.

Estudo especial da elipse, da hipérbole e da parábola.

Forma da curva, focos e directrizes, tangentes, normais e diâmetros. Construções gráficas relativas às três curvas.

III — Geometria analítica no espaço

Relação entre segmentos e ângulos no espaço.

Coordenadas cartesianas e polares. Representação das superfícies e das linhas. Transformação de coordenadas. Fórmulas de Euler. Classificação das superfícies e das linhas.

Formas principais da equação do plano. Problemas sobre o plano.

Equações da linha recta. Problemas sobre a linha recta.

Problemas sobre a linha recta e plano.

Equação da esfera. Problemas sobre a esfera.

Geração das superfícies. Equação geral das superfícies cilíndricas, das superfícies cónicas e das superfícies de revolução.

Quádricas. Centros, planos diametraes e diâmetros. Classificação das quádricas. Planos principais e eixos. Redução da equação do segundo grau a três variáveis.

Secções planas do elipsóide, dos hiperbolóides e dos parabolóides. Geração rectilínea do hiperbolóide dum fôlha e do parabolóide hiperbolóico.

Noções gerais sobre as superfícies regradas.

IV — Trigonometria esférica

Noções de geometria esférica.

Relações entre os elementos dum triangulo esférico e sua adaptação ao cálculo logarítmico. Fórmulas de Delambre e

analogias de Neper. Fórmulas relativas aos triângulos rectângulos.

Resolução dos triângulos rectângulos e dos triângulos obliquângulos.

Prática: 180 exercícios: 45 de álgebra; 125 de geometria analítica, e 10 de trigonometria esférica.

Curso de cálculo diferencial, integral e das variações

- I — Limites.
- II — Séries. Critérios de convergência. Convergência absoluta. Operações sobre as séries.
- III — Produtos infinitos.
- IV — Fracções contínuas.
- V — Noções fundamentais da teoria dos conjuntos.
- VI — Princípios gerais da teoria das funções.
- VII — Infinitamente pequenos e infinitamente grandes. Infinitamente pequenos equivalentes.
- VIII — Numeros derivados. Derivada à direita e derivada à esquerda. Derivada. Interpretação geométrica. Objecto do Cálculo diferencial.
- X — Métodos gerais de derivação.
- XI — Diferenciais de 1.^a ordem; interpretação geométrica. Derivadas, diferenciais e diferenças de qualquer ordem.
- XII — Derivadas e diferenciais das funções de mais de uma variável. Funções compostas. Funções homogéneas.
- XIII — Determinantes funcionais.
- XIV — Mudança de variáveis.
- XV — Primeira noção de integral definido. Interpretação geométrica. Objecto do cálculo integral. Integrais indefinidos.
- XVI — Métodos gerais de integração.
- XVII — Integração das funções racionais.
- XVIII — Integração de algumas funções irracionais.
- XIX — Integração de algumas funções transcendentas.
- XX — Integrais definidos: suas propriedades.
- XXI — Generalização da noção de integral definido; funções descontínuas e limites infinitos.

- XXII — Teoremas da média.
- XXIII — Desenvolvimentos em série. Formulas de Taylor e de Maclaurin. Aplicações.
- XXIV — Indeterminações.
- XXV — Máximos e mínimos.
- XXVI — Tangentes e normais às curvas planas.
- XXVII — Concavidade e convexidade.
- XXVIII — Assíntotas.
- XXIX — Rectificação das curvas.
- XXX — Tangente e planos tangentes, normais e plano normal às curvas no espaço. Plano osculador. Normal principal. Binormal.
- XXXI — Plano tangente e tangentes; normal e planos normais às superficies.
- XXXII — Curvatura das curvas planas. Evoluta.
- XXXIII — Curvatura e torção das curvas no espaço.
- XXXIV — Formulas de Binet e Serret.
- XXXV — Curvatura das curvas traçadas sobre uma superficie. Indicatriz.
- XXXVI — Pontos singulares das curvas planas.
- XXXVII — Contacto de duas curvas, duma curva com uma superficie e de duas superficies.
- XXXVIII — Curvas e superficies envolventes.
- XXXIX — Areas das figuras planas.
- XL — Cálculo aproximado dos integrais definidos.
- XLI — Funções definidas por séries. Convergência uniforme. Continuidade, integração e derivação. Séries de potências.
- XLII — Funções definidas por integrais. Continuidade, derivação e integração.
- XLIII — Cálculo directo de alguns integrais definidos.
- XLIV — Integração das diferenciais totais.
- XLV — Integrais duplos e triplos. Volume dos sólidos. Area das superficies curvas.
- XLVI — Derivadas das funções de variáveis imaginárias. Funções analíticas. Estudo monográfico de algumas funções simples.
- XLVII — Equações diferenciais. Sua formação pela eliminação de constantes arbitrárias. Métodos para a integração das equações diferenciais de 1.^a ordem. Aplicações.
- XLVIII — Integração das equações diferenciais totais com três variáveis.
- XLIX — Sistemas de equações diferenciais de 1.^a ordem.

- L — Equações diferenciais de ordem superior à primeira.
- LI — Aplicações geométricas. Problemas inversos dos das tangentes e das curvaturas.
- LII — Equações lineares.
- LIII — Equações às derivadas parciais. Formação de algumas pela eliminação de funções arbitrárias.
- LIV — Integração das equações lineares às derivadas parciais de 1.^a ordem.
- LV — Integração das equações não lineares às derivadas parciais de 1.^a ordem.
- LVI — Calculo das variações. Aplicações geométricas.
- LVII — Calculo das diferenças. Aplicação à resolução das equações numéricas.
- LVIII — Interpolação.
- Prática.—120 exercícios, sendo 10 dos n.^{os} I a V, 90 dos n.^{os} VI a XLVI e 20 dos n.^{os} XLVII a LVIII.

Curso de análise superior

Teoria dos conjuntos e revisão das noções fundamentais da análise infinitesimal.

Teoria das funções analíticas.

Funções elípticas, esféricas, cilíndricas e elipsoidais. Funções hipergeométrica e eulerianas.

Séries trigonométricas, de funções e divergentes.

Equações diferenciais e integrais.

Noções sobre a teoria das formas. Aplicações.

Prática : aplicação das doutrinas expostas a 6 problemas diferentes que serão oportunamente indicados.

Curso de cálculo das probabilidades e suas aplicações

Bases do cálculo das probabilidades.

Validação das perdas e ganhos ligados aos acontecimentos incertos.

Probabilidades relativas aos resultados das observações repetidas.

Probabilidades geométricas.

Probabilidades das causas.

Teoria dos êrros.

Aplicação do cálculo das probabilidades á teoria dos seguros de vida.

Noções sôbre a aplicação do cálculo das probabilidades ao tiro.

Prática — Aplicação das teorias expostas á resolução de doze trabalhos que serão oportunamente indicados.

Curso de geometria projectiva

Formas geométricas fundamentais.

Elementos no infinito — Relação entre as formas fundamentais.

Relações métricas.

Lei da dualidade ou reciprocidade geométrica.

Aplicação da lei da dualidade às formas geométricas.

Dualidade no plano, na estela e no espaço.

Formas fundamentais de 1.^a e 2.^a espécie projectivas.

Formas perspectivas, formas homológicas.

Condições de homologia e de perspectividade dos sistemas planos e das figuras da estela.

Formas harmónicas.

Divisões homográficas.

Feixes homográficos.

Involução.

Figuras homográficas.

Figuras correlativas.

Polos e polares. — Figuras polares.

Elementos imaginários.

Cónicas: geração das cónicas, propriedades.

Homologia sólida.

Geração e propriedades das quádricas.

Geração especial das quádricas regradas.

Feixes de curvas de 2.^a ordem.

Prática: aplicação das teorias desenvolvidas à resolução de 15 trabalhos.

Curso de geometria descritiva e estereotomia

1.º SEMESTRE

Geometria descritiva

- Diferentes sistemas de projecções.
- Alfabeto do ponto, recta e plano.
- Intersecção de planos e de rectas.
- Mudanças de planos de projecção.
- Rotações e rebatimentos.
- Problemas sôbre recta e plano.
- Projecções cotadas.
- Generalidades sôbre linhas e superfícies.
- Contornos aparentes, sua determinação.
- Superfícies cónicas e cilíndricas.
- Planos tangentes às superfícies cónicas e cilíndricas.
- Secções planas e planificação das superfícies cónicas e cilíndricas.
- Hélices cilíndricas e cónicas.
- Superfícies de revolução, propriedades e representação.
- Planos tangentes e secções planas destas superfícies.
- Estudo especial do hiperbolóide de revolução.
- Secções planas.
- Emprêgo das projecções cónicas na determinação das secções planas das superfícies de revolução.
- Secções planas do elipsóide escaleno e do hiperbolóide empenado escaleno de eixo vertical, pelo método das projecções centrais.
- Curvas de êrro.
- Superfícies topográficas.

2.º SEMESTRE

Geometria descritiva

- Intersecção de superfícies cónicas.
- Intersecção de superfícies cilíndricas.
- Intersecção de superfícies cónicas e cilíndricas.
- Intersecção de superfícies de revolução.
- Intersecção duma superfície de revolução com uma superfície cónica ou cilíndrica.
- Superfícies empenadas.
- Hiperbolóide e parabolóide.
- Concordância.

Ponto central. Parâmetro de geratriz. Linhas de estrição.
 Cilindróide.
 Conóide oblíquo, conóide recto e conóide de abóbada
 de aresta.
 Superfícies helicoidais regradas.

Estereotomia da pedra

Objecto da estereotomia, sua divisão.
 Projecto. — Figura de conjunto. — Traçado do aparelho.
 — Preparação do risco. — Aplicação do risco sôbre a pedra.
 Generalidade sôbre muros, nomenclatura das pedras.
 Classificação dos muros.
 Estudo dum muro em talude.
 Muro em *pan-coupé*.
 Muro cónico.
 Abóbadas Definição e nomenclatura. Classificação das
 abóbadas. Traçado seguido pelos aparelhadores.
 Estudo duma porta ou janela em abóbada plana.
 Porta enviesada num muro em talude (estudo completo
 com todos os detalhes geométricos).
 Porta enviesada em talude encontrando um berço de
 alvenaria (estudo completo).
 Abóbadas compostas.

Estereotomia da madeira

Generalidades: classificação das madeiras.
 Nomenclatura das madeiras para obras.
 Caracteres duma construção em madeira.
 Triangulação.
 Samblagens: Definição. Classificação das samblagens.
 Estudo completo das seguintes samblagens: Samblagem
 por entalhes. Samblagem oblíqua a meia madeira com en-
 dentaduras. Samblagem recta de respiga e mortagem. Sam-
 blagem recta de respiga e mortagem de cutelo.

Perspectivas

Prática do 1.º semestre: 75 problemas sôbre recta e plano.
 6 problemas sôbre projecções cotadas. 12 problemas sôbre
 contornos aparentes e planos tangentes. 15 problemas sôbre
 secções planas e vários.
 Prática do 2.º semestre: 15 problemas de geometria des-
 critiva. 3 problemas de estereotomia e respectivos modelos

Curso de mecânica racional

I — Teoria dos vectores

Elementos de cálculo vectorial.

Teoria dos momentos. Redução e equivalência dos sistemas de vectores.

Gradiente, rotação e divergência; teoremas respectivos; teoremas de Green e de Stokes.

II — Cinemática pura

Teoria da velocidade e da aceleração no movimento de um ponto.

Movimentos fundamentais das figuras invariáveis.

Movimento instantâneo de uma figura invariável. Movimento absoluto e relativo de um ponto. Composição dos movimentos.

Movimento de uma figura plana no seu plano e de uma figura qualquer paralelamente a um plano.

Movimento de uma figura em volta de um ponto fixo e de uma figura esférica na respectiva esfera.

Movimento continuo mais geral de uma figura invariável.

Movimento relativo das figuras invariáveis.

III — Cinemática aplicada

Definição de binários de elementos, cadeias cinemáticas, mecanismos e máquinas.

Teoria dos apoios. Binários de encaixe, binários superiores e binários com um elemento dúctil.

Cadeias de manivelas, de rodas dentadas, parafusos, de camos, de encliquetagens e de roldanas.

Cadeias compostas.

IV — Estática

Princípios fundamentais de mecânica. Trabalho das forças. Função de forças. Superfícies de nível.

Equilíbrio do ponto material. Condições necessárias para o equilíbrio de qualquer sistema material.

Redução, equivalência e equilíbrio das forças aplicadas a um sólido.

Teoria dos centros de gravidade.

Princípio dos trabalhos virtuais. Equilíbrio das máquinas simples. Equação de equilíbrio de um sistema material em coordenadas cartesianas ou curvilineas. Aplicação do princípio dos trabalhos virtuais à dedução das condições de equilíbrio de um sólido livre ou sujeito a ligações.

Poligonos e curvas fomiculares.

V — Dinâmica

Equações do movimento de um ponto.

Movimento vertical de um grave no vácuo ou num meio resistente.

Movimento dos projecteis no vácuo ou num meio resistente.

Movimento rectilíneo ou curvilíneo de um ponto atraído para um centro fixo, ou repellido por êste centro, com uma força proporcional à distância ou inversamente proporcional ao quadrado da distância.

Leis de Kepler. Lei da gravitação universal.

Pêndulo circular no vácuo ou num meio resistente.

Pêndulo cicloidal.

Pêndulo esférico.

Equilíbrio e movimento relativo dum ponto. Equilíbrio e movimento à superfície da terra. Pêndulo de Foucault.

Princípio de d'Alembert. Equações do movimento de um sistema material em coordenadas cartesianas ou curvilineas. Equações canónicas.

Teoremas das quantidades de movimento, do momento das quantidades de movimento, das forças vivas e da energia. Princípios de Hamilton e da mínima acção. Teorema de Jacobi.

Estabilidade do equilíbrio de um sistema material. Teoria dos pequenos movimentos.

Momentos de inércia.

Movimento de um sólido em volta de um eixo ou de um ponto fixo, e de um sólido livre.

Noções gerais sobre o attricto. Aplicações principais.

Choques e percussões.

Propriedades gerais do potencial newtoniano. Potencial e atracção de uma superfície esférica homogenea, de uma camada esférica homogenea e de uma esfera composta de camadas concentricas homogeneas.

Generalidades sobre as máquinas. Volantes e reguladores.

VI — Noções de Hidrostática e Hidrodinâmica

Equações de equilíbrio dos fluidos. Superfícies de nível. Fluidos compressíveis. Princípio de Arquimedes. Corpos fluctuantes.

Equações do movimento dos fluidos perfeitos. Equações de Euler. Movimento irrotacional e rotacional. Movimento permanente. Teoremas de Bernoulli e Torricelli. Equação de Lagrange. Integrais de Cauchy.

Prática — 60 exercícios, sendo 20 sobre vectores e cinemática, 15 sobre estática, 20 sobre dinâmica e 5 sobre hidrostática e hidrodinâmica.

Curso de física matemática

Teoria do potencial newtoniano.

Potencial em um ponto que não faz parte da massa atraente. Equação de Laplace.

Potencial em um ponto que faz parte da massa atraente. Equação de Poisson.

Potencial das superfícies e das linhas.

Potencial das camadas duplas.

Problema de Dirichlet.

Curso de astronomia e geodesia

Revisão das noções de cosmografia estudadas em cursos anteriores.

Coordenadas astronómicas; sua transformação.

Diferentes espécies de tempo; suas relações e conversões recíprocas.

Efemérides e catálogo de estrélas. Interpolação.

Forma e grandeza da Terra.

Paralaxe em distância zenital e azimute; em ascensão recta e declinação; em latitude e longitude celestes.

Refracção; estudo teórico; tábuas de Bessel.

Depressão do horizonte.

Semi-diâmetros; influência da refração.

Instrumentos de medir ângulos. Óculos ou lunetas e telescópios, seu estudo sob o ponto de vista astronómico. Círculos graduados; nónios e microscópios de leitura. Erros de excentricidade, de ellipticidade e de gradação. Micrómetros de fios. Níveis. Flexão dos círculos e das lunetas.

Instrumentos de medir o tempo. Modo de os regular. Pêndulas, cronómetros e cronógrafos.

Descrição, rectificação e uso dos principais instrumentos astronómicos, especializando a luneta meridiana, a luneta do primeiro vertical, o círculo meridiano e o círculo mural, o altazímute, a luneta zenital, o equatorial, o heliómetro e o micrómetro circular.

Noções sobre o sextante, o helióstato, o celóstato, o astrolábio de prisma, etc.

Observações micrométricas.

Determinação do tempo, da latitude e da longitude por observações astronómicas.

Variação das latitudes.

Operações geodésicas. Medição dos arcos de meridiano e de paralelo. Compensação duma rede geodésica; determinação das latitudes, longitudes e azimutes dos seus vértices. Cálculo dos elementos do elipsóide terrestre.

Nivelamento.

Estudo do movimento aparente do Sol e dos planetas. Leis de Kepler.

Determinação dos elementos das órbitas e da posição dos planetas.

Lua. Suas fases, movimentos e librações. Eclipses do Sol e da Lua; cálculo das suas fases.

Calendários.

Interpretação mecânica das leis de Kepler. Gravitação universal. Equações diferenciais do movimento dos planetas; generalidades sobre a sua integração; movimento elíptico e movimento perturbado. Cometas. Indicações gerais sobre a forma e o movimento de rotação dos planetas, e sobre o fenómeno das marés.

Precessão, nutação, aberração, paralaxe anual e movimento próprio das estrêlas. Posições médias, verdadeiras e aparentes das estrêlas; sua redução.

Ano fictício.

Movimento do Sol no espaço.

Determinação das constantes astronómicas. Noções de astronomia estelar.

Fotografia astronómica. Carta fotográfica do céu e catálogo fotográfico das estrélas.

Espectroscopia e espectrometria astronómicas. Constituição física dos corpos celestes. Determinação das velocidades radiais.

Prática: aplicação das teorias desenvolvidas à execução de 18 trabalhos que serão oportunamente indicados.

Curso de mecânica celeste

Estudo do problema dos dois corpos.

Métodos de Laplace e Gauss para o cálculo das órbitas. Modificações de Horzer e Leuschner. Método de Olbers para as órbitas parabólicas.

Generalidades sôbre o problema dos 2 corpos. Análise da memória de Sundmann sôbre o problema dos três corpos. Teoria das perturbações.

Prática.—Os alunos frequentarão a aula prática de Astronomia, para aperfeiçoamento, e deverão apresentar 3 trabalhos práticos entre os quais o do cálculo da órbita de um planeta ou cometa, deduzida de observações por elas feitas.

Curso geral de física

Preliminares

Leis e teorias físicas.

Métodos gerais para o estabelecimento das leis físicas. Noções gerais da teoria dos erros.

Introdução

I—Mecânica

1.º Cinemática

Estudo dos movimentos rectilíneos e curvilíneos: uniforme, uniformemente variado e variado qualquer.

Composição de movimentos. Movimento vibratório.

2.º Estática

Estudo geral das forças e dos binários.
 Composição de forças e de binários.
 Estudo do equilíbrio.

3.º Dinâmica

Princípios fundamentais.
 Massa.
 Forças tangencial, centrípeta e centrífuga.
 Trabalho das forças.
 Teorema da quantidade de movimento.
 Teorema das forças vivas.
 Superfícies de nível.
 Energias potencial, cinética e total.
 Princípio da conservação da energia.
 Estudo das máquinas simples.
 Sistemas de unidades.

II—Gravidade

Atração universal.
 Estudo do movimento e do equilíbrio dos graves.
 Campo da gravidade.
 Estudo do pêndulo ; aplicações.
 Balanças.

III—Propriedades gerais dos corpos

Hipóteses molecular e atômica.
 Propriedades gerais dos sólidos.
 Estudo dos líquidos: propriedades gerais. Estudo da hidrostática, da hidrodinâmica, da capilaridade e da difusão.
 Estudo dos gases: propriedades gerais. Estudo da pneumática, da compressibilidade, da difusão e da absorção.
 Máquinas de rarefação e de compressão.
 Densidades das substâncias sólidas e líquidas.

Calor

Noção de temperatura.
 Estudo das dilatações.
 Termometria.

Mudanças de estado.
Estudo dos gases e dos vapores.
Higrometria.
Calorimetria.
Propagação do calor; reflexão e refração.
Noções gerais de termodinâmica.

Acústica

Estudo das qualidades do som.
Estudo geral dos movimentos vibratórios.
Propagação, reflexão e refração do som.

Óptica

Propagação rectilínea da luz.
Fotometria.
Reflexão e refração simples da luz.
Espelhos, prismas e lentes.
Cromática.
Estudo geral das irradiações.
Instrumentos de óptica.
Teorias da luz.
Interferências e difracção.
Estudo da refração dupla.
Polarização rectilínea, elíptica, cromática e rotatória.
Aplicações.

Electricidade e magnetismo

Estudo do potencial newtoniano.
Lei de Coulomb.
Estudo do campo eléctrico.
Influência eléctrica.
Capacidade. Condensação.
Máquinas electro-estáticas.
Electrômetros.
Pilhas hidro-eléctricas e termo-eléctricas.
Estudo das correntes eléctricas. Leis de Ohm e de Kirchoff. Aplicações.
Electro-química.
Acumuladores.
Energia eléctrica.
Magnetismo.
Magnetismo terrestre.

Electro-magnetismo e electro-dinâmica: principais fenómenos e leis gerais.

Indução: principais fenómenos e leis gerais.

Unidades eléctricas.

Aparelhos de medidas eléctricas.

Geradores mecânicos de electricidade.

Transformadores.

Motores eléctricos.

Iluminação, telegrafia e telefonia.

Raios X.

Alta frequência.

Telegrafia sem fio.

Radioactividade.

Meteorologia

Meteoros aéreos, aquosos e eléctricos.

Fenómenos ópticos da atmosfera.

Instrumentos de observação.

Noções gerais de climatologia.

PRÁTICA DO 1.º SEMESTRE

1. Medições com a craveira, palmer e esferómetro.
 2. Comparador e máquina de dividir.
 3. Medição do raio de curvatura de uma superfície esférica com o esferómetro.
 4. Catetómetro.
 5. Medição de ângulos com o teodolito e o sextante.
 6. Medição de diedros com o goniómetro.
 7. Medição de desvios angulares pelo processo de Pogendorff.
 8. Cronometria.
 9. Manipulações com a balança; correcção de pesagens.
 10. Medição de densidades de sólidos e de líquidos pelo processo da impulsão.
 11. Idem com os picnómetros.
 12. Idem com os areómetros.
 13. Balanças de Mohr e de Joly.
 14. Barometria.
 15. Medição da capacidade de um vaso.
- Quinze exercícios de aplicação de doutrinas estudadas nas aulas teóricas.

PRÁTICA DO 2.º SEMESTRE

16. Estudo de um termómetro.
 17. Determinação de pontos de fusão.
 18. Determinação de pontos de ebulição.
 19. Medição do calor específico de substâncias sólidas ou líquidas.
 20. Higrometria.
 21. Determinação da potência de uma lente.
 22. Determinação da amplificação de um instrumento óptico.
 23. Microscopia.
 24. Medição da grandeza de um objecto visto ao microscópio.
 25. Exercícios de preparação e instalação de pilhas e de acumuladores.
 26. Exercícios de ligações electricas; manipulação com comutadores e com reóstatos.
 27. Medição da resistência de um condutor com a ponte de Wheatstone.
 28. Idem com a ponte de Kohlrausch.
 29. Medição da intensidade de uma corrente com o voltmetro.
 30. Comparação de forças electromotrizes.
- Quinze exercícios de aplicação de doutrinas estudadas nas aulas teóricas.

Curso geral de Física, 2.º ano

Preliminares

1. Erros. Metodo dos mínimos quadrados.

I—Mecânica física

I—Noções essenciais de mecânica geral

2. Recapitulações e complementos sobre cinemática e dinâmica do ponto e dos sistemas.

II— Gravidade

3. Recapitulações e aditamentos sobre o equilíbrio e movimento dos graves.

III—Pêndulo

4. Recapitulações.
5. Influência da resistência do ar.

IV — Constantes da gravidade e da gravitação

6. Determinação da densidade média da terra.
7. Valor numérico da constante da atracção.
8. Massa dos diversos planetas.

V — Principais propriedades dos sólidos

9. Estrutura.
10. Estudo experimental da elasticidade.
11. Estudo experimental do atrito.

VI — Capilaridade

12. Recapitulações e aditamentos.
13. Constantes capilares e sua determinação.

VII — Estado coloidal

14. Propriedades gerais das soluções coloidais.
16. Condição de existência e persistência das soluções coloidais.

VIII — Estudo dos gases

16. Recapitulações.
17. Pressão atmosférica.
18. Solubilidade dos gases nos líquidos.
19. Esgôto dos gases.

IX — Princípios da teoria cinética dos gases

21. Relação fundamental e suas conseqüências imediatas.

II — Calor**Termodinâmica****I — Introdução**

22. Recapitulações.
23. Estudo dum sistema. Transformação dum sistema.
24. Calores latentes e calores específicos.
25. Calor posto em acção numa transformação infinitamente pequena.
26. Fórmula de Laplace relativa a duas transformações adiabáticas.
27. Fórmula de Reech relativa a duas transformações, uma adiabática e outra isotérmica.
28. Determinação experimental da relação $\frac{c}{c'}$ entre os calores específicos dos gases sob pressão constante e volume constante.
29. Representação geométrica dos estados dum sistema.
30. Trabalho desenvolvido numa transformação.
31. Transformações reversíveis, inversíveis e irreversíveis.

II — Princípio da equivalência

32. Considerações gerais e enunciado do princípio da equivalência.
33. Indicações gerais sobre os diversos métodos de determinação do equivalente mecânico do calor. Método de Mayer.

III — Generalização do princípio de conservação da energia

34. Caso em que o sistema não descreve um ciclo fechado de transformações.
35. Caso em que o calor pôsto em acção apenas depende do estado inicial e do estado final.
36. Tradução analítica do princípio da equivalência.
37. Experiência de Joule ou Gay-Lussac. Energia interna dos gases perfeitos.

IV — Principios de Carnot e de Clausius

38. Recapitulações.
39. Propriedades das linhas adiabáticas.

40. Entropia de uma mistura.
41. Trabalho compensado e não compensado numa transformação isotérmica.
42. Trabalho não compensado correspondente a uma transformação isotérmica.
43. Generalização ao caso em que a transformação não é isotérmica.
44. Viscosidade e atrito.
45. Possibilidade numa transformação.
46. Condição de equilíbrio dum sistema.
47. Energia utilizável ou energia livre.
48. Princípio da energia utilizável numa transformação isotérmica real.
49. Relações entre o efeito mecânico útil e a energia interna.
50. Efeito mecânico útil numa transformação adiabática.
51. Relações entre os efeitos mecânicos úteis relativos a uma transformação isotérmica e a uma transformação adiabática.
52. Princípio da degradação da energia.

V — Aplicações gerais dos princípios da termo-dinâmica

53. Fórmulas de Clapeyron.
54. Influência da pressão e do volume sobre os calores específicos dos gases perfeitos.
55. Relação entre as variações da pressão e da temperatura.
56. Aplicação da primeira fórmula de Clapeyron às transformações que podem considerar-se reversíveis.

Propriedades dos gases

57. Gases perfeitos.
58. Gases reais.

Vapores saturados

59. Regra das fazes.
60. Tensão máxima dos vapores saturados.
61. Energia interna e entropia numa mistura de líquido e vapor. Calores específicos do líquido e do vapor saturado.
62. Transformações isotérmicas de um sistema homogêneo formado por um líquido e o seu vapor saturado.

63. Transformações adiabáticas e isodinâmicas dum sistema homogêneo constituído por um líquido em presença do seu vapor saturado.

64. Transformações sob volume constante duma mistura homogênea de líquido e vapor saturado.

65. Transformação sob título constante duma mistura homogênea de líquido e vapor saturado. Curva zero.

III — Optica

A — Optica geométrica

I — Leis fundamentais

66. Recapitulações.

67. Teorema de Fermat sobre o caminho optico.

68. Superfícies aplanéticas.

69. Teorema de Malus.

70. Superfície de onda.

II — Teoria geométrica dos sistemas centrados

a) Estudo geral

71. Recapitulações.

72. Sistemas ópticos.

73. Igualdade dos caminhos ópticos.

74. Estigmatismo e sua expressão geral.

75. Planos focais.

76. Estigmatismo dos sistemas centrados.

77. Origem nos focos. Fórmulas de Newton.

78. Amplificação; planos principais; distâncias focais principais.

79. Amplificação angular; pontos nodais.

80. Relação de Lagrange.

81. Equação referida aos planos principais.

82. Construção dos pontos conjugados.

83. Sistemas telescópicos.

84. Combinações de dois sistemas coaxiais centrados.

85. Classificação dos sistemas centrados.

b) Estudo especial dos diferentes sistemas opticos Espelhos e prismas

86. Recapitulações sobre espelhos planos, prismas e espelhos curvos.

Dióptrico esférico

87. Construção de *Wierstrass* do raio refracto.
 88. Aplanetismo rigoroso; pontos aplanéticos conjugados.
 89. Aplanetismo aproximado; feixes centrais.
 90. Invariante óptico: teorema das distâncias focais.

Lentes

91. Lentes espessas; feixes centrais.
 92. Lentes delgadas; fórmulas gerais.
 93. Sistema de duas lentes.

Pinceis marginaes. Astigmatismo

94. Sistemas astigmáticos. Focais.
 95. Astigmatismo dum dióptrico esférico. Fórmula de Young.
 96. Astigmatismo dum lente delgada.
 97. Astigmatismo dum dióptrico plano.
 98. Focais do prisma.

Feixes largos—Aberrações

99. Generalidades.
 100. Pupila de entrada e de saída. Iris.
 101. Raios telecêntricos.
 102. Campo óptico.

Causticas: estudo sumário

103. Astigmatismo dum feixe largo.
 104. Caustica das lentes delgadas.

Objectivas dos microscópios

105. Aberração para um ponto do eixo.
 106. Aberração para um ponto próximo do eixo.

Oculares e Sistemas de projecção

107. Generalidades.
 108. Curvatura.
 109. Distorção.

III—Dispersão e acromatismo

Produção dos espectros

110. Recapitulações e aditamentos.

IV—Aparelhos de optica

111. Recapitulações e aditamentos.

B — Optica física

I—Estudo analítico dos movimentos vibratórios

112. Movimentos periódicos.

113. Equação duma vibração simples rectilínea.

114. Generalização da equação do movimento vibratório.

115. Representações gráficas.

116. Representação por meio de vectores girantes.

117. Intensidade dum movimento vibratório.

118. Composição de vibrações rectilíneas do mesmo período e da mesma direcção—Interferências.

119. Construção geométrica—Regra de Fresnel.

120. Caso geral—Composição de vibrações do mesmo período e da mesma direcção.

121. Composição de vibrações da mesma direcção e de períodos diferentes.

II—Interferências da luz

a) Estudo geral

122. Recapitulações e aditamentos.

b) Aplicações das interferências

123. Aplicação das interferências à metrologia.

124. Aplicação das interferências à verificação das superfícies ópticas.

125. Determinação do metro em comprimentos de onda.

126. Cromofotografia interferencial. Método de Lippman.

III—Propagação da luz

- 127. Recapitulações.
- 128. Redes. Redes paralelas.
- 129. Leis de Fraunhofer.
- 130. Teoria elementar das redes.
- 131. Redes para reflexão e redes em degraus.
- 132. Redes curvas de Rowland.

IV—Polarização rectilínea da luz

- 133. Recapitulações.

V—Reflexão e refacção da luz

- 134. Recapitulações.

VI—Refacção dupla

a) Cristais monoaxes

- 135. Recapitulações.

b) Cristais biaxes

- 136. Resumo da teoria de Fresnel.
- 137. Superfície de onda. Construções de *Huyghens*.

VII—Polarização elíptica e circular

- 138. Teoria do fenómeno.
- 139. Verificações experimentais.

VIII—Polarização cromática

- 140. Teoria do fenómeno tanto no caso da luz paralela como no caso da luz cónica.
- 141. Verificações experimentais.

IX—Determinações experimentais

- 142. Determinação das secções principais dum cristal.
- 143. Determinação do sinal dum cristal talhado paralelamente ao eixo.

144. Determinação do sinal dum cristal talhado normalmente ao eixo.

145. Determinação do sinal dos cristais biaxes.

146. Emprêgo das curvas isocromáticas para determinar o sistema cristalino.

X — Polarização rotatória

a) **Estudo experimental**

147. Recapitulações.

b) **Teoria da polarização rotatória**

148. Teoria de Fresnel.

149. Verificações experimentais.

150. Relação entre a estrutura dos meios e a polarização rotatória.

c) **Polarização rotatória magnética**

151. Poder rotatório produzido por um campo magnético.

152. Caracteres fundamentais do fenómeno.

153. Leis de Verdet.

154. Influência da obliquidade do campo.

155. Corpos negativos e positivos.

156. Dispersão rotatória magnética.

157. Influência da temperatura.

158. Polarização rotatória magnética dos raios caloríficos.

159. Relação entre o índice e o poder rotatório.

160. Poder rotatório magnético dos gases e vapores.

161. Poder rotatório magnético dos metais.

162. Teoria da polarização rotatória magnética.

IV — **Electricidade**

I — Estudo geral dos campos de forças pelo método do potencial

163. Recapitulações e aditamentos.

II — Electrostática

164. Recapitulações e aditamentos sobre o campo eléctrico.
165. Influência e capacidade eléctrica.
166. Condensação eléctrica.
167. Energia eléctrica.
168. Polarização dos dieléctricos.
169. Determinação das diferenças de potencial.

III. — Magnetismo

170. Recapitulações e aditamentos sobre o campo magnético.
171. Filetes e folhetos magnéticos.
172. Influência ou indução magnética.
173. Magnetismo terrestre.

IV — Electrocinética

a) **Leis gerais das correntes electricas**

174. Recapitulações e aditamentos sobre leis de Volta, leis de Ohm, leis de Kirchoff e suas aplicações.

b) **Efeitos das correntes**

175. Recapitulações e aditamentos sobre efeitos térmicos, efeitos químicos e polarização.

V — Electromagnetismo e electrodinâmica

176. Recapitulações e aditamentos.

VI — Indução

a) **Correntes contínuas**

177. Leis qualitativas.
178. Leis quantitativas.
179. Correntes instantâneas.
180. Potência dissipada sob a forma de calor.



b) Correntes alternativas

181. Correntes alternativas simples nos circuitos não inductivos.
182. Correntes alternativas nos circuitos inductivos.
183. Representação gráfica das correntes periódicas.
184. Correntes polifazadas.

VII — Medições eléctricas

185. Medição de intensidades.
186. Medição de forças electromotrizas.
187. Medição de resistências e de conductibilidades.
188. Medição de capacidades.
180. Medição de coeficientes de self-inducção e de indução mútua.

VIII — Geradores de electricidade

a) Pilhas

190. Pilhas termo-eléctricas.
191. Pilhas hidro-eléctricas.
192. Acumuladores.

b) Geradores mecânicos

193. Generalidades.
194. Máquinas de correntes contínuas.
195. Máquinas de correntes alternativas.
196. Máquinas de correntes polifazadas.

IX — Transformadores eléctricos

197. Transformação isomorfa.
198. Transformação polimorfa.

X — Motores electricos

199. Generalidades.
200. Motores de correntes contínuas.
201. Motores de correntes alternativas.

XI — Transporte de energia

- 203. Considerações gerais.
- 204. Transporte de energia.
- 205. Distribuição da energia.

XII — Correntes de alta frequência

- 206. Teoria de lord Kelvin sôbre as correntes de alta frequência provocadas pela descarga dos condensadores.
- 207. Disposições diversas para obter as correntes de alta frequência por meio de descarga dos condensadores.
- 208. Outros modos de produzir as correntes de alta frequência.
- 209. Propriedades das correntes de alta frequência.
- 210. Ondas electromagnéticas. Electro-optica (ideia geral).
- 211. Telegrafia sem fio (ideia geral).

XIII—Iluminação eléctrica

- 212. Fócos de arco voltaico.
- 213. Lâmpadas de incandescência.

XIV—Rádio-actividade

- 214. Rádio-actividade provocada pela descarga nos meios rarefeitos.
- 215. Rádio-actividade espontânea.

PRÁTICA DO 1.º SEMESTRE

- 1. Correcção de uma caixa de pesos.
 - 2. Volumenómetro.
 - 3. Determinação de constantes capilares.
 - 4. Determinação da velocidade do som.
 - 5. Determinação da altura de um som.
 - 6. Determinação de dilatações.
 - 7. Medição de calores latentes.
 - 9. Fotometria.
 - 10. Medição de índices de refração.
 - 11. Espectroscópia.
 - 12. Estudo de um microscópio.
- Doze exercícios de aplicação de doutrinas estudadas nas aulas teóricas.

PRÁTICA DO 2.º SEMESTRE

13. Estudo experimental dos fenómenos de interferência e de difracção.

14. Medição de comprimentos de ondas luminosas.

15. Estudo experimental dos fenómenos de polarização rectilínea.

16. Estudo experimental dos fenómenos de polarização cromática e rotatória.

17. Uso do microscópio polarizante.

18. Sacarimetria.

19. Medição de resistências. Calibragem de um fio de ponte e verificação de uma caixa de resistências.

20. Medição de intensidades. Estudo dos galvanómetros.

21. Medição de forças electromotrices.

22. Medição de capacidades.

23. Determinação de grandezas magnéticas.

24. Estudo experimental das descargas nos meios rarefeitos: exame de substâncias rádio-activas.

Doze exercícios de aplicação de doutrinas estudadas nas aulas teóricas.

Curso de física dos sólidos e dos fluidos

Parte I — Introdução

Algumas noções de matemáticas gerais

1. Grandezas dependentes. Função.
2. Representação geométrica das funções.
3. Representação geométrica das relações expressas analiticamente.
4. Relação de proporcionalidade directa, linear, ou do 1.º grau entre duas variáveis.
5. Relação funcional do 2.º grau. Proporcionalidade inversa.
6. Noção de infinitamente pequeno.
7. Noção de diferencial.
8. Noção de derivada. Representação geométrica da derivada.
9. Importância da noção do infinitamente pequeno. Integral.

10. Integral entre limites.
11. Derivadas de algumas funções simples.
12. Derivadas de funções compostas.
13. Alguns integrais imediatos.

Observação. — As noções de matemática indispensáveis à compreensão do programa, e que não tenham sido ministradas neste capítulo, serão dadas sempre que se tornem necessárias.

Preliminares

Estabelecimento das leis físicas

14. Objecto da física.
15. Método.
16. Leis e teorias físicas.
17. Métodos gerais para o estabelecimento das leis físicas.

Erros. Método dos mínimos quadrados

18. Erros sistemáticos e erros fortuitos.
19. Média aritmética. Erro médio das medidas. Erro médio do resultado. Pêso.
20. Lei dos erros fortuitos.
21. Módulo de precisão.
22. Erro provável.
23. Tábua das probabilidades.
24. Método dos menores quadrados. Prática do método.

Princípios de mecânica geral

Generalidades

25. Considerações gerais e definições.

Cinemática

Cinemática do ponto

26. Trajectória dum ponto; equação do movimento.
27. Representação geométrica da equação do movimento.
28. Movimento uniforme. Velocidade.
29. Movimento variado. Velocidade.
30. Movimento uniformemente variado. Aceleração.
31. Aceleração no movimento rectilíneo variado qualquer.

32. Movimento projectado. Velocidade e aceleração.
33. Movimento dum ponto referido a um sistema de eixos.
34. Simultaneidade dos movimentos dum ponto.
35. Composição e decomposição das velocidades dum ponto.
36. Aceleração no movimento curvilíneo e variado.
37. Expressão da aceleração por meio dos elementos da trajectória.
38. Composição das acelerações.
39. Projecção sôbre o diâmetro do movimento circular uniforme.

Cinemática dos sistemas

40. Sólido ou sistema invariável.
41. Movimento de translação e sua velocidade.
42. Movimento de rotação, velocidade angular.
43. Movimento duma figura plana no seu plano.
44. Movimento elementar dum sólido cujos pontos se deslocam paralelamente a um plano.
45. Movimento duma figura esférica sôbre a sua esfera.
46. Movimento dum sólido que tem um ponto fixo.
47. Movimento dum sólido que se desloca dum modo qualquer no espaço.
48. Movimento helicoidal elementar dos sistemas.
49. Composição de movimentos de translação simultâneos dum sólido.
50. Composição duma translação e duma rotação.
51. Composição de rotações em tórno de eixos paralelos.
52. Binários de rotações.
53. Movimento resultante de muitos movimentos de rotação na mesma direcção.
54. Movimento resultante de movimentos de rotação em tórno de eixos concorrentes.

Estática e dinâmica

Estática

55. Princípio da inércia.
56. Fôrça como causa de aceleração.
57. Ponto material.
58. Princípio da independência de fôrças simultâneas.
59. Composição de fôrças concorrentes.
60. Equilíbrio de fôrças concorrentes.
61. Composição de fôrças paralelas.

- 62. Binários.
- 63. Momento da resultante dum sistema de forças concorrentes. Teorema de Varignon.
- 65. Momento duma força em relação a um eixo.
- 66. Momento duma força em relação a um plano; momento dum sistema de forças paralelas em relação a um plano.
- 67. Centro de forças paralelas.
- 68. Condição de equilíbrio dum sólido ou sistema invariável.

Dinâmica do ponto material

- 69. Princípio de Galileu ou da independência do efeito duma força e do movimento anteriormente adquirido.
- 70. Movimento dum ponto material solicitado por uma força de grandeza e direcção constantes.
- 71. Equações gerais do movimento dum ponto material.
- 72. Teorema dos momentos das quantidades de movimento.
- 73. Teorema das áreas.
- 74. Princípio da igualdade da acção e da reacção.
- 75. Movimento curvilíneo.
- 76. Força tangencial e força centrípeta.
- 77. Forças de inércia.
- 78. Força centrífuga.
- 79. Equilíbrio e movimento relativos.
- 80. Movimento uniforme dum ponto pesado sobre uma circunferência horizontal sem atrito.
- 81. Regulador de força centrífuga.
- 82. Movimento dum ponto relativo a uma recta horizontal animada dum movimento de rotação em torno dum eixo vertical.
- 83. Teorema das quantidades de movimento.
- 84. Trabalho das forças. Trabalho da resultante de forças concorrentes.
- 85. Teorema das forças vivas.

Dinâmica dos sistemas

- 86. Movimento dum sistema material invariável solicitado por uma força.
- 87. Movimento dum sistema invariável solicitado por um binário.
- 88. Movimento dum sólido invariável solicitado simultaneamente por uma força e por um binário.

89. Fôrças interiores e fôrças exteriores.
90. Teorema do movimento do centro de gravidade.
91. Teorema do momento das quantidades de movimento no caso dum sistema.
92. Rotação dum corpo em tórno dum eixo.
93. Momentos de inércia.
94. Teorema das fôrças vivas no caso dos sistemas.
95. Estudo do movimento dum sistema por meio do movimento do centro de gravidade e do movimento em relação a um eixo de direcção fixa passando pelo centro de gravidade.
96. Teorema das fôrças vivas quando o movimento é determinado nas condições do número anterior.
97. Trabalho das fôrças interiores.
98. Funções das fôrças; potencial.
99. Expressão das fôrças vivas. Teorema de Ivan de Villarceau.
100. Teorema de Clausius sôbre o virial.
101. Princípio de d'Alembert.
102. Princípio dos trabalhos (velocidades, deslocamentos) virtuais.
103. Condição geral de equilíbrio.
104. Elipsóide e eixos principais de inércia.
105. Propriedades dos eixos principais de inércia relativos ao centro de gravidade.

Energia

106. Energia actual; energia potencial; energia total.
107. Relação entre a variação de energia potencial e o trabalho das fôrças interiores.
108. Princípio de conservação da energia.
109. Aplicação do princípio de conservação da energia às máquinas. Princípio de transmissão do trabalho.

Unidades mecânicas

110. Sistemas de unidades; unidades fundamentais e unidades derivadas.

Gravitação e gravidade

Gravitação

111. Atracção universal.
112. Leis de Kepler.

113. Leis da gravitação.
114. A gravidade como caso particular da gravitação.

Gravidade

Equilíbrio e movimento dos graves

115. Direcção da gravidade.
116. Centro de gravidade.
117. Momento de estabilidade dos corpos apoiados.
118. Movimento dum grave na vertical.
119. Movimento dum grave projectado obliquamente.
120. Verificação experimental da lei da queda dos graves. Máquina de Atwood, aparelho de Morin, plano inclinado.
121. Princípio relativo ao plano inclinado.
122. Propriedades da cicloide relativas à queda dos graves.

Pêndulo

Pêndulo simples

123. Tempo de oscilação dum pêndulo simples.
124. Verificação do princípio do isocronismo das pequenas oscilações.
125. Identidade entre o movimento pendular de pequeníssima amplitude e o movimento vibratório.

Pêndulo composto

126. Tempo duma oscilação dum pêndulo composto.
127. Comprimento do pêndulo composto.
128. Centro e eixo de oscilação.
129. Teoremas de Huyghens.
130. Pêndulo reversível de Kater.
131. Pêndulo de Borda.
132. Determinação da duração duma oscilação.

Método das coincidências

133. Influência da resistência do ar.
134. Correção da amplitude no tempo duma oscilação.
135. Correção da impulsão do ar.

Determinação da intensidade da gravidade

136. Generalidades sôbre a aplicação do pêndulo à determinação da intensidade da gravidade.

137. Variação da gravidade com a latitude em conformidade com os resultados experimentais.

138. Causas que determinam a variação da gravidade com a latitude.

139. Variação da gravidade com a altitude.

140. Variação da gravidade com a profundidade.

141. Comprimento do pêndulo de segundos.

142. Influência da latitude e da altitude no pêso dos gases.

Diversas applicações do pêndulo

143. Invariabilidade do plano de oscilação do pêndulo.

144. Pêndulo de Foucault. Demonstração do movimento diurno da terra por meio do pêndulo.

145. Aplicação do pêndulo à cronometria.

146. Aplicação geral do método do pêndulo ou *das oscilações*, à medição das fôrças.

Constantes da gravidade e da gravitação

147. Determinação da densidade média da terra.

148. Valor numérico da constante da atracção.

149. Massa dos diversos planetas.

Balanças

150. Determinação do pêso dos corpos e de suas respectivas massas.

151. Fórmula geral das balanças usuais (de braços iguais).

152. Condições de exactidão das balanças.

153. Condições de sensibilidade das balanças.

154. Alcance das balanças.

155. Descrições e fundamentos teóricos das balanças mais usuais.

156. Balanças de precisão e seu modo de emprêgo.

Parte II—Estudo dos sólidos e dos fluidos

Propriedades gerais dos corpos

Impenetrabilidade

157. Considerações gerais relativas à impenetrabilidade.

Extensão — Instrumentos de medida

158. Extensão.
 159. Avaliação por estimativa.
 160. Micrómetros: nónio, parafuso micrométrico, alavanca de reflexão.
 161. Comparadores.
 162. Catetómetro.
 163. Teodolito.
 164. Máquina de dividir.

Compressibilidade — Divisibilidade

165. Propriedades gerais, não essenciais.
 166. Compressibilidade.
 167. Divisibilidade.
 168. Constituição da matéria.
 169. Diversos estados dos corpos.

Principais propriedades dos sólidos

Estrutura

170. Estrutura homogénea e heterogénea.
 171. Meios isotropos e anisotropos.
 172. Estrutura cristalina.
 173. Estrutura reticular dum sólido homogéneo cristalizado.
 174. Simetria dos cristais.
 175. Sistemas cristalinos.
 176. Lei da simetria; lei da derivação.
 177. Holoedria; hemiedria e tetraoedria.
 178. Diferentes espécies de hemiedria.
 179. Dimorfismo e polimorfismo.
 180. Circunstâncias em que os corpos cristalizam.
 181. Estrutura dos sólidos não cristalizados.

Elasticidade**Estudo teórico**

182. Definições e leis gerais.
183. Representação das deformações. Histerésis.
184. Deformação perfeitamente elástica.
185. Tracção dum cilindro, módulo de Young.
186. Mudança de volume durante a tracção.
187. Experiências de Cagniard Latour e de Wertheim.
188. Compre-sibilidade cúbica.
189. Equilíbrio dum paralelepípedo elástico.
190. Equilíbrio dum tetraedro que tem três faces rectangulares.
191. Equilíbrio dum corpo elástico de forma qualquer.
192. Deformação duma esfera submetida a uma compressão uniforme. Cálculo da variação do volume.
193. Equilíbrio dum cilindro ôco de bases planas, submetido a uma pressão uniforme.

Estudo experimental. Aplicações

195. Determinação experimental das constantes elásticas dum sólido isotropo.
195. Torção.
196. Generalização das fórmulas da torção.
197. Leis experimentais da torção.
198. Método das oscilações.
199. Flexão plana.
200. Barra cilíndrica sujeita a um esforço normal à sua direcção. Flecha
201. Mola em espiral (mola de relógio).
202. Mola em espiral cilíndrica ou em hélice. Acção duma carga.
203. Reactividade.
204. Suspensão bifilar.
205. Corpo oscilando em tórno dum eixo sob a acção dum binário proporcional ao ângulo de desvio da posição de equilíbrio. Atrito proporcional à velocidade.
206. Impulsão aplicada a um corpo girando em tórno dum eixo fixo. Pêndulo balístico.
207. Influência duma ou mais percussões em certos pontos duma oscilação sinusoidal.

Atrito e choque dos corpos sólidos

- 208. Atrito interno dos corpos sólidos.
- 209. Atrito de escorregamento.
- 210. Freio de Prony.
- 211. Atrito de rolamento.
- 212. Choque dos corpos. Observações gerais.
- 213. Choque directo nos casos de corpos inteiramente plásticos e perfeitamente elásticos.
- 214. Choque obliquo.
- 215. Duração do choque.

Estudo dos líquidos**Propriedades fundamentais e constituição dos líquidos**

- 216. Propriedades fundamentais dos líquidos.
- 217. Constituição dos líquidos.
- 218. Evaporação dos líquidos.
- 219. Constituição das moléculas dum líquido.
- 220. Compressibilidade e elasticidade dos líquidos.
- 221. Estudo experimental da compressibilidade dos líquidos.

Hidrostática**Equilíbrio dos corpos mergulhados e flutuantes nos líquidos**

- 222. Definição de pressão num ponto dum fluido.
- 223. Equação geral de equilíbrio.
- 224. Líquido incompressível submetido à acção do peso.
- 225. Princípio de Arquimedes.
- 226. Condição de equilíbrio dos corpos mergulhados e flutuantes.

Capillaridade

- 227. Tensão superficial e experiências que a demonstram.
- 228. Características da tensão superficial.
- 229. Princípio fundamental de Gauss.
- 230. Pressão numa bola de sabão.
- 231. Significação das constantes da fórmula de Gauss.
- 232. Relação entre a tensão superficial e a pressão normal; fórmula de Laplace.
- 233. Forma da superfície dum líquido subtraído à acção da gravidade. Experiências de Plateau.
- 234. Sistemas lamelares.

235. Tensão superficial nos lugares de contacto de muitos meios.
236. Líquido em contacto com um corpo sólido.
237. Ângulo de concordância.
238. Ascensão e depressão nos tubos capilares e entre lâminas muito próximas. Leis de Jurin.
239. Resistência à transmissão de pressões que oferecem gotas introduzidas num tubo capilar.
240. Movimentos produzidos pela capilaridade.
241. Constantes capilares.
242. Métodos para a determinação das constantes capilares. Resultados.
243. Influência da temperatura sobre a capilaridade.
244. Energia superficial molecular. Relação entre a tensão superficial e o peso molecular.
245. Grandeza do raio de atracção sensível e da espessura da camada de transição.

Hidrodinâmica

246. Teorema de Bernoulli.
247. Teorema de Torricelli.
248. Verificação experimental do teorema de Torricelli.
249. Tempo que um vaso leva a esgotar-se.
250. Despesa. Contração da veia fluida.
251. Medição directa da despesa. Unidades.
252. Constituição da veia líquida em parede delgada.
253. Choque da veia líquida de encontro a um plano.

Tubos adicionais

254. Tubos adicionais. Cónicos convergentes, cilíndricos e cónicos divergentes.
255. Aparelhos de Charles. Fonte de Colladon.

Diversos aparelhos empregados no esgôto dos líquidos

256. Esgôto constante. Flutuador de Prony. Frasco de Mariotte.
257. Parafuso de Arquimedes. Carneiro hidráulico.

Movimento dos líquidos nos tubos

258. Tubos de diâmetro constante.
259. Tubos em que há variação de secção.

260. Influência da curvatura.
 261. Esgôto nos canais com ramificações.
 262. Equações gerais da hidrodinâmica.

Estado coloidal

263. Definição de estado coloidal.

Propriedades gerais das soluções coloidais

264. Número, grandeza, distância e superfície dos grânulos.
 265. Movimento dos grânulos.
 266. Cargas eléctricas dos grânulos.
 267. Acção dum campo magnético.
 268. Acção dos grânulos sôbre a luz.
 269. Natureza dos grânulos.
 270. Relação entre os grânulos e o líquido intergranular.

Condições de existência e de persistência das soluções coloidais

271. Factores de que depende a persistência das soluções coloidais.
 272. Condição de floculação. Agentes precipitantes.
 273. Estabilização das soluções coloidais. Agentes estabilizantes.
 274. Energia de floculação dos grânulos e de formação das soluções coloidais.

Densidades de sólidos e de líquidos

275. Definições. Teoria geral dos métodos de determinação de densidades.
 276. Diversos processos para a medição das densidades. Resultados gerais.

Estudo dos gases

Propriedades particulares dos gases. Impulsão dos gases **Aplicações**

277. Caracteres dos gases.
 278. Equilíbrio dos gases. Princípio de Pascal.
 279. Impulsão dos gases. Princípio de Arquimedes.
 280. Perda de pêsos dos corpos no ar.
 281. Cálculo dos pesos aparentes. Correção das pesagens.

Compressibilidade dos gases

- 282. Lei de Boyle-Mariotte.
- 283. Resultado das experiências de Regnault.
- 284. Pressões inferiores a uma atmosfera.
- 285. Pressões muito elevadas.
- 286. Influência da temperatura na compressibilidade dos gases.
- 287. Equação dos gases perfeitos. Equação de Clapeyron.
- 288. Equação de Van-der-Waals e suas modificações.
- 289. Conclusões gerais.

Aplicações**Pressão atmosférica**

- 290. Número representativo da pressão atmosférica.
- 291. Medida das alturas por meio da pressão barométrica. Fórmulas de Halley.
- 292. Fórmula de Babinet.
- 293. Fórmula para as grandes altitudes.
- 294. Fórmulas de Laplace.
- 295. Barómetros e barógrafos.

Volúmetros e manómetros

- 296. Volúmetros.
- 297. Volúmetro de Regnault.
- 298. Manómetros.
- 299. Simpiezómetro.

Máquinas de rarefazer e de comprimir gases

- 300. Lei da rarefacção da máquina pneumática usual.
- 301. Torneira de Babinet.
- 302. Máquinas de Bianchi e de Carré.
- 303. Máquinas pneumáticas de mercúrio. Trombas de mercúrio e de água.
- 304. Máquinas de compressão.

Corpos no estado gasoso em contacto com corpos no estado gasoso, líquido ou sólido

- 305. Mistura de gases. Difusão simples. Lei de Bertholet.
- 306. Lei de Dalton.

307. Solubilidade dos gases nos líquidos. Lei de Henry.
308. Volume e densidades das soluções.
309. Lei de Dalton, aplicada á dissolução duma mistura de gases num líquido. Análise eudiométrica.
310. Desenvolvimento dos gases dissolvidos nos líquidos.
311. Fenómenos devidos ao contacto dos gases com os sólidos.
312. Esgôto dum gás por um pequeno orifício ou por tubo estreito.
313. Efusão dos gases.
314. Difusão dos gases através dos líquidos.

Princípios da teoria cinética dos gases

315. Natureza do movimento das partículas dum gás.
316. Lei de Boyle-Mariotte.
317. Relação fundamental e suas consequências imediatas.
318. Velocidade das moléculas dum gás.
319. Lei de Avogadro.
320. Lei de Dalton.
321. Lei de Gay-Lussac.
322. Energia dum gás.
323. Velocidades reais das moléculas. Lei de Maxwell.
324. Velocidade média quadrática, velocidade média; velocidade mais provável.
325. Determinação das velocidades das moléculas por meio das reacções químicas.
326. Caminho médio duma molécula.
327. Atrito interno dos gases.
328. Grandeza do caminho médio.
329. Dimensões das moléculas; número de moléculas contidas num dado volume.
330. Equação de Van-der-Waals.
331. Dissociação dos gases.
332. Generalidades sobre a resistência do ar e navegação aérea.

Programa dos trabalhos práticos—Física dos sólidos e dos fluidos

1.º semestre

1. Exercícios de aplicação da teoria dos erros.
2. Exercícios de interpolação e de representação gráfica das observações.
3. Exercícios de operações abreviadas e aproximações numéricas.
4. Manipulação da balança e realização de pesadas.
5. Determinação da sensibilidade duma balança e da relação dos seus braços de alavanca.
6. Pesada absoluta dum corpo. Redução ao vácuo duma pesada.
7. Construção da tabela de correcção duma caixa de pesos.
8. Determinação da densidade de sólidos pelo método do picnómetro.
9. Determinação da densidade de sólidos pelo método da impulsão.
10. Determinação da densidade de líquidos pelo método do picnómetro.
11. Determinação da densidade de líquidos pelo método da impulsão.
12. Emprêgo da balança de Joly na determinação da densidade de sólidos e líquidos.
13. Correcção de determinações de densidades de sólidos e líquidos, devidas à impulsão do ar e à temperatura.
14. Determinação da densidade com o volumenometro.
15. Determinação da densidade de gases e vapores.
16. Medição de comprimentos. Manipulação de comparadores.
17. Construção da tabela dos erros de gradação duma régua dividida.
18. Determinação de espessuras e de curvaturas por meio do esferómetro.
19. Medição de distâncias verticais com o catetómetro.

2.º semestre

20. Medição de áreas de forma irregular com o planímetro de Amsler.
21. Medição de capacidade de vasos por pesada.
22. Calibragem dum tubo de vidro estreito.
23. Medição de ângulos com círculos graduados.

24. Medição de ângulos por meio de espelho e escala.
25. Determinação da posição de equilíbrio dum corpo oscilante.
26. Estudo e determinação do amortecimento e do de-
cremento logarítmico de oscilações.
27. Determinação de tempos de oscilações.
28. Cálculos e determinação de momentos de inércia.
29. Medição de tempos muito curtos. Manipulação de
cronógrafos.
30. Manipulação com o pêndulo. Determinação da ace-
leração da gravidade.
31. Medição de pressões. Manipulação de manómetros.
32. Medição da pressão atmosférica. Manipulação de ba-
rómetros.
33. Determinação de módulos de elasticidade por alonga-
mento.
34. Determinação de módulos de elasticidade por oscila-
ções longitudinais.
35. Determinação de módulos de torção.
36. Determinação de tensões superficiais.
37. Determinação de constantes de viscosidade de lí-
quidos.
38. Estudo experimental do escoamento dum líquido
através dum orifício.

Curso de acústica, óptica e calor

Parte I — Calor

I—Calor e temperatura

1. Energia calorífica.
2. Temperatura e seu modo de representação.
3. Determinação aproximada da temperatura por meio
de termómetros de pêso e de haste.

II—Dilatações

a) *Coefficientes de dilatação, em geral.*

4. Dilatação uniforme.

5. Dilatação variada.

b) *Dilatação linear.*

6. Método de multiplicação de Laplace e Lavoisier, para

determinar a dilatação linear dos sólidos Método de Fues e Glatzel.

7. Método directo. Aparelho de Ramsden.

8. Método diferencial.

9. Resultados.

c) *Dilatação do mercúrio.*

10. Processo de Dulong e Petit.

11. Processo de Regnault.

12. Dilatação aparente do mercúrio.

d) *Dilatação cúbica dos sólidos.*

13. Dilatação dos vasos de vidro.

14. Método geral de Dulong e Petit.

15. Resultados.

16. Dilatação dos corpos não homogêneos e de cristais.

e) *Dilatação absoluta dos líquidos.*

17. Métodos gerais.

18. Resultados.

19. Dilatação da água.

f) *Dilatação dos gases.*

20. Leis de Gay-Lussac.

21. Relação entre o volume, pressão e temperatura dum gás.

22. Relação das densidades da mesma massa gasosa e dos pesos do mesmo volume dum gás com a pressão e a temperatura.

23. Diversas espécies de dilatação dos gases e sua determinação.

24. Dilatação em pressões diferentes.

g) *Aplicações.*

25. Correção das medidas lineares. Termómetro de Borda.

26. Correção da densidade dos sólidos e dos líquidos.

27. Correção da altura barométrica.

28. Medição da capacidade dum vaso.

29. Compensadores.

30. Aplicação à produção de esforços mecânicos.

31. Precauções com a dilatação dos sólidos.

III—Termometria

32. Escolha da substância termométrica.

33. Comparação dos termómetros de diferentes líquidos com o termómetro de mercúrio.

34. Termómetro de gás e escala termométrica normal.

35. Comparabilidade do termómetro normal de hidrogénio e dos termómetros de mercúrio.

36. Termómetros diversos.

37. Medição das temperaturas muito elevadas. Pirômetros.

38. Medição das temperaturas muito baixas.

39. Termóstatos (reguladores de temperatura).

IV—Densidade dos gases

40. Definição.

41. Pêso dum dado volume de gás.

42. Processo de Regnault para a determinação da densidade dos gases.

43. Medição da densidade dos gases que atacam os metais.

44. Medição do coeficiente de dilatação dos gases por meio da densidade.

45. Influência da pressão e da temperatura na densidade dos gases.

46. Pêso específico do ar normal.

V — Mudança de estado dos corpos

47. Diversas mudanças de estado.

a) Fusão e solidificação.

48. Definição.

49. Leis da fusão e da solidificação.

50. Calor de fusão e de solidificação.

51. Fusão vítrea.

52. Variação do volume pela fusão.

53. Influência da pressão no ponto de fusão. Regêlo.

54. Sôbre-fusão.

55. Dissolução dos sólidos.

56. Misturas frigoríficas. Crioscopia.

b) Vaporização.

57. Definição.

58. Formação de vapores no vácuo.

59. Vapor saturante.

60. Vapores não saturantes.

61. Evaporação.

62. Circunstâncias que influem na rapidez da evaporação. Frio produzido pela evaporação.

63. Ebulição. Leis da ebulição. Influência da pressão na temperatura da ebulição. Hipsómetro.

64. Calefação dos líquidos e suas leis.

c) Liquefacção.

65. Experiências de Andrews.

66. Continuidade do estado gasoso e líquido. Equação característica dos fluidos.

67. Lei geral da liquefacção.

68. Métodos gerais de liquefacção dos gases. Experiências de Pictet, Cailletet, Wroblewski e Olzewski.

69. Método dos ciclos de frio. Experiências de Kammerling-Owens.

70. Métodos industriais de liquefacção dos gases.

VI — Estudo dos vapores

71. Medição da tensão máxima do vapor. Resultados.

72. Evaporação numa atmosfera limitada. Lei de Dalton.

73. Aplicação da lei de Dalton.

74. Determinação da densidade de vapores.

75. Influência da pressão e da temperatura sobre a densidade dos vapores.

76. Densidade limite. Densidade teórica.

77. Densidade dos vapores.

VII — Higrometria

78. Definições.

79. Generalidade sobre os diversos métodos higrométricos.

80. Higrómetros e seu modo de emprêgo.

VIII — Calorimetria

a) Calores específicos dos sólidos e dos líquidos.

81. Definições e princípios gerais.

82. Métodos calorimétricos mais importantes para a determinação dos calores específicos dos sólidos e líquidos.

83. Resultados e leis experimentais.

b) Calores específicos de gases.

84. Definições.

85. Determinação dos calores específicos dos gases.

c) Determinação de calores latentes.

86. Determinação de calores de fusão.

87. Determinação de calores de vaporização.

88. Resultados e leis experimentais.

Térmodinâmica

I — Introdução

- 89. Estudo dum sistema. Transformação dum sistema.
- 90. Calores latentes e calores específicos
- 91. Calor pôsto em acção numa transformação infinitamente pequena.
- 92. Fórmula de Laplace relativa às transformações adiabáticas.
- 93. Fórmula de Rech relativa a duas transformações, uma adiabática e outra isotérmica.
- 94. Determinação experimental da relação $\frac{C}{c}$ entre os calores específicos dos gases sob pressão constante e volume constante.
- 95. Representação geométrica dos estados dum sistema.
- 96. Trabalho desenvolvido numa transformação.
- 97. Transformações reversíveis, inversíveis e irreversíveis.

II—Princípio da equivalência

- 98. Considerações gerais e enunciado do princípio da equivalência.
- 99. Diversos métodos de determinação do equivalente mecânico do calor.
- 100. Caso em que o sistema não descreve um ciclo fechado de transformações.
- 101. Caso em que o calor pôsto em acção apenas depende do estado inicial e do estado final.
- 102. Tradução analítica do princípio da equivalência.
- 103. Experiência de Joule ou Gay-Lussac. Energia interna dos gases perfeitos.

III—Princípio de Carnot e de Clausius

a) *Princípio de Carnot.*

- 104. Princípio de Carnot.
- 105. Expressão analítica do princípio de Carnot.
- 106. Temperatura termodinâmica (absoluta). Escala de temperaturas termodinâmicas (absolutas).

b) *Generalização do princípio de Carnot. Entropia.*

- 107. Ciclos fechados e reversíveis.
- 108. Ciclos fechados e realizáveis.
- 109. Ciclos abertos e reversíveis.

110. Ciclos. Propriedades das linhas adiabáticas.
111. Entropia duma mistura.
112. Diagrama entrópico.
113. Ciclo aberto e realizável.
114. Trabalho compensado e não compensado duma transformação isotérmica.
115. Trabalho não compensado correspondente a uma transformação isotérmica.
116. Generalização ao caso em que a transformação não é isotérmica.
117. Viscosidade e atrito.
118. Possibilidade duma transformação.
119. Condição de equilíbrio dum sistema.
120. Energia utilizável ou energia livre.
121. Princípio da energia utilizável numa transformação isotérmica real.
122. Relações entre o efeito mecânico útil e a energia interna.
123. Efeito mecânico útil numa transformação adiabática.
124. Relações entre os efeitos mecânicos úteis relativos a uma transformação isotérmica e a uma transformação adiabática.

IV—Aplicações gerais dos princípios da termodinâmica

125. Fórmulas de Clapeyron.
126. Influência da pressão e do volume sobre os calores específicos dos gases perfeitos.
127. Relação entre as variações da pressão e da temperatura.
128. Aplicação da primeira fórmula de Clapeyron às transformações que podem considerar-se reversíveis e determinam variações de calor específico.
129. Aplicação dos dois princípios da termodinâmica ao estudo das propriedades dum sólido cujo estado possa supor-se determinado por duas variáveis.

Propriedades dos gases

a) Gases perfeitos.

130. Definições e propriedades dum gás perfeito.
131. Energia interna, entropia e potencial termodinâmico da unidade de massa dum gás perfeito.
132. Transformação adiabática duma massa gasosa no caso de os calores específicos serem funções lineares da temperatura.

133. Arrefecimento na expansão adiabática.
 134. Cálculo da energia armazenada num reservatório de ar comprimido.
b Gases reais.
 135. Equações características dos fluidos. Lei de Maxwell. Teorema de Sarrau.
 136. Lei dos estados correspondentes.
 137. Noções complementares sobre a lei de Joule.
 138. Experiência de Joule e Kelvin.
 139. Quantidade de calor relativa a uma transformação elementar.
 140. Relação entre os calores específicos dos gases.

Vapores saturados

- a) Regra das fases.*
 141. Fases e componentes.
 142. Variância. Regra das fases.
 143. Sistemas invariantes, univariantes e bivariantes.
 144. Curva representativa do estado de equilíbrio.
 145. Atrasos de vaporização e de condensação. Falsos equilíbrios.
b) Tensão máxima do vapor saturado.
 146. Equação da curva das tensões máximas.
 147. Calores de vaporização e sua variação.
 148. Aplicação da terceira fórmula de Clapeyron ao cálculo do calor específico do vapor saturante.
 149. Calor externo e calor interno de vaporização.
 150. Regra de Genit Bakker.
 151. Densidades de vapor e líquido, saturados, até o ponto crítico.
 152. Vaporização total.
 153. Estudo das curvas que representam as densidades do líquido e vapor saturado, em função da temperatura.
 154. Lei do diâmetro rectilíneo e suas consequências.
c) Energia interna e Entropia duma mistura de líquido e vapor. Calores específicos do líquido e vapor saturado.
 155. Título dum vapor.
 156. Energia interna duma massa dada de vapor húmido, a uma temperatura e título dado.
 157. Potencial termodinâmico isentropo-isobárico da unidade massa.
 158. Observações gerais relativas à transformação dum líquido ou dum vapor saturado ou da sua mistura.
 159. Quantidade de calor pôsto em acção na transforma-

ção elementar da unidade de massa dum vapor húmido.
Equação fundamental.

160. Transformação da equação fundamental.

161. Calor específico do líquido saturado.

162. Calor específico do vapor saturado.

163. Caso de temperaturas próximas da temperatura crítica.

164. Variação do calor específico do líquido saturado em função da temperatura.

165. Variação do calor específico dum vapor saturado em função da temperatura.

166. Forma da equação de Clausius para temperaturas próximas da temperatura crítica.

167. Expressão da quantidade de calor pôsto em acção na transformação elementar, sob volume constante, dum vapor húmido. Calor específico interno do líquido saturado.

168. Entropia da unidade de massa dum líquido saturado à temperatura t .

169. Entropia da unidade de massa dum vapor húmido ao título x , temperatura t e sob a tensão máxima.

d) Transformações isotérmicas dum sistema homogéneo formado por um líquido e o seu vapor saturado.

170. Isotérmicas dum vapor húmido.

171. Isotérmica prática dum fluido.

e) Transformações adiabáticas e isodinâmicas dum sistema homogéneo constituído por um líquido em presença do seu vapor saturado.

172. Equações que regulam as transformações adiabáticas dum vapor húmido.

173. Teoremas relativos á expansão e compressão adiabáticas dum vapor húmido.

174. Caso em que o sistema é constituído inicialmente por um vapor saturado sêco.

175. Verificações experimentais.

176. Fórmulas aproximadas de Clausius.

177. Forma da curva da expansão adiabática dum vapor húmido.

178. Transformações isodinâmicas duma mistura dum líquido e dum vapor saturado.

f) Transformações sob volume constante duma mistura homogénea de líquido e vapor saturados.

179. Aquecimento ou arrefecimento duma massa de vapor húmido sob volume constante.

180. Calor específico sob volume constante dum vapor saturado sêco ou húmido.

181. Variação da tensão de vapor duma caldeira quando se fecha a válvula de saída do vapor.

g) *Transformação sob título constante duma mistura homogênea de líquido e vapor saturado.*

Curva zero ou de Weyranch dum vapor húmido.

182. Definição da curva zero dum vapor húmido.

183. Propriedades da curva zero.

Condutibilidade térmica

a) *Estudo geral.*

184. Exposição resumida da teoria de Fourier.

185. Regime variável. Regime permanente.

186. Problema do muro. Estudo do regime permanente.

187. Coeficiente de condutibilidade térmica.

188. Caso da distribuição parabólica.

189. Coeficiente de condutibilidade externa.

190. Transmissão através de paredes cilíndricas ou esféricas.

191. Problema da barra.

192. Regime variável. Caso do muro. Consequências.

193. Regime variável. Caso da barra.

b) *Estudo experimental.*

194. Generalidades.

195. Experiência fundada sobre o regime permanente. Experiência de Desprez, Wiedman e Franz.

196. Método do muro. Experiência de Pecllet e Berget.

197. Variação do coeficiente de condutibilidade interna.

198. Condutibilidade dos metais.

199. Condutibilidade dos cristais.

200. Condutibilidade dos líquidos.

Parte II — Óptica geométrica

I — Leis fundamentais

201. Generalidades.

202. Leis experimentais da óptica geométrica.

203. Índices de refração e suas propriedades.

204. Reflexão total.

205. Construção de Huyghens.

206. Repartição da luz entre o feixe reflexo e refracto.

207. Reflexão e refração através das superfícies curvas.

208. Teorema de Fermat sobre o caminho óptico.

209. Superfícies aplanéticas.

210. Teorema de Malus.

211. Superfície de onda.

II — Teoria geométrica dos sistemas centrados

a) *Estudo geral.*

212. Objectos e imagens, reais ou virtuais.

213. Sistemas ópticos.

214. Igualdade dos caminhos ópticos.

215. Estigmatismo e sua expressão geral.

216. Planos focais.

217. Estigmatismo dos sistemas centrados.

218. Origem nos focos. Fórmulas de Newton.

219. Amplificação; planos principais; distâncias focais principais.

220. Amplificação angular; pontos nodais.

221. Relação de Lagrange.

222. Equação referida aos planos principais.

223. Construção dos pontos conjugados.

224. Sistemas telescópios.

225. Combinação de dois sistemas coaxiais centrados.

226. Classificação dos sistemas centrados.

b) *Estudo especial dos sistemas ópticos.*

I. Generalidades

227. Diversas categorias de feixes luminosos.

228. Realização física dos sistemas centrados.

II. Espelhos planos

229. Imagens. Princípio da simetria.

230. Deslocamento das imagens ou do raio reflectido, proveniente dum deslocamento do espelho.

231. Métodos de Poggendorff.

232. Desvio dum raio reflexo em dois espelhos inclinados.

233. Multiplicação de imagens nos espelhos paralelos.

234. Multiplicação de imagens nos espelhos inclinados.

III. Prismas

235. Definições.

236. Marcha da luz através dos prismas. Fórmulas dos prismas.

237. Condições de emergência.
 238. Condições do desvio mínimo e sua aplicação à medição dos índices.
 239. Caso do prisma de pequeno ângulo refrangente.

IV. Espelhos curvos

240. Espelhos esféricos.
 241. Fórmulas dos espelhos esféricos no caso da abertura muito pequena.
 242. Construção geométrica dos focos.
 243. Representação geométrica da fórmula de Newton.
 244. Imagens de objectos.
 245. Determinação do raio de curvatura dos espelhos esféricos.
 246. Espelho parabólico e sua aplicação.
 247. Espelho cilíndrico e cónico. Anamorfoses.

V. Dióptrico esférico

248. Construção, de *Weierstrass*, do raio refracto.
 249. Aplanetismo rigoroso; pontos aplanéticos conjugados.
 250. Aplanetismo aproximado; feixes centrais.
 251. Invariante óptico; teorema das distâncias focais.

VI. Lentes

252. Lentes espessas; feixes centrais.
 253. Lentes delgadas; fórmulas gerais.
 254. Sistemas de duas lentes.
 255. Determinação das distâncias focais principais.

VII. Pinceis marginaes. Astigmatismo

256. Sistemas astigmáticos. Focais.
 257. Astigmatismo dum dióptrico esférico. Fórmula de Young.
 258. Astigmatismo dum lente delgada.
 259. Astigmatismo dum dióptrico plano.
 260. Focais do prisma.
 261. Astigmatismo dum espelho esférico. Fórmulas de Petit.

VIII. Feixes largos. Aberrações

a) *Diafragmas.*

262. Insuficiência do estudo precedente.

263. Pupila de entrada e de saída. Iris.

264. Raios telecêntricos.

265. Campo óptico.

b) *Cáusticas.*

I. Estudo sumário

266. Astigmatismo dum feixe largo.

267. Cáustica dum espelho esférico.

268. Cáustica das lentes delgadas.

II. Objectivas dos microscópios

269. Emprêgo de largos feixes nos instrumentos de óptica.

a) *Aberração para um ponto do eixo.*

270. Definição de aberração.

271. Fórmula geral dos dióptricos.

272. Aplicação às lentes delgadas.

273. Aberração principal de 1.^a ordem.

274. Aberração mínima.

275. Aberração transversal.

276. Grandeza das aberrações principais de 1.^a ordem.

277. Correção das aberrações de esfericidade.

278. Aberrações de ordem superior. Objectivas de microscópios.

b) *Aberração dum ponto próximo do eixo.*

279. Imagem duma pequena superfície normal ao eixo.

280. Condição dos senos ou do aplanetismo (ou de Abbe).

281. Conseqüências fundamentais.

282. Aplicação da condição dos senos.

III. Oculares e sistemas de projecção

283. Considerações gerais. Curvatura e distorção.

a) *Curvatura.*

284. Curvatura duma lente diafragmada.

285. Imagem dum plano.

286. Supressão do astigmatismo e da curvatura. Condição de Petzval.

b) Distorção.

287. Origem da distorção. Tipos de distorção.
 288. Supressão da distorção. Condição de ortoscopia.

Dispersão

I. Produção de espectros

289. Dispersão em geral.
 290. Dispersão pela refração: experiências que a demonstram.
 291. Produção dum espectro puro.
 292. Angulo de dispersão. Poder dispersivo.

II. Estudo de espectros

293. Espectroscópios.
 294. Espectros de emissão. Aplicação à análise espectral.
 295. Espectro de absorção. Inversão das riscas. Aplicação à análise espectral.
 296. Estudo especial do espectro solar.
 297. Distribuição das riscas.

Acromatismo

298. Acromatismo puro.
 299. Acromatismo dos prismas.
 300. Acromatismo das lentes delgadas.
 301. Sistema de lentes delgadas separadas.
 302. Caso de largos feixes.
 303. Acromatismo das lentes por meio dos prismas.

Fotometria

a) Estudo geral.

304. Importância da fotometria.
 305. Fotómetro de Lummer e Brodhun.
 306. Definição da igualdade de intensidade de duas origens luminosas.
 307. Adição da intensidade de duas origens luminosas.
 308. Leis fundamentais da fotometria.
 309. Iluminação dum alvo normal aos raios incidentes.
 310. Unidades de intensidade luminosa e de iluminação.
 311. Fluxo luminoso.
 312. Definição geral de iluminação.

313. Intensidade média esférica.
 314. Brilho duma origem luminosa.
 315. Lei de Lambert.
 316. Fluxo total emitido por um elemento de superfície.
 317. Brilho dum alvo ; alvo perfeitamente difusivo.
b) Aplicação aos instrumentos de óptica.
 318. Brilho e iluminação das imagens ópticas.
 319. Abertura numérica.
 320. Claridade das imagens.
 321. Amplificação normal dum instrumento.
 322. Claridade das origens pontuais.
 323. Influência da abertura numérica sôbre o poder separador dos instrumentos.

Instrumentos de óptica

324. Classificação dos instrumentos.
 325. Olho.

Objectivas fotográficas

326. Generalidades.
 327. Objectiva simples.
 328. Objectivas rectilíneas. Dubletes simétricos.
 329. Objectivas anastigmáticas.
 330. Tele-objectivas.
 331. Manipulação fotográfica.
 332. Fotografia das côres. Processo Lumière.

Instrumentos de observação

I. Microscópios

- a) Microscópio simples.*
 333. Generalidades.
 334. Lupa.
 335. Microscópio simples.
b) Microscópio composto.
 336. Sistemas ópticos que podem considerar-se no microscópio composto.
a) Iluminadores.
 337. Diversas espécies de iluminadores.
 338. Iluminadores para objectos transparentes.
 339. Iluminadores para objectos opacos.

340. Iluminação rasante. Iluminação sôbre fundo negro.
Ultramicroscopia.

b) Objectivas

341. Condição a que deve satisfazer uma objectiva.
342. Poder separador das objectivas.
343. Estrutura das objectivas.
344. Indicações gerais sôbre a teoria física do microscópio.

c) Oculares.

345. Tipos de oculares.
346. Oculares de Huyghens.
347. Oculares de Ramsden.
348. Oculares compensadoras.

II. Óculos e telescópios

349. Óculo astronómico.
350. Óculo terrestre.
351. Telescópio.

Instrumentos de projecção

352. Helióstato.
353. Câmaras escuras.
354. Câmaras claras e hemerógrafo.
355. Lanternas de projecção.
356. Microscópio solar.

Aparelhos de medida

357. Sextante.
358. Goniómetros.
359. Refractómetros e reflectómetros.

Parte III. — Acústica e óptica física

I. Introdução

Estudo analítico dum movimento vibratório

360. Movimentos periódicos.
361. Equação duma vibração simples rectilínea.
362. Generalização da equação do movimento vibratório.
363. Representações gráficas.
364. Representação por meio de vectores girantes.
365. Intensidade dum movimento vibratório.

366. Composição de vibrações rectilíneas do mesmo período e da mesma direcção — Interferências.
 367. Construção geométrica — Regra de Fresnel.
 368. Caso geral — Composição de vibrações do mesmo período e da mesma direcção.
 369. Composição de vibrações da mesma direcção e de períodos diferentes.

II. Acústica

370. Natureza do som e diversos modos de o produzir.
 371. Som musical — Ruído.
 372. Qualidades do som.

Altura do som

373. Sereia.
 374. Método gráfico — Vibroscópio.
 375. Fonautógrafo.
 376. Intervalos musicais — Gamas.
 377. Limites dos sons perceptíveis.

Propagação do som

378. Idea geral sobre o mecanismo da propagação duma perturbação. Ondas.
 379. Propagação num cilindro indefinido. Representação geométrica.
 380. Determinação do comprimento da onda.
 381. Vibração transversal.
 382. Propagação do som num meio indefinido.
 383. Coexistência das vibrações.
 384. Velocidade da propagação do som.
 385. Variação da intensidade do som.

Reflexão, refração e inflexão do som

386. Princípio de Huyghens.
 387. Trajectórias tautócronas.
 388. Reflexão.
 389. Refracção. Construção de Huyghens.
 390. Propagação do som nos meios limitados — Ondas estacionárias.
 391. Influência do movimento do observador e do corpo sonoro sobre o número de vibrações recebidas. Principios de Doppler-Fizeau.

- 392. Vibrações amortecidas.
- 393. Vibrações forçadas — Resonâncias.
- 394. Tubos sonoros.
- 395. Vibrações transversais.

Interferências do som

- 396. Generalidades.
- 397. Modos de produzir e observar as interferências dos sons.
- 398. Pulsações e sua aplicação.
- 399. Composição de movimentos pendulares harmónicos

Composições de vibrações rectangulares

- 400. Composição de vibrações rectangulares do mesmo período.
- 401. Composição de vibrações rectangulares de períodos diferentes.
- 402. Propriedades das curvas resultantes.
- 403. Caleidófono.
- 404. Método óptico de Lissajous.

Análise e síntese do som

- 405. Condição de ressonância.
- 406. Sons simples e sons compostos.
- 407. Causa do timbre.
- 408. Análise dos sons. Aparelho de Koenig.
- 409. Síntese dos sons. Aparelho de Helmholtz.

III. Óptica física

Interferências da luz

a) Estudo geral.

- 410. Determinação dos lugares geométricos dos pontos brilhantes e escuros.
- 411. Diversos modos de obter centros de abalo concordantes.
- 412. Verificações experimentais.
- 413. Leis quantitativas das interferências.
- 414. Comprimento de onda e número de vibrações correspondente às diferentes côres.
- 415. Caso da luz branca.

- 416. Deslocamento das franjas.
 - 417. Compensadores.
 - 418. Refractómetros interferenciais.
 - 419. Interferências nas lâminas delgadas.
 - 420. Interferências localizadas.
 - 421. Verificações experimentais. Método de Prevostaye e Desains.
 - 422. Interferências ao infinito.
 - 423. Interferências com grande diferença de marcha.
 - 424. Experiências de Fabry e Perot.
- b) Aplicação das interferências.*
- 425. Aplicação das interferências à metrologia.
 - 426. Aplicação das interferências à verificação das superfícies ópticas.
 - 427. Determinação do metro em comprimentos de onda.
 - 428. Cromofotografia interferencial. Método de Lippman.

Propagação da luz

- a) Propagação rectilínea.*
- 429. Generalidades.
 - 430. Acção da onda primitiva plana.
 - 431. Propagação rectilínea da luz.
 - 432. Caso da onda esférica.
 - 433. Justificação do princípio das ondas involucros.
- b) Reflexão e refacção da luz.*
- 434. Explicação da reflexão.
 - 435. Explicação da refacção.
 - 436. Equivalente óptico.
 - 437. Influência das dimensões e do grau de polido da superfície reflectora.
 - 438. Explicação da reflexão e da refacção na teoria da emissão.
- c) Velocidade da propagação da luz.*
- 439. Método de Roemer.
 - 440. Método de Bradley.
 - 441. Método da roda dentada de Fizeau.
 - 442. Método do espelho girante de Foucault.
 - 443. Variação da velocidade da luz com a natureza do meio; abandono da teoria da emissão.
 - 444. Variação da velocidade da luz com a intensidade e a côr.
- d) Difracção.*
- 445. Generalidades.

446. Modo de observar os fenómenos da difracção.
 447. Franjas produzidas por um alvo indefinido por um lado e terminando por outro por um bordo rectilíneo indefinido.
 448. Franjas produzidas por um alvo estreito, limitado por bordos rectilíneos e paralelos.
 449. Franjas produzidas por uma fenda estreita limitada por bordos rectilíneos e paralelos.
 e) *Redes.*
 450. Redes. Redes paralelas.
 451. Leis de Fraunhofer.
 452. Teoria elementar das redes.
 453. Redes para reflexão e redes em degraus.
 454. Redes curvas de Rawland.

Polarização rectilínea da luz

- a) *Preliminares.*
 455. Refracção dupla.
 456. Meios homogéneos, isótropos e anisótropos.
 457. Relação entre os fenómenos da refracção dupla e o tipo cristalino.
 458. Factos que demonstram que a luz existe em dois estados.
 459. Hipótese sôbre a natureza da luz polarizada.
 460. Polarização rectilínea, elíptica e circular.
 b) *Teoria mecânica da reflexão e refracção vitrea da luz.*
 461. Hipóteses — Princípios fundamentais.
 462. Caso do feixe polarizado no plano de incidência.
 463. Caso do feixe polarizado num plano perpendicular ao de incidência.
 464. Luz incidente polarizada num plano qualquer.
 465. Reflexão da luz polarizada.
 466. Rotação do plano de polarização pela reflexão.
 467. Refracção simples da luz polarizada.
 468. Rotação do plano de polarização pela refracção.

Reflexão e refracção da luz natural

469. Princípios de Arago.
 470. Reflexão da luz natural.
 471. Refracção da luz natural.

Quantidade de luz polarizada existente no feixe reflexo e refracto

472. Caso da reflexão quando a luz incidente é natural.
 473. Angulo de polarização, lei de Brewster.
 474. Caso em que o feixe incidente está totalmente polarizado.
 475. Refracção da luz natural.
 476. Refracção da luz polarizada.

Refracção dupla

477. Factos experimentais.

Teoria de Fresnel*a) Cristais monoaxes.*

478. Hipóteses de Fresnel.
 479. Teorema fundamental.
 480. Propagação duma onda plana polarizada.
 481. Superfície de onda.
Construções de Huyghens.
 482. Caso geral.
 483. Casos particulares.
 484. Plano de polarização do raio ordinário e extraordinário.

485. Lei de Malus.

486. Refracção da luz à saída dum cristal.

487. Refracção dupla da luz natural.

b) Refracção dupla biaxial.

488. Expressão analítica da força elástica desenvolvida pelo deslocamento duma molécula única.

489. Princípio da sobreposição das elasticidades.

490. Projecção da reacção elástica sôbre a direcção do deslocamento.

491. Elipsóide inverso das elasticidades.

492. Eixos de elasticidade.

493. Reacção elástica na direcção dos eixos de simetria.

494. Equação do 1.º elipsóide em função das velocidades de propagação do deslocamento paralelo a três eixos de elasticidade.

495. Direcções singulares.

496. Velocidade de propagação das ondas planas.

497. Superfície de elasticidade ou das velocidades normais.

498. Equação da superfície de onda.

499. Direcção da vibração num ponto da superfície de onda.

500. Direcção das vibrações correspondentes à mesma direcção normal de propagação.

501. Direcção das vibrações correspondentes ao mesmo raio.

502. Intersecção da superfície de onda com o plano coordenado determinado pelos eixos de elasticidade.

503. Plano tangente á onda cujo traço no plano de máxima e mínima elasticidade é a linha tangente comum às ondas.

504. Planos tangentes nos pontos singulares.

505. Direcção das vibrações dos diferentes raios que se propagam com a mesma velocidade na direcção dos pontos singulares.

Construções de Huyghens.

506. Casos em que a incidência se fez no plano de máxima e média, ou mínima e média elasticidade.

507. Casos em que a incidência se fez no plano de máxima e mínima elasticidade. Refracção cónica interior e exterior.

508. Verificações experimentais.

509. Comparação dos diferentes sistemas de eixos.

Dispersão nos meios bi-refrangentos

510. Cristais dum eixo.

511. Cristais de dois eixos.

Estudo experimental da luz polarizada rectilineamente:
aplicações

512. Generalidades.

I. Polarizadores

513. Polarizadores pela reflexão.

514. Polarizadores pela refração simples. Pilha de vidros.

515. Polarizadores pela refração dupla.

II. Analisadores ou polariscópios

516. Polariscópio de reflexão.

517. Analisadores birefrangentes.

III. Aparelhos de polarização

- 518. Aparelho de Biot.
- 519. Aparelho de Noremberg.
- 520. Pinça de turmalinas.
- 521. Aparelhos de projecção.

IV. Aplicações

- 522. Aplicação da polarização pela reflexão.
- 523. Polarização da atmosfera.
- 524. Aplicação aos fotómetros.

Polarização elíptica e circular

I. Teoria do fenómeno

- 525. Modo de obter duas vibrações luminosas rectangulares com uma dada diferença de marcha.
- 526. Aplicação, à óptica, do estudo da composição de movimentos vibratórios rectangulares.

II. Verificações experimentais

- 527. Lâmina dum quarto de onda e de meia onda, e sua aplicação ao estudo experimental da polarização elíptica.
- 528. Diferença entre a luz polarizada elípticamente e um feixe mixto de luz natural e luz polarizada rectilíneamente.
- 529. Diferença entre a luz natural e a luz polarizada circularmente.
- 530. Constituição da luz natural.
- 531. Reflexão total.
- 532. Reflexão metálica.
- 533. Interferência dos raios polarizados.

Polarização cromática

I. Luz paralela

a) Teoria do fenómeno.

- 534. Factos experimentais.
- 535. Teoria de Fresnel.
- 536. Escala cromática de Neuton.
- 537. Estudo experimental da influência da espessura; compensador de Babinet.

b) Aparelhos de observação.

538. Aparelho de Noremberg.

539. Aparelho de Biot.

540. Aparelhos de projecção.

II. Feixes cónicos*a) Cristais dum eixo.*

541. Luz monocromática. Cristais talhados perpendicularmente ao eixo.

542. Luz branca.

543. Cristais talhados paralelamente ao eixo.

544. Polariscópios de Savart.

b) Superfícies isocromáticas de Bertin.

545. Cristais uniaxes.

546. Cristais biaxês.

c) Dispersão dos eixos em cristais biaxes.

547. Sistema ortorômbico.

548. Sistema monoclinico.

d) Aparelhos de observação.

549. Pinças de turmalinas.

550. Microscópio polarizante de Nodot.

551. Microscópio Zeiss.

552. Aparelhos de projecção de Dubosc.

III. Fenómenos diversos

553. Acção do calor sôbre as propriedades ópticas dos cristais.

554. Policroísmo.

555. Dupla refração accidental.

556. Vidro temperado.

IV. Determinações experimentais

557. Determinação das secções principais dum cristal.

558. Determinação do sinal dum cristal talhado paralelamente ao eixo.

559. Determinação do sinal dum cristal talhado normalmente ao eixo.

560. Determinação do sinal dos cristais biaxes.

561. Emprêgo das curvas isocromáticas para determinar o sistema cristalino.

Polarização rotatória

I. Estudo experimental*a) Meios cristalinos.***I. Luz paralela**

- 562. Generalidades.
- 563. Leis quantitativas de Biot.
- 564. Fenómenos de coloração produzidos por um feixe paralelo de luz branca.
- 565. Tinta sensível.
- 566. Quartzo de duas rotações.
- 567. Polariscópios de Arago.
- 568. Determinação do poder rotatório do quartzo.
- 569. Poder rotatório de diversos cristais; caso do quartzo.

II. Luz convergente

- 570. Quartzo talhado perpendicularmente ao eixo.
- 571. Espirais de Airy.
- b) Polarização rotatória nos meios amorfos.*
- 572. Relação entre o poder rotatório e o estado do corpo.
- 573. Leis quantitativas.
- 574. Poder rotatório molecular.
- 575. Dispersão dos planos de polarização.
- 576. Dispersões singulares.
- 577. Influência da temperatura.
- 578. Influência da natureza do dissolvente.
- 579. Poder rotatório dos vapores.
- 580. Raios caloríficos.
- 581. Relação entre a forma cristalina e o poder rotatório.
- 582. Relação entre a hemiedria e o poder rotatório.
- 583. Relação entre o poder rotatório e a estrutura molecular.
- c) Polarimetria e suas aplicações.*
- 584. Considerações gerais.
- 585. Métodos gerais de medir a rotação do plano de polarização.

I. Polarímetros

- 586. Polarímetros de Dubosc-Jellet-Cornu.
- 587. Polarímetro Laurent.

II. Sacarímetros

- 588. Sacarímetro de Soleil.
- 589. Transformação do sacarímetro de Soleil em aparelho de Biot e em polarímetro de penumbras.
- 590. Escala do sacarímetro.
- 591. Sacarímetros diversos.
- 592. Equivalência em glucose dum grau do sacarímetro.
- 593. Açúcar invertido.
- 594. Sacarímetros.
- 595. Marcha da operação no doseamento da sacarose.
- 596. Método de inversão.
- 597. Análise da glicose na urina dos diabéticos.

II. Teoria da polarização rotatória

a) Teoria de Fresnel.

- 598. Hipotese fundamental de Fresnel.
- 599. Equivalência entre um raio de luz polarizada rectilíneamente, de direcção fixa, e dois raios circulares contrários da mesma amplitude e período, propagando-se com a mesma velocidade.
- 600. Equivalência entre um raio de luz polarizada rectilíneamente numa direcção variável e dois raios circulares contrários da mesma amplitude e período, propagando-se com desigual velocidade.

b) Verificações experimentais.

- 601. Experiências de Fresnel e Cornu.

c) Relação entre a estrutura do meio e a polarização rotatória.

- 602. Constituição dos cristais activos.
- 603. Princípio em que se fundamenta a teoria de Mallard.
- 604. Polarização rotatória das soluções.

III. Polarização rotatória magnética

- 605. Poder rotatório produzido por um campo magnético.
- 606. Caracteres fundamentais do fenómeno.
- 607. Leis de Verdet.
- 608. Influência da obliquidade do campo.
- 609. Corpos negativos e positivos.
- 610. Dispersão rotatória magnética.
- 611. Influência da temperatura.
- 612. Polarização rotatória magnética dos raios caloríficos.
- 613. Relação entre o índice e o poder rotatório.

- 614. Poder rotatório magnético dos gases e vapores.
- 615. Poder rotatório magnético dos metais.
- 616. Teoria da polarização rotatória magnética.

Energia radiante

I. Calor radiante

- 617. Definição do calor radiante.
- 618. Aparelhos de medida.
- 619. Propagação do calor radiante.
- 620. Poder difusivo.
- 621. Poder diatérmico.
- 622. Poder absorvente.
- 623. Poder emissivo.
- 624. Igualdade dos poderes emissivo e absorvente.
- 625. Difusão, polarização e dupla refração do calor radiante.

II. Lei de Kirchoff. Corpo negro

Distribuição da energia no espectro.

- 626. Lei de Kirchoff.
- 627. Definição do corpo negro.
- 628. Emissão e temperatura. Lei de Stefan.
- 629. Distribuição da energia no espectro do corpo negro.
- 630. Limite das radiações caloríficas.

III. Raios químicos. Fluorescência. Fosforescência

- 631. Transformação da energia radiante em energia química.
- 632. Fluorescência.
- 633. Fosforescência.
- 634. Limite dos raios ultra-violetes.

Programa dos trabalhos práticos de acústica, óptica e calor

1.º SEMESTRE

1. Estudo experimental de termómetros de mercúrio.
2. Comparação de termómetros.
3. Determinação da dilatação de sólidos.
4. Determinação da dilatação de líquidos.
5. Determinação da dilatação de gases.
6. Determinação de temperaturas de fusão.
7. Determinação de pontos de ebulição.
8. Medição de tensão de vapores.
9. Determinações higrométricas :
 - a) Com higrómetros de condensação ;
 - b) Com psicrómetros.
10. Determinação de calores específicos de sólidos.
11. Determinação de calores específicos de líquidos.
12. Medição de calores latentes.
13. Medição de condutibilidades caloríficas.
14. Determinação do equivalente mecânico do calor.
15. Medição de índices de refração.
16. Análise espectral. Graduação numa escala ou dum micrómetro de espectroscópio em comprimentos de onda.
17. Medição de distâncias focais de lentes.
18. Medição de distâncias focais de lentes de curto foco.

2.º SEMESTRE

19. Medição da amplificação de óculos.
20. Microscópio :
 - a) Manipulações ;
 - b) Estudo de objectivas microscópicas ;
 - c) Medição da amplificação.
21. Determinações fotométricas.
22. a) Medição da altura dum som.
b) Estudo das harmónicas de tubos sonoros.
23. Medição de comprimentos de onda e velocidades do som pelo método de Kundt :
 - a) Nos sólidos ;
 - b) Nos gases.
24. Determinações acústicas de comprimentos de onda nos gases pelo método de Quincke.
25. Estudo experimental de movimentos vibratorios compostos.

26. Estudo geral dos fenómenos de interferência e de difracção.
27. Medição de comprimentos de ondas luminosas:
 - a) Por meio dos espelhos de Fresnel;
 - b) Por meio das rédes de difracção.
28. Estudo experimental da polarização da luz natural pela reflexão e pela refracção.
29. Estudo experimental da refracção dupla.
 - a) Exame de substâncias bi-refrangentes com o microscópio polarizante.
30. Exame de figuras de interferência em luz convergente de cristais bi refrangentes e determinações do sinal óptico.
31. Medição de poderes rotatórios.
32. Determinações sacarimétricas.
33. Estudo experimental da luz elíptica e circular.
34. Estudo experimental das radiações caloríficas.
35. Medição das constantes térmicas de sólidos e líquidos.
36. Medição no espectro calorífico com uma pilha termo-eléctrica.

Curso de electricidade

Introdução

I — Campo de fôrças newtonianas

1. Quantidade, carga ou massa de agente; unidade de massa.
2. Campo de fôrças newtonianas.

II — Potencial newtoniano

3. Diferença de potencial entre dois pontos e sua expressão analítica; potencial dum ponto.
4. Energia potencial dum sistema de massas submetidas a fôrças newtonianas.
5. Características gerais do potencial newtoniano.
6. Superfícies equipotenciais. Superfícies de nivel. Formas dessas superficies.
7. Relações entre o potencial e a fôrça.

8. Volume de nivel.
9. Linhas de fôrça e tubos de fôrça.
10. Fluxo de fôrça.
11. Fluxo de fôrça emitido por uma massa suposta concentrada num ponto. Teorema de Green (ou Gauss).
12. Fluxo de fôrça através duma superfície fechada. Teorema de Green (ou Gauss).
13. Fôrça potencial determinada por uma camada esférica, ou uma esfera homogenea em equilibrio, sôbre um ponto exterior ou interior.
14. Propriedades das derivadas segundas do potencial. Equação de Laplace e de Coulomb.
15. Propriedades dum campo neutro. Fluxo de fôrça através dum tubo de fôrça.

Eléctricidade estática

Campo eléctrico

16. Lei de Coulomb e sua demonstração experimental pelo método da balança de torção e pelo método das oscilações.
17. Caracteres específicos da eléctricaidade.
18. Distribuição da eléctricaidade nos condutores em equilibrio.
19. Intensidade do campo no interior dum condutor homogeneo.
20. Potencial dum condutor homogeneo, em equilibrio.
21. Lei da distribuição da electricidade à superfície dos condutores.
22. Teorema de Coulomb.
23. Intensidade do campo produzido por um disco plano, uniformemente carregado, num ponto do seu eixo.
24. Pressão electro-estática e seus efeitos.
25. Distribuição da eléctricaidade num condutor ôco, em equilibrio.
26. Potencial duma esfera.

Influência e capacidade electrica

27. Elementos correspondentes de dois condutores eléctrizados, em equilibrio.
28. Alvos eléctricos.
29. Capacidade eléctrica.
30. Capacidade dum conductor esférico.

31. Repartição das cargas entre condutores não exercendo entre si influência eléctrica.

Condensação eléctrica

32. Aumento de capacidade dum condutor devido à presença doutro.

33. Capacidade dum condensador esférico.

34. Condensadores planos.

35. Condensadores cilíndricos.

36. Condensador de forma qualquer.

37. Poder indutivo específico.

38. Agrupamento dos condensadores.

Energia eléctrica

39. Energia dum condutor eléctricizado.

40. Energia dum condensador.

41. Energia dum grupo de condensadores.

Polarização dos dieléctricos

42. Polarização dúpla dos dieléctricos.

43. Relação entre a polarização e o poder indutor específico.

44. Modificações transitórias que experimentam os dieléctricos em consequência da polarização. Fenómeno de Kerr.

Determinação das diferenças de potencial

45. Electrómetro absoluto de Thomson (Lord Kelvin).

46. Electrómetro de Richard e Blondlot.

47. Electrómetro de Lippman.

48. Electrómetros de medida relativa de Thomson, Mascart, Branly, de quadrantes cilíndricos Carpentier, de Dolezalck e capilar de Lippman.

Magnetismo

Campo de forças magnéticas

49. Lei de Coulomb aplicada às massas magnéticas.

50. Caracteres específicos do magnetismo.

51. Acção dum campo uniforme sôbre um iman. Polos e eixos magnéticos dum iman.

52. Unidade da massa magnética no sistema C. G. S. e suas dimensões.

53. Superfícies equipotenciais relativas a um iman.

54. Momento magnético dum iman e momento do binário director.

Filetes e folhetos magnéticos

55. Hipótese de Weber sobre a constituição do iman. Filetes e folhetos magnéticos. Potência dum folheto.

56. Imans elementares. Intensidade de magnetização.

57. Potencial devido a um iman elementar.

58. Potencial dum filete.

59. Representação do campo produzido por um filete.

60. Iman uniforme.

61. Potencial dum folheto.

62. Diferença de potencial entre dois pontos existentes sobre as faces dum folheto e na normal a essas faces.

63. Energia dum folheto num campo.

64. Energia dum sistema magnético constituído por dois folhetos.

65. Trabalho dum folheto deslocando-se num campo magnético.

66. Imans reais.

67. Determinação do momento magnético dum iman.

68. Unidades magnéticas C. G. S.

Influência ou indução magnética

69. Magnetização por influência.

70. Corpos magnéticos e diamagnéticos.

71. Indução e permeabilidade magnética.

72. Coeficiente de magnetização ou susceptibilidade magnética.

73. Relação entre a permeabilidade e a susceptibilidade magnética.

74. Magnetização dum toro.

75. Magnetização dum cilindro.

76. Fôrça que pode suportar um iman.

77. Influência da temperatura sobre a magnetização.

78. Curvas de magnetização.

79. Histerésis.

80. Trabalho de magnetização.

Magnetismo terrestre

Generalidades

81. Definições.
82. Binário director.

Método de medidas

83. Casos de equilíbrio.
84. Medida da intensidade absoluta do campo magnético terrestre.

Instrumentos dum observatório magnético

85. Bússola de declinação absoluta.
86. Bússola da variação de declinação.
87. Componente horizontal. Magnetómetro.
88. Magnetómetro bifilar para a determinação da variação da intensidade.
89. Bússola de inclinação absoluta.
90. Bússola para a determinação das variações da inclinação.
91. Resultados das observações.

Electrocinética ou electricidade dinâmica

Corrente electrica

I. Produção das correntes

92. Descarga condutiva.
93. Descarga disruptiva.

II. Leis da corrente electrica

a) *Leis de Volta.*

94. Descarga através dos condutores. Termómetro de Riers.
95. Leis do contacto e dos contactos successivos.
96. Excepção às leis dos contactos successivos. Pilha hidro-eléctrica e termo-eléctrica.

b) *Lei de Ohm.*

97. Intensidade duma corrente. Densidade de corrente.
98. Lei de Ohm relativa aos circuitos homogéneos. Resistência e condutência.

99. Factores de que depende a resistência.
 100. Condutores equivalentes. Comprimento reduzido. Secção reduzida.
 101. Representação gráfica da lei de Ohm no caso dos condutores homogéneos.
 102. Generalização da lei de Ohm aos circuitos heterogéneos. Representação gráfica.
 103. Fórmula de Ohm aplicada às pilhas.
 104. Máximo de intensidade que se pode obter com n elementos.
c) Leis de Kirchoff e suas aplicações.
 105. Primeira lei de Kirchoff.
 106. Segunda lei de Kirchoff.
 107. Aplicação das leis de Kirchoff ao problema geral das derivações.
 108. Aplicação das leis de Kirchoff à ponte ou paralelogramo de Wheatstone.

Efeitos das correntes

Efeitos térmicos

109. Energia e potência duma corrente.
 110. Desenvolvimento de calor num circuito homogéneo. Efeito Joule. Verificação experimental
 111. Temperatura dum circuito percorrido por uma corrente.
 112. Fusão dum fio.
 113. Desenvolvimento do calor na secção de contacto de dois condutores heterogéneos. Efeito Peltier.
 114. Verificação experimental do efeito Peltier.
 115. Efeitos Thomson e sua verificação experimental.

Efeitos químicos

Relações qualitativas

116. Definições.
 117. Lei geral qualitativa da electrólise.
 118. Acções secundárias.
 119. Transporte dos iões pela corrente.
 120. Teorias da electrólise.
 121. Transporte de iões combinados ou moléculas.

Relações quantitativas

- 122. Leis de Faraday.
- 123. Lei de Becquerel e seu enunciado actual.
- 124. Equivalente electrò-químico.
- 125. Pêso de electrólito decomposto por uma dada quantidade de electricidade.

Polarização

- 126. Polarização dos electrodos ; pilhas secundárias ; pilhas reversíveis.
- 127. Fôrça electro-motriz de polarização.
- 128. Polarização dupla.

Electro-magnetismo**Campo electro-magnético**

- 129. Campo magnético produzido por uma corrente.
- 130. Lei de Biot e Savart.
- 131. Fórmula de Laplace.
- 132. Acção dum corpo magnético sôbre um elemento de corrente.
- 133. Trabalho relativo ao deslocamento dum elemento de corrente sob a acção dum polo magnético.
- 134. Trabalho devido ao deslocamento dum circuito sob a acção dum polo.
- 135. Potencial magnético produzido por um circuito fechado. Equivalência entre um circuito fechado e um folheto magnético.
- 136. Campo produzido por uma corrente circular fechada sôbre um ponto colocado no seu eixo.

Electro-dinâmica**Generalidades**

- 137. Princípio fundamental.
- 138. Energia duma corrente num campo.
- 139. Energia mútua de duas correntes.
- 140. Movimento duma corrente num campo.
- 141. Fórmula d'Ampère.

Estudo experimental*a) Corrente finita.*

- 142. Banca d'Ampère modificada por Bertin.
- 143. Acção das correntes paralelas.
- 144. Acção das correntes cruzadas.
- 145. Acção das correntes com a mesma projecção.
- 146. Acção duma corrente sôbre si mesma.
- 147. Acções de rotação.

b) Corrente indefinida.

- 148. Acção duma corrente indefinida sôbre uma corrente finita que lhe é paralela.
- 149. Acção duma corrente horizontal indefinida sôbre uma corrente vertical finita livre ou móvel em tórno dum eixo vertical.
- 150. Acção duma corrente horizontal indefinida sôbre os quadros fechados. Solenoide d'Ampère.
- 151. Acção duma corrente indefinida sôbre uma corrente horizontal móvel em torno dum eixo vertical.
- 152. Acção da terra sôbre as correntes; realização experimental dos casos anteriormente considerados. A acção da Terra é comparavel à duma corrente dirigindo-se, no equador, de E. para W.

c) Acções entre os imans e as correntes.

- 153. Rotação das correntes pelos imans. Roda de Barlow.
- 154. Rotação dos imans pelas correntes.

Electrò-imans

- 155. Hipótese de Ampère sôbre o magnetismo.
- 156. Solenoides.
- 157. Electro-imans e suas diferentes formas.
- 158. Fluxo de fôrça através dum electrò-iman.
- 159. Circuito magnético formula de Hopkinson
- 160. Entre-ferro.
- 161. Cálculo dum circuito magnético.
- 162. Fôrça que pode suportar um electrò-iman.
- 163. Fenómeno de Hall.

Unidades eléctricas

- 164. Generalidades.
- 165. Sistema electrò-estático, C. G. S.
- 166. Sistema electrò-dinâmico.

- 167. Sistema electrò-magnético. C. G. S.
- 168. Relação entre as dimensões das unidades no sistema electrò-estático e electrò-magnético.
- 169. Sistemas de unidades práticas.
- 170. Unidades usuais.
- 171. Unidades do sistema electrò-químico.

Padrões

- 172. Padrões de resistência.
- 173. Padrões de fôrça eléctro-motriz.
- 174. Padrões de intensidade.
- 175. Padrões de capacidade.

Indução

a) Leis qualitativas.

- 176. Leis de Maxwell.
- 177. Classificação dos fenómenos de indução.
- 178. Sentido das correntes induzidas.
- 179. Verificações experimentais: Indução eléctro-magnética; Indução teluro-eléctrica; Aparelho de Delezenne; Indução mútua: Farádica e Leyde-eléctrica. Self-indução. Correntes de Foucault.
- 180. Separação das correntes induzidas directas e inversas.
- 181. Propriedades das correntes induzidas.
- 182. Igualdade das quantidades de electricidade correspondentes às correntes induzidas directas e inversas.
- 183. Período variável.
- 184. Correntes induzidas de diversas ordens.
- 185. Influências dos metais colocados no interior das bobines.

b) Leis quantitativas.

- 186. Lei fundamental.
- 187. Regra de Faraday.
- 188. Leis relativas à intensidade e à quantidade.
- 189. Coeficiente de self-indução.
- 190. Fôrça eléctro-motriz de self-indução.
- 191. Regime variável; constante do tempo.
- 192. Energia intrínseca duma corrente. Trabalho de magnetização.
- 193. Coeficiente de indução mútua.

Correntes instantâneas de indução

194. Inclínometro de Weber.
195. Medidas da intensidade de qualquer campo.
196. Medição do fluxo de indução dum iman.
197. Medição do fluxo que sai lateralmente dum barra.
198. Medição do coeficiente de indução mútua de duas bobines.

Potência dissipada sob a forma de calor pelas correntes de Foucault

199. Caso dos fios.
200. Caso dum chapa.

Correntes alternativas

a) Correntes alternativas simples nos circuitos não indutivos.

201. Diferentes espécies de correntes alternativas.
202. Fôrça eléctro-motriz e intensidade dum corrente alternativa simples ou sinusoidal.
203. Fôrça electrò-motriz média. Intensidade média.
204. Potência média; intensidade eficaz; fôrça electrò-motriz eficaz.

b) Correntes alternativas nos circuitos indutivos.

205. Lei de Maxwell.
206. Intensidade eficaz; fôrça electrò-motriz eficaz; potência.
207. Efeito dum capacidade intercalada num circuito percorrido por uma corrente sinusoidal.
208. Acção simultânea dum capacidade e dum self-indução.
209. Correntes derivadas no caso de haver apenas resistências de self-indução.

210. Correntes derivadas no caso geral de nos circuitos derivados se conterem resistências de self-indução e capacidades.

211. Experiências de Elihu Thomson.

c) Representação gráfica das correntes periódicas.

212. Representação gráfica dum função sinusoidal simples.
213. Composição de duas fôrças electrò-motrices; generalização.
214. Representação das derivadas sucessivas dum função periódica.

215. Caso dos circuitos indutivos.
 216. Caso duma resistência e duma capacidade.
 217. Caso duma resistência indutiva, tendo intercalada uma capacidade.
 218. Ressonância.
 219. Resistência em derivação.
 220. Condensador e self-indução em derivação.
d) Generalidades sôbre correntes polifasadas.
 221. Correntes polifasadas em geral.
 222. Correntes bifasadas.
 223. Correntes trifasadas.

Medições elétricas

Medição das intensidades

- a) Generalidades.*
b) Método electro-químico. Voltâmetros.
 224. Voltâmetro de água.
 225. Voltâmetro de sulfato de cobre.
 226. Voltâmetro de nitrato de prata.
c) Método electro-magnético. Galvanómetros.

I — Generalidades

227. Tipo de galvanómetros.
 228. Sensibilidade dos galvanómetros.
 229. Sensibilidade absoluta e sensibilidade relativa.

II — Descrição dos galvanómetros

- a) Galvanómetros.*
 230. Galvanómetro de Becquerel e de Bourbouze.
 231. Bússola das tangentes.
 232. Bússola de senos.
 233. Galvanómetro de Thomson.
 234. Galvanómetro de Weiss e galvanómetro de Broca.
 235. *Shunt* dos galvanómetros.
 236. *Shunts* universais.
 237. Determinação do ângulo de sensibilidade máxima.
b) Amperímetros.
 238. Amperímetros de correntes contínuas.
 239. Amperímetros de correntes alternativas.
c) Método electro-dinâmico.
 240. Electrodinamómetro de Siemens.

d) Método electro-térmico.

241. Princípio em que se fundamentam os galvanómetros e amperímetros térmicos.

242. Amperímetro de Cardew.

243. Amperímetro Hartmann e Braun.

244. Térmico de ar.

e) Determinação das constantes dos galvanómetros.

245. Determinação da constante dum galvanómetro por meio duma pilha de força electro-motriz conhecida.

246. Determinação da constante dum galvanómetro por comparação com outro de constante conhecida.

247. Determinação da constante dum galvanómetro por meio do voltâmetro.

Medição das forças electro-motrizes

248. Forças electro-motrizes e diferença de potencial.

249. Força electro-motriz das pilhas.

250. Medição da força electro-motriz duma pilha pelo método de Ohm.

251. Método de Fechner.

252. Galvanómetro balístico. Método balístico.

253. Método de voltímetros.

254. Medição da força electro-motriz entre dois pontos dum circuito qualquer.

255. Electrómetro capilar de Lippman.

256. Medição da força electro-motriz pelo método de Poggendorff. Modificações de Bosche e de Du-Bois-Raymond.

257. Método do potenciómetro.

Medição das resistências e condutibilidades*a) Casos gerais.*

258. Generalidades.

259. Métodos gerais de medição.

260. Método de substituição.

261. Método fundado no emprêgo da fórmula de Ohm.

262. Método da ponte de Wheatstone.

263. Caixas de resistências armadas em ponte.

264. Método do reocórdio de Wheatstone ou da ponte de fio e cursor.

b) Casos especiais.

265. Método de Thomson para medir a resistência dum galvanómetro.

266. Método de Mauce para medir a resistência interior duma pilha.

267. Medição da resistência dos electrólitos. Método de Kohlrausch.

268. Ponto de medida universal de Kohlrausch.

269. Medição das pequenas resistências. Ponte dupla de Thomson (Kelvin).

270. Medição das grandes resistências. Método directo e método do *shunt*.

271. Galvanómetro universal Siemens e Halske.

Medição das capacidades

272. Método balístico.

273. Método da ponte.

Medição dos coeficientes de self-indução e de indução mútua

274. Medição dos coeficientes de self-indução.

275. Comparação do coeficiente de self-indução com o de indução mútua.

Geradores de electricidade

Pilhas

a) Pilhas termo-eléctricas.

276. Experiência de Seebeck. Séries termo-eléctricas.

277. Leis de Becquerel.

278. Influência da temperatura. Ponto de inversão.

279. Experiências e diagramas de Gaugain.

280. Fórmulas de Avenarius e Tait.

281. Poder termo-eléctrico. Ponto neutro.

282. Diagrama termo-eléctrico de Tait.

283. Circuito formado por um metal homogéneo. Lei de Magnus.

284. Indicações gerais sobre a teoria do par termo-eléctrico.

285. Descrição dos elementos de pilhas termo-eléctricas mais importantes.

b) Pilhas hidro-eléctricas.

286. Generalidades.

287. Fôrça eléctro-motriz duma pilha.

288. Dimensões da pilha.

289. Característica duma pilha.

290. Propriedades do zinco amalgamado.
 291. Polarização da pilha; despolarizantes.
 292. Descrição dos elementos de pilha mais importantes.
c) Acumuladores.
 293. Generalidades.
 294. Descrição dos principais tipos de acumuladores.
 295. Variação da força electrò-motriz dos acumuladores; regime da carga e descarga.
 296. Rendimento e capacidade dos acumuladores.
 297. Reunião dos acumuladores.
 298. Potência desenvolvida por um acumulador (ou pilha primária) através duma dada resistência.

Geradores mecânicos de electricidade

- a) Generalidades.*
 299. Máquinas de indução.
 300. Natureza das correntes produzidas pelos geradores eléctricos.
 301. Indutores.
 302. Induzidos.
 303. Modos de excitação das máquinas.
 304. Classificação das máquinas.
b) Estudo dalguns tipos de máquinas eléctricas.

I. Máquinas de correntes contínuas

- Máquinas bipolares.*
 305. Máquinas de Gramme de correntes contínuas.
 306. Correntes que se desenvolvem no anel de Gramme.
 307. Fôrça electrò-motriz das correntes induzidas.
 308. Reação do induzido. Angulo de calagem.
 309. Fôrça eléctro-motriz média duma máquina bipolar.
 310. Perda de energia nas máquinas. — Resistências passivas.
 311. Regulação dos dínamos.
 312. Máquina Siemens. Máquinas Edison.
Máquinas multipolares.
 313. Generalidades.
 314. Descrição dalgumas máquinas multipolares.

II. Máquinas de correntes directas

315. Máquinas de Pixi e Clark.
 316. Máquina Aliança.

III. Máquinas de correntes alternativas

Máquinas de correntes alternativas simples ou alternadores.

317. Alternadores magneto-eléctricos.

318. Alternadores dínamo-eléctricos.

319. Intensidade eficaz e força eléctro-motriz eficaz dos alternadores.

Máquinas de correntes polifasadas.

320. Máquinas polifasadas em geral.

321. Máquinas de tipo múltiplo, isto é, de correntes contínuas alternativas, simples e bifasadas.

322. Comparação das máquinas de corrente contínua e alternativa.

Transformadores eléctricos

323. Generalidades.

Transformação isomorfa.

324. Transformação duma corrente contínua noutra também contínua.

325. Transformação duma corrente alternativa simples noutra da mesma natureza; tipo dos transformadores empregados.

326. Transformadores de correntes polifasadas.

Transformação polimorfa.

327. Transformação duma corrente contínua em corrente alternativa por meio dos motores e geradores eléctricos.

328. Transformação duma corrente contínua numa corrente alternativa por meio de interrupções periódicas da corrente contínua. Bobina de Ruhmkorff.

329. Natureza das correntes induzidas.

330. Aperfeiçoamentos introduzidos nos transformadores tipo Ruhmkorff e seus acessórios.

331. Efeitos das correntes induzidas.

Aplicações da electricidade

Motores eléctricos

Generalidades

332. Definição do motor eléctrico.

333. Princípio da reversibilidade aplicado aos geradores eléctricos.

334. Inversão do sentido da corrente.
 335. Sentido do movimento dos motores ; ângulo de ca-
 lagem.
 336. Diversas classes de motores.

Motores de correntes contínuas

337. Motores em série.
 338. Motores *shunt*.
 339. Motores *compound*.

Motores de correntes alternativas

340. Classificação.
 341. Motores sincronos de correntes alternativas simples.
 342. Motores sincronos de correntes polifasadas.
 343. Motores assincronos de correntes alternativas sim-
 ples.
 344. Motores de campo girante ou rotores.

Transporte de energia a distância e distribuição de energia

345. Considerações gerais.
 346. Transporte de energia a distância.

Correntes de alta frequência

Electro-óptica - Telegrafia sem fio

347. Teoria de Lord Kelvin sôbre as correntes de alta
 frequência provocadas pela descarga dos condensadores.
 348. Disposições diversas para obter as correntes de alta
 frequência por meio da descarga dos condensadores.
 349. Outros modos de produzir as correntes de alta fre-
 quência.
 350. Propriedades das correntes de alta frequência.
 351. Ondas electro-magnéticas.—Electro-óptica (ideia ge-
 ral).
 352. Telegrafia sem fio (ideia geral).

Iluminação eléctrica

353. Generalidades.

Focos de arco voltaico

354. Indicações gerais sôbre o arco voltaico.
 355. Carvões.
 356. Diversos tipos de arco voltaico e respectivos reguladores.
 357. Ligações dos focos de arco voltaico às canalizações eléctricas.

Lâmpadas de incandescência

358. Generalidades.
 359. Lâmpada de filamento de carvão.
 360. Lâmpada de filamento metálico.
 361. Lâmpada de Nerust.

Rádio-actividade

a) Rádio-actividade provocada nelle descargas eléctricas nos meios rarefeitos.

362. Fenômenos luminosos que acompanham as descargas eléctricas nos meios rarefeitos.

363. Hipótese de Crookes—Matéria radiante—Raios catódicos e suas propriedades.

364. Hipótese actual sôbre a natureza dos raios catódicos.

365. Velocidade, massa e carga das partículas catódicas.
 Electron.

366. Raios canais de Goldstein.

367. Raios X (ideia geral).

b) Rádio-actividade espontânea.

368. Factos que provocaram a descoberta da rádio-actividade espontânea.

369. Rádio e outros corpos rádio activos.

370. Diversas espécies de irradiações emitidas pelas substâncias rádio-activas.

371. Efeitos da irradiação do rádio.

372. Rádio-actividade induzida. Emanação.

373. Mecanismo da rádio-actividade. Transmutação da emanção.

374. A rádio-actividade como propriedade geral da matéria.

Programa dos trabalhos práticos de electricidade

1.º SEMESTRE

1. Preparação, instalação e manipulação de pilhas. Exercícios de associação de pilhas e acumuladores.
2. Exercícios de ligações eléctricas. Manipulação de comutadores e reóstatos de regulação de corrente.
3. Instalação e manipulação de galvanómetros de espelho. Instalação de escalas de leitura para os métodos subjectivo e objectivo.
4. Estudo das características e do amortecimento do sistema móvel de galvanómetros.
5. Determinação empírica do factor de redução dum galvanómetro. Manipulação com *shunts* de galvanómetros.
6. Medição de corrente pelo voltâmetro. Verificação dum galvanómetro graduado.
7. Medição de corrente por compensação dum elemento normal.
8. Medição de resistências pelo método de substituição.
9. Determinação de resistências por medição de corrente e de diferença de potencial.
10. Comparação de resistências por meio do galvanómetro diferencial.
11. Comparação de resistências por meio da ponte de Wheatstone.
12. Comparação de resistências na ponte de fio de Wheatstone-Kirchoff.
13. Determinação de resistências muito pequenas por meio da ponte dupla de Thomson.
14. Determinação de resistências muito grandes. Resistências de isolamento.
15. Verificação e calibragem de caixas de resistências.
16. Calibragem dum fio de ponte.
17. Determinação da condutibilidade de electrólitos. Emprego da ponte de telefone.
18. Medição da resistência de elementos de pilha.
19. Medição da resistência de galvanómetros.
20. Comparação de forças electro-motrizes.

2.º SEMESTRE

21. Aplicação do método de compensação à comparação de forças electro-motrizes.

22. Medição indirecta de forças electro-motrizes. Emprego de galvanómetros graduados.

23. Manipulação com o galvanómetro universal de Siemens & Halske.

24. Instalação e manipulação de imans e agulhas magnéticas.

25. Determinação da intensidade horizontal do magnetismo terrestre.

26. Determinação dum momento magnético permanente.

27. Medição da declinação e da inclinação magnéticas terrestres.

28. Estudo e manipulação de galvanómetros balísticos. Determinação das características dum galvanómetro balístico.

29. Medição duma quantidade de electricidade com o galvanómetro balístico.

30. Determinação dum campo magnético intenso.

31. Determinação dum coeficiente de indução própria.

32. Comparação dum coeficiente de indução própria com a capacidade dum condensador.

33. Determinação dum coeficiente de indução mútua.

34. Estudo e manipulação de electrómetros. Gradação dum electrómetro.

35. Medição electrométrica de diferenças de potencial, de resistências, de intensidades de corrente, e de quantidades de electricidade.

36. Determinação de capacidades electro-estáticas com o electrómetro.

37. Determinação da capacidade de condensadores com o galvanómetro balístico.

38. Determinação da constante dielétrica de isoladores.

39. Produção e manipulação de oscilações eléctricas e de correntes de alta frequência.

40. Estudo experimental das ondas eléctro-magnéticas e manipulação de aparelhos de telegrafia sem fio.

41. Estudo e manipulação de raios catódicos e raios X.

42. Exame de substâncias rádio-activas.

Programa de física, preparatório para a Faculdade de Medicina

1.ª parte — Introdução

Método experimental

Relação funcional.
 Lei experimental.
 Método analítico e gráfico para a determinação das leis experimentais.
 Cronografia.

Noções gerais de mecânica

a) Cinemática

Movimento do ponto

Trajectória, lei do movimento e suas representações gráfica e analítica.
 Movimento uniforme. Velocidade.
 Movimento variado. Velocidade.
 Aceleração.
 Composição de movimentos e de velocidades.
 Movimento projectado sobre um eixo.

Movimento dos sistemas

Movimento de translação e rotação.
 Velocidade angular.

b) Estática e dinâmica

Ponto material.
 Princípio da inercia. Fôrça.
 Resultante dum sistema de fôrças.
 Momentos.
 Condição de equilíbrio dos sólidos invariáveis.
 Princípio da reacção igual e contrária à acção.
 Fôrças interiores e fôrças exteriores.

Trabalho e energia

Trabalho das fôrças.
 Teorema das fôrças vivas.

Energias mecânicas.
Princípio da conservação da energia.
Superfícies de nível.
Unidades mecânicas.

Aplicações

Estação e locomoção do homem

Estática do corpo humano.
Diversas atitudes do homem.
Pressões exercidas nas diversas estações.
Passagem duma para outra atitude.
Locomoção do homem.
Métodos experimentais.
Trajectória das articulações.
Estudo dinâmico da locomoção.
Trabalho muscular.
Avaliação da força específica.

Elasticidade

Elasticidade de tração, de torsão e de flexão.
Resistência dos ossos á rotura.
Elasticidade dos musculos.

Hidrostática e pneumostática

Fluidos.
Pressão no interior dum fluído.
Princípio de Pascal – Prensa hidráulica.
Princípio de Arquimedes.

Hidrodinamica

Esgôto por um orifício praticado em parede delgada.
Teoremas de Bernoulli e Torricelli.
Esgôto por tubos adicionais de pequeno e grande comprimento. Influência das curvaturas e das ramificações.

Capillaridade

Tubos capilares.
Fórmula de Laplace.
Leis de Jurin.
Constantes capilares.
Embolismo.

Estudo dos gases

Pneumostática

Caracteres gerais dos gases.
Impulsão dos gases; aerostatos.
Correcção das pesadas.

Compressibilidade dos gases

Lei de Mariotte.
Manómetros e volumenómetros.
Difusão simples dos gases.
Máquinas de rarefazer e comprimir os gases.
Dissolução dos gases.

Osmose

Condições da osmose.
Pressão osmótica, e seus caracteres.
Membranas naturais; membranas semi-permiáveis.
Indicações gerais sobre a teoria da pressão osmótica.
Estado coloidal.
Hemodinâmica.

2.ª Parte — Calor

Termometria

Medição das temperaturas.
Temperatura dos animais.
Estufas.
Reguladores de temperatura.

Calorimetria

Princípios gerais.
Métodos calorimétricos.
Calorimetria animal.

Higrometria

Definição.
Métodos higrométricos

Generalidades sobre termodinâmica

Preliminares.
 Princípio de equivalência.
 Princípio da entropia.
 Aplicação dos princípios de termodinâmica aos animais.

3.ª Parte—Acústica

Generalidades.
 Condições necessárias à produção do som.
 Determinação do número de vibrações do som.
 Indicações gerais sobre a teoria física da música.
 Propagação do som nos meios indefinidos e nos meios limitados. Aplicações.
 Audição.

Composição de movimentos vibratórios

Composição de movimentos vibratórios da mesma direcção.
 Composição de movimentos vibratórios rectangulares.

Análise e síntese dos sons

Ressonância.
 Análise dos sons.
 Síntese dos sons.
 Aplicações.

Audição

Ouvido.
 Papel das diversas partes do ouvido na audição.
 Audição biauricular.

4.ª — Parte—Optica geométrica

Generalidades.
 Leis fundamentais.
 Fotometria; leis gerais e fotómetros.

Catóptica

Imagens nos espelhos planos.
 Imagens nos espelhos esféricos.

Diótrica

Índices e suas relações.
Diótrico plano.
Prismas.

Diótrico esférico

Aberração. Casos do aplanetismo rigoroso.
Aplanetismo aproximado.

Lentes delgadas

Fórmulas das lentes delgadas.
Planos focais principais.
Construção do raio emergente.
Imagem duma recta perpendicular ao eixo. Planos conjugados.
Amplificação linear.
Amplificação angular. Relação de Lagrange.
Construção de imagens.
Formas das lentes convergentes e divergentes.

Lentes espessas

Planos principais.
Planos focais principais.
Fórmulas dos pontos conjugados referidas aos focos principais.
Amplificação angular.
Pontos nodais ou de Listing.
Centro optico.
Determinação dos focos e planos principais.
Combinação de lentes.
Aberração.

Dispersão da luz

Experiência fundamental.
Análise e mistura da luz.
Poder dispersivo.

Estudo dos espectros

Riscas dos espectros.
Espectros das diferentes luzes.
Espectroscópios.
Análise espectral.

Medição dos índices de refração

Método do desvio mínimo.
Método de Descartes.

Acromatismo

Aberração de refrangibilidade.
Acromatismo dos prismas.
Acromatismo das lentes.

Instrumentos d'optica

Classificação dos instrumentos d'optica.

Instrumentos de reflexão

Porta-luz e helióstato (indicação sumária).
Goniómetros.
Camara clara e hemerógrafo.

Instrumentos diótricos

Aparelho de projecção.
Camara escura de prisma.
Camara fotográfica.
Telè-objectivas.

Microscópio**Microscópio simples**

Microscópio simples ou lupa.
Amplificação da lupa.

Microscópio composto

Princípio em que se fundamenta o microscópio composto.
Iluminadores.
Objectivas.
Influência da lamela. Correção das objectivas.
Oculares.

Óculos

Disposição geral dos óculos.
 Óculo astronómico.
 Óculo terrestre.

Visão

Olho. Olho reduzido.
 Miopia.
 Hipermetropia.
 Astigmatismo.
 Campo visual.
 Propriedades da retina.
 Visão binocular.
 Diplopia.
 Oftómetros.
 Oftalmoscópio.

6.ª Parte — Optica física

Preliminares.
 Interferência da luz.
 Anéis corados.
 Teoria da propagação da luz.
 Difusão.
 Redes.
 Polarização rectilínea da luz.
 Reflexão e refração vítrea da luz polarizada.

5.ª Parte — Electricidade**Introdução**

Princípios gerais e definição.
 Diferença de potencial e potencial.
 Superfícies equipotenciais.
 Relação entre o potencial e a força.
 Linhas de força; tubos de força; fluxos de força.
 Teorema de Green.
 Propriedades dum campo neutro.
 Representação geométrica do campo.
 Acção de camadas esféricas homogéneas sobre pontos
 exteriores ou interiores.

Magnetismo

- Magnetes.
 Leis das atrações e repulsões magnéticas; unidade de massa magnética.
 Campo magnético.
 Acção dum campo magnético uniforme sobre um iman.
 Constituição dos imans. Imans elementares, intensidade de magnetização.
 Potencial devido a um iman elementar.
 Distribuição do magnetismo nos imans.
 Folhetos magnéticos. Potência e potencial.
 Imans reais.
 Unidades magnéticas C. G. S. e suas dimensões.
 Magnetização por influência.
 Corpos magnéticos e diamagnéticos.
 Indução e permeabilidade magnética.
 Suscetibilidade magnética.
 Curvas de magnetização. Histeresis. Trabalho de magnetização.
 Elementos de magnetismo terrestre.

Electricidade estática

- Lei das atrações e repulsões electricas. Unidade de quantidade de electricidade.
 Intensidade do campo no interior dum condutor homogéneo em equilíbrio.
 Modo de distribuição da electricidade à superfície dos condutores.
 Potencial duma esfera electrizada em equilíbrio.

Influência electrica

- Elementos correspondentes de dois condutores electrizados em equilíbrio.
 Capacidade electrica.

Condensação electrica

- Condensadores em que a espessura do dielectrico é constante, e muito pequena.
 Capacidade indutiva especifica.
 Diferentes formas de condensadores.
 Agrupamento dos condensadores.

Corrente electrica

Diverso modo de transporte de electricidade entre dois pontos de potencial diferente.

Causas das diferenças de potencial entre os polos duma pilha.

Pilhas hidro e termo-electricas.

Lei de Ohm

Intensidade duma corrente.

Lei d'Ohm.

Factores de que depende a resistència.

Condutores equivalentes.

Fórmulas das pilhas. Condição de máxima intensidade.

Leis de Kirchoff e suas applicações.

Efeitos das correntes

Efeitos térmicos.

Efeitos químicos.

Efeitos magnéticos.—Electromagnetismo.

Electrodinâmica

Leis fundamentais e sua demonstração experimental.

Rotação de correntes horizontais e verticais sob a acção duma corrente circular.

Acção de orientação duma corrente indefinida sobre um circuito fechado movei em torno dum eixo vertical.

Unidades electricas.—Padrões.

Indução

Leis qualitativas. Verificações experimentais.

Propriedades dos elementos induzidos.

Leis quantitativas.

Correntes alternativas

Correntes alternativas simples.

Correntes polifasadas.

Correntes de alta frequência.

Telegrafia sem fio.

Radioactividade

Radioactividade provocada pela descarga electrica nos meios rarefeitos.

Radioactividade espontânea. Substâncias radioactivas.

Programa de fisica, preparatório para a Faculdade de Medicina

Estudo de instrumentos registadores; cronografia.
Estudo da balança de precisão; pesagens.
Medição de densidades de substâncias sólidas e líquidas.
Medição da tensão superficial de um líquido.
Barometria.
Termometria.
Calorimetria.
Higrometria.
Fotometria.
Medição de índices de refração.
Determinação de potências de lentes.
Espectroscopia.
Estudo do microscópio; microfotografia.
Estudo experimental da polarização.
Estudo de pilhas e acumuladores.
Medição de resistências eléctricas.
Medição de intensidades; estudo de galvanómetros.
Medição de forças electrómotrizes.
Radiografia.
Exame de substâncias radioactivas.

Curso geral de química

I. Parte — Química Inorgânica

Introdução

Generalidades.—Elementos e compostos. Corpo e substância. Fenómenos físicos e fenómenos químicos. Propriedades físicas e propriedades químicas. Combinações e misturas. Análise e síntese. Objecto da química. Afinidade. Circunstâncias que influem na realização das combinações. Combinações directas e indirectas; imediatas e provocadas; instantâneas e lentas; completas e limitadas.

Propriedades gerais dos sólidos. Cristalografia.

Propriedades gerais dos líquidos.

Propriedades gerais dos gases. Leis de Boyle e de Gay-Lussac. Fórmula dos gases perfeitos. Lei de Henry. Leis das combinações químicas. Hipótese sobre a constituição da matéria. Números proporcionais. Fórmulas empíricas.

Pesos moleculares.—Sua determinação.

Propriedades coligativas das soluções. Leis da pressão osmótica, do abaixamento da tensão de vapor, da elevação do ponto de ebulição, do abaixamento do ponto de congelação dos dissolventes, pelo facto de terem uma substância em dissolução.

Ideia geral da teoria da dissociação electrolítica.

Alguns factos explicados pela hipótese de Arrhenius.

Pesos atómicos.—Sua determinação. Escolha da unidade a que são referidos. Atomicidade das moléculas dos elementos. Volumes atómicos e volumes moleculares dos gases. Fórmulas moleculares. Densidade teórica dos gases. Equações químicas. Radicais. Valência. Funções químicas dos compostos minerais. Classificação dos elementos. A lei periódica. Equivalentes. Fórmulas típicas, fórmulas racionais, fórmulas de constituição. Isomeria. Alotropia. Cálculo químico.

Termoquímica.—Diferentes formas de energia. Princípio fundamental da termoquímica. Notação. Unidades de calor. Calores de formação, calores de fusão, calores de volatilização, calores de dissolução, calores de combustão. Aplicação da lei da constância do calor total à determinação dos calores de formação e dos calores de reacção. Calor correspondente ao trabalho exterior quando ha variação do volume do sistema. Reacções feitas sob volume constante e sob pressão constante. Variação do calor de reacção com a tem-

peratura. Calorímetros. Bomba calorimétrica. Teorêma do trabalho máximo.

Dissociação.—Estudo da dissociação da água, do carbonato de cálcio, do anidrido sulfuroso, do cloreto de amónio.

Estudo dos diversos metalóides

Estado natural, processos de preparação, propriedades e aplicações dos seguintes metalóides:

Hidrogénio, cloro, bromo, iodo, flúor, oxigénio (e ozono), enxôfre, selénio, telúrio, boro, carbono, silício, azoto (e ar atmosférico), fósforo, arsénio.

Estudo das combinações dos metalóides entre si

Ácidos clorídrico, bromídrico, iodídrico, fluorídrico; água, água oxigenada; ácidos sulfídrico, selenídrico e telurídrico.

Chama. Maçarico. Hidrogénio siliciado. Amoníaco. Hidrogénio fosforado gasoso. Hidrogénio arseniado. Pesquisa do arsénio nos casos de envenenamento.

Cloretos de bromo, de iodo, de enxôfre, de fósforo. Fluoretos de boro e de silício; ácido fluossilícico.

Compostos oxigenados do cloro, bromo, iodo e ácidos correspondentes.

Anidrido bórico. Ácido bórico. Óxido de carbono. Anidrido carbónico. Anidrido silícico. Ácidos silícicos.

Compostos oxigenados do arsénio e ácidos correspondentes.

Bisulfureto de carbono, bisulfureto de arsénio, trisulfureto de arsénio.

Generalidades sôbre os metais

Estado natural. Extracção. Propriedades gerais. Classificação de Thénard. Ligas metálicas.

Estudo dos diversos metais

Estado natural, extracção, propriedades e aplicações dos seguintes metais:

Potássio, sódio, amónio, lítio, rubídió, cézio, prata, bário, estrôncio, cálcio, magnésio, zinco, cádmio, cobre, mercúrio, ouro, alumínio, ferro (e aço), crómio, cobalto, níquel, chumbo, platina, irídio, paládio, estanho, antimónio, bismuto.

Compostos metálicos

Generalidades sôbre os sais metálicos. Estado natural, preparação e propriedades. Leis de Berthollet.

Generalidades sôbre os cloretos metálicos. Estudo dos cloretos mais importantes.

Generalidades sôbre os brometos metálicos. Estudo dos brometos mais importantes.

Generalidades sôbre os iodetos metálicos. Estudo dos iodetos mais importantes.

Generalidades sôbre os fluoretos metálicos. Estudo dos fluoretos mais importantes.

Generalidades sôbre os óxidos e hidratos metálicos. Estudo dos hidratos e óxidos mais importantes.

Generalidades sôbre os sulfuretos metálicos. Estudo dos sulfuretos mais importantes.

Generalidades sôbre os hipocloritos, cloratos, sulfitos, bisulfitos e hiposulfitos.

Generalidades sôbre os sulfatos. Estudo dos sulfatos mais importantes.

Generalidades sôbre os boratos. Bórax.

Generalidades sôbre os carbonatos. Estudo dos carbonatos mais importantes.

Generalidades sôbre os silicatos. Estudo dos silicatos mais importantes. Argila. Feldspatos. Louças. Vidros.

Generalidades sôbre os azotitos. Azotitos mais importantes.

Generalidades sôbre os azotatos. Estudo dos azotatos mais importantes.

Generalidades sôbre os hipofosfitos, fosfitos, metafosfatos, pirofosfatos e ortofosfatos.

Generalidades sôbre os arsenitos e arseniotos.

Generalidades sôbre os cianetos, ferrocianetos, ferricianetos, sulfocianatos e nitroprussiatos.

Generalidades sôbre os manganatos, permanganatos, cromatos, bicromatos e piroantimoniotos.

2.ª Parte — Química orgânica

Generalidades

Objecto da química orgânica. Tetravalência do carbono. A grande variedade de compostos orgânicos. Fórmulas de constituição; regras que se utilizam para as estabelecer. Isomeria nos compostos orgânicos. Compostos acíclicos ou alifáticos e compostos cíclicos.

Compostos alifáticos

Hidrocarbonetos em geral. Hidrocarbonetos saturados, etilénicos, a etilénicos, dietilénicos, alénicos. Série homóloga. Série isóloga. Metana. Petróleos da América. Etilena. Acetilena.

Derivados halogenados e nitrados dos hidrocarbonetos. Cloreto de metilo, cloreto de etilo. Clorofórmio. Bromofórmio. Iodofórmio.

Alcoóis em geral. Classificação. Monalcoóis. Glicóis. Glicerinas, etc. Série homóloga dos monalcoóis saturados.

Alcool metílico. Alcool etílico. Alcoóis superiores. Alcool de batatas e de cereais. Fermentação alcoólica. Indústria do alcool. Vinho.

Glicóis; sua classificação. Pináconas.

Glicerina. Eritrite. Manite.

A hipótese do carbono tetraédrico. Fórmulas estereoquímicas. Carbono assimétrico. Compostos enantiomorfos. Rácemicos; seu desdobramento.

Alcoóis etilénicos e acetilénicos. Alcool alílico e propargílico.

Aldeídos em geral. Aldeído fórmico. Aldeído ordinário. Paraldeído. Cloral. Dialdeídos; Glioxal. Aldeídos etilénicos; Acroleína.

Acetonas em geral. Acetona ordinária. Diacetonas: acetnil-acetona.

cidos monobásicos e polibásicos. Série dos ácidos gordos saturados. Ácido fórmico. Ácido acético; vinagre. Ácidos butíricos, ácidos palmítico e esteárico. Ácidos bibásicos: ácidos oxálico, malónico, succínico e anidrido succínico.

Ácidos etilénicos: ácido acrílico. Ácido oleico e o seu isómero estereoquímico, ácido elaídico. Ácidos fumárico e maleico.

Aminas em geral e sais de amónio substituídos. Metilamina. Etilamina. Etilena-diamina. Cadaverina Putrescina.

Amidas em geral. Etanamida. Ureia; ureínas; ureídas. Aloxana. Acido úrico. Purina. Xantina. Teobromina. Cafeína. Ureias sulfuradas.

Imidas. Succinimida. Carbimida (ácido isociânico); ácido ciânico. Ácido cianúrico. Ácidos sulfociânico e isosulfociânico. Guanidina.

Nitrilos. Acido cianídrico; cianetos. Ácidos ferro- e ferri-cianídricos. Acetonitrilo. Cianogénio.

Carbilaminas.

Óximas. Aldóximas e cetóximas.

Éteres. Sua classificação. Éter ordinário.

Ésteres dos ácidos minerais e dos ácidos orgânicos. Sulfatos de etilo. Nitroglicerina. Dinamite. Gorduras. Sabões. Velas esteáricas. Indústria dos ácidos gordos.

Funções em que entra enxôfre: Mercaptans, aldeídos e acetonas sulfuradas; sulfuretos de radicais alcoólicos. Sulfinas, sulfonas, disulfonas (sulfonal e trional).

Funções em que entra o fósforo, arsénio, ou antimónio: Fosfinas. Arsinas. Cacodilo e derivados.

Compostos organo-metálicos.

Aldéidos-alcoóis e acetonas-alcoóis. Açúcares; classificação e nomenclatura. Aldoses e cetoses. Isómeros estereoquímicos das aldoses com dois, três, quatro átomos de carbono assimétricos.

Estudo da glucose ordinária e da frutose; açúcar invertido. Hexabioses: sacarose; lactose; maltose. Fabricação da cerveja.

Polioses: inulina; dextrina; glicogénio; amido; celulose; tunicina. Nitroceluloses; algodão-polvora: colódio; pergaminho vegetal; celulóide. Gelatina explosiva. Pólvoras sem fumo.

Ácidos-alcoóis: ácido glicólico. Ácidos lácticos, oxibutíricos, glicérico, tartrónico, málico, tartárico, glucónico, sacárico.

Lactonas ou ólidos.

Ácidos-aldeídos: ácido glioxílico.

Ácidos-acetonas: ácido acetilacético. Ácido mesoxálico.

Aminas-alcoois: còlina.

Aminas-aldeídos: muscarina.

Aminas-ácidos: glicocola (glicina); sarcosina; alanina; valina. Leucina. Isoleucina. Lisina. Ornitina. Ácido aspártico. Ácido glutâmico.

Amina-aldeído-alcool. Glucosamina.

Compostos cíclicos

Hidrocarbonetos. Constituição da benzina.

Gás iluminante. Alcatrão da hulha. Série benzénica. Toluena. Xilena. Cimena. Naftalina (constituição). Antracena. Isomeria dos derivados substituídos da benzina, naftalina e antracena.

Derivados halogenados, sulfonados e nitrados. Nitrobenzinas.

Fenois. Fenol ordinário. Pirocatequina, resorcina, hidroquinona. Pirogalhol. Naftóis. Antróis. Ácido pírico.

Aminas fenólicas. Anilina; toluidinas. Naftilaminas. Fenilena-diaminas. Benzidina. Anilidas.

Compostos azoicos. Sais de diazónio e compostos azóicos.
Hidrazinas.

Éteres fenólicos. Anisol. Salol. Benzonaftol.

Alcôois aromáticos. Alcool benzílico. Antranol.

Aldeídos. Aldeído benzóico.

Acetonas. Benzofenona.

Ácidos. Ácido benzóico. Ácidos naftalénicos. Ácidos ftálicos. Ácidos cinâmicos.

Aminas. Benzilamina.

Amidas. Benzamida.

Óximas. Estereoquímica do azoto. Benzaldóximas.

Quinonas. Quinona ordinária. Náftoquinonas. Oxiquinonas. Antraquinona. Alizarina. Purpurinas.

Fenois-alcôois. Saligenina. Aurinas. Ácidos rosólicos.

Fenois-ácidos. Acido salicílico. Essência de Wintergreen. Acido gálhico. Tanino.

Ftaleínas. Fenolftaleína. Eosina.

Amina fenolica-alcool. Côres de anilina. Rosanilinas.

Fenol-amina-ácido. Tirosína.

Imidas. Ftalimidas. Sacarina.

Série polimetilénica

Ciclanas. Petróleo da Rússia.

Ciclanois, ciclanonas, ciclanaminas.

Ciclenas. Terpenas. Pinena. Canfena. Limonena. Cãnfora. Cãnfois. Terpinóis.

Compostos heterocíclicos

Furfurana e derivados. Pirona e seus derivados. Tiofena, pentiofena e derivados. Pirrol e derivados.

Indol. Escatol. Isatina. Anil.

Piridina e derivados. Quinoleína e derivados. Isoquinoleína. Acridina e derivados.

Pirrazóis e glioxalinas. Diazinas. Triazóis e triazinas. Tetrazóis e tetrazinas.

Oxazol, oxazina e derivados. Oxidiazóis e oxidiazinas.

Tiazol, tiazinas e derivados.

Alcalóides

Generalidades sôbre os mais importantes alcalóides e sua constituição.

Glucósidos

Generalidades sôbre os glucósidos mais importantes. Digitalina ; amigdalina ; quitina.

Proteínas

Generalidades sôbre as proteínas mais importantes, sua constituição e classificação.

Análise orgânica imediata e elemental

Processos de análise imediata. Pesquisa e doseamento do carbono, hidrogênio, azoto, cloro, bromo, iodo, enxôfre, fósforo e oxigênio nos compostos orgânicos.

Parte III. — Análise química

Análise qualitativa. Caracteres analíticos dos diferentes metalóides livres. Caracteres analíticos do protóxido de azoto, do bióxido de azoto, do peróxido de azoto, do óxido de carbono, da água oxigenada. Caracteres analíticos mais importantes das diferentes bases e dos diferentes ácidos. Ensaio por via sêca.

Classificação analítica dos metais e dos ácidos. Método geral de análise.

Análise quantitativa. Principais operações da análise ponderal. Aplicação a alguns exemplos.

Princípio em que se funda a análise volumétrica. Alguns exemplos de análise volumétrica: Hidrotimetria; Alcalimetria; Acidimetria. Doseamento do ferro com o permanganato de potássio.

Pontos para os trabalhos práticos

1.º Trabalhos mais usuais, executados no vidro, na cortiça e na borracha.

2.º *Emprêgo dos areometros*, para líquidos mais densos e líquidos menos densos do que a água.

3.º *Exercícios de pesagens.*

4.º *Hidrogênio.* — Sua preparação e verificação das propriedades físicas e químicas mais importantes.

5.º *Cloro.* — Preparação pelos processos de Scheele, de Berthollet, pela acção do ácido clorídrico sôbre a cal clorada; verificação das propriedades físicas e químicas mais importantes.

6.^o *Bromo e iodo.* — Libertação do bromo e iodo dos brometos e iodetos. Acção sôbre as lixívias alcalinas. Propriedades físicas e químicas mais importantes.

7.^o *Oxigénio.* — Preparação, calculando o pêso de clorato de potássio que fornece o oxigénio preciso para encher um gasómetro com determinado volume; experiências mais importantes para verificação das propriedades do oxigénio.

8.^o *Ozono.* — Preparação nos aparelhos de Berthelot e de Houzeau; pela acção do ácido sulfúrico sôbre um peróxido (bióxido de bário). Ozonização do oxigénio, pela acção de faíscas eléctricas. Acção sôbre o iodeto de potássio. — Papel de Houzeau.

9.^o *Enxôfre.* — Cristalização, obtida por via sêca e por via húmida. Enxôfre mole; acção sôbre o ácido sulfúrico. Síntese do sulfureto de ferro e do sulfureto de cobre. Combustão do oxigénio no vapor de enxôfre.

10.^o *Carbono.* — Propriedades do carvão de madeira; absorpção de gases; filtro de areia e de carvão; preparação do carvão animal; suas propriedades descòrantes.

11.^o *Azoto.* — Extracção do azoto do ar, pelo fósforo e pelo cobre. Preparação pela decomposição do azotito de amónio, ou pela acção do calor sôbre a mistura de cloreto de amónio, e azotito de potássio. Libertação do azoto, na acção da água de cloro sôbre a amónia. Combinação do azoto com o oxigénio, pela acção de repetidas faíscas eléctricas.

12.^o *Ar atmosférico.* — Análise em volume (pelo fósforo, a frio e a quente, pelo pirogalhato de potássio e no eudiómetro). Demonstrar a presença do anidrido carbónico e do vapor de água no ar.

13.^o *Fósforo.* — Solubilidade no sulfureto de carbono. Acção do oxigénio, a quente e a frio. Acção do oxigénio, debaixo de água quente. Pesquisa do fósforo, com os aparelhos de Blondlot e de Mitscherlich; acção do ácido azótico; acção do cloro.

14.^o *Ácido clorídrico.* — Preparação e propriedades físicas mais importantes; acção do bióxido de manganêsio; caracteres analíticos do ácido clorídrico e dos cloretos solúveis.

15.^o *Ácido bromídrico.* — Preparação, pelos processos gerais de preparação dos hidrácidos; propriedades químicas mais importantes; caracteres do ácido bromídrico e dos brometos.

16.^o *Ácido iodídrico.* — Preparação, pelos processos gerais; propriedades químicas mais importantes; caracteres analíticos do ácido iodídrico e dos iodetos solúveis.

17.º *Ácido fluorídrico*. — Preparação pelo processo geral, gravura em vidro; caracteres analíticos do ácido fluorídrico e dos fluoretos.

18.º *Água*. — Análise pelo ferro ao rubro; nos voltímetros; gás detonante; síntese nos eudiômetros de Bunsen e de Hoffmann; acção do carvão ao rubro; reacções para reconhecer na água as diversas substâncias em dissolução; reacções em que se funda a depuração das águas para os usos industriais; destilação da água.

19.º *Água oxigenada*. — Preparação pela acção do ácido clorídrico sobre o peróxido de bário; propriedades mais importantes; caracteres analíticos.

20.º *Ácido sulfídrico*. — Preparação no aparelho de Kipp e pela acção do ácido clorídrico sobre o sulfureto de antimónio; propriedades químicas mais importantes; produção dos sulfuretos mais importantes, pela passagem da corrente gasosa através das soluções respectivas, em líquido ácido ou alcalino. Caracteres analíticos do ácido sulfídrico e dos sulfuretos solúveis.

21.º *Amoníaco*. — Sua preparação e propriedades mais importantes. Acção sobre os solutos dos sais; caracteres analíticos do amoníaco e dos compostos amoniacais.

22.º *Hidrogénio fosforado gasoso*. — Formação na acção da potassa sobre o fósforo ordinário; verificar a propriedade de ser espontaneamente inflamável em contacto com o ar; passagem do gás através da solução de nitrato de prata e reconhecimento do precipitado obtido; côr da chama do hidrogénio contendo hidrogénio fosforado.

23.º *Hidrogénio arseniado gasoso*. — Formação e propriedades; maneira de reconhecer o arsénio nos casos de envenenamento; acção do gás sobre uma solução de nitrato de prata; confronto com a acção do hidrogénio antimoniado gasoso.

24.º *Anidrido sulfuroso*. — Preparação pelos processos mais usuais. Propriedades químicas mais importantes. Caracteres analíticos do anidrido sulfuroso e dos sulfitos.

25.º *Ácido sulfúrico*. — Síntese num balão, para se verificarem as reacções que se passam nas câmaras de chumbo. Caracteres analíticos do ácido sulfúrico e dos sulfatos.

26.º *Oxido de carbono*. — Preparação pela acção do anidrido carbonico na sua passagem através do carvão ao rubro; pela decomposição do ácido oxálico em presença do ácido sulfúrico; acção redutora e absorção pelo cloreto cuproso clorídrico.

27.º *Anidrido carbónico*. — Preparação num frasco de

duas tubuladuras e no aparelho de Kipp ou de Wartha. Funcionamento dos aparelhos de Briet e de Le Févre. Propriedades físicas e químicas mais importantes do gás. Caracteres analíticos do gás carbônico e dos carbonatos.

28.º *Ácido azótico*.—Sua preparação e propriedades mais importantes. Caracteres analíticos do ácido azótico e dos azotatos.

29.º *Anidrido fosfórico*.—Síntese do anidrido fosfórico e do ácido metafosfórico; propriedades mais importantes.

30.º *Ácido ortofosfórico*.—Preparação pela ebulição do soluto do ácido metafosfórico obtido anteriormente. Formação pela oxidação do fósforo vermelho pelo ácido azótico; acção do calor sobre o ácido transformando-o em piro- e meta-fosfórico. Caracteres analíticos dos diferentes ácidos fosfóricos e dos fosfatos correspondentes.

31.º *Cianogénio*.—Preparação e propriedades mais importantes. Acido cianídrico. Caracteres analíticos dos cianetos.

32.º *Potássio e sódio*.—Acção sobre a água.

33.º *Preparação da potassa e da soda cáusticas*.—Precipitação e propriedades dos hidratos insolúveis.

34.º Formação de alguns dos óxidos mais importantes.

35.º Caracteres analíticos mais característicos dos metais mais importantes.

36.º Exercícios sobre problemas relativos a pesos moleculares, pesos atômicos e termoquímica.

37.º *Gás dos pântanos*.—Preparação e propriedades mais importantes.

38.º *Cloróformio*.—Preparação e propriedades mais importantes. Reacções características.

39.º *Iodofórmio*.—Preparação pelo alcool e pela acetona.

40.º *Etilena*.—Preparação e propriedades.

41.º *Acetilena*.—Preparação pelo carboneto de cálcio. Propriedades mais importantes.

42.º *Alcool metílico*.—Destilação da madeira. Purificação do alcool metílico.

43.º *Alcool etílico*.—Fermentação da glucose. Reconhecimento do alcool obtido. Destilação dum líquido alcoólico.

44.º *Aldeído acético*.—Preparação pelos processos gerais: por oxidação do alcool e pela acção do acetato de bário sobre o formiato do mesmo metal. Reacções características dos aldeídos. Purificação dos aldeídos.

45.º *Acetona ordinária*.—Preparação e propriedades Reacções.

46.º *Ácido fórmico*.—Preparação e propriedades mais importantes do ácido e dos formiatos.

47.º *Ácido acético*.—Preparação e propriedades do ácido acético e dos acetatos.

48.º *Ácido oxálico*. Preparação e propriedades mais importantes do ácido oxálico e dos oxalatos.

49.º *Éter ordinário*.—Preparação e propriedades mais importantes.

50.º *Éter acético*.—Preparação, propriedades e saponificação.

51.º *Acetamida*—Preparação e propriedades mais importantes.

52.º Preparação dum sabão de sódio. Separação da glicerina. Preparação dos ácidos gordos.

53.º *Ácido pícrico*.—Preparação e propriedades.

54.º *Anilina*.—Preparação da nitrobenzina e da anilina. Propriedades mais características.

55.º Preparação dos óxidos azotoso e azótico e suas propriedades.

56.º Fusão aquosa, fusão ígnea dos sais; sobressaturação.

57.º Ensaíos por via sêca no tubo fechado, no tubo aberto, ao maçarico sôbre o carvão e nas pérolas. Côres da chama.

58.º Preparação de um soluto titulado de ácido oxálico, de carbonato de sódio, de ácido clorídrico ou sulfúrico.

59.º Ensaio alcalimétrico de uma soda, parcialmente carbonatada, e ensaio acidimétrico de um ácido diluído.

60.º Dosagem volumétrica do cloro num cloreto.

61.º Dosagem volumétrica do ferro num soluto, empregando um soluto titulado de permanganato de potássio.

62.º Doseamento ponderal de um cloreto.

63.º Doseamento ponderal de um sulfato.

64.º Doseamento da glicose e da sacarose com o polarímetro.

65.º Ensaio hidrotimétrico; dureza total e dureza persistente de uma água.

66.º Doseamento da ureia na urina.

67.º Acção da corrente eléctrica sôbre os solutos dos sais; acção dos metais sôbre os mesmos solutos.

68.º Preparação de alguns sais: clorato de potássio, cloretos de mercúrio, perclorato de ferro, iodeto de potássio, hipossulfito de sódio.

69.º Sacarificação do amido pelos ácidos diluídos. Observação ao microscópio de amidos de diversas proveniências.

70.º Inversão da sacarose. Doseamento do açúcar invertido pelo licor de Fehling.

Curso de Química inorgânica

Introdução

Generalidades. Elementos e compostos. Fenómenos físicos e fenómenos químicos. Propriedades físicas e propriedades químicas. Combinações e misturas. Análise e síntese. Objecto da química. Afinidade. Circunstâncias que influem na realização das combinações. Combinações directas e indirectas; immediatas e provocadas; instantâneas e lentas; completas e limitadas.

Propriedades gerais dos sólidos. Cristalografia.

Propriedades gerais dos líquidos.

Propriedades gerais dos gases. Leis de Boyle e de Gay-Lussac. Lei de Henry.

Leis das combinações químicas.

Hipótese sobre a constituição da matéria.

Números proporcionais. Fórmulas empíricas.

Pesos moleculares. Sua determinação.

Propriedades coligativas das soluções. Leis da pressão osmótica, do abaixamento da tensão de vapor, da elevação do ponto de ebulição, do abaixamento do ponto de congelação dos dissolventes, pelo facto de terem uma substância dissolvida.

Teoria da dissociação electrolítica. Determinação do grau de dissociação. Velocidades relativas e velocidades absolutas dos iões; sua determinação. Factos explicados pela hipótese de Arrhenius.

Pesos atómicos. Sua determinação. Escolha da unidade a que são referidos.

Atomicidade das moléculas dos elementos.

Volumes atómicos e volumes moleculares dos gases.

Fórmulas moleculares. Densidade teórica dos gases. Equações químicas.

Radicais. Valência.

Funções químicas dos compostos minerais. Classificação dos elementos. A lei periódica.

Equivalentes.

Fórmulas típicas. Fórmulas racionais. Fórmulas de constituição. Isomeria. Alotropia. Dimensões reais das moléculas. Cálculo químico.

Termoquímica. Diferentes formas de energia. Aplicação da lei da constância do calor total à determinação dos calores de formação e dos calores de reacção. Calores de formação dos compostos orgânicos. Variação do calor de reac-

ção com a temperatura. Parte experimental: calorímetros; bomba calorimétrica.

Teorema do trabalho máximo.

Equilíbrios químicos. Princípio de Guldberg e Waage; sua aplicação a diferentes exemplos: dissociação do carbonato de cálcio, dos hidratos salinos, do cloreto de prata amoniacal, do sulfidrato de amônio, do anidrido sulfuroso, da água, do óxido de carbono, do anidrido carbônico, do percloroeto de fósforo, do ácido iodídrico, do cloreto de amônio, etc.

Avidez relativa dos ácidos. Acção dos alcoóis sobre os ácidos.

Estudo dos diversos metalóides

Estado natural, processos de preparação e propriedades dos seguintes metalóides:

Hidrogénio, cloro, bromo, iodo, flúor, oxigénio (e ozono), enxôfre, selénio, telúrio, boro, carbono, silício, azoto (e ar atmosférico), fósforo, arsénio.

Pesquisa do fósforo nos casos de envenenamento.

Estudo das combinações dos metalóides entre si

Ácidos clorídrico, bromídrico, iodídrico, fluorídrico; água, água oxigenada; ácidos sulfídrico, selenídrico e telurídrico.

Gás dos pântanos. Gás iluminante. Chama. Maçarico. Hidrogénio siliciado. Amoníaco. Hidrogénio fosforado gaseoso. Hidrogénio arseniado. Pesquisa do arsénio nos casos de envenenamento.

Cloretos de bromo, de iodo, de enxôfre, de boro, de silício, de azoto, de fósforo. Fluoretos de boro e de silício; ácido fluossilícico.

Compostos oxigenados do cloro, bromo, iodo e ácidos correspondentes.

Compostos oxigenados do enxôfre e ácidos correspondentes.

Anidrido bórico, ácido bórico. Óxido de carbono, anidrido carbônico; anidrido silícico; ácidos para-, meta-, orto- e piro-silícico.

Compostos oxigenados do azoto e ácidos correspondentes.

Compostos oxigenados do fósforo e ácidos correspondentes.

Compostos oxigenados do arsénio e ácidos correspondentes.

Bisulfureto de carbono, bisulfureto de arsénio, trisulfureto de arsénio.

Cianogéneo. Ácido cianídrico.

Generalidades sobre os metais

Estado natural, extracção; propriedades gerais. Classificação de Thénard.

Estudo dos diversos metais

Estado natural, extracção, propriedades e applicações dos seguintes metais:

Potássio, sódio, amónio, lítio, rubídio, cézio, prata, bário, estrôncio, cálcio, magnésio, zinco, cádmio, cobre, mercúrio, ouro, alumínio, manganésio, ferro (e aço), crómio, cobalto, níquel, chumbo, platina, irídio, paládio, estanho, antimónio, bismuto.

Compostos metálicos

Generalidades sobre os sais metálicos. Estado natural, preparação e propriedades. Leis de Berthollet.

Generalidades sobre os cloretos metálicos. Estudo dos cloretos de potássio, de sódio, de amónio, de lítio, de prata, de bário, de estrôncio, de cálcio, de magnésio, de zinco, de cobre, de mercúrio, de ouro, de alumínio, de alumínio e sódio, de manganésio, de ferro, de cobalto, de chumbo, de platina, de estanho, de antimónio, de bismuto.

Generalidades sobre os brometos metálicos. Estudo dos brometos de potássio, de sódio, de prata, de chumbo, de mercúrio, de ferro, de estrôncio, de ouro.

Generalidades sobre os iodetos metálicos. Estudo dos iodetos de potássio, de sódio, de prata, de chumbo, de mercúrio, de bismuto, de cobre.

Generalidades sobre os fluoretos. Estudo dos fluoretos de potássio, de sódio, de amónio, de prata, de cálcio, de alumínio e sódio.

Generalidades sobre os óxidos e sobre os hidratos metálicos. Estudos dos óxidos e hidratos de potássio, de sódio, de prata, de bário, de estrôncio, de cálcio, de magnésio, de zinco, de mercúrio, de alumínio, de manganésio, de ferro, de crómio, de cobalto, de níquel, de chumbo, de estanho e de antimónio.

Generalidades sobre os sulfuretos metálicos. Estado natural, preparação, propriedades e classificação. Estudo dos

seguintes sulfuretos: sulfuretos e sulfidatos de potássio, de sódio, e de amónio; sulfuretos de prata, bário, estrôncio, cálcio, zinco, cádmio, cobre, mercúrio, ouro, manganésio, ferro, chumbo, estanho, antimónio, bismuto, níquel e cobalto.

Generalidades sôbre os hipocloritos. Estudo dos hipocloritos de sódio, de potássio, de cálcio.

Generalidades sôbre os cloratos. Estudo do clorato e perclorato de potássio.

Generalidades sôbre os hiposulfitos. Estudo do hiposulfito de sódio.

Generalidades sôbre os sulfitos e bi-sulfitos. Sulfito e bisulfitos de sódio.

Generalidades sôbre os sulfatos. Estudo dos sulfatos de potássio, de sódio, de amónio, de prata, de bário, de estrôncio, de cálcio, de magnésio, de zinco, de cádmio, de cobre, de mercúrio, de alumínio, de manganésio, de ferro, de crómio. Alúmens. Sulfato de chumbo; sulfato de níquel e amónio.

Generalidades sôbre os boratos. Bórax.

Generalidades sôbre os carbonatos. Estudo dos carbonatos de potássio, de sódio, de amónio, de bário, de estrôncio, de cálcio, de magnésio, de cobre, de ferro, de chumbo (alvaiade).

Generalidades sôbre os silicatos. Estudo dos silicatos de potássio, de sódio, e de alumínio. Argila. Feldspatos. Louças. Vidros.

Generalidades sôbre os azotitos. Estudo dos azotitos de potássio, de amónio, e do azotito duplo de cobalto e potássio.

Generalidades sôbre os azotatos. Estudo dos azotatos de potássio, de sódio, de amónio, de prata, de bário, de estrôncio, de cálcio, de mercúrio, de cobre, de ferro, de cobalto, de chumbo, de bismuto.

Generalidades sôbre os hipofosfitos, fosfitos, metafosfatos, pirofosfatos, ortofosfatos. Estudo dos fosfatos di-sódico, amoníaco-sódico, amoníaco-magnesiano, de cálcio.

Generalidades sôbre os arsenitos, arseniotos, cianetos. Arsenito de potássio, arseniato di-sódico. Cianeto de potássio. Cianeto de mercúrio.

Sulfocianetos de potássio e de amónio.

Ferrocianetos de potássio e férrico (azul da Prússia).

Ferricianetos de potássio e ferroso (azul de França).

Nitroprussiato de potássio.

Manganatos e permanganatos. Manganato e permanganato de potássio.

Cromatos e bicromatos. Cromato e bicromato de potássio.

Cromatos de bário, de prata, de bismuto, de chumbo, de mercúrio.

Piroantimoniatos. Piroantimoniato ácido de potássio.

Caracteres analíticos

Caracteres analíticos dos diferentes metalóides livres.

Caracteres analíticos do ácido clorídrico e dos cloretos; do ácido bromídrico e dos brometos; do ácido iodídrico e dos iodetos; do ácido sulfídrico e dos sulfuretos; do ácido cianídrico e dos cianetos, dos ferrocianetos, dos ferricianetos, dos sulfocianatos.

Caracteres analíticos do ácido sulfúrico e dos sulfatos; do ácido fluossilícico e dos fluossilicatos; do ácido fluorídrico e dos fluoretos.

Caracteres analíticos do anidrido sulfuroso e dos sulfitos; do anidrido carbónico e dos carbonatos; dos ácidos fosfóricos e dos fosfatos do anidrido arsenioso e dos arsenitos; dos ácidos arsénicos e dos arseniats; do ácido bórico e dos boratos; dos hiposulfitos; dos cromatos e bicromatos; do anidrido silícico e dos silicatos; do ácido azotoso e dos azotitos; do ácido iódico e dos iodatos; dos manganatos e dos permanganatos.

Caracteres analíticos do ácido azótico e dos azotatos; dos hipocloritos, dos cloratos e dos percloratos, dos ditionatos.

Caracteres analíticos da água oxigenada, do amoníaco, do hidrogénio arseniado, do hidrogénio antimoniado, do oxido de carbono, do protóxido de azoto, do bióxido de azoto.

Caracteres analíticos dos sais de prata, mercuriosos, de chumbo, de ouro, de platina, de arsénio, de antimónio, de estanho, de bismuto, de cádmio, de cobre, mercúricos, ferrosos, ferricos, de alumínio, de crómio, de níquel, de cobalto, de zinco, de manganésio, de magnésio, de bário, de estrôncio, de cálcio, de potássio, de sódio, de lítio e de amónio.

Classificação analítica dos metais. Método geral de análise para separar os metais num soluto de sais.

Classificação analítica dos ácidos em grupos. Ensaíos por via sêca.

Programas das aulas práticas de Química inorgânica

1.º *Trabalhos mais usuais executados no vidro, na cortiça e na borracha.*

2.º *Emprêgo dos areómetros para líquidos mais densos e menos densos do que a água.*

3.º *Exercícios de pesagens.*

4.º *Hidrogénio.*— Sua preparação e verificação das propriedades físicas e químicas mais importantes.

5.º *Cloro.*—Preparação pelos processos de Scheele e de Berthollet, pela acção do ácido clorídrico sobre a cal clorada. Verificação das propriedades físicas e químicas mais importantes.

6.º *Bromo e iodo.*—Libertação do bromo e iodo dos brometos e iodetos. Acção sobre as lixívias alcalinas. Propriedades físicas e químicas mais importantes.

7.º *Oxigénio.*—Preparação, calculando o peso de clorato de potássio que fornece o oxigénio preciso para encher um gasómetro com determinado volume. Experiências mais importantes para verificação das propriedades do oxigénio.

8.º *Ozono.*—Preparação nos aparelhos de Berthelot e de Houzeau. Pela acção do ácido sulfúrico sobre um peróxido (bióxido de bário). Ozonização do oxigénio pela acção de faíscas eléctricas. Acção sobre o iodeto de potássio. Papel de Houzeau.

9.º *Enxôfre.*—Cristalização obtida por via sêca e por via húmida. Enxôfre mole. Acção sobre o ácido sulfúrico. Síntese dos sulfuretos de ferro e de cobre. Combustão do oxigénio no vapor de enxôfre.

10.º *Carbono.*—Propriedades do carvão de madeira, absorção de gases. Filtro de areia e de carvão; carvão animal e suas propriedades descolorantes.

11.º *Azoto.*—Extracção do azoto do ar pelo fósforo e pelo cobre. Preparação pela decomposição do azotito de amónio, ou pela acção do calor sobre a mistura de cloreto de amónio e azotito de potássio. Libertação do azoto na acção da água de cloro sobre a amónia. Combinação directa do azoto com o oxigénio pela acção de repetidas faíscas eléctricas.

12.º *Ar atmosférico.*—Análise em volume (pelo fósforo a frio, a quente, pelo pirogalhato de potássio e no eudiómetro). Demonstrar a presença do anidrido carbónico e do vapor de água no ar.

13.º *Fósforo.*—Solubilidade no sulfureto de carbono. Acção do oxigénio a quente e a frio. Acção do oxigénio de-

baixo de água quente. Pesquisa do fósforo com os aparelhos de Mitscherlich e de Blondlot. Acção do ácido azótico; acção do cloro.

14.º *Ácido clorídrico*.—Preparação e propriedades físicas mais importantes. Acção do bióxido de manganésio. Caracteres analíticos do ácido clorídrico e dos cloretos solúveis.

15.º *Ácido bromídrico*.—Preparação pelos processos gerais de preparação dos hidrácidos. Propriedades químicas mais importantes. Caracteres do ácido bromídrico e dos brometos.

16.º *Ácido iodídrico*.—Preparação pelos processos gerais; propriedades químicas mais importantes; caracteres analíticos do ácido iodídrico e dos iodetos solúveis.

17.º *Ácido fluorídrico*.—Preparação pelo processo geral, Gravura em vidro. Caracteres analíticos do ácido fluorídrico e dos fluoretos.

13.º *Água*.—Análise pelo ferro ao rubro; nos voltâmetros; gás detonante; síntese nos eudiómetros de Bunsen e de Hoffmann. Acção do carvão ao rubro. Reacções para reconhecer na água as diversas substâncias em dissolução; reacções em que se funda a depuração das águas para os usos industriais. Destilação da água; ensaio hidrotimétrico.

19.º *Água oxigenada*.—Preparação pela acção do ácido clorídrico sobre o peróxido de bário. Propriedades mais importantes: caracteres analíticos.

20.º *Ácido sulfídrico*.—Preparação no aparelho de Kipp e pela acção do ácido clorídrico sobre o sulfureto de antimónio. Propriedades químicas mais importantes; produção dos sulfuretos mais importantes pela passagem da corrente gasosa através das soluções salinas, em líquido ácido ou alcalino. Caracteres analíticos do ácido sulfídrico e dos sulfuretos solúveis.

21.º *Amoníaco*.—Sua preparação e propriedades mais importantes. Acção sobre os solutos dos sais. Caracteres analíticos do amoníaco e compostos amoníacais.

22.º *Hidrogénio fosforado gasoso*.—Formação na acção da potassa sobre o fósforo ordinário; verificar a propriedade de ser espontâneamente inflamável em contato com o ar. Passagem do gás através da solução de nitrato de prata e reconhecimento da substância obtida. Côr da chama de hidrogénio contendo hidrogénio fosforado.

23.º *Hidrogénio arseniado gasoso*.—Formação e propriedades. Maneira de reconhecer o arsénio nos casos de envenenamento. Acção do gás sobre uma solução de nitrato de prata; confronto com a acção do hidrogénio antimoniado gasoso.

24.º *Cloreto de enxôfre*.—Acção da água; transformação do enxôfre insolúvel no sulfureto de carbono em enxôfre solúvel.

25.º *Fluoreto de boro*.—Sua formação e propriedades.

26.º *Ácido fluossilícico*.—Sua preparação e propriedades. Caracteres analíticos.

27.º *Peróxido de cloro*.—Sua formação. Formação da euclorina. Experiências para demonstrar o poder explosivo e oxidante do peróxido de cloro e da euclorina.

28.º *Ácido iódico*.—Sua formação e propriedades. Caracteres analíticos do ácido iódico e dos iodatos.

29.º *Anidrido sulfuroso*.—Preparação pela combustão do enxôfre, pela acção do ácido sulfúrico sôbre os metais, sôbre o carvão ou enxôfre; propriedades químicas mais importantes. Caracteres analíticos do anidrido sulfuroso e dos sulfitos.

30.º *Anidrido sulfúrico*.—Sua formação pela oxidação do anidrido sulfuroso em presença da esponja de platina; síntese do ácido sulfúrico, com o anidrido sulfúrico obtido.

31.º *Ácido sulfúrico*.—Síntese num balão para explicar as reacções que se passam nas câmaras de chumbo. Caracteres analíticos do ácido sulfúrico e sulfatos.

32.º *Ácido bórico*.—Sua preparação e propriedades; caracteres analíticos do ácido bórico e dos boratos.

33.º *Óxido de carbono*.—Preparação pela redução do anidrido carbónico na sua passagem através do carvão ao rubro, pela decomposição do ácido oxálico em presença do ácido sulfúrico; acção redutora e absorção pelo cloreto cuproso clorídrico.

34.º *Anidrido carbónico*.—Preparação num frasco de duas tubuladuras e no aparelho de Kipp ou de Wartha. Funcionamento dos aparelhos de Briet e de Le Fèvre. Propriedades físicas e químicas mais importantes do gás carbónico e dos carbonatos.

35.º *Protóxido de azoto*.—Sua preparação e propriedades mais importantes.

36.º *Bióxido de azoto*.—Sua preparação e propriedades mais importantes. Lâmpada de Gell. Acção do sulfato ferroso.

37.º *Peróxido de azoto*.—Formação na decomposição dos azotatos pelo calor; síntese.

38.º *Ácido azótico*.—Sua preparação e propriedades mais importantes. Caracteres analíticos do ácido azótico e dos azotatos.

39.º *Anidrido fosfórico*.—Sua formação; síntese do ácido metafosfórico; propriedades mais importantes.

40.º *Ácido ortofosfórico*.—Preparação pela ebulição do soluto do ácido metafosfórico obtido anteriormente; formação pela oxidação do fósforo vermelho pelo ácido azótico; acção do calor sobre o ácido, transformando-o sucessivamente em piro- e meta-fosfórico. Caracteres analíticos dos diferentes ácidos fosfóricos e dos fosfatos correspondentes.

41.º *Bisulfureto de carbono*.—Síntese e propriedades mais importantes.

42.º *Cianogénio*.—Preparação e propriedades.

43.º *Potássio e sódio*.—Suas propriedades físicas e químicas mais importantes. Amálgama de sódio.

44.º *Ensaio das ligas de prata*.—Por via húmida e por copelação.

45.º *Preparação do cloreto cuproso e do cloreto cúprico*.

46.º *Preparação da potassa e da soda caústicas*.—Precipitação e propriedades dos hidratos insolúveis.

47.º Formação do óxido cuproso e do óxido cúprico; óxido de zinco; óxido de magnésio; do sesquióxido de crómio; do litargírio; do massicote, e do zarcão.

48.º *Preparação do sulfato mercurioso e do sulfato mercúrico*, propriedades mais importantes.

49.º Caracteres analíticos mais importantes das bases mais usuais.

50.º Exercícios sobre alguns problemas de pesos moleculares e pesos atômicos.

51.º Problemas para aplicação dos princípios da termoquímica, e dos equilíbrios químicos.

Curso de química orgânica

I — Generalidades

Objecto da química orgânica. Tetravalência do carbono. A grande variedade dos compostos orgânicos. Fórmulas de constituição; regras que se utilizam para as estabelecer.

Isomeria nos compostos orgânicos.

Compostos acíclicos ou alifáticos e compostos cíclicos.

II — Compostos alifáticos

A) Compostos de função simples

Hidrocarbonetos. Sua classificação. Hidrocarbonetos acíclicos saturados; sua fórmula geral. Série homóloga. Isômeros. Nomenclatura do congresso de Genebra. Processos gerais de preparação. Propriedades. Metana. Petróleos da América.

Hidrocarbonetos etilénicos. Fórmula geral. Isômeros. Nomenclatura. Preparação e propriedades. Etilena.

Hidrocarbonetos acetilénicos. Fórmula geral. Isômeros. Nomenclatura. Hidrocarbonetos acetilénicos verdadeiros e bi-substituídos. Preparação e propriedades. Acetilena. Alilena.

Hidrocarbonetos alénicos e dietilénicos. Generalidades. Série isóloga.

Derivados halogenados dos hidrocarbonetos. Nomenclatura. Derivados mono-halogenados; preparação e propriedades. Cloreto de metilo e cloreto de etilo. Derivados di-halogenados: dicloroetana. Derivados tri-halogenados: clorofórmio, bromofórmio, iodofórmio.

Derivados nitrados. Seu emprêgo como explosivos. Nitrometana e nitroetana.

Alcoóis (monalcoóis). Sua classificação em primários, secundários e terciários. Série homóloga dos alcoóis saturados. Isômeros. Nomenclatura. Processos gerais de preparar alcoóis. Processos de preparação dos alcoóis primários, secundários e terciários. Reacções comuns. Diagnose dos alcoóis primários, secundários e terciários.

Alcool metílico. Alcool etílico. Fermentação alcoólica. Alcool de batatas e de cereais. Alcoóis superiores. A indústria do alcool. Aparelhos rectificadores e analisadores.

A hipótese do carbono tetraédrico. Fórmulas estereoquímicas. Carbono assimétrico. Isômeros estereoquímicos e enantiomorfos. Racêmicos; modos de os desdobrar.

Aldeídos. Processos gerais de preparação; propriedades. Isômeros. Nomenclatura. Aldeído fórmico. Trioximetilena. Aldeído acético. Paraldeído. Metaldeído. Cloral.

Acetonas. Processos gerais de preparação. Propriedades. Isômeros. Nomenclatura. Acetona ordinária.

Ácidos (monobásicos). Processos gerais de preparação. Propriedades. Isômeros. Nomenclatura. Ácido fórmico e formiatos. Ácido acético e acetatos. Vinagre. Ácido butírico e homólogos. Ácidos palmítico e esteárico.

Aminas. Processos gerais de preparação. Separação das

aminas primárias, secundárias, terciárias e sais de amônio substituídos. Propriedades. Diagnose das aminas primárias, secundárias e terciárias. Isômeros. Nomenclatura:

Metilamina. Trimetilamina.

Nitrilos. Processos de preparação. Propriedades. Isômeros. Nomenclatura. Ácido cianídrico e cianetos. Ferrocianetos, ferricianetos. Acetonitrilo.

Carbilaminas. Preparação e propriedades. Isômeros. Nomenclatura.

Amidas. Preparação e propriedades. Isômeros. Nomenclatura. Acetamida.

Oximas. Preparação e propriedades. Isômeros. Nomenclatura.

Éteres. Preparação e propriedades. Isômeros. Nomenclatura. Éter ordinário.

Ésteres dos ácidos minerais e dos ácidos orgânicos. Preparação e propriedades. Isômeros. Nomenclatura.

Funções em que entra o enxôfre. Mercaptans. Aldeídos e acetonas sulfurados. Ácidos sulfurados. Sulfuretos de alquilo, sulfinas, sulfonas, disulfonas (sulfonal, trional). Ácidos sulfônicos.

Funções em que entra o fósforo, o arsênio e o antimônio. Fosfinas, arsinas, estibinas. Hidratos de arsênio substituídos. Derivados de estibônio. Cacodilo; cloreto de cacodilo, óxido de cacodilo, ácido cacodílico; cacodilatos.

Compostos de bismuto, silício e outros metalóides com os radicais alcoólicos.

Derivados organo-metálicos. Preparação, propriedades e nomenclatura.

B) Compostos de funções múltiplas

Alcoóis de função etilénica. Preparação, propriedades, isômeros, nomenclatura. Alcool alílico.

Alcoóis de função acetilénica. Alcool propargílico.

Polialcoóis. Classificação e nomenclatura.

Glicóis. Constituição. Preparação. Pináconas. Propriedades dos glicóis α , β , γ ; pinacolinas; óxidos de etileno. Condensação dos glicóis. Glicol etilénico.

Glicerinas. Preparação. Propriedades. Isômeros. Nomenclatura. Glicerina ordinária. Acroleína. Glicido. Epicloriglicina. Trinitroglicerina; dinamite. Gorduras. Sabões; velas esteáricas.

Tetróis. Eritrite.

Pentóis. Arabite. Xilite. Adonite.

Hexóis. Manite. Sorbite. Dulcite.

Heptóis, etc.

Aldeído ou acetona e alcool. Açúcares; sua classificação e nomenclatura. Reacções gerais das aldoses e cetoses.

Osazonas e osonas. Transformação isomérica produzida pela acção da quinoleína sobre os ácidos-alcoóis.

Passagem de uma aldose para a cetose correspondente e vice-versa. Passagem de uma aldose ao homólogo superior ou ao inferior. Constituição da glucose. Constituição da levulose. Síntese total da frutose. Desdobramento dos racémicos. Isómeros estereoquímicos e enantiomorfos relativamente às aldoses com dois, três, quatro átomos de carbono assimétricos.

Das oito fórmulas estereoquímicas das aldoses com 6 átomos de carbono, deduzir, como exercício, quais são as fórmulas estereoquímicas da glucose, da gulose e da manose.

Fixar as fórmulas estereoquímicas dos ácidos sacárico e isosacárico. Fixar as fórmulas estereoquímicas da arabinose e da xilose.

Estudo especial das seguintes hexoses: Glucose ordinária, galactose, frutose, sorbinose. Açúcar invertido.

Hexabioses. *Sacarose ordinária.* Constituição. Estado natural. Extracção; propriedades. Nitrosacarose. Sacarimetria. Polarímetros.

Lactose. Constituição. Estado natural. Propriedades.

Maltose. Preparação. Propriedades. Fermentação. Fabrico da cerveja.

Hexatrioses. Rafinose.

Polioses. Hidratos de carbono. Polisacaridos. Inulina. Dextrinas. Glicogénio. Amido. Celuloses. Tunicina. Pergaminho vegetal. Algodão-pólvora. Colódio. Celulóide. Gelatina explosiva. Pólvoras sem fumo.

Dialdeídos. Preparação e propriedades. Glioxal.

Aldeídos-acetonas.

Diacetonas (α , β , γ , δ). Propriedades gerais das diacetonas α (passagem a quinonas) e das diacetonas β (passagem a oxazóis e pirrazóis). Acetonil-acetona.

Ácidos de função etilénica. Classificação segundo a posição da ligação etilénica. Processos gerais de preparação. Diagnose. Isómeros estereoquímicos; forma maleica (cis) e fumárica (trans). Ácido acrílico. Ácidos crotónicos. Ácidos angélicos. Ácidos oleico e eláidico. Oleína.

Ácidos de função acetilénica. Ácido propargílico.

Ácidos-alcoóis (com uma só função alcoólica α , β , γ , δ).

Processos gerais de preparação. Propriedades. Ácido glicólico. Ácidos lácticos. Ácido hidracrílico. Ácidos oxibutíricos.

Lactonas. Preparação e propriedades.

Ácidos-polialcoóis. Preparação e propriedades. Ácido glicérico. Ácidos dioxibutíricos. Ácido erítrico. Fórmulas estereoquímicas dos ácidos arabônico, ribônico e xilônico, e dos ácidos glucônico, gulônico, manônico.

Ácidos-aldeídos. Ácido-glioxílico.

Ácidos-acetonas (α , β , γ , δ). Ácido acetil-carbônico (pirúvico). Ácido acetil-acético.

Ácidos bibásicos. Processos de preparação e propriedades. Ácidos oxálico, malônico, succínico, glutárico. Anidrido succínico.

Ácidos bibásicos de função etilênica. Preparação e propriedades. Ácidos maleico e fumárico. Sua transformação nos ácidos tartáricos. Fórmulas estereoquímicas.

Ácidos bibásicos alcoóis. Ácidos tartrônico, tartáricos, trioxiglutarícos, sacárico, monosacárico. Eméticos.

Ácidos bibásicos acetonas. Ácido mesoxálico.

Ácidos tribásicos. Ácido metana-tricarbônico.

Ácidos tribásicos-alcoóis. Ácido cítrico. Citratos.

Ácidos penta e hexabásicos.

Associação da função amina com as funções etilena, acetilena, álcool (colina), aldeído (muscarina), acetona. Glucosamina.

Amina-ácido. Processos gerais de preparação. Propriedades. Lactamas. Passagem às pirrolidonas e às piperidonas. Glicocola (glicina). Sarcosina. Betaína. Ácido hipúrico. Alanina. Valina. Leucina. Isoleucina.

Amina-ácido bibásico. Ácido aspártico. Ácido glutâmico.

Diaminas. Preparação e propriedades. Cadaverina. Putrescina.

Diamina-ácido. Lisina. Ornitina.

Associação da função nitrilo com as funções etilena, álcool, acetona, ácido.

Dinitrilos. Preparação e propriedades. Cianogênio.

Associação da função amida com as funções etilena, álcool, acetona, etc.

Amida-ácido. Ácido carbâmico. Carbamato de amônio. Uretanas. Ácido oxâmico.

Amida-amina-ácido. Asparagina.

Amida-amina. Glicocolamida.

Diamidas. Preparação e propriedades. Ureia; biureto. Oxamida.

Ímidas. Succinimida.

Ureínas. Ácido alofânico. Amida alofânica. Ureínas de cadeia fechada.

Ureídas e diureídas. Ácido parabâmico. Hidantoína. Ácido barbitúrico. Aloxana. Ácido violúrico. Ácido dialúrico. Ácido úrico. Purina. Xantina. Teobromina. Cafeína.

Ureias sulfuradas.

Ímidas dos ácidos bíbísicos. Carbimida (ácido isociânico). Ácido ciânico. Éteres isociânicos. Ácido cianúrico. Tiocarbimida (ácido isosulfociânico). Ácido sufociânico. Sulfocianato de amónio. Guanidina. Arginina. Glicociamina. Glicocianidina. Creatina. Creatinina. Guanina.

III - Compostos cíclicos

A) Compostos aromáticos de função simples

Hidrocarbonetos. Constituição da benzina. Fórmula de Kékulé. Fórmula central de Baeyer. Número de isómeros dos derivados substituídos da benzina. Constituição dos hidrocarbonetos das diferentes séries homólogas da série aromática.

Processos gerais de preparação dos hidrocarbonetos aromáticos. Propriedades.

Gás iluminante. Alcatrão do gás. Benzina. Toluena. Xilenas. Mesitilena. Cumena. Címena. Naftalina. Estabelecimento da sua fórmula de constituição. Número de isómeros dos derivados substituídos. Extração da naftalina do alcatrão do gás. Propriedades e aplicações. Antracena: constituição. Extração; propriedades.

Derivados halogenados. Preparação e propriedades.

Derivados sulfonados. Preparação e propriedades.

Derivados nitrados. Preparação e propriedades. Nitrobenzinas. Nitrotoluenas. Nitronaftalinas.

Fenóis. Constituição. Analogia com os alcoóis. Processos gerais de preparação. Propriedades. Fenol ordinário. Cresilóis. Xilenóis. Carvacrol. Timol. Naftóis. Antróis. Derivados nitrados dos fenóis: ácido pícrico e picratos. Tiofenóis.

Aminas fenólicas. Preparação e propriedades. Diagnose das aminas primárias, secundárias e terciárias. Anilina. Toluídiminas. Xilidinas. Naftilaminas. Antraminas. Aminas mixtas. Anilidas; exalgina; fenacetina.

Produtos de redução dos nitroderivados: compostos oxiazóicos, azóicos, hidrazinas, aminas.

Compostos análogos do fósforo e arsénio: fosfino-benzi-

na, arsino-benzina. Fosfo-benzina, arseno-benzina. Fenilfosfina.

Compostos azoicos. Compostos de diazônio e compostos azoicos. Preparação dos compostos de diazônio e suas reações mais importantes. Transformação das diazoaminas em aminoazoicos. Côres azoicas. Passagem das benzidinas para os compostos duas vezes azoicos; côres para algodão.

Hidrazinas. Classificação. Sais de diazínio. Preparação e propriedades. Hidrazidas; carbazidas; semicarbazidas. Transformação benzidínica.

Éteres fenólicos e mistos. Preparação e propriedades. Óxido de fenilo. Toluena-oxi-toluena. Óxido de naftilo α . Anisol.

Éteres fenólicos. Preparação e propriedades. Formiato de fenilo. Benzoato de fenilo. Salol. Benzoato de naftilo α . Benzonaftol.

B) Funções dos compostos alifáticos na série aromática

Alcoóis aromáticos. Preparação; propriedades. Alcool benzílico. Difetil-metanol. Trifenil-metanol.

Aldeídos. Preparação e propriedades. Aldeídos benzóico e cumínico. Aldeídos naftoicos α e β .

Acetonas. Preparação e propriedades. Metilbenzóilo. Benzofenona.

Ácidos aromáticos. Preparação e propriedades. Ácido benzoico. Ácidos naftalénicos. Ácidos antracena-carbónicos.

Aminas. Preparação e propriedades. Benzilamina.

Nitrilos. Preparação e propriedades. Benzonitrilo. Ciafenina.

Amidas. Preparação e propriedades. Benzamida. Dibenzamida.

Oximas. Preparação e propriedades. Estereoquímica do azoto. Benzaldóximas *sin* e *anti*.

C) Compostos aromáticos de funções múltiplas

Polifenóis. Preparação e propriedades. Pirocatequina. Resorcina. Hidroquinona. Gaiacol. Veratrol. Creosote. Pirogalhol. Floroglucina.

Poliaminas. Preparação e propriedades. Fenilenadaminas. Naftilenadaminas.

Quinonas. Constituição. Tautomeria. Preparação e propriedades. Quinona ordinária. Quinidrona. Naftoquinonas α e β . Oxiquinonas. Poliquinonas. Perquinona. Diacetonas

quinônicas. Antraquinona. Alizarina. Purpurina. Ácido crisofânico.

Fenóis etilénicos.

Fenóis alcoóis. Preparação e propriedades. Saligenina. Alcool baunilhico. Trifenilcarbinol. Cromóforos e cromogénios. Ácido pararosólico. Aurinas. Ácido rosólico e aurina correspondente. Leucoderivados. Transformação dos ácidos rosólicos nas rosanilinas.

Fenóis-aldeídos. Preparação e propriedades. Aldeído salicílico e isómeros. Aldeído baunilhico.

Fenóis-ácidos. Preparação e propriedades. Ácido salicílico. Salicilatos. Ácidos metaoxibenzóico e paraoxibenzóico. Essência de Gaultéria (ou de Wintergreen). Salol. Salofena. Ácidos cumáricos. Cumarina.

Polifenóis-ácidos. Ácido pirocatéquico. Ácido baunilhico. Ácido pirogalho-carbónico. Ácido gálhico. Tanino.

Fenóis-lactonas. Ftaleínas. Transformação do anidrido do ácido ortoftálico na ftalofenona (cromóforo) e fenolftaleína. Ftaleínas e ftalidinas. Ftaleína da resorcina. Fluoresceína. Eosina.

Amina fenólica e alcool. Pararosanilinas. Parafucsina. Paraleucanilina. Rosanilina. Fucsina. Leucanilina. Côres de anilina. Verde malaquite, violête de Paris, etc.

Iminas. Preparação e propriedades. Imina quinónica. Indofenol. Indoanilinas. Indaminas. Auraminas.

**D) Compostos aromáticos
em que se acumulam várias funções da série alifática**

Etilena-alcool (alcool cinâmico). *Etilena-aldeído* (aldeído cinâmico). *Etilena-nitrilo* (nitrilo cinâmico). *Etilena-amida* (amida cinâmica). *Etilena-óxima* (óximas *sin* e *anti* do aldeído cinâmico). *Polialcool* (alcool ftálico). *Polialdeído* (aldeído ftálico).

Alcool-acetona (benzoína). *Diacetonas* α , β e γ (bibenzoilo).

Ácido etilénico (ácidos cinâmicos dos tipos fumárico e maleico).

Ácidos polibásicos (ácido ortoftálico e isómeros; anidrido ftálico. Ácido trimésico. Ácido mélico).

Amida-ácido (ácido ftalamídico).

Diamidas (Ftalamida simétrica e assimétrica).

Imidas (Ftalimida simétrica e assimétrica).

Sulfinidas (Sacarina).

Amina-ácido-fenol (Tirosina).

IV — Série polimetilénica

Ciclanas. Como a estereoquímica mostra que os compostos mais estáveis devem ter um anel com cinco ou seis átomos de carbono. Preparação e propriedades das ciclanas.

Ciclopropana. Ciclohexana. Petróleo da Rússia.

Ciclanóis. Preparação e propriedades. Mentol. Ciclanadióis, trióis, etc. Terpinã. Quercite. Inosite. Pinite.

Ciclanonas. Preparação e propriedades. Mentona. Ciclanadionas. Tetra-hidroquinona.

Ciclanóicos. Preparação e propriedades. Ciclanadióicos; três isómeros do trimetilena-dicarbónico.

Ciclanaminas. Preparação e propriedades.

Fanções mixtas na série polimetilénica.

Ciclenas e ciclanadienas. Terpenas. Hemiterpenas; terpenas propriamente ditas; sesquiterpenas; politerpenas. Terpenas hexavalentes, quadrivalentes e bivalentes. Terpenas bivalentes: Pinena e canfena; sua constituição.

Cânferas. Canfóis. Terpinóis. Terpenas quadrivalentes. Limonena. Politerpenas: Borracha. Gutapercha.

V — Compostos heterociclicos

Cadeia pentagonal com um átomo de oxigénio e quatro átomos de carbono. Furfurana: constituição. Preparação. Alcoóis furfurólicos. Furfurol. Ácidos furfurano-carbónicos: ácidos piromúxico, pirotartárico, carboprotartárico. Benzofurfurana (cumarona). Ácido cumárico. Dibenzofurfurana. Dinaftofurfurana.

Cadeia hexagonal com um átomo de oxigénio. Pirana. Pirona. Oxipirona. Ácidos pironacarbónicos (Ácido comânico). Ácidos pironadicarbónicos (ácido quelidónico; ácido mecónico). Piridona. Benzopiridona. Benzopirona. Dibenzopirona (Xantona).

Cadeia pentagonal tendo um átomo de enxôfre. Tiofena; oxitiofenas. Ácidos tiofena-carbónicos. Aldeídos tiofénicos. Benzotiofena. Dibenzotiofena. Tioftena.

Cadeia hexagonal com um átomo de enxôfre. Pentiofena. Dibenzopentiofena (tioxantena). Tioxantona.

Cadeia pentagonal com um átomo de azoto. Pirrol. Preparação e propriedades. Constituição. Homólogos do pirrol. Oxipirrol. Tetra-hidropirrol. Ácidos pirrol-carbónicos. Pirrolina. Pirrolidina. Pirrolidona. Benzopirrol (Indol). Isoindol. Escatol. Dibenzopirrol (Carbazol). Fenóis pirrólicos (Oxindol).

Ácido indoxílico. Isatina. Anil (indigotina ; indigo azul). Ácidos sulfíndigóticos. Anil branco.

Cadeia hexagonal com um átomo de azoto. Piridina. Constituição. Preparação. Isomeria dos produtos de substituição. Homólogos da piridina: picolinas, lutidinas, colidinas, parvolinas, etc. Oxipiridinas. Piridonas. Piperidinas. Piperidonas. Ácidos piridinocarbónicos. Naftopiridina. Antropiridina. Conicina.

Quinoleína. Constituição. Síntese. Isomeria dos derivados substituídos. Isoquinoleína. Oxiquinoleínas. Ácidos quinoleína-carbónicos. Isoquinolona. Hidroquinoleínas.

Acridina. Acridona.

Cadeia pentagonal com dois átomos de azoto. Pirrazóis e glioxalinas. Metilpirrazol. Oxipirrazol. Ácidos pirrazolcarbónicos. Pirrazolina. Ácidos pirrazolina-carbónicos. Pirrazolona. Isopirrazolona. Antipirina. Pirrazolidinas. Pirrazolidonas. Indazol. Isoindazol. Indazolona. Glioxalina. Glioxalidina. Isoglioxalidina. Glioxalidona. Fenoglioxalina. Naftoglioxalina.

Cadeia hexagonal com dois átomos de azoto. Diazinas (orto, meta, para). Fenoortodiazina (cinolinas e ftalazinas). Difenoortodiazina. Fenometadiazina. Difenoparadiazina. Naftofenoparadiazina.

Indulina. Indulona. Safranina.

Triazóis. Ácido azotídrico.

Cadeia pentagonal com três átomos de azoto. Isómeros.

Cadeia hexagonal com três átomos de azoto. Triazinas.

Tetrazóis e tetrazinas.

Cadeias pentagonais com um átomo de azoto e outro de oxigénio. Oxazol. Isoxazol. Feniloxazol. Di-hidroxazol (oxazolina). Benzoxazol. Oxibenzoxazol. Dimetiloxazol. Fenilbenzóisoxazol.

Cadeias hexagonais com um átomo de azoto e outro de oxigénio. Oxazinas (orto, meta, para). Benzoxazina. Tetra-hidroxazina. Dibenzoparaoxazina. Naftobenzoparaoxazina.

Cadeias com dois átomos de azoto e um de oxigénio. Oxidiazóis. Fenoxidiazóis. Oxidiazinas.

Cadeias com um átomo de enxôfre e um de azoto. Tiazol. Di-hidrotiazol. Paratiazina. Dibenzotiazina. Dinaftotiazina. Violête de Lauth. Azul de metilena.

VI—Alcaloides

Composição. Classificações, segundo a constituição e segundo as famílias de plantas donde são extraídos. Propriedades gerais. Processos de extracção.

Constituição dos alcalóides. Exemplos de alcaloides de constituição conhecida: muscarina, conicina, papaverina, nicotina, cafeína, etc.

Reagentes gerais dos alcaloides.

Alcaloides das papaveráceas. Ópio e produtos com êle preparados. Morfina, codeína, papaverina, narcotina, narceína, tebaína. Acido mecónico.

Alcaloides das estricneas. Noz vômica e os seus preparados. Estricnina, brucina, igasurina.

Alcaloides das solanáceas. Beladona e seus preparados. Atropina. Hioscina. Hiosciamina. Solanina. Nicotina.

Alcaloides das umbelíferas. Cicutina.

Alcaloides das colquiceas. Veratrina.

Alcaloides das rubiáceas. Quínina. Cinchonina. Cinchonidina. Quinidina. Ácido quinico.

Alcaloides das ranunculáceas. Aconitina.

Alcaloide da coca. Cocaína.

Alcaloides alifáticos. Betaína, muscarina, colina, cafeína, teobromina, etc.

Alcaloides animais. Ptomaínas. Leucomaínas.

VII—Glucosidos

Generalidades. Alguns exemplos mais importantes. Amigdalina. Digitalina. Quitina.

VIII—Substâncias neutras amargas não azotadas

Generalidades. Alguns exemplos: Cantaridina. Quassina. Gencianina. Santonina.

IX—Substâncias còrantes de constituição mal conhecida

Generalidades. De origem vegetal. Exemplos: Brasilina, carotina, clorofilas, curcumina, tornesol.

De origem animal: Exemplos: Melanina, pigmentos biliares (biliverdina, bilirubina).

X—Proteínas

Estado natural. Sua importância. Composição e complexidade molecular. Propriedades gerais.

Constituição: Produtos de hidrólise; amins-ácidos resultantes (glicina, alanina, sarcosina, valina, leucina, isoleucina, ácido aspártico, ácido glutâmico, lisina, ornitina, asparagina,

fenil-alanina, indol-alanina, glioxil-alanina, tirosina, cistina, arginina).

Outros produtos: prolina, hidroxilprolina, glucosamina. Polipeptidos de Fischer.

Produtos resultantes da putrefacção (indol, escatol, cresol, ferol, ácidos gordos, ptomaínas, etc.).

Classificação das proteínas. Generalidades sôbre os exemplares mais importantes de cada grupo:

No grupo das *proteínas propriamente ditas*: albuminas (ovalbumina, serumalbumina, lactalbumina, mioalbumina); globulinas (serumglobulina, fibrina); albuminas coaguláveis (fibrinogénio, miosina, proteínas do gluten); núcleo-albuminas (caseína; vitelina).

No grupo dos *albuminoides*: cologénios (osseína, gelatina, cartilagina, condrina); queratinas (matérias córneas, epidermose); elastinas (elastina dos tendões, ligamentos, aponevroses). Fibroína e sericina; corneína (do coral); esponjina.

No grupo dos *produtos de transformação das proteínas naturais*: albuminas coaguladas. Alcalialbuminas (albuminatos); Acidalbuminas (sintoninas). Albumoses (propeptonas). Peptonas.

No grupo dos *proteídos*: Núcleo-proteídos; nucleínas; cromoproteídos (hemoglobina; hematina); glucoproteídos (mucinas).

Grupo dos *fermentos solúveis* (enzimas). Classificação.

Grupo das *toxalbuminas*. Toxinas. Antitoxinas.

Fundamento da seroterapia.

Algumas reacções gerais das proteínas.

XI—Análise orgânica imediata

Processos utilizados na análise imediata: Dissolução fraccionada, cristalização, precipitação fraccionada, destilação fraccionada, diálise, etc.

XII—Análise orgânica elementar

A) *Qualitativa*. Pesquisa do carbono, hidrogénio, azoto, enxôfre, fósforo, cloro, bromo, iodo.

B) *Quantitativa*. Doseamento do carbono e hidrogénio, (por combustão da substância com óxido cúprico ou numa corrente de oxigénio).

Doseamento do azoto (métodos de Dumas, de Will e Warrentropp, de Péligot, de Kjeldahl).

Doseamento do cloro, bromo, iodo, enxôfre, fósforo e oxigénio.

Trabalhos práticos de química orgânica

- 1.º Preparação da metana. Propriedades.
- 2.º Preparação da etilena. Propriedades.
- 3.º Preparação da acetilena. Propriedades.
- 4.º Preparação do clorofórmio. Propriedades. Hidrólise.
- 5.º Preparação do iodofórmio. Propriedades. Hidrólise.
- 6.º Preparação do brometo de etilo. Propriedades. Hidrólise.
- 7.º Preparação de cloreto de etilo. Propriedades
- 8.º Reacções do alcool ordinário.
- 9.º Preparação do etilato de sódio. Hidrólise.
- 10.º Pesquisa dos elementos halogénios nos compostos orgânicos.
- 11.º Preparação do aldeído ordinário pela oxidação do alcool. Propriedades. Redução pelo amálgama de sódio. Oxidação pelo permanganato de potássio. Reacções.
- 12.º Produccão do ácido acético pela oxidação do alcool. Propriedades. Reacções do ácido acético e dos acetatos.
- 13.º Preparação do acetato de sódio e do ácido acético glacial.
- 14.º Preparação do cloreto de acetilo (com o ácido acético glacial e tricloreto de fósforo). Redução pelo amálgama de sódio.
- 15.º Formação do acetato de etilo pela acção directa do ácido acético sobre o alcool. Preparação com o alcool, ácido acético glacial e ácido sulfúrico. Propriedades. Hidrólise.
- 16.º Preparação do ácido fórmico pelo alcool metílico e permanganato de potássio acidulado.
- 17.º Preparação do ácido fórmico pelo ácido oxálico e glicerina. Propriedades. Reacções do ácido fórmico e dos formiatos.
- 18.º Saponificação duma gordura. Separação dos ácidos gordos dum sabão.
- 19.º Determinação do ponto de fusão dos ácidos gordos.
- 20.º Preparação do éter ordinário. Propriedades.
- 21.º Preparação da acetona com o acetato de etilo.
- 22.º Pesquisa do azoto nas substâncias orgânicas.
- 23.º Preparação do acetonitrilo, a partir da acetamida. Propriedades. Hidrólise.
- 24.º Preparação da etilamina, a partir do aceto-nitrilo.
- 25.º Preparação da acetona ordinária (com o acetato de bário e purificação com o bisulfito de sódio). Propriedades. Oxidação com o permanganato de potássio acidulado.

26.º Preparação da acetóxima com a acetona e o cloridrato de hidroxilamina.

27.º Preparação do ácido oxálico a partir do açúcar. Reacções do ácido oxálico e oxalatos.

28.º Extracção da glicerina duma gordura. Reacções.

29.º Fermentação da glucose. Suas reacções.

30.º Reacções da sacarose. Inversão do açúcar.

31.º Ureia. Extracção da ureia da urina. Hidrólise. Reacções.

32.º Preparação da nitrobenzina, partindo da benzina. Reacções.

33.º Preparação da anilina, partindo da nitrobenzina. Reacções.

34.º Preparação do ácido pícrico, partindo do fenol. Reacções.

35.º Preparação do ácido salicílico, partindo do fenol. Reacções.

36.º Extracção do ácido úrico da urina. Reacções.

37.º Preparação do benzosulfonato de sódio.

38.º Preparação do fenol, partindo do benzosulfonato de sódio. Reacções.

39.º Preparação do benzonitrilo, partindo da anilina.

40.º Preparação do ácido benzoico, partindo do benzonitrilo.

41.º Preparação do aldeído benzoico (com o benzoato e formiato de bário).

42.º Aldeído salicílico; preparação com o fenol e clorofórmio.

Curso de Químico-física

Leis fundamentais da química.

Teoria atómica. Pesos atómicos e pesos moleculares.

Fórmulas.

Propriedades gerais dos gases

Estados de agregação. As leis dos gases. Hipótese de Avogadro. Determinação das densidades dos gases.

Densidades anómalas. Energia dos gases. Calor específico. Termodinâmica dos gases.

A teoria cinética dos gases e a equação de Van der Waals.

Propriedades gerais dos líquidos

Compressibilidade. Dilatação pelo calor. Tensão superficial (aplicação à determinação de pesos moleculares). Tensão de vapor. A fórmula da tensão de vapor. Ponto de ebulição. Calor específico. Relação entre o estado líquido e o estado gasoso. Constantes críticas. Teoria de Van der Waals. Liquefacção dos gases.

Propriedades gerais dos sólidos

Energia de forma. Fusão; solidificação. Tensão de vapor. O triplo ponto. Sobrefusão. Cristais. Isomorfismo. Calor específico. A lei de Dulong e Petit. Solubilidade dos sólidos e dos gases nos líquidos. Sobressaturação. Curvas de solubilidade.

Misturas de substâncias nos diferentes estados físicos

Mistura de gases. Difusão. Mistura de líquidos; vaporização; destilação fraccionada. Misturas isomorfas. Solidificação das misturas. Ligas metálicas.

Soluções diluídas

Pressão osmótica; suas leis. Soluções dos gases nos líquidos: lei de Henry. Difusão. Cristaloides e coloides. Abaixamento do ponto de congelação dum dissolvente por ter uma substância em dissolução. Ebulioscopia. Crioscopia. Aplicação à determinação dos pesos moleculares, dos calores de fusão e dos calores de volatilização.

Divisão duma substância entre dois dissolventes não miscíveis.

Constituição da molécula

Alotropia. Isomeria. Valência. Constituição dos compostos orgânicos.

Fórmulas típicas, racionais e de constituição.

Estereoquímica do carbono e do azoto.

A lei periódica.

Relação entre a estrutura molecular e as propriedades físicas

Volume molecular. Poder refractivo. Rotação do plano de polarização. Rotação magnética do plano de polarização.

Calores de combustão. Pontos de ebulição nas séries homólogas. Pontos de fusão.

Dissociação electrolítica

A hipótese de Arrhenius. Grau de dissociação. Factos explicados pela hipótese de Arrhenius.

Grandeza absoluta das moléculas

Como se pode ajuizar da grandeza absoluta das moléculas.

Estática química

Reacções reversíveis. A lei de Guldberg e Waage. Equilíbrios químicos de diferentes ordens. A regra das fases, de Gibb. Equilíbrio entre electrólitos.

Cinética química

Lei da velocidade de reacção. Aplicação da lei da acção da massa. Reacções de diferentes ordens. A velocidade de reacção e a temperatura. Sistemas heterogéneos. Catálise. Enzimas.

Termoquímica

Diferentes formas de energia. A lei da conservação da energia. Energia química. Lei da constância do calor total. Determinação dos calores de fusão, de volatilização, de dissolução, de combustão.

Calores de formação e de combustão sob volume constante e sob pressão constante. Variação do calor de reacção com a temperatura.

Teorema do trabalho máximo. Métodos experimentais. Termoquímica dos electrólitos.

Electroquímica

Energia eléctrica. Os dois factores em que se decompõe. Lei de Faraday. Condutibilidade específica; condutibilidade equivalente. Medição da resistência dos electrólitos. Coeficientes de transporte de Hittorf. Lei de Kohlrausch. Determinação das velocidades relativas e absolutas dos iões. A constante dieléctrica e o poder dissociante. Força electro-mo-

triz; sua determinação. Diferença de potencial entre um metal e um soluto dum dos seus sais. Polarização. Teoria do elemento voltaico.

Fotoquímica

Energia radiante. Relação com a energia química. Análise espectral. Espectros de emissão e de absorção. Acção química da luz.

Radioactividade

Os iões dos gases. Electrões; a teoria dos electrões. Substâncias radioactivas. Diferentes espécies de radiação. Teoria da transformação dos elementos radioactivos.

Medição da actividade química

Métodos para avaliar a afinidade. As constantes da afinidade dos ácidos.

Trabalhos práticos de Químico-física

1.º Determinar a densidade dum vapor pelo processo de Victor Meyer. Aplicação à determinação do peso molecular.

2.º Determinar o peso molecular duma substância solúvel na água, empregando células vegetais.

3.º Determinar a constante crioscópica dum dissolvente.

4.º Determinar um peso molecular pelo processo crioscópico.

5.º Determinar a constante ebulioscópica de um dissolvente.

6.º Determinar um peso molecular pelo processo ebulioscópico.

7.º Determinar um calor de fusão pelo processo crioscópico.

8.º Determinar um calor de volatilização pelo processo ebulioscópico.

9.º Determinar o grau de dissociação dum electrólito de peso molecular conhecido, pelo processo crioscópico.

10.º Determinar o calor de combustão duma substância orgânica na bomba calorimétrica.

11.º Determinar o calor de neutralização dum ácido por uma base.

12.º Determinar a resistência específica dum electrólito empregando correntes alternativas.

- 13.º Determinar a constante de um vaso de resistências.
 14.º Determinar a condutibilidade equivalente e o grau de dissociação dum electrólito.
 15.º Determinar os coeficientes de transporte dos iões dum electrólito. Calcular as mobilidades.
 16.º Observação de espectros de emissão e de absorção.
 17.º Construção da curva dos comprimentos de onda, relativamente à escala do espectroscópio.
 18.º Medição do índice de refração dum líquido. Cálculo da refração molecular.

Curso de análise química qualitativa

I—Generalidades

Objecto e utilidade da análise química qualitativa. Processos de análise qualitativa.

II—Operações. Aparelhos e utensilios empregados

Dissolução. Cristalização. Precipitação. Filtração. Decantação. Lavagem. Diálise. Evaporação. Destilação. Calcinação. Desagregação.

III—Reagentes

Reagentes gerais e reagentes especiais. Reagentes por via húmida e reagentes por via sêca. Classificação de uns e outros.
 Preparação dos reagentes. Condições a que devem satisfazer.

IV—Precipitação e propriedades das principais substâncias insolúveis (ou pouco solúveis) que figuram na análise química

Precipitação dos cloretos, brometos e iodetos insolúveis, estudando as suas propriedades.

Precipitação dos sulfatos insolúveis, estudando as suas propriedades.

Precipitação dos carbonatos insolúveis, estudando as suas propriedades, verificando quais são os que se dissolvem em carbonato de amónio.

Condições em que se precipitam os vários sulfuretos in-

solúveis, estudando as suas propriedades mais importantes em análise.

Precipitação dos cianetos insolúveis, verificando quais são os que se dissolvem em excesso de cianeto alcalino.

Precipitação dos hidratos insolúveis (ou dos óxidos) pela potassa, pela soda ou pela amónia, dividindo-os em grupos conforme são solúveis ou insolúveis em excesso de álcali.

Precipitação dos cromatos insolúveis, estudando as suas propriedades mais utilizadas em análise.

Precipitação dos ferrocianetos e ferricianetos insolúveis mais importantes.

Precipitação dalguns fosfatos insolúveis mais importantes em análise.

Precipitação e estudo das propriedades dalgumas especies de sais importantes em análise, tais como: cloroplatinatos de potássio e amónio, piro-antimoniato ácido de sódio, fluossilicato de bário, oxalatos alcalino-terrosos, azotito duplo de cobalto e de potássio, oxicloretos de bismuto e de antímónio.

Classificação analítica dos metais em grupos correspondentes aos diversos reagentes gerais.

V—Ensaio por via sêca

A chama do bico de Bunsen. Emprêgo do maçarico. Ensaio por via sêca em tubo fechado e em tubo aberto. Ensaio sobre o carvão. Ensaio nas pérolas.

VI—Reações dos metais e dos ácidos

Reações mais importantes dos diferentes metais, por via húmida e por via sêca.

Ácidos que podem ter sido reconhecidos (na pesquisa do metal) pela acção do ácido clorídrico, por darem um precipitado ou um gás.

Ácidos que podem ter sido reconhecidos (na pesquisa do metal) pela acção do ácido sulfídrico.

Classificação dos ácidos minerais em grupos empregando como reagentes o azotato de prata e o azotato de bário.

Reações mais importantes dos diferentes ácidos, livres ou no estado de sais.

Reações mais importantes das seguintes substâncias livres: hidrogénio, cloro, bromo, iodo, oxigénio, ozono, enxôfre, boro, carbono, silício, fósforo, arsénio, bióxido de azoto, protóxido de azoto, peróxido de azoto, óxido de carbono, anidrido carbónico, água oxigenada, cianogénio.

VII—Método sistemático de análise qualitativa

Ensaio preliminares no tubo fechado, no tubo aberto, sobre o carvão, nas pérolas.

Método sistemático a seguir para a pesquisa do metal e do ácido dum único sal solúvel na água.

Pesquisa do metal e do ácido dum único sal insolúvel na água, mas solúvel no ácido clorídrico, no ácido azótico ou na água régia.

Caso duma substância única, insolúvel na água e nos ácidos.

Marcha geral de análise, aplicável ao caso da presença simultânea de vários metais e também de vários ácidos: 1.º, no caso de se tratar de substâncias solúveis na água; 2.º, no caso de se tratar de substâncias insolúveis na água, mas solúveis nos ácidos ou da análise dum soluto com reação ácida ou alcalina. Em qualquer dos casos pesquisar os metais e os ácidos.

Propriedades que mais vezes se utilizam para separar um metal doutro ou doutros.

VIII—Espectroscopia. Microscopia

O emprêgo do espectroscópio em análise. Espectros de emissão e de absorção.

Emprêgo do microscópio.

IX—Aplicações

Análise qualitativa duma água potável.

Análise qualitativa duma água mineral.

Análise dos silicatos.

X—Substâncias orgânicas

Análise imediata. Processos mais geralmente empregados na análise imediata: a dissolução, a cristalização e precipitação fraccionada, a liquefacção fraccionada, a destilação fraccionada, a diálise, etc.

Processos que permitem reconhecer a presença do carbono, hidrogénio, azoto, cloro, bromo, iodo, enxôfre, fósforo em um composto orgânico.

Caracteres analíticos de algumas substâncias orgânicas mais importantes: ácidos oxálico, tartárico, málico, cítrico, benzoico, succínico, salicílico, fórmico, acético; alcool metí-

lico, álcool etílico, álcool amílico; aldeído fórmico, aldeído ordinário; éter ordinário; clorofórmio; hidrato de cloral; benzina, naftalina; fenol, nitrobenzina, ácido pícrico; resorcina, hidroquinona, pirogalhol, naftóis, antipirina, fenacetina; Princ pais alcaloides: morfina, codeína, narcotina, estricnina, brucina, quinina, atropina, nicotina, veratrina, cinchonina.

Pontos para os trabalhos práticos

1.º Precipitação dos cloretos, brometos, iodetos e cianetos insolúveis, verificando as propriedades que interessam em análise.

2.º Precipitação dos sulfuretos insolúveis, verificando as condições em que se precipitam e as propriedades aproveitadas em análise.

3.º Precipitação dos ferrocianetos, ferricianetos, sulfocianatos, sulfatos e fluoretos insolúveis, verificando as suas propriedades.

4.º Precipitação dos hidratos (ou óxidos) insolúveis, pela potassa ou soda e pela amónia, verificando as propriedades que se utilizam em análise.

5.º Precipitação dos carbonatos, cromatos e fosfatos insolúveis, mais importantes em análise e estudo dos precipitados.

6.º Precipitação dos cloroplatinatos de potássio e de amónio, do piroantimoniato ácido de sódio, do fluossilicato de bário, dos oxalatos alcalino-terrosos, dos oxicloretos de bismuto e de antimónio, verificando as propriedades dos precipitados.

7.º Ensaio por via sêca, no tubo fechado, de algumas substâncias (óxido de zinco, açúcar, azotato de chumbo, sal amoniaco, iodo, clorato de potássio, cloreto mercúrico, iodetos de mercúrio, etc.)

8.º Ensaio ao maçarico, sôbre o carvão, de várias substâncias (compostos de chumbo, cobre, cádmio, zinco, antimónio, ferro, etc.)

9.º Coloração da chama e ensaio nas pérolas de bórax e de sal de fósforo, de várias substâncias (compostos de cobalto crómio, cobre, ferro, manganésio, bário, estrôncio, cálcio silicatos, etc.)

10.º Efectuar as reacções dos metais do grupo do arsénio.

11.º Efectuar as reacções dos metais do grupo do cobre.

12.º Efectuar as reacções dos metais dos grupos do alumínio e do zinco.

13.º Efectuar as reacções do magnésio, dos metais alcalino-terrosos e dos metais alcalinos.

14.º Efectuar as reacções dos ácidos dos grupos do ácido sulfúrico e do ácido clorídrico.

15.º Efectuar as reacções dos ácidos do grupo do ácido fosfórico.

16.º Efectuar as reacções dos ácidos do grupo do ácido azótico.

17.º Efectuar as reacções dos elementos livres e da água oxigenada.

18.º Método geral de análise, aplicado à pesquisa do metal e do ácido, de um único sal solúvel na água — quinze exemplos.

19.º Pesquisa do metal e do ácido, no caso de um único sal insolúvel na água, mas solúvel nos ácidos — doze exemplos.

20.º Pesquisa do metal (ou também do ácido) no caso de uma substância insolúvel na água e nos ácidos — dez exemplos.

21.º Método geral de análise, aplicado à pesquisa das bases e do ácido, numa mistura de dois sais do mesmo género, solúveis na água, sendo os metais do grupo do arsénio — três exemplos.

22.º Idem, sendo os metais do grupo do cobre — quatro exemplos.

23.º Idem, sendo os metais do grupo do alumínio — três exemplos.

24.º Idem, sendo os metais do grupo do zinco — três exemplos.

25.º Idem, sendo os metais do grupo do bário — três exemplos.

26.º Idem, sendo os metais do grupo de prata — dois exemplos.

27.º Idem, sendo metais alcalinos ou magnésio — quatro exemplos.

28.º Método geral de análise, aplicado à pesquisa das bases e do ácido, numa mistura de três sais do mesmo género, solúveis na água, sendo os três metais de dois grupos diferentes — seis exemplos.

29.º Pesquisa dos ácidos numa mistura de três sais alcalinos — seis exemplos.

30.º Método geral de análise, aplicado à pesquisa dos metais e dos ácidos numa mistura de quatro sais solúveis na água, sendo diferentes os quatro metais e havendo dois ácidos diferentes — quatro exemplos.

31.º Método geral de análise, aplicado à mistura dos ácidos e das bases, numa mistura sólida, insolúvel na água, mas solúvel no ácido clorídrico ou no ácido azótico, havendo na mistura três sais, dos quais um é um fosfato, borato, oxalato, silicato ou fluoreto alcalino-terroso — quatro exemplos.

32.º Método geral de análise, aplicado à pesquisa dos metais e dos ácidos, no caso de um soluto alcalino em que existem duas ou três substâncias, sendo uma delas insolúvel na água, mas solúvel nos alcalis, ou sendo um sulfosal, ou sendo um cianeto duplo — quatro exemplos.

33.º Pesquisa do carbono, hidrogénio e azoto, num composto orgânico.

34.º Observação ao espectroscópio de espectros de emissão e de absorção.

35.º Efectuar as mais importantes reacções dos ácidos orgânicos mais vulgares (oxalatos, tartaratos, citratos, benzoatos, salicilatos, formiatos, e acetatos).

36.º Efectuar as mais importantes reacções das seguintes substâncias orgânicas: alcool ordinário, alcool metílico, alcool amílico, aldeído fórmico.

37.º Efectuar as mais importantes reacções das seguintes substâncias: éter ordinário, clorofórmio, hidrato de cloral.

38.º Efectuar as mais importantes reacções das seguintes substâncias: benzina, naftalina, fenol, nitrobenzina.

39.º Efectuar as mais importantes reacções da resorcina, ácido pícrico, hidroquinona, pirogalhol, naftois.

40.º Efectuar as reacções da antipirina e fenacetina.

41.º Efectuar as principais reacções da morfina, codeína, narcotina.

42.º Efectuar as principais reacções da estricnina, da brucina, da atropina e da nicotina.

43.º Efectuar as principais reacções da quinina e da ve-ratrina.

44.º Efectuar reacções de precipitação e de coloração, com substâncias proteicas.

Análise química quantitativa

I—Generalidades

Objecto e importância da análise quantitativa.
 Processos que emprega.
 Análise gravimétrica e volumétrica.
 Análise em pêso pelo método directo e pelo método indirecto.

II—Pesagem

Balanças de precisão. Condições de precisão e de sensibilidade.

Verificação da balança.

Caixas de pêsos. Verificação dos pêsos.

III—Volumes de líquidos e de gases

Aparelhos e utensílios empregados para medir os volumes de líquidos. Maneira de fazer as leituras dos volumes. Medição dos volumes dos gases. Necessidade de atender à temperatura, à pressão e à humidade dos gases cujo volume se mede.

IV—Operações

A) Operações preliminares que levam a substância ao estado conveniente para ser analisada: *a)* escolha da amostra; *b)* divisão mecânica (trituração em almofarizes, trituração com água, seguida ou não de levigação; levigação; tamisação); *c)* exsiccção; sua importância; processos de efectuar, segundo a facilidade com que a substância perde água de cristalização ou de constituição.

B) Operações da análise: *a)* pesagem da amostra a analisar; *b)* doseamento da água; *c)* dissolução; *d)* dar à substância a forma própria para ser pesada (por evaporação ou por precipitação, decantação, filtração, lavagem do precipitado, sua exsiccção, calcinação, pesagem).

a) Quantidade de substância a analisar e modo de determinar com rigôr o seu pêso.

b) Doseamento da água pelo processo directo ou por perda do pêso.

c) Dissolução directa ou precedida de desagregação.

Processos e material empregados nas operações da evaporação, precipitação, decantação, filtração (à pressão atmosférica ou com sucção), lavagem, exsiccção e calcinação do precipitado.

V—Formas sôbre as quais as diferentes substâncias são doseadas

Processos de separação

Estados em que se doseiam e processos mais empregados para dosear em pêsco cada um dos diferentes metais e cada um dos diferentes ácidos.

Processos mais vezes utilizados para separar os diferentes metais uns dos outros, indicando para cada metal as propriedades que se aproveitam para o separar dos outros.

Processos mais usados para separar os ácidos uns dos outros, indicando para cada ácido as propriedades que geralmente se utilizam para o separar dos outros.

Processos mais empregados para separar dos metais os diferentes ácidos.

VI—Análise volumétrica

Princípio do método e suas vantagens.

Reagentes titulados. Sua preparação pelo método directo ou pelo método indirecto.

Reagentes titulados sistemáticos e empíricos.

Momento final da reacção.

Condições a que devem satisfazer os reagentes empregados na análise volumétrica.

Análises por precipitação, por saturação, oxidação, redução e com o emprêgo do iodo.

Exemplos de análises volumétricas: doseamento do cloro num cloreto pelo método de Mohr e pelo método de Charpentier e Vohlard.

Doseamento do bromo num brometo e do iodo num iodeto pelos mesmos processos.

Doseamento da prata em um sal de prata.

Alcalimetria e acidimetria. Preparação dos solutos titulados de ácidos clorídrico, sulfúrico, oxálico, de potassa caustica e soda caustica e de carbonato de sódio.

Ensáio alcalimétrico, no caso dum alcalí parcialmente carbonatado.

Clorometria: métodos de Gay-Lussac e de Penot.

Doseamento do ácido fosfórico com o acetato de uranilo.

Doseamento do ácido sulfúrico: 1.º, precipitando por um excesso de azotato de chumbo e determinando o excesso dêste metal com um soluto titulado de cromato de potássio; 2.º, precipitando com excesso de cloreto de bário e determinando o excesso dêste metal com um soluto titulado de bicromato de potássio.

Doseamento do zinco, empregando o sulfureto de sódio. Doseamento volumétrico do chumbo e do bário, empregando um soluto titulado de bicromato de potássio.

Análise volumétrica do ferro pelo permanganato de potássio.

Diferentes processos de titular o soluto de permanganato. Modos diferentes de reduzir o sal férrico.

Doseamento do ferro empregando um soluto titulado de bicromato de potássio.

Doseamento volumétrico do cobre com um soluto titulado de cloreto estanoso.

Doseamento do ferro com um soluto titulado de cloreto estanoso. Modos diferentes de oxidar um sal ferroso.

Iodometria. Sulfidometria. Doseamento volumétrico do anidrido sulfuroso, dos sulfitos e dos hiposulfitos.

VII—Doseamentos colorimétricos

Colorímetros. Aplicação do método à determinação do amoníaco, do azoto nítrico, do ferro, dos fosfatos em uma água.

VIII—Doseamentos densimétricos

Determinações de densidades com o picnómetro, com a balança de Mohr-Westphal, com os densímetros.

Aplicação à determinação da riqueza alcoólica dum soluto aquoso de álcool, etc.

IX—Doseamentos electrolíticos

Princípio do método. Aparelhos empregados. Aplicação ao doseamento do cobre.

X—Doseamentos gasométricos

Princípio do método. Aplicação à determinação do valor do nitrato de sódio.

Determinação dos azotatos em uma água.

Azotímetros e ureómetros. Determinação da ureia numa urina. Determinação do azoto em um sal amoniacal.

XI—Métodos polarimétricos

Polarímetro de Laurent. Aplicação ao doseamento do açúcar.

Análise dos açúcares: *a)* pela fermentação; *b)* pelo polarímetro; *c)* pelo soluto de Fehling.

Doseamento da sacarose em presença das substâncias activas, pelo método polarimétrico.

Doseamento duma mistura de glucose e sacarose, empregando só o polarímetro, só o soluto de Fehling ou pelos dois métodos.

Análise duma mistura de açúcar invertido e de sacarose, só com o polarímetro, só com o soluto de Fehling ou pelos dois processos. Análise duma mistura de glucose, sacarose e levulose, empregando o polarímetro e o soluto de Fehling.

XII—Hidrotimetria

XIII—Análise orgânica elementar

Doseamento do carbono, hidrogénio e oxigénio.

Doseamento do azoto pelo método de Dumas, pelo método de Will e Warrentropp, pelo método de Péligot e pelo método de Kjeldahl.

Determinação do cloro, bromo, iodo, enxôfre e fósforo em uma substância orgânica.

Pontos para os trabalhos práticos

- 1.º Doseamento, em pêso, do cloro num cloreto solúvel.
- 2.º Doseamento, em pêso, do ácido sulfúrico num sulfato solúvel.
- 3.º Doseamento, em pêso, do ferro num sal solúvel de ferro.
- 4.º Doseamento, em pêso, do alumínio num sal de alumínio.
- 5.º Doseamento volumétrico do cloro num cloreto, pelo processo de Mohr.
- 6.º Idem, pelo processo de Charpentier e Vohlard.
- 7.º Preparação de um soluto decinormal de ácido oxálico.
- 8.º Preparação de um soluto decinormal de soda cáustica.
- 9.º Ensaio acidimétrico dum ácido diluído.
- 10.º Ensaio alcalimétrico de uma soda, parcialmente carbonatada.
- 11.º Determinação do título de um soluto de permanganato de potássio.
- 12.º Doseamento volumétrico do ferro, com um soluto titulado de permanganato de potássio.

13.º Determinação do título de um soluto de cloreto estano-
soso.

14.º Doseamento do cobre num sal cúprico, com o soluto
titulado de cloreto estano-
soso.

15.º Doseamento do ácido fosfórico num fosfato, com o
soluto titulado de acetato de uranilo.

16.º Ensaio hidrotimétrico de uma água.

17.º Determinação do cloro na cal clorada, pelo pro-
cesso de Penot.

18.º Determinação do iodo, com um soluto titulado de
hipossulfito do sódio.

19.º Determinação da percentagem de álcool num soluto
aquoso, determinando a densidade com o picnómetro e com
a balança de Mohr-Westphal.

20.º Determinação da ureia numa urina.

21.º Doseamento de um açúcar com o polarímetro.

22.º Doseamento da glucose, com o soluto de Fehling.

23.º Doseamento electrolítico do cobre.

24.º Doseamento do azoto numa substância orgânica,
pelo método de Dumas.

25.º Preparação de um soluto titulado de carbonato de
sódio (método directo).

25.º Preparação de um soluto titulado de ácido clorí-
drico.

27.º Doseamento volumétrico do ferro, com uma solu-
ção titulada de cloreto estano-
soso.

28.º Doseamento volumétrico do cálcio numa água mi-
neral.

29.º Doseamento volumétrico do magnésio, numa água
mineral.

30.º Separação do cálcio do magnésio e doseamento
ponderal dos dois metais.

31.º Doseamento ponderal do ácido fosfórico, precipi-
tando-o com o molibdato de amónio e pesando-o no estado
de pirofosfato de magnésio.

32.º Doseamento volumétrico de pequenas quantidades
de ácido fosfórico, dissolvendo o fosfomolibdato em soda
decinormal e titulando o excesso de soda, em presença de
fenolftaleína.

33.º Determinação do título de um soluto de hipossul-
fito de sódio, empregando o dicromato de potássio.

34.º Determinação do iodo, num soluto muito diluído
de iodetos, pelo método de Fresenius.

35.º Doseamento do ácido nítrico num nitrato, pelo mé-
todo de Schloesing.

- 36.º Doseamento colorimétrico dos nitratos numa água.
- 37.º Sulfidometria.
- 38.º Doseamento da glicose e sacarose numa mistura dos dois açúcares (empregando o polarímetro).
- 39.º Idem, empregando o licôr de Fehling.
- 40.º Idem, empregando o polarímetro e o licôr de Fehling.
- 41.º Doseamento do manganêsio, precipitando-o no estado de peróxido e transformando-o depois em sulfureto, pela calcinação com enxôfre, numa corrente de hidrogénio.
- 42.º Doseamento indirecto do cloro e do bromo num soluto de cloretos e brometos.
- 43.º Doseamento do azoto total numa urina, pelo método de Kjeldahl.
- 44.º Doseamento colorimétrico do ferro, numa água férrea.
- 45.º Doseamento do anidrido carbónico, num carbonato, por perda de pêso.
- 46.º Doseamento do anidrido carbónico num carbonato, pelo método volumétrico (calcímetro).
- 47.º Idem, empregando o aparelho de Lunge.
- 48.º Doseamento da acetona (método de Argenson).
- 49.º Doseamento da albumina num soluto albuminoso.
- 50.º Doseamento volumétrico do amoníaco, num soluto de um sal amoniacal (empregando o formol).
- 51.º Determinar o índice de saponificação de uma gordura.
- 52.º Determinar o índice de iodo de uma gordura.
- 53.º Separar e dosear o ferro e o alumínio numa mistura, empregando um tartarato alcalino e sulfureto de amónio.
- 54.º Determinar a riqueza alcoólica de um vinho, pelo ebulioscópio de Salleron.

Curso de química, preparatório para a Faculdade de Medicina

I.ª Parte—Química geral

- a) *Generalidades*:— Criòscopia; ebuliòscopia; pressão osmótica. Dissociação electrolítica. Coloides. Termoquímica.
- b) *Química inorgânica*:— Estudo dos elementos e dos

compostos mais importantes da química inorgânica, especialmente dos que teem mais interêsse em medicina.

c) Química orgânica:—Estudo geral dos compostos orgânicos, principalmente dos que teem applicação em medicina e dos que se encontram no organismo.

Estudo especial dos hidratos de carbono, gorduras, proteicos e das principais transformações que experimentam no organismo.

Estudo dos lipoides. Composição do sangue, do leite, da urina, dos sucos digestivos; ácidos e pigmentos biliares; outros pigmentos de origem hemática.

Alcaloides. Fermentos e fermentações. Enzimoides.

Alimentos. Applicação da Termoquímica ao estudo das trocas nutritivas exteriores.

2.ª Parte—Análise química qualitativa

Reacções dos catiões e dos aniões. Caracteres analíticos dos elementos livres e de alguns compostos mais importantes dos metaloides.

Caracteres analíticos de alguns compostos orgânicos mais importantes.

Método geral de análise, applicado ao reconhecimento dum sal único, solúvel na água, ou insolúvel na água e solúvel nos ácidos ou insolúvel na água e nos ácidos.

Método geral de análise, applicado ao reconhecimento de substâncias complexas, de natureza mineral.

Análise espectral: espectros de emissão e de absorção.

Diversos processos de reconhecimento de manchas de sangue, esperma, etc.

3.ª Parte—Análise química quantitativa

Operações da análise química quantitativa.

Análise gravimétrica: Doseamento ponderal de várias substâncias (ácido clorídrico e cloretos, ácido sulfúrico e sulfatos, enxôfre total, enxôfre ácido e enxôfre neutro da urina, cálcio, magnésio, ferro, albumina, etc.)

Análise volumétrica:—Doseamento dos cloretos de ferro, fosfatos, cálcio, magnésio, amoníaco, nos sais de amónio, purinas da urina, glicose, acetona, etc. Alcalimetria; acidimetria.

Métodos gasométricos:—Applicação ao doseamento da ureia e dos sais amoniacais.

Métodos polarimétricos:—Polarímetros; sacarímetros.

Aplicação ao doseamento da glicose e de outros açúcares.
Métodos densimétricos – *Métodos ebulioscópicos*: aplicação à determinação da riqueza alcoólica dum vinho. *Métodos electrolíticos*. *Métodos colorimétricos*.

Pontos para os trabalhos práticos

1.º Precipitação dos cloretos, brometos, iodetos e cianetos insolúveis, verificando as propriedades que interessam em análise.

2.º Precipitação dos sulfuretos insolúveis, verificando as condições em que precipitam e as propriedades aproveitadas em análise.

3.º Precipitação dos ferrocianetos, ferricianetos, sulfocianatos, sulfatos, fluoretos e fluosilicatos insolúveis, verificando as suas propriedades.

4.º Precipitação dos hidratos (ou óxidos) insolúveis, pela soda, pela potassa ou pela amónia, verificando as propriedades que se utilizam em análise.

5.º Precipitação dos carbonatos (pelo carbonato de sódio e pelo carbonato de amónio), dos fosfatos, dos cromatos e oxalatos insolúveis mais importantes, verificando as propriedades dos precipitados.

6.º Ensaio, por via sêca, no tubo fechado, de algumas substâncias (óxido de zinco, azotato de chumbo, sulfato de cobre cristalizado, anidrido arsenioso, sais amoniacaes, clorato de potássio, iodetos de mercúrio, etc.).

7.º Ensaio de algumas substâncias no tubo aberto (enxôfre, pirite, cinábrio, etc.)

8.º Coloração da chama (compostos de potássio, sódio, lítio, bário, estrôncio, cálcio, cobre, etc.).

9.º Ensaio nas pérolas de borax e de sal de fósforo (compostos de cobalto, crómio, cobre, ferro, manganésio, silicatos, etc.).

10.º Ensaio ao maçarico, sôbre o carvão, de várias substâncias (compostos de chumbo, cobre, ferro, antimónio, zinco, cádmio, etc.).

11.º Efectuar as reacções dos metais do grupo do arsénio.

12.º Efectuar as reacções dos metais do grupo do cobre.

13.º Efectuar as reacções dos metais dos grupos do antimónio e do zinco.

14.º Efectuar as reacções dos metais alcalino-terrosos, do magnésio e dos metais alcalinos.

15.º Efectuar as reacções dos ácidos dos grupos do ácido sulfúrico e do ácido clorídrico.

16.º Efectuar as reacções dos ácidos dos grupos do ácido fosfórico e do ácido azótico.

17.º Efectuar as reacções de alguns elementos livres (cloro, bromo, iodo, oxigénio, enxôfre, carbono, etc.).

18.º Efectuar as reacções da água oxigenada, do bióxido de azoto, do anidrido carbónico, do cianogénio.

19.º Método geral de análise, aplicado à pesquisa do metal e do ácido, no caso de um único sal solúvel na água (6 exemplos).

20.º Método geral de análise, aplicado à pesquisa do metal e do ácido, no caso de uma única substância insolúvel na água, mas solúvel nos ácidos (4 exemplos) e no caso de uma única substância insolúvel na água e nos ácidos (4 exemplos).

21.º Método geral de análise, aplicado à pesquisa dos ácidos e das bases numa mistura de substâncias (6 exemplos de misturas de 3 substâncias).

22.º Caracterizar o metal de um sal pelo espectroscópio; observação de espectros de emissão (na chama e eléctricos) e de absorção.

23.º Caracterizar uma substância orgânica pelas suas reacções (alcool metílico, alcool etílico, aldeído fórmico, acetona, ácido fórmico e formiatos, ácido acético e acetatos, ácido oxálico e oxalatos, ácido tartárico e tartaratos, ácido cítrico e citratos, ácido benzoico e benzoatos, ácido salicílico e salicilatos, fenol ordinário, pirogalhol. naftois, anilina).

24.º Reacções dos alcaloídes (morfina, codeína, estriquina, brucina, quinina).

25.º Verificar a redução dos reagentes de Trommer, Fehling, Nylander, a do anil (em soluto alcalino), pela glicose e pela lactose.

Verificar que a sacarose, a dextrina, o amido, o glicogénio não determinam tais reacções.

Fermentação alcoólica da glicose.

26.º Formação, exame microscópio e verificação das propriedades das osazonas da glicose, da lactose e da maltose.

27.º Exame microscópio de amido, de várias proveniências; observação empregando a luz polarizada.

Acção do iodo sôbre o amido, dextrina e glicogénio. Sacarificação do amido.

28.º Inversão da sacarose. Efectuar a reacção do furfural. Observação, ao polarímetro, dos solutos de glicose, levulose, lactose, sacarose, açúcar invertido.

29.º Saponificação de gorduras. Precipitar um soluto de sabão alcalino, pelos sais de bário, de cálcio, de chumbo. Separar os ácidos gordos. Emulsionar uma gordura com água e com água alcalinizada. Efectuar com uma gordura, ou com a glicerina, a reacção da acroleína.

30.º Verificar numa substância proteica a presença de carbono, azoto, enxôfre, oxigénio, hidrogénio. Preparar um soluto de ovoalbumina. Verificar a precipitação das substâncias proteicas pelos sais de chumbo, de cobre, mercúricos, pelo ácido clorídrico, pelo ácido azótico (reacção de Heller), pelo tanino, pelo ácido pícrico, pelo ferrocianeto de potássio. Verificar a coagulação da albumina pelo calor.

31.º Reacções de coloração dos proteicôs: reacção xantoproteica, reacção do biureto (também verificada sobre esta substância, resultante do aquecimento da ureia); reacção de Millon (também verificada sobre um soluto de tirosina); reacção glioxílica; reacção do furfuro: reacção do enxôfre.

32.º Separar a albumina e a globulina do ovo.

33.º Caracterizar o sangue pelos cristais de hemina (Teichmann), pelos cristais de iodidrato de hematina (Strzyzowski), pela reacção com a tinctura de guaiaco e com a fenolftaleína.

34.º Exame espectroscópico da oxi-hemoglobina e da hemoglobina reduzida.

35.º Exame microscópico de cristais de ácido úrico. Caracterizar esta substância, pela reacção da murexida e pela redução de sais metálicos (reagente de Trommer, nitrato de prata).

36.º Exame microscópico da colessterina; suas reacções. Extracção da lecitina da gema do ovo; exame das gotas de lecitina ao microscópio, com luz polarizada.

37.º Pesquisa do indoxil urinário e das côres escatólicas; pesquisa da urobilina.

38.º Doseamento ponderal de um cloreto numa água mineral.

39.º Doseamento ponderal de um sulfato; aplicação á determinação do enxôfre ácido numa urina.

40.º Doseamento ponderal do cálcio; aplicação á determinação do cálcio na urina.

41.º Doseamento ponderal do magnésio; aplicação á determinação deste metal numa água sulfatada magnésica.

42.º Preparação de solutos titulados de ácido oxálico, carbonato de sódio, ácido sulfúrico ou clorídrico.

43.º Ensaio alcalimétrico de uma água mineral alcalina.

Ensaio alcalimétrico de uma soda parcialmente carbonatada.
Determinação da acidez de uma urina.

44.º Doseamento volumétrico do amoníaco numa urina (empregando o formol).

45.º Doseamento volumétrico dos cloretos numa água, pelo processo de Mohr, e numa urina pelo processo de Vohlard.

46.º Doseamento volumétrico dos fosfatos numa urina.

47.º Doseamento volumétrico do cálcio e do magnésio numa urina.

48.º Doseamento da glicose pelo licor de Fehling (em presença ou não do ferrocianeto de potássio).

49.º Preparação de um soluto titulado de permanganato de potássio (empregando o ácido oxálico e o ferro metálico).

Doseamento volumétrico do ferro numa água mineral.

50.º Determinação do grau hidrotimétrico de uma água e da sua dureza persistente.

51.º Doseamento do azoto total numa urina.

52.º Doseamento da glicose numa urina, pelo método do polarímetro.

53.º Doseamento da ureia na urina (método aproximado e método mais rigoroso, empregando um soluto de ureia, de título conhecido).

54.º Doseamento do ácido úrico na urina, precipitando-o sob a forma de urato de amónio e oxidando este com um soluto titulado de iodo (Ronchése).

55.º Doseamento, em globo, das purinas da urina, precipitando-as sob a forma de derivado de prata e de magnésio (Haycraft-Denigés)

56.º Pesquisa e doseamento de acetona na urina (método de Argenson).

57.º Determinar a riqueza alcoólica de um vinho pelo ebulioscópico de Salleron e empregando o alambique de Salleron e o alcoómetro centesimal.

58.º Pesquisa e doseamento da albumina numa urina (coagulando a albumina pelo calor).

59.º Crioscopia da urina.

60.º Preparação do clorofórmio e suas reacções.

61.º Preparação do éter sulfúrico.

62.º Pesquisa do fósforo livre ou parcialmente oxidado, com os aparelhos de Mitscherlich e de Blondlot.

Curso geral de mineralogia e geologia

Mineralogia

Introdução

Mineralogia— sua divisão em Mineralogia geral e Mineralogia especial ou descritiva.

Divisão da Mineralogia geral em Morfologia, Mineralogia física e Mineralogia química.

I—Morfologia

Textura dos minerais. Estado amorfo e estado cristalino. Cristalização. Cristal. Formas regulares e formas irregulares. Divisão da Morfologia.

A).—Cristalografia

Noções preliminares. Lei geral da textura dos cristais. Lascado. Resumo da hipótese de Haüy e da teoria de Bravais sobre a textura dos cristais. Cristalografia física. A cristalografia física vai incluída na Mineralogia física. Cristalografia geométrica.

a) Leis fundamentais da cristalografia geométrica.

1.º *Convexidade da forma poliédrica dum cristal.*

2.º *Lei da constância dos ângulos.* Goniómetros.

3.º *Leis das truncaturas racionais. Leis das zonas.*

4.º *Leis de simetria.* Operações e elementos de simetria.

Modos possíveis de simetria nos cristais. Divisão das formas cristalinas segundo o seu modo de simetria. Formas simples e compostas. Forma dominante; truncaturas.

Sistema cristalino. Formas holoédricas, hemiédricas, tetartoédricas e ogdoédricas. Forma fundamental e forma primitiva. Divisão das formas em 6 sistemas cristalinos.

b) Notação simbólica e representação gráfica das formas cristalinas.

c) Sistemas cristalinos. Caracteres gerais, eixos cristalográficos, constantes geométricas de cada um dos sistemas cristalinos.

Géneros de formas simples e exemplos de formas compostas de cada sistema.

d) Agrupamentos regulares de cristais. Leis de geminação.

e) Imperfeições dos cristais.

B).—Morfologia dos agrupamentos irregulares de cristais, dos agregados cristalinos e dos minerais no estado amorfo

Drusas, geodes, estalactites, estalagmites. Formas imitativas. Pseudo-morfoses.

II—Mineralogia física

a) *Propriedades ópticas dos minerais.* Breves noções sobre a propagação da luz nos meios cristalinos. Luz polarizada. Polarizadores e analisadores mais geralmente empregados. Microscópios de luz paralela e de luz convergente. Noção sumária sobre os processos de observação dos caracteres ópticos dos minerais. Classificação dos minerais segundo os seus caracteres ópticos.

Côr, brilho, lustre, diafaneidade, policroísmo, fosforescência e fluorescência

b) Noções sumárias sobre as propriedades térmicas, magnéticas, elétricas dos minerais.

c) Elasticidade, coesão e pureza dos minerais.

d) Fusibilidade, calor específico, peso específico e fratura.

III—Mineralogia química

a) Fórmulas empregadas em Mineralogia para representar a composição química dos minerais.

b) Análise e classificação dos silicatos.

c) Reacções por via seca e por via húmida para o reconhecimento da composição química dos minerais.

IV—Mineralogia especial

a) Classificação dos minerais.

b) Mineralogia descritiva propriamente dita.

1.^a classe—Elementos.

2.^a classe—Sulfuretos e compostos análogos do arsénio e do antimónio.

3.^a classe—Óxidos e hidróxidos.

4.^a classe—Sais haloides.

5.^a classe—Carbonatos, nitratos e manganitos.

6.^a classe—Sulfatos, cromatos, tungstatos e uranatos.

7.^a classe—Boratos, aluminatos, e ferritos.

8.^a classe—Fosfatos e compostos análogos do arsénio e do antimónio.

9.^a classe—Silicatos, titanatos, zirconatos, toratos.

Geologia

Definição de Geologia; métodos geológicos e sua aplicação.
Divisão da Geologia. — Dados gerais sobre a figura, dimensões e densidade da Terra.

Distribuição dos continentes e oceanos; relêvo da superfície terrestre, sua distribuição.

Geodinâmica externa. — Acção da atmosfera, das águas correntes e das águas subterrâneas, das águas do mar, e dos gelos.

Acção química das águas.

Acção dos organismos terrestres e marinhos.

Geodinâmica interna. — Fenómenos vulcânicos; génese das montanhas vulcânicas. Nascentes termais. Deformações e deslocamentos da crosta terrestre. Geo-sinclinaes, geo-anticlinaes; áreas continentais. Diferentes tipos de plicaturas. Falhas.

Petrografia. — Classificação das rochas. Rochas maciças, rochas estratificadas e rochas mixtas.

Rochas maciças; sua classificação e descrição.

Rochas estratificadas, sua descrição.

Rochas mixtas, sua descrição.

Geologia estratigráfica. — Classificação cronológica dos terrenos sedimentares. Método estratigráfico e paleontológico.

Terrenos arcaicos: Sua divisão. Arcaico e precâmbrico em Portugal e Colónias.

Terrenos primários, sua divisão.

Terrenos silúricos, devónicos e permo-carbónicos, sistemas silúrico, devónico e permo-carbónico em Portugal e Colónias.

Terrenos secundários, sua divisão.

Terrenos triássicos, jurássicos, e cretácicos. Sistemas triássico, jurássico e cretácico em Portugal e colónias.

Terrenos terciários; sua divisão. Terrenos terciários em Portugal e Colónias.

Terrenos quaternários.

Orografia tectónica. — Cadeias de montanhas da Península ibérica. Carta hipsométrica de Portugal.

Sismologia. — Tremores de terra; suas causas prováveis. Principais tremores de terra em Portugal; seus efeitos.

PRÁTICA

Mineralogia

O objecto principal dêste ensino prático é o de familiarizar os alunos com os minerais mais úteis e mais frequentes, de modo a habituarem-se a distingui-los pelos seus aspectos e pelas suas propriedades físicas.

Os minerais escolhidos para estes exercícios práticos são:

- 1.º Os que entram na constituição das rochas;
- 2.º Os que se empregam na metalurgia e noutras indústrias;
- 3.º Os que oferecem interêsse cristalográfico.

Repetir-se-á, por isso, à vista dos respectivos exemplares, a descrição destes minerais já feita na parte teórica; e ao mesmo tempo ir-se-ão fazendo as operações necessárias para a apreciação dos respectivos caracteres.

Os caracteres cristalográficos só começarão no emtanto a ser examinados, quando na parte teórica já se tenham explicado as noções, que é necessário conhecer para se poder fazer êsse exame com proveito.

Os exercícios práticos serão pois os seguintes:

Aplicação da escala de Mohs; descrição dos respectivos minerais.

Determinação do pêsso específico, da fusibilidade, do lascado.

Ensaio ao maçarico.

Ensaio por via húmida.

Descrição dos seguintes minerais, em que deve indicar-se: o nome, a composição química, o sistema cristalino, o lascado, a fractura, a tenacidade, a dureza, o pêsso específico, o brilho, a diafaneidade, a côr, a risca, os usos e o modo de jazida.

Elementos: Diamante, Grafite, Enxôfre, Bismuto, Arsénio, Prata, Ouro, Mercúrio e Cobre.

Sulfuretos: Compostos análogos de Arsénio e Antimónio: Rosalgar, Ouropimento, Molibdenite, Antimonite, Galenite, Argentite, Calcotite, Cinábrio, Esfalerite, Pirrotite, Niquelite, Pirite, Cobaltite, Esmaltite, Marcassite, Arsenopirite, Calcopirite, Pirargirite, Tetraedrite.

Óxidos e hidróxidos.—Quartzo e suas variedades. Silex. Calcedónia e variedades, Opala, Zircão, Rútulo, Anatase, Cassiterite, Brooquite, Pirolusite, Cuprite, Corindon, Hematite, Ilmenite, Limonite.

Sais haloides.—Halite, Fluorite, Criolite.

Sais oxigenados.—Boracite.

Carbonatos. Calcite, Dolomite, Siderite, Magnesite, Smithsonite, Rodocrosite, Aragonite, Viterite, Estroncianite, Cerusite, Malaquite, Azurite.

Sulfatos.—Anidrite, Baritite, Celestite, Gêsso.

Tungstatos. Schéelite, Volframite, Uraninite.

Fosfatos.—Apatite, Fosforite, Piromorfite, Torbernite—Autunite.

Silicatos.—Andalusite, Silimanite, Topazio, Staurólito, Turmalina, Epidoto, Vesuvianite, Granada, Cordierite, Berilo, Olivina, Calamina, Dioptase, Piroxenes, (Enstatite, *Hiperstene*, Diopside, Augite, Aegirina), Anfiboles (Actinolite, Hornblenda, *Riebeckite*. — Nefelina, Leucite.—Feldspatos (Ortoclase, Microclina, Albite, Oligoclase, Labradorite, Anortite).—Analcima, Natrolite, Heulandite.

Micas (Biotite, Muscovite, Lepidolite).—Clorite.—Serpentina. Talco.—Kaolino.—Succinite.—Asfalto.—Antracite.—Hulha. Linhite.—Turfa.

Prática de cristalografia.

Medição dos ângulos dos cristais.

Exame dos modêlos de vidro e de madeira das formas simples e compostas pertencentes aos diferentes sistemas cristalinos.

Exame dos cristais.

Geología

Estudo microscópico dos minerais principais das rochas

Estudo macroscópico das rochas eruptivas.

Estudo microscópico da família dos granitos.

Estudo microscópico da família das sienites e da das sienites nefelínicas.

Estudo microscópico da família das diorites e da das diorites quartzíferas.

Estudo microscópico da família dos gabros.

Estudo macroscópico das rochas sedimentares.

Estudo macroscópico das rochas metamórficas.

Rochas do Arcaico e do Precâmbrico.

Rochas e fósseis principais do Câmbrico.

Rochas e fósseis principais do Silúrico.

Rochas e fósseis principais do Devónico e Permo-Carbónico.

Rochas e fósseis principais do Triássico e Jurássico.

Rochas e fósseis principais do Cretácico.

Rochas e fósseis principais do Numulítico.

Rochas e fósseis principais do Neogénico.

Visitas

Visita ao Museu da Comissão do Serviço Geológico para o estudo das colecções geológicas e mineralógicas de Portugal e Colónias.

Excursões nos arredores de Lisboa

Estudo das rochas eruptivas e do metamorfismo de contacto.—Serra de Sintra.

Estudo do Neocomiano, Neojurássico e Lusitaniano metamórfico. Fenómenos de erosão marina e eoliana. Diques.—Cascaes à Ponta da Abelheira (junto à Serra de Sintra).

Estudo do Cenomaniano e do Turoniano. Neckes e manto basáltico.—Vale de Alcântara, Tapada da Ajuda, Fornos de El-rei.

Estudo do Miocénico marino.—Lisboa oriental, Vale de Chelas, Braço de Prata.

Curso de Cristalografia

Introdução

Hipótese fundamental sôbre a constituição molecular da matéria.—Textura.—Relação necessária entre a forma própria dum corpo e a sua textura.—Previsão teórica da possibilidade de diversos modos de textura, processos de observação e de experiência para verificar o grau de plausibilidade desta previsão teórica.—Distinção entre propriedades vectoriais e propriedades escalares.

As propriedades vectoriais como as mais adequadas para indicar os modos possíveis de textura da matéria.

Estado amorfo e estado cristalino.—Estado cristalino perfeito: primeira noção de cristal; indivíduo cristalino.—Estados intermediários ao amorfo e ao cristalino perfeito, agregados cristalinos.

Processos de cristalização. Formação de cristais isolados, de agrupamentos de cristais, de agregados cristalinos.

Agrupamentos regulares e irregulares de cristais.—Textura regular e textura irregular. Aparente homogeneidade dos corpos amorfos; causas que a determinam.—Valor mé-

dio de cada propriedade vectorial num corpo amorfo; constância dêsse valor em todas as direcções.

Formas regulares e formas irregulares.

Cristalografia.—Definição da matéria cristalizada. Propriedades que a distinguem da matéria amorfa. Propriedades vectoriais contínuas e descontínuas.

Definição de cristal.—Lei geral da textura num cristal.—Factos em que se fundamenta.

Lascado: planos de lascado; sólidos de lascado.

Teorias de Haüy, Bravais, Soucke, Schoenflies e Friedel sobre a textura dos cristais.

Divisão da cristalografia em cristalografia geométrica e cristalografia física (1).

Divisão da cristalografia geométrica em cristalografia geométrica geral, cristalografia geométrica especial ou descritiva e cristalografia geométrica aplicada.

I.—Cristalografia geométrica geral

A.)—Leis fundamentais

a) *Convexidade do poliedro* constitutivo da forma dum cristal.

Regra de Euler sobre a relação entre o número de faces, o número de vértices e o número de arestas dum poliedro.

b) *Lei da constância dos ângulos*.—Faces homólogas e heterólogas.—Homologia geométrica e homologia cristalográfica.—Arestas possíveis.

Medição dos ângulos dos cristais.—Goniómetros: de aplicação e de rotação; divisão destes últimos em goniómetros de reflexão e de contacto.—Goniómetros de reflexão de eixo horizontal e de eixo vertical.

Vantagens dos goniómetros de reflexão.

(1) Sendo impossível num curso semestral estudar-se com o devido desenvolvimento a cristalografia física e geométrica, apenas se tratará da geométrica neste curso, devendo o estudo da cristalografia física fazer-se na parte do curso anual de mineralogia, que se ocupa da mineralogia física. A preferência dada à cristalografia geométrica justifica-se por serem absolutamente especiais de matérias cristalizadas, essas propriedades sectoriais descontínuas, consistindo em terem certas e determinadas direcções as faces limitantes dos cristais bem como os planos do lascado; ao passo que as propriedades sectoriais contínuas pertencem a toda a matéria anisótropa, amorfa ou cristalina.

Causas de erro na medição dos ângulos. Processos de observação e disposições instrumentais para as atenuar.

c) Lei das truncaturas racionais ou da racionalidade dos coeficientes ou dos índices.—Lei das zonas.

1. Elementos por que em cristalografia se define a direcção duma face em relação a um sistema de eixos coordenados.—Faces elementares; faces de referência; face fundamental ou face unidade; unidades paramétricas ou axiais; parâmetros, coeficientes, índices.

Enunciado da lei da racionalidade. Faces possíveis.

Série cristalina; respectivas constantes geométricas, sua determinação.

2. Zona, eixo de zona, faces tautozonais. Características dum eixo de zona, sua determinação.

Equação de condição da tautozonalidade. Determinar os valores dos índices duma face sendo conhecidos os valores das características dos eixos de duas zonas a que essa face pertença.

Enunciado da lei das zonas.

Demonstrar a equivalência entre a lei das zonas e a lei da racionalidade.

3. Determinação das faces possíveis numa série cristalina, tanto pela aplicação da lei das zonas, como pela aplicação da lei da racionalidade.

d) Leis de simetria.

1. Simetria dos poliedros em geral.—Definição de simetria. Operações de simetria: rotação, espelhamento, inversão.—Simetria simples e simetria composta ou alternante.

Elementos de simetria: centro, eixos, planos de simetria. Graus de simetria dos eixos. Equivalência do centro de simetria a um eixo binário alternante.—Teoremas gerais sobre as mútuas relações dos elementos de simetria.

2. Simetria dos cristais.—Como deve entender-se a simetria geométrica dos cristais em vista da lei da constância dos ângulos, diferença entre as condições desta simetria e as da simetria dos poliedros em geral.

Restrições resultantes da lei da racionalidade ou das zonas para o número, a qualidade e os modos de combinação dos elementos de simetria possíveis nas formas cristalinas.

Modos possíveis de simetria nos cristais.

Divisão das formas cristalinas segundo os respectivos modos de simetria em trinta e duas classes. Elementos de simetria de cada classe.

Simetria cristalográfica ou real; e simetria simplesmente

geométrica ou aparente. Processos para a determinação da verdadeira simetria dum cristal.—Figuras de corrosão.

Formas simples e formas compostas ou combinações.

Regras gerais para a construção duma forma simples, conhecidos os respectivos elementos de simetria e a posição duma qualquer das faces.

Face determinante.

Formas dominantes nas combinações. Lei de simetria das combinações.—Truncaturas.

Formas fechadas ou finitas, e formas abertas ou indefinidas.

Classificação e nomenclatura das formas abertas.

Princípios gerais da nomenclatura das formas fechadas.

3. Divisão das formas cristalinas em 6 sistemas.

Condições a que tem de satisfazer um sistema de eixos coordenados em cristalografia.

Sistema de eixos cristalográficos; sistemas análogos.

Classes de simetria a cujas formas são adaptáveis sistemas de eixos cristalográficos idênticos ou análogos. Reunião dessas classes num sistema cristalino. Definição de sistema cristalino.

Distribuição das 32 classes de simetria por 6 sistemas cristalinos. Sistema de eixos cristalográficos de cada um desses sistemas cristalinos; respectivas constantes geométricas.

Formas holoédricas e meroédricas; divisão das últimas em hemiédricas, tetartoédricas e ogdoédricas.

Forma fundamental e forma primitiva.

Regras gerais para a derivação dos diversos géneros de formas simples de cada um dos seis sistemas; tanto por meio das operações de simetria, como pelo processo das truncaturas.

B) Agrupamentos regulares de cristais

Agrupamentos em posição paralela e em posição não paralela ou *geminacões*. Diferença nas condições de textura duns e outros. Diferença entre um cristal e uma geminação que respeita a textura.

Geminacões de contacto e de penetração; divisão das últimas em geminacões de penetração parcial, de incorporação e de cruzamento.

Leis gerais da orientação relativa de dois cristais gémeos; eixos e planos de geminação; face de composição.

Planos e eixos de geminação mais frequentes.

Teorias de Mallard e de Friedel sôbre as geminações. Mimese; cristais miméticos. Cristais polisintéticos. Formas limites. Pseudo-simetria.

C) Notação simbólica das faces e das formas cristalinas

Regras gerais sôbre os métodos de notação de Weiss, Naumann, Dana, Levy e Miller.

D) Representação gráfica das formas cristalinas

Perspectiva cavaleira. Projecção linear ou de Quenstedt. Representação das faces dum cristal pelas posições dos seus polos sôbre uma esfera de projecção.

Projecção estereográfica dos polos.

Projecção gnomónica dos polos.

II—Cristalografia geométrica especial ou descritiva

A) Sistema cúbico

Classes de simetria compreendidas neste sistema. Recordação dos elementos de simetria de cada uma dessas classes; elementos comuns a todas ou a algumas.

Sistema de eixos coordenados ou eixos cristalográficos; constantes geométricas do sistema cúbico.

Fórmulas para o cálculo dos ângulos das faces e das arestas.

Derivação — por meio das operações de simetria e pelo método das truncaturas — descrição, notação simbólica e representação gráfica dos diferentes géneros de formas simples; e exemplos de formas compostas, pertencentes a cada uma das cinco classes dêste sistema, a saber:

1.^a classe — *Hexakisoctoédrica* ou *holoédrica*.

2.^a classe — *Hexakistetraédrica* ou *hemiedria tetraédrica*.

3.^a classe — *Diakisdodecaédrica* ou da *hemiedria dodecaédrica* ou *pentagonal*.

4.^a classe — *Icositetraédrica pentagonal* ou da *hemiedria giroédrica* ou *holoaxe*.

5.^a classe — *Dodecaédrica pentagonal tetraédrica* ou da *tétartoedria*.

Leis de geminação dos respectivos cristais.

B) Sistema hexagonal

Classes de simetria compreendidas neste sistema.
Recordação dos elementos de simetria de cada uma dessas classes.

Elementos comuns a todas ou a algumas.

Sistema de eixos coordenados; constantes geométricas.

Fórmulas para o cálculo dos ângulos das faces e das arestas.

Divisão do sistema hexagonal em 3 secções, a saber:

1.^a secção: formas com um eixo senário de simetria simples, compreendendo as 5 seguintes classes:

6.^a classe — *Bipiramidal dihexagonal ou holoédrica*;

7.^a classe — *Piramidal dihexagonal ou da hemiedria hemimórfica*;

8.^a classe — *Trapezoédrica hexagonal ou da hemiedria trapezoédrica ou holoaxe*;

9.^a classe — *Bipiramidal hexagonal ou da hemiedria piramidal*;

10.^a classe — *Piramidal hexagonal ou da primeira tètartoedria hemimórfica*;

2.^a secção: formas com um eixo ternário de simetria simples, e em que é de simetria o plano perpendicular a êsse eixo, compreendendo as duas seguintes classes:

11.^a classe — *Bipiramidal ditrigonal ou da hemiedria trigonal*;

3.^a secção; formas com um eixo ternário de simetria simples, não sendo de simetria o plano perpendicular a êsse eixo, compreendendo as 5 classes seguintes:

12.^a classe — *Bipiramidal trigonal ou da tètartoedria trigonal*;

13.^a classe — *Escalenoédrica ditrigonal ou da hemiedria romboédrica*;

14.^a classe — *Piramidal ditrigonal ou da segunda tètartoedria hemimórfica*;

15.^a classe — *Trapezoédrica trigonal ou da tètartoedria trapezoédrica*;

16.^a classe — *Romboédrica ou da tètartoedria romboédrica*;

17.^a classe — *Piramidal trigonal ou da ogdoedria*.

Derivação, descrição, notação simbólica e representação gráfica dos diferentes gêneros de formas simples e exemplos de formas compostas pertencentes a cada uma destas 12 classes do sistema hexagonal; leis de geminação dos respectivos cristais.

A 3.^a secção do sistema hexagonal considerada como um sistema cristalino — o sistema romboédrico ou ternário.

Sistemas de eixos coordenados: de três eixos, de quatro eixos.

Fórmulas de transformação para a passagem das coordenadas dum destes sistemas para as do outro.

Cálculo dos ângulos das faces e das arestas segundo se adopta um ou outro destes sistemas.

C) Sistema tetragonal

Classes de simetria compreendidas neste sistema. Recordação dos elementos de simetria de cada uma dessas classes: elementos comuns a duas ou mais classes.

Sistema de eixos coordenados; constantes geométricas.

Fórmulas para o cálculo dos ângulos das faces e das arestas.

Divisão do sistema tetragonal em duas secções, a saber:

1.^a secção: formas com um eixo quaternário de simetria simples, compreendendo as 5 classes seguintes:

18.^a classe — *Bipiramidal ditetragonal* ou *holoédrica*;

19.^a classe — *Piramidal ditetragonal* ou *da hemiedria hemimórfica*;

20.^a classe — *Trapezoédrica tetragonal* ou *da hemiedria trapezoédrica* ou *holoaxe*;

21.^a classe — *Bipiramidal tetragonal* ou *da hemiedria piramidal*;

22.^a classe — *Piramidal tetragonal* ou *da tètartoedria hemimórfica*;

2.^a secção: formas com um eixo quaternário de simetria alternante, compreendendo as duas seguintes classes:

23.^a classe — *Escalenoédrica didigonal* ou *da hemiedria esfenoidica*;

24.^a classe — *Biesfenoidica tètagonal* ou *da tètartoedria esfenoidica*.

Derivação, descrição, notação simbólica e representação gráfica dos diferentes géneros de formas simples, e exemplos de formas compostas, pertencentes a cada uma destas sete classes do sistema tetragonal; leis de geminação dos respectivos cristais.

D) Sistema rômbico

Classes de simetria compreendidas neste sistema; recordação dos elementos de simetria de cada uma dessas classes; elementos comuns a duas ou mais classes.

Sistema de eixos coordenados; constantes geométricas.

Fórmulas para o cálculo dos ângulos das faces e das arestas.

Derivação, descrição, notação simbólica e representação gráfica dos diferentes géneros de formas simples, e exemplos de formas compostas, pertencentes a cada uma das três classes compreendidas neste sistema, a saber:

25.^a classe — *Bipiramidal rômica* ou *holoédrica*;

26.^a classe — *Biesfenoidica rômica* ou *hemiédrica*;

27.^a classe — *Piramidal rômica* ou *hemimórfica*.

Leis de geminação dos respectivos cristais.

E) Sistema monoclinico

Classes de simetria compreendidas neste sistema. Recordação dos elementos de simetria de cada uma dessas classes. Elementos comuns a duas classes.

Sistema de eixos coordenados; constantes geométricas.

Fórmulas para o cálculo dos ângulos das faces e das arestas.

Derivação, descrição, notação simbólica e representação gráfica dos diferentes géneros de formas simples e exemplos de formas compostas, pertencentes a cada uma das três classes compreendidas neste sistema, a saber:

28.^a classe — *Prismática* ou *holoédrica*;

29.^a classe — *Esfenoidica* ou *hemimórfica*;

30.^a classe — *Domática* ou *hemiédrica*;

Leis de geminação dos respectivos cristais.

F) Sistema triclinico

Classes de simetria compreendidas neste sistema. Recordação dos elementos de simetria de cada uma dessas classes.

Sistema de eixos coordenados; constantes geométricas.

Fórmulas para o cálculo dos ângulos das faces e das arestas.

Derivação, descrição, notação simbólica e representação gráfica dos diferentes géneros de formas simples e exemplos de formas compostas, pertencentes a cada uma das duas classes compreendidas neste sistema, a saber:

31.^a classe — *Pinacoidal* ou *holoédrica*;

32.^a classe — *Assimétrica* ou *hemiédrica*.

Leis de geminação dos respectivos cristais.

III—Cristalografia geométrica aplicada, ou determinação geométrica dos cristais

- a) Enumeração da série de operações a executar para a determinação geométrica dum cristal.
- b) Determinação da classe de simetria.
- c) Determinação das constantes geométricas do respectivo sistema cristalino.—Medidas goniométricas.—Projecção estereográfica.—Cálculo trigonométrico.
- d) Determinação dos índices das formas simples dum cristal, tendo-se previamente determinado os valores dos ângulos das suas faces.
- e) Resolução do problema inverso; dados os índices das faces calcular os valores dos ângulos diedros.
- f) Aplicação das regras gerais a cada um dos seis sistemas cristalinos.
- g) Discussão das constantes geométricas calculadas.

Parte prática

Medição de ângulos com os goniómetros de aplicação e de reflexão.

Exame dos modelos de vidro e de madeira das formas das diferentes classes de cada sistema cristalino. Desenho aproximado e à simples vista desses modelos colocados em posições diversas.

Exame de cristais com o fim de se determinar, dum modo aproximado, os géneros de formas simples de que se compõe cada um deles.

Exercícios sôbre a determinação do sistema cristalino e da verdadeira simetria dum cristal.

Determinação geométrica de cristais de cada uma das trinta e duas classes de simetria, e sua representação por meio da projecção estereográfica.

Resolução de problemas de cristalografia.

Curso de Mineralogia e Petrografia

Mineralogia

Introdução

Mineralogia, sua divisão em Mineralogia geral e Mineralogia especial ou descritiva.

Divisão da Mineralogia geral em Morfologia, Mineralogia física e Mineralogia química.

Minerogenia.—Tópica, Paragénese.

I - Morfologia

Noções preliminares.—Textura dos minerais.—Estado amorfo e estado cristalino.—Processos de cristalização.—Cristal.—Formas regulares e formas irregulares.—Divisão da Morfologia.

A) Cristalografia

a) *Noções preliminares.*—Lei geral da textura dos cristais; factos em que se fundamenta.—Lascado dos cristais.

Noções sumárias das mais conhecidas teorias sobre a textura dos cristais.

Divisão da Cristalografia.

b) *Leis fundamentais de cristalografia geométrica.*—1. *Convexidade da forma poliédrica dum cristal.*

2. *Lei da constância dos ângulos*, suas consequências. Goniómetros.

3. *Lei das truncaturas racionais, lei das zonas* e suas consequências.

4. *Leis de simetria.*—Operações e elementos de simetria. Modos possíveis de simetria nos cristais.—Divisão das formas cristalinas segundo o seu modo de simetria. Formas simples e formas compostas; forma dominante; truncaturas; lei de simetria das formas compostas.

Sistema cristalino.—Divisão das formas cristalinas em 6 sistemas.—Formas holoédricas e meroédricas.—Forma fundamental e forma primitiva.

c) *Sistemas de notação simbólica e de representação gráfica das formas cristalinas.*—Notações de Naumann, de Miller e de Bravais-Miller.

Perspectiva cavaleira e perspectiva estereográfica.

d) *Sistemas cristalinos.*—Caracteres gerais, eixos crista-

lográficos, constantes geométricas e número de classes de simetria de cada um dos 6 sistemas cristalinos.

Gêneros de formas simples e exemplos de formas compostas pertencentes a cada uma das classes compreendidas em cada sistema.

e) Agrupamentos regulares de cristais.—Agrupamentos em posição paralela, e gemações.

Modos de junção dos cristais geminados; leis da orientação relativa dos respectivos cristais. Eixos e planos de gemação.

Mimese. Cristais miméticos. Cristais polisintéticos.

f) Noções gerais sôbre os processos empregados para a determinação geométrica dum cristal.

g) Imperfeições dos cristais.

B) Morfologia dos agrupamentos irregulares de cristais, dos agregados cristalinos, e dos minerais no estado amorfo

a) Grupos de cristais. Drusas, geodes, estalactites e estalagmites.

b) Agregados cristalinos.

c) Minerais no estado amorfo.

d) Pseudomorfoses.

II—Mineralogia física

Noções preliminares.—Relações das propriedades físicas entre si e com as propriedades morfológicas.

Divisão das propriedades físicas em propriedades vectoriais e escalares.

A) Propriedades vectoriais

a) Propriedades ópticas.—1. Resumo das noções fundamentais da teoria das ondulações e propagação das vibrações luminosas. Comprimento de onda; superfície de onda.

Princípio de Huyghens. Interferências. Luz natural e luz polarizada. Minerais isótropos e minerais anisótropos.

2. *Transmissão da luz nos meios isótropos.*—Refracção; índices de refração.

3. *Refracção dupla.*—Resumo da teoria de Fresnel. Elipsóide inverso. Elipsóides correspondentes aos diferentes sistemas cristalinos. Cristais birrefringentes uni-axiais e bi-axiais.

4. *Cristais birrefringentes uni-axiais.*—Elipsóide inverso;

superfície de onda; eixo óptico; raios ordinários e extraordinários; respectivas condições de polarização.

Índices principais de refração; sinal óptico.

5. *Cristais bi-axiais*.—Elipsóide inverso; superfície de onda. Eixos de refração cônica interna, e de refração cônica externa.

Polarização dos raios refractos. Índices principais de refração. Sinal óptico.

6. *Instrumentos e processos para o exame das propriedades ópticas*.—Polarizadores e analisadores. Microscópios de luz paralela e de luz convergente.

Extinção das lâminas cristalinas; direcções de extinção. Fenómenos de interferência observados em lâminas de cristais birrefringentes, ao microscópio de luz paralela e ao de luz convergente.

Polarização cromática.

7. Classificação dos minerais segundo as suas propriedades ópticas. Comparação desta classificação com a que se funda nos caracteres morfológicos.

8. Polarização rotatória.

9. Determinação das constantes ópticas duma espécie mineral.

10. Anomalias ópticas.

11. Propriedades ópticas das gemações e dos cristais pseudo-simétricos.

12. *Reflexão e absorção da luz*.—Côres essenciais e acidentais. Lustre e brilho. Diafanidade. Policróismo; lupa de Haidinger. Fosforescência e fluorescência.

b) *Propriedades térmicas (em parte 1)*.—1. Refração. Minerais calorificamente uni e birrefringentes. Relações entre a refração calorífica e a refração luminosa.

2. Condutibilidade calorífica. Curvas térmicas.

3. Dilatabilidade. Coeficientes de dilatação tanto nos minerais unirrefringentes como nos birrefringentes; sua determinação experimental. Influência da acção do calor sobre o modo de simetria e sobre as propriedades ópticas dos cristais.

c) *Propriedades magnéticas e eléctricas*.—1. Minerais diamagnéticos e paramagnéticos. Relação entre as proprieda-

(1) As propriedades térmicas não vectoriais estão incluídas na parte do programa relativa às propriedades escalares.

des magnéticas e as propriedades ópticas, térmicas e morfológicas.

2. Condutibilidade eléctrica. Relação entre a condutibilidade eléctrica e a condutibilidade calorífica.

Termo-electricidade.

Minerais di-eléctricos. Polarização di-eléctrica. Constantes de di-electricidade; sua relação com as constantes ópticas.

d) Deformações homogéneas dos cristais. Elipsóides de deformação; sua relação com os elipsóides ópticos, térmicos, eléctricos e magnéticos, e com os caracteres morfológicos.

e) Elasticidade. Coesão. Lascado.

f) *Electricidade polar. Piroelectricidade. Piezo-electricidade.* Relação destas propriedades com as já estudadas.

g) *Dureza.* Escala de Mohs. Esclerómetros. Curvas de dureza. Relação entre a dureza e o lascado.

h) Planos de separação e de escorregamento. Figuras de corrosão. (1)

B) Propriedades escalares

Pêso específico. Fusibilidade. Calor específico. Fractura.

III—Mineralogia química

a) Elementos que entram na composição química dos minerais. Fórmulas empregadas em mineralogia. Nomenclatura mineralógica.

b) Relação entre a composição química e as propriedades morfológicas e físicas.

1. Polimorfismo ou heteromorfismo.

2. Morfotropia. Volumes equivalentes. Parâmetros tópicos.

3. Isomorfismo.

c) Análise e classificação dos silicatos.

d) Reacções, por via sêca e por via húmida, para o reconhecimento da composição química dos minerais. Análise micro-química.

(1) Aqui far-se-há a recapitulação das noções já estudadas sobre a corrosão dos cristais, porque, embora esta corrosão seja devida a acções químicas, pode considerar-se como correspondendo a uma propriedade vectorial de maior importância para o reconhecimento da verdadeira simetria dum cristal.

IV—Minerogenia—Tópica e Paragénese dos minerais

Breves noções sôbre os modos possíveis de génese dos minerais, sôbre as condições da sua jazida na crusta terrestre, e sôbre as suas mais freqüentes associações naturais.

V—Mineralogia especial ou descritiva

a) *Noções preliminares.*—Espécie, variedade, indivíduo. Determinação específica dum mineral.

b) *Classificação dos minerais.*—Crítica dos diversos sistemas de classificação. Sistema adoptado no curso. (Sistema de Groth).

c) Mineralogia descritiva propriamente dita.

1.^a classe. Elementos ou corpos simples.

2.^a classe. Sulfuretos, Arsenietos, Antimonietos e compostos análogos de Selénio, Telúrio e Bismuto.

3.^a classe. Óxidos e Hidróxidos.

4.^a classe. Sais haloídes.

5.^a classe. Nitratos, Iodatos, Carbonatos, Selenitos, Manganitos e Plumbitos.

6.^a classe. Sulfatos, Cromatos, Molibdatos, Tungstos e Uranatos.

7.^a classe. Boratos, Aluminatos, Ferritos, Arsenitos e Antimonitos.

8.^a classe. Fosfatos, Arseniats, Antimoniats, Vanadatos, Niobatos e Tantalatos.

9.^a classe. Silicatos, Titanatos, Zirconatos, Toratos e Estanatos.

10.^a classe. Combinações orgânicas.

Nota.—A descrição dos minerais compreendidos nestas classes repetir-se-á com a devida minúcia na parte prática do curso, à vista dos respectivos exemplares.

Petrografia

a) Petrografia; sua divisão em Petrografia geral e Petrografia especial.

b) *Petrografia geral.*

Composição química e mineralógica das rochas.

Minerais essenciais e acessórios.—(Recapitulação do estudo destes minerais feito na Mineralogia descritiva, com insistência no que respeita aos seus caracteres ópticos e aos respectivos processos de exame).

Minerais antigéneos e alogéneos, primários e secundários. Rochas simples e rochas compostas.

Generalidades sôbre a textura das rochas.—Rochas cristalinas ou vitreas; e rochas clásticas ou fragmentares.

Divisão fundamental das rochas: rochas eruptivas; rochas sedimentares, e xistos cristalinos ou rochas cristalofilinas.—Respectivos caracteres gerais e mutuamente diferenciais.

Noções gerais sôbre a composição das rochas eruptivas e sôbre as diversas modalidades da sua textura.

Principais tipos de textura das rochas eruptivas.

Principais tipos de textura das rochas clásticas ou fragmentares.

Generalidades sôbre a textura das rochas cristalofilinas.

Processos de exame das rochas.—Exame macroscópico.

Processos químicos, mecânicos e físicos.

Estudo especial dos processos de análise micro-química e dos processos ópticos.

Métodos de notação litológica.

c) Classificação das rochas em geral.

d) *Petrografia especial*.—Classificação e descrição das rochas eruptivas.

Classificação e descrição das rochas sedimentares.

Descrição das rochas cristalofilinas (1).

PRÁTICA

Na parte prática faz-se-á, à vista dos correspondentes exemplares, a descrição detalhada dos minerais constantes do programa da parte teórica, ao mesmo tempo que se irão executando as operações necessárias para a apreciação dos respectivos caracteres.—O exame dos caracteres cristalográficos e dos caracteres ópticos só começará, no entanto, a fazer-se quando na parte teórica do curso já se houver ministrado aos alunos as noções de cristalografia e de óptica, cujo conhecimento lhes é absolutamente indispensável para poderem proceder com proveito a essa apreciação.

Nesta conformidade a parte prática constará dos seguintes exercícios:

Sôbre a aplicação da escala de Mohs à determinação da

(1) O estudo da petrografia repete-se e desenvolve-se no curso de geologia.

dureza dos minerais.—Descrição dos minerais que constituem a escala de Mohs.

Sôbre a determinação do pêsso específico.

Sôbre o lascado.

Sôbre a fusibilidade.

Ensaio ao massarico.

Ensaio por via húmida.

Descrição dos seguintes minerais (indicando-se no que respeita aos caracteres morfológicos apenas o sistema cristalino, e no que respeita aos caracteres ópticos apenas se são monorefringentes ou birrefringentes, a um eixo ou a dois eixos).

1.^a Classe.—Elementos: Diamante, Grafite, Carvões fósseis, Enxôfre, Arsénio, Antimónio, Bismuto, Platina, Ouro, Cobre, Prata e Mercúrio.

2.^a Classe — *Sulfuretos, arsenietos*, etc. (vide parte teórica).

a) *De metaloides*: Rosalgar, Ouropimento, Antimonite, Bismutite e Molibdenite.

b) *De metais (grupo isodimórfico)*: Blenda, Vurtzite, Pirrotite, Milerite, Niquelite.

Grupo da Pirite: Pirite, Cobaltite, Esmaltite e Cloantite; — Marcassite, Arsenopirite.

Grupo da Galenite: Galenite, Argentite, Calcocite, Acantite.

Grupo da Clnabarite: Metacinabarite, Cinabarite, Covellite.

c) *Sulfossais*.—Bornite, Calcopirite, Pirargirite, Proustite, Burnonite, Tetraèdrite, Polibasite, Poliargirite.

3.^a Classe.—*Óxidos e hidróxidos*.

Óxidos.—Quartzo, Quartzina e suas variedades (Calcedónia, Ágata, Jaspes, Silex, etc.,) Tridimite, Brooquite, Anatase, Rútilo, Cassiterite, Zircão, Polianite, Pirolusite, Corindon, Hematite, Massicote, Cuprite.

Hidróxidos.—Opala, Hidrargilite, Bauxite, Diáspore, Acerdese, Goetite, Limonite, Brucite, Mangano-brucite, Ferro-brucite.

4.^a Classe.—*Sais haloides*: Silvina, Sal amoníaco, Halite, Cerargirite, Embolite, Bromargirite, Iodobromite, Fluorite, Criolite, Atacamite.

5.^a Classe.—*Nitratos, Iodatos, Carbonatos, Selenitos, Manganitos e Plumbitos*: Nitro ou Salitre, Calcite, Dolomite, Anquerite, Magnesite, Smitsonite, Siderite, Dialogite, Aragonite, Viterite, Estroncianite, Cerusite, Malaquite, Azurite, Natrão, Gailussite;—Braunite, Haussmanite, Minio, Psilomelane.

6.^a Classe.—*Sulfatos, Cromatos, Molibdatos, Tungstatos, Uranatos*: Glauberite, Anidrite, Baritite, Baritocelstite, Celstite, Anglesite;—Vulfenite, Schéelite;—Volframite;—Uraninite;—Alunite;—Gêso, Epsomite, Aluminite;—Alumen.

7.^a Classe.—*Boratos, Aluminatos, Ferritos*, etc.

Espinela, Ceilanite, Picotite, Ganite, Franklinite, Cromite, Manganoespinela, Magnésioferrite, Magnetite, Crisoberilo, Boracite;—Bórax.

8.^a Classe.—*Fosfatos, Arseniados, Antimoniados, Vanadatos*, etc.

Monazite, Tantalite, Niobite;—Apatite, Fosforite, Piro-morfite, Vanadinite;—Vivianite, Turquesa, Autunite, Torber-nite.

9.^a Classe.—*Silicatos, Titanatos*, etc., (vide programa da parte teórica).

Polissilicatos: Feldspatos: Ortose, Ortose sódica, Hialofane;—Microclina, Microclina sódica, Albite, Oligoclase, Andesite, Labradorite, Anortite.

Grupo da Titanite: Titanite.

Melassilicatos: Perowskite, Ilmenite.

Píroxenes: (Enstatite, Bronzite, Híperstene, Diopside, Hedenbergite, Augite, Aegirina, Trifane, Volastonite, Rodonite.)

Amfiboles: (Antofilita;—Tremolite, Actinolite, Hornblenda, Glaucofane, Riebeckite).

Leucite;—Berilo.

Silicatos intermediários: Nefelite, Sodalite, Noseana, Haüy-na, Lasurite;—Cordierite, Melilite.

Ortossilicatos: Peridoto;—Fenasite, Vilemite.

Granadas: Grossulária, Essonite, Melanite, Uvarovite, Almandite; Pírope.

Dioptase, Crisocola;—Prenite;—Axinite.

Micas: Biotite, Flogopite, Lepidolite, Muscovite, Paragonite.

Clorites: Amesite, Ripidolite, Clinoclase, Serpentina.

Talco, Esteatite.

Caolinite, Pirofilita.

Silicatos básicos: Estaurólito, Calamina, Andalusite, Sili-manite, Distene, Topásio, Turmalina, Condrodite, Humite, Epidoto, Vesuvianite.

Silicatos hidratados: Thomsonite;—Natrolite, Mesolite, Escolosite;—Analcima;—Apo-filita, Heulandite, Brewsterite;—Desmina, Filipsite, Harmotomo, Chabasite.

Combinações hidratadas de silicatos com carbonatos, sul-fatos e uranatos.—Uranolite.

Silicatos hidratados amorfos.—Alofane.

10.^a Classe. — *Combinações orgânicas:* Succinite, Asfalto, Carvões fósseis.

Prática de cristalografia.

Medição de ângulos com os goniómetros de aplicação e de reflexão.

Exame dos modelos de vidro e de madeira das formas das diferentes classes de cada sistema cristalino.

Determinação da forma de cristais naturais e sua projecção estereográfica.

Exame dos caracteres ópticos de minerais aos microscópios de luz paralela e de luz convergente.

Determinação específica de minerais.

Exame de rochas ao microscópio de luz paralela.

Curso de Geografia física

I—Física do globo

Posição da terra no espaço. Leis de Kepler e de Newton. Atracção universal. Massa da terra, sua densidade média. Movimentos de translação e rotação, suas conseqüências.

Forma e dimensões da terra. Métodos geodésicos e sua história. Medidas das bases. Métodos físicos; determinação do achatamento pelo pêndulo. Anomalias da gravidade. Geóide.

Hipóteses cosmogónicas; a nebulosa solar. Simetria tetraédrica. Oposição diametral dos continentes e dos mares. Torsão do tetraedro; depressão mediterrânea. Calor interno. Constituição do núcleo central. Rigidez da terra.

Magnetismo e electricidade da terra. Declinação e inclinação, polos magnéticos. Correntes telúricas. Auroras polares.

Física do Oceano. — A água do mar, suas constantes físicas e químicas.

Congelamento da água do mar. Movimentos rítmicos do mar. Correntes de marés «Raz». Ondas sísmicas.

Correntes marítimas. Causas e origens.

Gulf-stream. Sua importância e conseqüências.

Física da atmosfera.—Radiação solar. Actinometria.

Estações, desigualdades dos dias e das noites. Importância da inclinação do eixo da terra. Zonas geográficas.

Pressão atmosférica. Isóbaras. Aquecimento equatorial, alísios e contra-alísios. Leis gerais da circulação atmosférica. Ciclones, tufões, trombas.

Humidade. Nuvens, chuva, neve. Repartição das chuvas. Neves perpétuas.

Electricidade atmosférica. Relâmpagos, trovões.

Temperatura. Linhas isotérmicas.

Zona desértica: condições especiais dos desertos.

II—Morfologia terrestre

Distribuição actual das terras e dos mares.—Repartição das grandes profundidades e das fortes altitudes.

Condições gerais do relêvo terrestre. Relêvo dos continentes e do fundo dos mares. Significação das particularidades do seu perfil. Lei geral da dissimetria das linhas de relêvo.

III—Noções práticas da geologia, applicadas à geografia

Estrutura e composição da crusta terrestre.—Caracteres essenciais das principais rochas eruptivas, sedimentares e metamórficas. Princípios de estratigrafia.

Deformações e deslocções da crusta terrestre.—Geosinclinaes, geanticlinaes, áreas continentais. Diferentes tipos de dobramento. Carriagem.

Falhas, flexuras; abatimentos, *horst*.

Influência das simples fracturas, diáclases.

Fenómenos vulcânicos.—Estrutura, formas diversas dos aparelhos vulcânicos. Distribuição geográfica dos vulcões.

Tremores de terra.—Sua ligação com as deslocções da crusta terrestre. Sua influência na topografia.

IV—Geomorfogenia

Condições gerais do modelado da superficie terrestre.—Papel dos agentes exteriores. Evolução das formas topográficas: novas, em plena maturação e velhas. Montanhas de acumulação, de dobramento e de erosão.

Ações dos agentes atmosféricos.—Efeitos da insolação e das grandes variações de temperatura. Efeitos da congelação da água. Influências eolianas. Acção das águas meteóricas. Efeitos mecânicos do escorrimento superficial das águas

das chuvas, acções químicas. Campos de lapiaz. «Terra rossa».

Acções das águas correntes.—Leis da erosão deduzidas da observação das torrentes. Papel regulador do nível da base, marcha regressiva da erosão, estabelecimento do perfil de equilíbrio. Ribeiras, leito maior e menor, meandros. Estabelecimento das rédes hidrográficas. Destruição e aplainamento progressivo das vertentes. Fenómenos de captura. Noção duma evolução hidrográfica. Ciclo de erosão. Traços característicos dos seus diversos estádios, correspondentes à infância, juventude, maturação e velhice da réde.

Modificações introduzidas na marcha normal desta erosão pela natureza e estrutura do terreno. Influências genéticas. Influências tectónicas. Regiões dobradas. Influência das falhas.

Ciclos de erosão sucessivos. Trabalho das «linhas de água surimpostas». *Canions* (Meandros encaixantes). Terrços fluviais.

Sedimentação. Modificações introduzidas na superfície pelas aluviões. Planícies de aluvião: terraços e deltas lacustres. Sedimentação flúvio-marina. Barras e depósitos de estuário. Deltas. Paúis e *polders* holandeses.

Acções das águas subterrâneas.—Efeitos bruscos: desabamentos e escorregamentos de terrenos. Efeitos mais contínuos. Rédes de grutas e de cavernas nos países calcáreos. Ribeiras subterrâneas. Lagos intermitentes. «Fontes vauculsianas». Paisagem cársica».

Acções das águas no estado sólido.—Avalanchas, geleiras. Erosão glacial. Morenas. Paisagem morénica.

Acções das águas marinas.—Acção sobre as falésias. Plataforma litoral. Relação da forma geral das costas com a estrutura do terreno. Tipo pacífico. Tipo atlântico. *Fjörds* (Rias). Modos de regularização do litoral. Aparelhos litorais. Isolamento de lagunas, ou ligação de ilhas a um continente, por meio de cordões litorais.

Acções fisiológicas.—Acção dos organismos terrestres. Papel dos vegetais na desagregação das rochas e na constituição dos solos activos. Terra negra (*Tchernozom*) dos estepes da Hungria e Rússia meridional. Edificações dos insectos termitas, «termiteiras» Turfeiras.

Acções dos organismos marinos. Formações coraleiras. Caracteres dos recifes de coral. Ilhas de coral, *atolls*.

Biogeografia

Condições fisiológicas da época actual.—A vida sôbre os continentes. Províncias botânicas e zoológicas. A vida nos mares. Condições de existência dos seres marinhos, sua distribuição geográfica.

Geografia regional

Paleogeografia.—Grandes divisões dos tempos geológicos, e ensaio de restauração da disposição relativa dos continentes e mares em cada um dêles.

As teorias orogénicas: principais épocas de dobramento. Caracteres e distribuição das grandes zonas de dobramento.

Divisões naturais da parte sólida da terra.—Aplicações dos princípios tirados do desenvolvimento progressivo dos continentes ao seu modo racional de agrupamento.

Principais traços geográficos de Portugal e suas colónias.

Excursões nos arredores de Lisboa

Acção das águas meteóricas, desabamentos, etc. Acções das águas subterrâneas. — Alhandra.

Acções das águas marinas. Efeitos eolianos, diques: Cascais, Praia do Guincho.

Fracturas, falhas com superfícies polidas e estriadas. Brechas de fricção. Dobramentos: sinclinais e anticlinais. Manto vulcânico. Neckes. — Vale de Alcântara, Tapada, Fornos de El-Rei.

Fácies das regiões de rochas eruptivas. Diáclases. Alteração do granito. — Serra de Sintra.

Sendo possível, deverão fazer-se: uma excursão às nascentes do Alviela e ao maciço de Albardos, para estudo das acções das águas subterrâneas, e às Portas de Ródão, para observar as variações de perfil dos rios e suas causas.

Curso de Geologia

Parte teórica

Definição da Geologia. Métodos geológicos; sua aplicação. Divisões da Geologia. Dados gerais sobre a figura, dimensões e densidade da Terra.

Distribuição dos continentes e dos Oceanos. Relêvo da superfície terrestre; sua distribuição. Detalhes e dissimetria do mesmo relêvo.

Repartição do calor à superfície e no interior do globo.

Distribuição da vida sobre a Terra.

Geodinâmica externa. — Acção da atmosfera. Acção mecânica, física e química das águas correntes, das águas subterâneas, das águas do mar, dos gelos e das águas continentais. Acção dos organismos terrestres e marinhos.

Geodinâmica interna. — Fenómenos vulcânicos. Manifestações diversas da actividade vulcânica. Génese das montanhas vulcânicas. Emanações e nascentes termais. Teorias sobre o vulcanismo. Oscilações das praias.

Petrografia. — Elementos das rochas e seus processos de exame. Breves noções sobre a propagação da luz nos meios cristalinos. Luz polarizada. Estudo ao microscópio dos diversos elementos duma rocha em luz paralela e em luz convergente. Policroísmo. Caracteres sob que se apresentam os elementos mais comuns das rochas.

Classificação das rochas. Rochas maciças, estratificadas e mixtas. Divisão e descrição das rochas destas três classes.

Estratigrafia. — Classificação cronológica dos terrenos sedimentares; métodos stratigráfico e paleontológico.

Terrenos arcaicos. Tipos do terreno arcaico. Terrenos arcaicos em Portugal.

Terrenos primários, sua divisão.

Terrenos câmbrios. Sistema câmbrio em Portugal.

Terrenos silúricos. Sistema silúrico em Portugal e colónias.

Terrenos devónicos. Sistema devónico em Portugal e colónias.

Terrenos carbónicos. Sistema carbónico em Portugal e colónias.

Terrenos pérmicos. Sistema pérmico em Portugal e colónias.

Terrenos secundários; sua divisão.

Terrenos triássicos. Sistema triássico em Portugal e colónias.

Terrenos jurássicos. Sistema jurássico em Portugal e colónias.

Terrenos cretácicos. Sistema cretácico em Portugal e colónias.

Terrenos terciários; sua divisão.

Sistemas eocénico e miocénico. Sistema miocénico em Portugal e colónias.

Terrenos pliocénicos. Sistema pliocénico em Portugal e colónias.

Terrenos quaternários.

Cronologia, génese e modificações das rochas eruptivas. — Generalidades sobre a formação das rochas eruptivas. Metamorfismo. Erupções primárias. Exemplos em Portugal e colónias.

Erupções secundárias e terciárias. Exemplos. Sua existência em Portugal e colónias.

Estudo dos jazigos minerais. — Generalidades; classificação. Modo de enchimento. Idade. Principais tipos de jazigos minerais. Filões. Idea sucinta dos principais jazigos minerais portugueses.

Noções sobre hidrologia. — Circulação das águas subterráneas; nascentes; águas minerais. Pesquisa de águas. Principais processos de captagem e sua aplicação.

Orogenia. — Estudo das deslocções da crusta terrestre. Classificação e teoria dos acidentes orogénicos. Cadeias de montanhas. Cadeias de montanhas da península ibérica. Evolução do relêvo terrestre. Teoria das deslocções terrestres. Experiências relativas às deslocções. Tremores de terra; suas causas prováveis. Principais tremores de terra em Portugal; seus efeitos.

Dinamo-metamorfismo. — Coordenação sistemática dos elementos do relêvo terrestre.

Tectónica.

PRÁTICA

Estudo microscópico dos minerais principais das rochas.

Estudo microscópico da família dos granitos.

Estudo microscópico da família das sienites.

Estudo microscópico da família das sienites nefelínicas.

Estudo microscópico da família das diorites.

Estudo microscópico da família das diorites quartzíferas.

Estudo microscópico da família dos gabros.

Estudo microscópico da família das teralites.

Estudo microscópico da família das ijolites.

Estudo microscópico da família das peridotites.
 Rochas dos terrenos arcaicos e precâmbricos.
 Rochas e fósseis característicos do câmbrico.
 Rochas e fósseis característicos do silúrico.
 Rochas e fósseis característicos do devónico.
 Rochas e fósseis característicos do permocarbónico.
 Rochas e fósseis característicos do triássico.
 Rochas e fósseis característicos do jurássico.
 Rochas e fósseis característicos do cretácico.
 Rochas e fósseis característicos do eocénico.
 Rochas e fósseis característicos do oligocénico.
 Rochas e fósseis característicos do miocénico.
 Rochas e fósseis característicos do pliocénico.
 Rochas e fósseis característicos do quaternário.

Visitas

4 visitas ao Museu da Comissão do Serviço Geológico para o estudo das colecções geológicas e mineralógicas de Portugal e colónias.

Excursões nos arredores de Lisboa

Estudo das rochas eruptivas e do metamorfismo de contacto — Serra de Sintra.

Estudo principalmente do jurássico e dos fenómenos tectónicos — Serra da Arrábida.

Estudo de neocomiano, neojurássico e lusitaniano metamórfico. Fenómenos de erosão marina e eoliana. Diques — Cascais à Ponta da Abelheira (junto à serra de Sintra).

Estudo das camadas de Almargem e do belasiano. Diques. — Estoris a S. Julião.

Estudo do cenomaniano e do turoniano. Neckes. Manto basáltico. — Vale de Alcântara, Tapada da Ajuda, Fornos de El-Rei, Serra de Monsanto.

Estudo do miocénico marino. — Lisboa oriental, vale de Chelas, Braço de Prata.

Estudo do miocénico e pliocénico marinos e do quaternário. — Almada, Alfeite, Barreiro.

Sendo possível, deverão também fazer-se as seguintes excursões: para o estudo do arcaico, a Abrantes e arredores; para o conhecimento do câmbrico, silúrico e permocarbónico, ao Bussaco; para o estudo dos vales tifónicos, dos fenómenos eolianos, do jurássico e do cretácico, a Alcobaça, Pôrto de Mós, Valado e Nazaré.

Curso de Paleontologia

Parte teórica

Objecto do curso. Sua utilidade para o estudo da geologia e da biologia. História. Compêndios.

Ciências auxiliares: Zoologia e Botânica, suas divisões em ramos e classes. Geologia histórica, sua divisão em grupos e sistemas.

Noções de biologia.

Fossilização. Formações. Facies.

Paleozoologia

Protozoários: Foraminíferos e radiolários; generalidades, divisão e distribuição; estudo dalguns dos géneros mais freqüentes.

Celenterados; *Cnidiários*; *Antozoários*; generalidades, divisão e distribuição: Espengiórios; Tetracórais; Hexacórais; Alcionários; Hidromedusas e Graptólites; generalidades, divisão, distribuição e estudos dalguns dos géneros mais freqüentes.

Equinodermes: Crinóides; Cistóides; Blastóides; Asteroídes; Equinóides; generalidades, divisão, distribuição e estudo dalguns dos géneros mais freqüentes.

Vermes: generalidades, divisão, distribuição e estudo dalguns géneros dos mais freqüentes.

Moluscóides: Briozoários; Braquiópodes; generalidades, divisão, distribuição e estudo dalguns dos géneros mais importantes.

Moluscos: Lamelibrânquios; Gasterópodes e Pterópodes; Cefalópodes; generalidades, divisão, distribuição e estudo dalguns dos géneros mais importantes.

Artrópodes: a) Crustáceos; Ostrácodes; Filópodes; Trilobites; Decápodes; generalidades, divisão, distribuição e estudo dalguns dos géneros mais freqüentes. b) Insectos; generalidades, divisão, distribuição e estudo dalguns dos géneros mais freqüentes.

Vertebrados: Peixes; Anfíbios; Reptis; Aves; Mamíferos; generalidades, divisão, distribuição e estudo dalguns dos géneros mais freqüentes.

Paleofitologia

Talófitas; *Fetos*; *Calaminárias* e *Licopodiáceas*; generalidades, divisão, distribuição e estudo dalguns dos géneros mais freqüentes.

Gimnospérmicas e Angiospérmicas; generalidades, divisão, distribuição e estudo dalguns dos géneros mais frequentes.

Lições práticas

2 Lições. Determinação dos Braquiópodes jurássicos de Portugal.

2 Lições. Determinação dos Lamelibrânquios miocénicos de Portugal.

2 Lições. Determinação dos Gasterópodes miocénicos de Portugal.

2 Lições. Determinação dos Equinídeos mesozóicos de Portugal.

2 Lições. Determinação dos Cefalópodes cretácicos de Portugal.

Curso geral de botânica

Introdução

Sciências naturais.

Botânica: sua divisão em geral e em especial.

Subdivisão da botânica geral em morfologia (externa e interna ou anatomia) e fisiologia; generalidades acerca de cada uma destas partes. Divisão das plantas em seis grupos principais; Fanerogâmicas, Pteridófitas, Briófitas, Talófitas, Mixomicetas e Esquizófitas.

Sub-divisão das Fanerogâmicas em Angiospérmicas e Gimnospérmicas. Sub-divisão das Angiospérmicas em Dicotiledónias e Monocotiledónias.

I.ª Parte—Botânica geral

1.º Morfologia

Célula e tecidos. Estrutura contínua ou unicelular e estrutura celular ou pluricelular.

Estudo da célula. Protoplasma, núcleo, leucitos (incolors e corados), suco celular, membrana; propriedades, estrutura, composição química. Escultura e modificações da membrana. Crescimento da célula. Formas principais. Es-

paços intercelulares. Movimentos celulares. Célula viva e célula morta. Formação das células; tipos principais.

Tecidos: divisão em meristemas e tecidos definitivos. Estudo e classificação de uns e outros.

a) Morfologia dos órgãos de vegetação.

Raiz. Forma geral. Posição. Situação. Direcção. Consistência. Superfície. Crescimento e ramificação. Dimensões. Raiz normal e raízes adventícias. Adaptações secundárias. Formas mais freqüentes nos principais grupos de plantas. Estrutura primária típica (estudada no corte transversal e no corte longitudinal); principais variantes. Simetria. Estudo anatómico do alongamento e ramificação da raiz; saída das raízes laterais. Estrutura secundária.

Caule. Forma geral: nós e entre-nós; gema ou gomo terminal. Situação. Direcção. Consistência. Superfície. Crescimento e ramificação. Dimensões. Caule normal e caules adventícios. Adaptações secundárias. Formas mais freqüentes nos principais grupos de plantas. Estrutura primária dos caules das Fanerogâmicas (das Dicotiledónias e Gimnospérmicas, das Monocotiledónias), das Pteridófitas (dos Fetos, das Equisetales e das Lycopodiales) e das Briófitas, estudada no corte transversal e no corte longitudinal; tipos de estrutura e principais variantes. Simetria. Estudo anatómico do alongamento e ramificação do caule. Diferenças morfológicas e anatómicas entre o caule e a raiz. Ligação dos tecidos da raiz e do caule. Formação de raízes laterais no caule; crescimento e saída destas raízes.

Estrutura secundária do caule das Dicotiledónias e Gimnospérmicas; periderme e câmbio; formação de cortiça e feloderme, ritidoma; formações liberinas e lenhosas secundárias; camadas anuais; idade e história do lenho lidas no corte transversal; cerne e borne. Estrutura secundária do caule das Monocotiledónias. Estruturas secundárias anómalas.

Fôlha. Forma geral. Posição. Divergência. Filotaxia. Situação. Formas principais. Tipos de nervação. Estudo da base, da margem e do cimo. Consistência. Fôlhas simples, compostas e recompostas. Polimorfismo das fôlhas. Estípulas, estípúlulas, lígula e ócrea. Folheatura ou prefolheação. Crescimento da fôlha. Concrecência das partes duma fôlha; de duas fôlhas opostas; da fôlha com o caule, com o ramo axilar, ou com os dois. Duração e queda das fôlhas. Adaptações secundárias. Tipos mais freqüentes nos principais grupos de plantas.

Estrutura primária das diversas partes da fôlha. Simetria.

Estudo anatômico da origem e crescimento da fôlha. Ligação dos tecidos da fôlha com os do caule. Formação de raízes adventícias e de caules adventícios na fôlha. Estrutura secundária. Processo da queda das fôlhas.

Talo. Forma simples e ramosa, homogênea e diferenciada. Talo unicelular e pluricelular. Talo parenquimatoso e pseudoparenquimatoso. Talo das Esquizófitas, dos Mixomicetas, das Algas, dos Fungos e dos Líquenes.

b) Morfologia dos órgãos de reprodução:

1.º Nas Fanerogâmicas:

Flor. Valor morfológico. Partes componentes. Brácteas. Flor verticilada, cíclica e mista. Relações entre o número e a posição das fôlhas florais. Perianto não diferenciado e perianto diferenciado. Flor completa e incompleta. Flor hermafrodita e unisexual. Flor dicogâmica. Flor cleistogâmica. Plantas monoicas, dioicas e poligâmicas. Metamorfose progressiva e regressiva; flores dobradas; virescência. Situação da flor. Posição. Flor regular e irregular.

Inflorescências: tipos e sub-tipos.

Pedúnculo: estrutura. Brácteas: formas principais e estrutura; involucros e involucelos; espata; glumas e glumelas; epicálice; cúpula. Perianto: formas principais; estrutura e aderência das folhas que o constituem; cálice e corola: formas principais: estrutura e aderência das tépalas, sépalas e pétalas. Botão floral.

Prefloração. Abertura e duração do perianto.

Androceu: forma e número dos estames; inserções; abortos; estaminódios. Estrutura do estame em muito novo; formação dos sacos polínicos e do pólen. Deiscência da antera. Polinização. Pólen composto e massas polínicas ou polinídias. Estudo anatômico do pólen; formação das células-filhas; formação do tubo polínico; formação dos gametas masculinos (nas Angiospérmicas e nas Gimnospérmicas).

Gineceu: forma geral do carpelo (nas Angiospérmicas e nas Gimnospérmicas); carpelo aberto e carpelo fechado; número e aderência dos carpelos; ovário simples e composto. Placentação. Ovário, estilete e estigma. Ovário súpero e ínfero. Estrutura do carpelo. Óvulos: formas principais; número; posições; estrutura. Formação e estrutura do saco embrionário (nas Angiospérmicas e nas Gimnospérmicas). Homologia da formação dos gametas, masculino e feminino. Nectários florais. Discos. Desenvolvimento dos diversos entre-nós da flor. Simetria (na flor verticilada, cíclica e mixta). Fórmulas e diagramas florais. Anomalias da inflorescência e da flor; sua importância teórica. A flor nos principais gru-

pos de plantas. Plantas monocárpicas e policárpicas. Formação do ovo. Desenvolvimento do ovo em embrião nas Angiospérmicas; formação do albúmen. Desenvolvimento do ovo em embrião nas Gimnospérmicas. Embriões adventícios.

Fruto: pericarpo e semente. Frutos secos e carnudos, deiscentes e indeiscentes. Pericarpo: partes componentes; variantes da estrutura, nos frutos secos e carnudos; estrutura dos aparelhos de deiscência. Semente: tegumento e amêndoa. Arilo, carúncula, ariloide ou falso arilo e estrofiolo. Embrião: morfologia e anatomia. Albúmen, perisperma e endosperma. Classificação dos frutos: tipos e sub-tipos. Disseminação das sementes. Germinação: condições da semente; condições externas; fenómenos morfológicos. Multiplicação natural e artificial das Fanerogâmicas.

2.º *Nas Criptogâmicas*. Ideias gerais. Anterozoide e oosfera; anterídio e arquegónio ou oogónio. Fases alternantes: gametófita e esporófita. Reprodução das Pteridófitas; isospórea e heterospórea. Reprodução das Briófitas. Reprodução das Talófitas; heterogâmica e isogâmica; tipos principais. Definição das Pteridófitas, Briófitas e Talófitas pelo processo da reprodução. Comparação da reprodução das Pteridófitas com a das Briófitas e da reprodução das Pteridófitas com a das Fanerogâmicas; homologias e diferenças. Multiplicação das Criptogâmicas.

2.º Fisiologia

Funções de relação. Morfoses. Tactismos. Tropismos; aplicações à raiz, ao caule, à folha, à flor, ao talo; enrolamento dos caules volúveis e das gavinhas. Posição da planta. Movimentos provocados pelas variações de turgidez. Sensibilidade das plantas carnívoras.

Funções de nutrição. Absorção. Alimentos; corpos simples essenciais à vida das plantas e corpos simples acidentais; forma assimilável e forma não assimilável. Absorção pela raiz, pelas folhas, pelo caule, pelo talo. Assimilação. Assimilação clorofilina; produção da clorofila; acção da luz sobre a clorofila; síntese clorofilina: dados experimentais; hipóteses; órgãos da assimilação clorofilina; importância biológica desta função. Assimilação por quimiosíntese. Assimilação protoplásmica. Plantas parasitas e saprófitas; simbiose. Desassimilação. Respiração; dados experimentais. Respiração nos diversos meios. Respiração da raiz, do caule, da folha, da flor, do fruto, do talo. A respiração e a assimilação

clorofilina nas plantas verdes. Morte por asfixia; resistência à asfixia; respiração intra-molecular. Plantas aeróbias e anaeróbias; vida accidentalmente e vida essencialmente anaeróbia. Transpiração. Emissão de líquidos. Néctares. Circulação da seiva. Seiva bruta: sua composição; tecidos que atravessa: fôrças que a impulsionam. Fenómenos da elaboração da seiva; seiva elaborada; por onde passa e para onde se dirige; fôrças que a impulsionam. Produtos de reserva. Formas de reserva e produtos migratórios. Principais formas de reserva e sua localização: na raiz, no caule, na fôlha, no fruto, no talo. Digestão das reservas. Produtos de secreção principais e sua localização. Modo de vida das plantas. Período activo e de repouso. Vida das plantas monocárpicas: anuais, bienais, pluri-aneais. Vida das plantas polícarpicas: herbáceas e lenhosas. Morte natural.

Funções de reprodução nas Fanerogâmicas. Fisiologia geral e especial da flor. Funções das diversas fôlhas florais. Polinização: directa e indirecta; auto-fecundação e cruzamento; mestiçamento e hibridação. Processos que dificultam ou que facilitam a auto-fecundação. Polinização anemófila e entomófila: grau de perfeição relativa. Fecundação: o ovo e o embrião. O óvulo e a semente. O ovário e o fruto. Fenómenos do amadurecimento dos frutos. Disseminação das sementes. Vida da semente. Germinação: fenómenos fisiológicos.

Nas Criptogâmicas: Fecundação: o ovo e o seu desenvolvimento.

Relações entre o novo indivíduo e os progenitores. Caracteres constantes e caracteres flutuantes; lei de Quetelet. Variação individual. Variedade; como se fixa; influências do meio. Leis do cruzamento (leis de Mendel). Hibridação. Conclusões. Multiplicação: diferenças essenciais para com a reprodução própria dita.

2.ª Parte — Botânica especial

Taxinomia. Necessidade da classificação. A Espécie e suas sub-divisões; os Géneros, as Famílias, as Ordens, as Classes e as Grandes Divisões; grupos intermédios. Sistemas artificiais; idea geral do sistema de Lineu. Sistemas naturais; revista e crítica muito sumária dos principais. Regras da nomenclatura botânica. Regras da descrição e diagnose das plantas. Regras da colheita, preparação e conservação dos exemplares para estudo ou para colecções.

Esquizófitas. Generalidades. Divisão em Esquizomicetas e Esquizofíceas. Espécies mais importantes.

Mixomicetas. Generalidades. Espécies mais importantes.

Talófitas. Generalidades. Divisão em Classes: Algas e Fungos; generalidades sobre cada uma delas; divisão em Ordens. Líquenes. Caracteres das algumas famílias principais. Espécies úteis ou nocivas mais importantes.

Briófitas. Generalidades. Divisão em Classes: Hepáticas e Musgos; generalidades sobre cada uma delas.

Pteridófitas. Generalidades. Divisão em Classes: Filicales, Esfenofilales, Equisetales, Lycopodiales, Psilotales, Isoetales e Cicadofilices; sub-divisão em Ordens; Espécies úteis mais importantes.

Fanerogâmicas: Generalidades. Divisão em Gimnospérmicas e Angiospérmicas.

Gimnospérmicas: Generalidades. Divisão em Ordens e Famílias. Espécies úteis mais importantes.

Angiospérmicas: Generalidades. Divisão em Classes: Monocotiledónias e Dicotiledónias. Monocotiledónias: Generalidades; divisão em Ordens. Caracteres das famílias principais. Espécies úteis e nocivas mais importantes. Dicotiledónias: Generalidades. Divisão em Ordens. Caracteres das famílias principais. Espécies úteis e nocivas mais importantes.

Distribuição geográfica das plantas. Área de habitação. Situação. Zonas botânicas. Floras. Principais floras europeias. Principais floras portuguesas.

PRÁTICA

1.º SEMESTRE

Práticas de técnica microscópica vegetal e de histologia geral.

Estudo geral do microscópio. Leitura de preparações. Montagens em água, glicerina ou bálsamo, de preparações histológicas pelo método de simples colheita ou corte no micrótomo de Ranvier, de material fresco ou conservado e endurecido, sem e com coloração; execução de esquemas gráficos ou de desenhos á câmara clara de algumas das preparações feitas. Células e tecidos. Estrutura primária da raiz, caule e folhas; estrutura secundária do caule; estrutura da flôr.

N. B. — Os alunos são obrigados ao fornecimento, para seu uso, de um escalpelo, uma navalha de cortes, uma te-

soura, uma espátula, duas agulhas montadas, pinças de lâminas e de lamelas, lâminas, lamelas e lapis de côres e preto Castell ou Koh-i-noor. Antes de 15 de Março cada aluno tem de entregar 10 preparações devidamente montadas, etiquetadas e interpretadas, correspondendo a demonstrações diferentes.

2.º SEMESTRE

Práticas de morfologia aplicada ao conhecimento das principais famílias de plantas vasculares. Determinação específica de plantas portuguesas. Excursões botânicas. Preparação de herbário.

N. B. — As excursões são contadas como aulas práticas. Os alunos são obrigados ao fornecimento, para seu uso, duma lupa e do material de disseção. Antes de 15 de Julho cada aluno tem de entregar 20 exemplares de herbário, devidamente preparados, compreendendo Criptogâmicas vasculares, Monocotiledónias e Dicotiledónias (Dialipetalas e Gamopetalas) da flora espontânea de Portugal.

Estes trabalhos serão feitos em 36 sessões. Número mínimo obrigatório 24.

Curso de Morfologia e Fisiologia vegetais

Morfologia e fisiologia da célula.

Meristemas e tecidos definitivos.

Os tecidos considerados sob o ponto de vista morfológico e fisiológico.

Tipos de ramificação.

Morfologia interna e externa dos elementos constituintes das plantas nos diferentes grupos em que se divide o reino vegetal. Comparação dos resultados obtidos no estudo morfológico de cada grupo. Evolução da forma externa e da estrutura nas plantas.

Entrada na planta dos materiais que servem para o crescimento do indivíduo e para o fornecimento da energia necessária à sua vida. Transformações sofridas por essas substâncias; sua circulação.

Respiração.

Crescimento. Influência dos agentes externos sobre o crescimento. Periodicidade do crescimento.

Movimentos.
 Multiplicação e reprodução.
 Variação e hereditariedade. Teorias sobre a formação das espécies.

PRÁTICA

1.º SEMESTRE

Idêntico ao 1.º semestre do curso geral de Botânica, devendo porêem entregar cada aluno, antes de 15 de Março, 20 preparações devidamente interpretadas.

2.º SEMESTRE

Trabalho monográfico de histologia sobre um assunto escolhido pelo aluno, e aprovado pelo professor do curso, no qual empregará os diversos processos de técnica histológica: fixação, inclusão, cortes micrométricos, coloração, desenho á câmara clara e memória.

N. B. — A realização dos trabalhos durante este semestre não fica sujeita a horário determinado, podendo ser feita no laboratório da secção, dentro das horas em que está aberta, sempre que o aluno queira vir trabalhar.

 Botânica Especial e Geografia Botânica

I. *Sistemas e métodos de classificação: estudo crítico e comparativo*: Ideia geral dos sistemas de classificação anteriores a Linneu. Sistema de Linneu.

Métodos de Jussieu, de Adanson, de De Candolle, de Lindley, de Endlicher, de Brongniart, de Bentham et Hooker, de Sachs, de W. Eichler, de Van Tieghem, de Engler e Prantl, de Chodat.

II. *Estudo descritivo das principais famílias: suas afinidades e lugar na classificação*.

III. *Geografia botânica*: Influência do meio na distribuição actual das plantas. Influência da distribuição anterior e do modo de disseminação. Limites de vegetação. Areas das espécies. Floras.

Grupos de unidades geográficas (Flahault): grupo de regiões; regiões; domínio; sector; distrito; estação. Sob o ponto de vista ecológico (Warming): formações; associações. Regiões botânico-geográficas (Drude). Divisões biológicas (Warming).

Limitação e caracterização das principais floras. Caracterização e principais subdivisões da flora de Portugal.

PRÁTICA

Determinação específica de exemplares vivos e secos.

Todo o aluno é obrigado no fim do ano a entregar, antes do exame, 30 *exsiccata* diferentes de plantas espontâneas da flora portuguesa, devidamente montadas e determinadas especificamente.

Curso de botânica preparatório, para a Faculdade de Medicina

Botânica geral

Definição e divisão de botânica.

Histologia.—Célula: protoplasma, núcleo, leucitos. Membrana celular. Origem e crescimento da membrana. Sua natureza. Forma das células. Células plurinucleadas. Divisão do núcleo. Divisão da célula. Formação de células por conjugação e renovação. Substâncias contidas no protoplasma. Tecidos: Tecidos primários. Tecidos secundários.

Morfologia.—Desenvolvimento da forma no reino vegetal. Talófitas, Briófitas ou Muscíneas, Pteridófitas ou Criptogâmicas com raízes, Fanerogâmicas. Relações de simetria. Sistemas de ramificação. Cone vegetativo. Desenvolvimento do botão. Formação de novos botões. Desenvolvimento do eixo. Metamorfoses. Bolbilhos, bolbos, tubérculos, estolhos, cladódios, gavinhas e espinhos. Ramos floríferos. Porte da planta. Duração da planta. Fôlha. Desenvolvimento da fôlha. Forma, nervação. Fôlhas normais, estípulas, escamas, brácteas, fôlhas florais. Prefoliação e prefloração. Filotaxia. Raiz. Desenvolvimento da raiz. Ramificação. Formas. Anatomia da raiz, do caule e das fôlhas.

Fisiologia. Condições gerais da vida. Solidez do vege-

tal: turgescência, esterioma. Nutrição: constituintes do vegetal, alimentos, sua absorção. Movimento da seiva no interior da planta. Assimilação do carbono. Formação dos albuminoides. Transporte da substância assimilada. Acumulação de substância assimilada. Produtos de secreção. Plantas parasitas e saprófitas. Simbioses.

Respiração. — Movimento de gases na planta. Desenvolvimento de calor.

Crescimento. — Causas internas e externas que influem no crescimento.

Fenómenos de movimento. — Tropismos e tactismos. Movimentos causados por variações de turgescência.

Reprodução e multiplicação.

Disseminação e germinação das sementes.

Botânica especial

Talófitas: generalidades. Sua divisão em classes. Principais talófitas úteis ou medicinais. Principais talófitas venenosas.

Muscíneas: generalidades.

Criptogâmicas com raízes: generalidades. Sua divisão em classes.

Fanerogâmicas: generalidades. Flor. Fecundação. Fruto.

Gimnospérmicas: generalidades. Divisão em classes. Principais gimnospérmicas úteis ou medicinais.

Angiospérmicas: generalidades. Divisão em classes.

Monocotiledónias e Dicotiledónias: sua divisão em ordens.

Principais angiospérmicas úteis e medicinais; caracteres das famílias mais importantes.

Indicação sumária das principais drogas vegetais.

PRÁTICA

Histologia vegetal. — Exame e leitura de preparações: célula, principais tecidos; estruturas primárias e secundárias.

Morfologia descritiva. — Descrição das principais formas de raiz, caule, folhas, flôres e frutos.

Classificação e sistemática. — Montagem de herbário. Determinação específica de exemplares vivos.

Todo o aluno é obrigado, no fim do ano, a entregar, antes do exame, 12 *exsiccata* diferentes de plantas espontâneas da Flora Portuguesa, devidamente montadas e determinadas especificamente.

Curso geral de Zoologia

História da zoologia.

Distinção entre os seres vivos e inanimados.

Enumeração dos corpos simples, compostos minerais e substâncias albuminoides, que entram na constituição dos seres vivos.

Protoplasma.

Limites das dimensões das massas protoplasmáticas. Plastídios e plásmodos. Processos por que se multiplicam.

Caracteres das granulações que se encontram no protoplasma.

Pluralidade das substâncias protoplasmáticas. Associação das diversas substâncias protoplasmáticas nos plásmodos e nos plastídios.

Citoplasma e núcleo.

Contractilidade dos plásmodos e plastídios.

Membrana da célula. Membrana de celulose, efeitos que resultam da sua existência. Diferença entre plastídios animais e plastídios vegetais.

Circulação protoplasmática.

Multiplicação dos plastídios. Divisão completa e incompleta.

Rejuvenescimento celular. Propriedades evolutivas dos plásmodos e dos plastídios.

Polimorfismo dos plastídios que nascem uns dos outros.

Relações entre as formas dos plastídios da mesma espécie e as condições do meio exterior. Hereditariedade.

Fenómenos de sexualidade. Gametas. Célula reprodutora masculina e feminina.

Fecundação. Importância da fecundação.

Origem da vida.

Associação dos plastídios em organismos. Diferenças dos plastídios associados.

Lei da divisão do trabalho fisiológico.

Independência e solidariedade dos plastídios que constituem um organismo.

Simetria orgânica.

Fenómenos de gemação. Disposições das gemas nos organismos fixos.

Órgãos e organismos radiados.

Disposições das gemas nos organismos livres.

Distinção entre Protozoários e Fitozoários.

Fitozoários e Artiozoários.

Merídios, zoídios, dema.

Divisão do trabalho fisiológico entre os merídios dum zóidio e entre os merídios e zóidios dum dema.

Diferenciação das partes do corpo.

Indivíduo zoológico. Colónias animais. Colónias homomorfas e heteromorfas. Exemplos. Caracteres distintivos.

Dissociação do corpo dos animais. Scissiparidade; reprodução por gemação e por divisão.

Heterogonia. Pedogénese. Partenogénese.

Formação da cabeça, tórax, abdómen e cauda nos Artiozoários.

Fixidez do número dos segmentos do corpo nas formas superiores dos Artiópodos.

Fenómenos de coalescência entre os merídios e entre os zóidios do mesmo organismo.

Morfologia interna.— Identidade das funções fisiológicas nos organismos.

Diferenças entre as substâncias sarcódicas dum plastídio.

Diferenças dos plastídios num organismo.

Diferentes aspectos celulares.

Tecidos. Diversas qualidades dos tecidos.

Orgãos. Apêndices e membros dos merídios.

Formação dos orgãos nos merídios e nos demas.

Orgãos externos. Formação dos orgãos externos e internos.

Orgãos homótipos. Orgãos homólogos. Sistemas.

Orgãos análogos.

Princípio das conexões. Importância dêste princípio e sua aplicação.

Aparelhos fisiológicos.

Aparelhos fisiológicos dos Fitozoários e Artiozoários.

Artiozoários fixos.

Descrição do aparelho digestivo, respiratório, secretor, circulatório, reprodutor, locomotor, sensorial e nervoso na série animal.

Embriogenia.— Definição. Espermatozoide. Óvulo. Ovo. Glóbulos polares. Modos de união do espermatozoide ao óvulo.

Segmentação do vitelus. Definição dos diversos modos segundo os quais essa segmentação se executa.

Processos dos diversos modos de segmentação; transição que existe entre êles.

Primeiras formas do embrião. Mórula, Blástula, Plânula e Gástrula. Modos de formação.

Alterações produzidas no desenvolvimento embriogénico pela presença duma grande quantidade de vitelus. Desenvolvimento blastodérmico.

- Origem do mesoderme.
 Enterocele e Schizocoele.
 Marcha geral do movimento embriogénico depois da constituição do protomerídio.
 Embriogenia normal.
 Aceleração embriogénica.
 Desenvolvimento dos organismos segmentados.
 Modificações adaptativas das formas embrionárias livres.
 Invólucros embrionários e a sua adaptação.
 Resumo dos factos permitindo estabelecer o valor dos caracteres embriogénicos para a determinação das afinidades dos animais.
 Formação gradual do corpo e metamorfoses.
 Carácter particular das metamorfoses dos insectos.
 Propriedades gerais e diversas formas de modificação dos tecidos.
 Origem embriogénica dos tecidos.
Biologia. — Meio interior.
 Acção da temperatura, da luz, do calor e da electricidade nos animais e nos fenómenos da vida.
 Produção do calor, da luz e da electricidade pelos animais.
 Fenómenos reflexos e fenomenos psíquicos.
Filosofia zoológica. — Herança. Caracteres transmissíveis e transmissão dos caracteres. Variações. Flutuações. Leis de Galton. Leis de Mendel.
 Teorias sôbre a herança.
 Lamarkismo.
 Darwinismo.
 Novidarwinismo.
 Teoria da segregação. Ortogénea.
 Mutações.
 Desenvolvimento da idea de espécie.
 Consequências das hipóteses sôbre a fixidez e variabilidade das espécies.
 Progresso contínuo dos organismos.
 Distribuição geográfica dos animais.
 Adaptação das formas aquáticas à vida terrestre.
 Adaptação dos animais terrestres à vida aquática.
 Semelhança das adaptações dos Reptis, Aves e Mamíferos.
 Adaptações sobrepostas. Mudança de função dos órgãos.
 Perda da função dos órgãos. Órgãos rudimentares.
 Atrofia dos órgãos dos sentidos; animais cegos das cavernas e das águas profundas.

Animais fixos. Parasitas internos.
 Mimetismo.
 Modificações correlativas; comparação dos órgãos.
 Caracteres sexuais secundários.
 Emigração dos animais.
 Instintos.
 Estudo taxinómico dum ramo zoológico.

PRÁTICA

Número total 36. Mínimo obrigatório 24

Técnica microscópica geral. Fixação, métodos de coloração, cortes, montagem especial. Preparações de célula, tecidos e órgãos.

Preparação de protozoários.

Dissecção de formas animais. Vertebrados e invertebrados, de modo a mostrar as diferenças de organização.

Montagem de preparações anatómicas e preparações injectadas.

Prática de classificação zoológica.

Os alunos acompanharão de desenhos ou esquemas os trabalhos práticos que fizerem.

Todo o aluno é obrigado a apresentar antes do exame três preparações microscópicas, duas macroscópicas e cinco exemplares, de ordens diferentes, conservados, montados e determinados especificamente.

Fica a cargo do aluno o fornecimento, para seu uso, de lâminas, lamelas, pinças, tesouras, escalpelos, agulhas, navalha para cortes e pincéis.

Curso de Zoologia dos Invertebrados

Protoplasma.

Morfologia e fisiologia da célula. Histólise, fagocitose.

Formas de multiplicação celular. Amitose, mitose.

Saprófitas.

- Protozoários. Morfologia, fisiologia e sistemática.
 Origem da vida.
 Diferentes espécies de células. Tecidos.
 Geração: multiplicação e reprodução.
 Espermatogênese e ovogênese. Fecundação.
 Segmentação do ovo. Folhetos blastodêrmicos, primitivos e definitivos. Formação das cavidades internas. Formas embrionárias.
 Celenterados e Celómatas.
 Esponjiários. Morfologia, fisiologia e sistemática.
 Desenvolvimentos ontogênicos dilatados e condensados.
 Cnidários. Morfologia, fisiologia e sistemática.
 Indivíduo e colônia.
 Merídios, zoídios e demas.
 Polimorfismo dos cormos.
 Divisão do trabalho fisiológico.
 Equinodermas. Morfologia, fisiologia e sistemática.
 Simetria orgânica.
 Fitozoários e Artiozoários.
 Vermes. Morfologia, fisiologia e sistemática.
 Formas metaméricas.
 Crescimento e regeneração.
 Coalescência dos metâmeros. Localização de funções.
 Formação de regiões.
 Artrópodos: Crustáceos, miriápodos, aracnídeos, insectos.
 Morfologia, fisiologia e sistemática.
 Metamorfoses.
 Significação das formas larvárias.
 Moluscos. Morfologia, fisiologia e sistemática.
 Tunicados. Morfologia, fisiologia e sistemática.
 Relações dos invertebrados.

PRÁTICA

Número total 36. Mínimo obrigatório 24

- Técnica geral.
 Dissecção, preparação, injeções e conservação de exemplares, e medidas macro — e microscópicas.
 Técnica microscópica.
 — Técnica especial.
 Células.
 Protozoários—Pesquisa, preparação, observação e montagem.
 Exame e preparação microscópica de tecidos e órgãos

pelo método de corte ordinário e pelo método de corte por inclusão.

Dissecção de um exemplar, de cada uma das classes de invertebrados, preparações de animais e de peças anatómicas simples ou injectadas.

Exercícios de classificação, preparação e montagem de exemplares.

O aluno é obrigado a entregar antes do exame 3 exemplares de invertebrados de classes diferentes conservados, classificados, devidamente preparados para mostrar os caracteres morfológicos mais importantes; 8 preparações, sendo 5 microscópicas e 3 macroscópicas, estas anatómicas.

Os alunos acompanharão de desenhos ou esquemas os trabalhos práticos que fizerem.

Fica a cargo dos alunos o fornecimento, para seu uso, de lâminas, lamelas, pinças, tesoura, escalpelos, agulhas, navalha para cortes e pincéis.

Curso de Zoologia dos Vertebrados e Geografia zoológica

Procordados.

Definição, limites e relações do ramo dos vertebrados.

Constituição geral dos vertebrados.

Evolução definitiva da superfície interior. Metablasta.

Evolução da cavidade geral, órgãos genitais e nefrídios.

Evolução do angioblasta.

Evolução do sistema nervoso e dos órgãos dos sentidos.

Morfologia, fisiologia e sistemática dos Peixes, Batráquios, Reptis, Aves e Mamíferos.

Caracteres especiais das ordens, famílias e géneros.

Etologia animal.

Caracteres transmissíveis. Transmissão de caracteres.

Sexualidade.

Variabilidade, adaptabilidade, flutuação.

Teorias gerais e especiais sobre a ontogénese e a hereditariedade.

Desenvolvimento da idea de espécie.

Teorias sobre a formação das espécies.

Meios de dispersão dos animais.

Emigrações.

Influência das acções mesológicas sôbre a distribuição dos animais e sôbre o aspecto das faunas.

Faunas insulares, faunas continentais.

Regiões zoológicas. Crítica e respectivas faunas.

PRÁTICA

Número total 36. Mínimo obrigatório 24

Exame e preparações microscópicas de tecidos e órgãos, pelo método de corte ordinário e delo método de inclusão.

Dissecção de tipos de cada classe de vertebrados e comparação dos diferentes órgãos e aparelhos.

Montagem de preparações ordinárias e de preparações injectadas.

Estudo crítico duma família de vertebrados.

Cada aluno apresentará antes do exame 5 preparações microscópicas, 3 preparações de anatomia comparada e 3 determinações específicas com descrição sistemática dos exemplares, pertencendo cada um a diversa classe de vertebrados; ou estudo anatómico e taxonómico de 2 animais vertebrados de classe diferente.

Os alunos acompanharão de desenhos ou esquemas os trabalhos práticos que fizerem.

Fica a cargo do aluno o fornecimento, para seu uso, de lâminas, lamelas, pinças, tesoura, escalpelos, agulhas, navalha para cortar e pincéis.

Curso de Antropologia

Definição. Divisões.

Tipos, raças, povos, nações.

Anatomia comparada do homem e dos primatas, principalmente dos antropoides.

I. Parte geral:

Crânio. Desenvolvimento, pontos de ossificação, suturas. Craniometria.

Pontos craniométricos. Método figurativo. Cubagem da cavidade craniana. Variações individuais.

Medidas gerais. Medidas parciais. Índices.

Curvas cranianas, anomalias de volume; deformações póstumas, deformações patológicas, deformações étnicas.

Situação e inclinação do buraco occipital. Crânio anterior, crânio posterior.

Paralelismo do crescimento do encéfalo e do crânio. Topografia crânio-cerebral.

Separação do crânio e da face. Relações do crânio e face. Angulos. Métodos projectivos. Plano de orientação, estereografia, perfil da face.

Paralelo dos membros superiores e inferiores. Osteometria.

Miologia. Esplancnologia.

Orgãos rudimentares. Anomalias regressivas.

Caracteres morfológicos.

Caracteres fisiológicos.

Caracteres patológicos.

II. Parte especial:

Medidas no vivo.

Peso.

Caracteres descritivos: morfológicos, fisiológicos, psíquicos.

Particularidades étnicas. Anomalias.

Sistemática. A classificação em antropologia.

Monogenismo, poligenismo.

Grupos étnicos. Caracteres e divisões.

Distribuição geográfica.

Identificações: métodos gerais e especiais.

PRÁTICA

Número total 36. Número obrigatório 24

Instrumentos especialmente empregados em antropologia.

Execução de medidas antropométricas conforme os diferentes métodos e segundo os diferentes processos.

Desenhos antropológicos.

Cubagens.

Medidas no vivo.

Estudo prático dos caracteres descritivos antropológicos.

Prática do método de Berfillon.

Dactiloscopia.

Moldagens.

Fotografia aplicada à antropologia.

Os alunos acompanharão de desenhos, esquemas ou fotografias os trabalhos práticos que fizerem.

Os alunos apresentarão antes do exame: uma lista de indicações antropológicas sôbre o vivo; duas dactiloscopias e um estudo de esqueleto ou uma moldagem à sua escolha.

As chapas fotográficas e papéis para positivos serão fornecidos pelos alunos. A Faculdade de Ciências fornecerá os reagentes de revelação e fixação, quando sejam empregados os reveladores e fixadores de uso habitual.

Curso de Zoologia, preparatório para a Faculdade de Medicina

Noções gerais de biologia.

Corpos simples que entram na composição dos protoplasmas e na formação dos organismos.

Corpos compostos. Albuminoides. Caracteres e propriedades.

Caracteres físicos, químicos, e histoquímicos do protoplasma. Funções do protoplasma.

Noções gerais acêrca da biologia dos seres mais simples que vivem no ar, no solo e nas águas. Classificação dos micro-organismos.

Dificuldade em os classificar como animais ou como plantas. Convenções em que se baseiam as classificações adoptadas. Reino dos protistas.

Células nuas ou plastídios.

Célula. Núcleo. Nucléolo. Centrosoma. Substâncias de reserva. Substâncias residuais. Leucitos. Membrana celular, importância na distinção de animais e plantas.

Biologia da célula. Nutrição, assimilação e desassimilação. Respiração. Circulação. Digestão. Excreção celular. Reprodução e multiplicação. Influência do meio nestes fenómenos.

Protozoários. Caracteres gerais. Divisão em classes.

Caracteres gerais das Amibas. Descrição duma Amiba.

Caracteres gerais dos Flagelados. Descrição dum Flagelado.

Caracteres gerais dos Esponjarios. Descrição dum Esponjiário.

Caracteres gerais dos Infusórios. Descrição dum Infusório.

Caracteres gerais dos Vermes.

Divisão dos Vermes em Platelmintos, Nematelmintos e Anelídios.

Divisão dos Platelmintos em Tremátodos e Céstodos. Caracteres de cada um destes géneros.

Descrição dum Tremátodo.

Divisão dos Tremátodos em Anfistomas e Distomas. Descrição dum Anfistoma e dum Distoma.

Céstodos. Descrição de tipos de Céstodos.

Ténia. Botriocéfalo. Metamorfoses.

Hirudíneas. Caracteres gerais.

Nemátodos. Caracteres gerais.

Divisão em Ascarídios, Tricotraquelídios, Filarídios, Angistomídios, Estrongilídios. Caracteres de cada um destes géneros.

Caracteres gerais dos Artrópodos.

Caracteres gerais dos Miriapodos.

Caracteres gerais dos Aracnídios.

Caracteres gerais dos Ácaros e dos Escorpionídios.

Caracteres gerais dos Insectos.

Caracteres gerais dos Dípteros.

Estudo geral dos Braquíceros. Moscas, larvas das moscas. Tipo de Glossina.

Estudo geral dos Nematóceros. Caracteres dos Nematóceros. Classificação. Anatomia. Desenvolvimento. Costumes. Descrição dum Culex, dum Anofeles, dum Estegomia.

Caracteres dos Afanípteros. Pulgas, caracteres gerais. Pulex irritans.

Caracteres gerais dos Hemipteros. Acanthia lectularia.

Fauna dos cadáveres.

Caracteres gerais dos Peixes. Peixes toxicóforos.

Caracteres gerais dos Reptis. Reptis venenosos.

Ideas gerais sôbre a taxinomia e classificação zoológica baseada no estudo dos animais estudados precedentemente.

Classificação actual.

Anatomia comparada dos aparelhos digestivos, circulatório, respiratório, nervoso, génito-urinário dos vertebrados tendo em vista principalmente as formas dissecadas nos trabalhos práticos.

Transformismo. Consequências do uso ou da falta de uso dos órgãos.

Seleção natural e artificial. Sobrevivência dos indivíduos mais aptos.

Adaptação. Hereditariedade. Luta pela vida. Evolução progressiva e regressiva. Causas secundárias da evolução. Objecções. Neo-darwinismo. Panmixia. Seleção negativa. Seleção natural conservadora e não modificadora. Variações repentinas ou mutações. Segregação.

PRÁTICA

1.º Estudo e dissecação dum mamífero (coelho ou porco da Índia) destinados a adquirir conhecimentos gerais sôbre a anatomia do esqueleto, dos músculos, do aparelho digestivo, circulatório, respiratório, nervoso e reproductor. — 4 sessões.

2.º Estudo e dissecação duma ave (pombo) tendo em vista principalmente o conhecimento do aparelho locomotor e respiratório — 3 sessões.

3.º Estudo e dissecação dum batráquio tendo em visto o conhecimento geral do aparelho digestivo, respiratório, coração e vasos principais; aparelho reproductor nos machos e fêmeas — 3 sessões.

4.º Estudo e dissecação dum peixe ósseo, tendo em vista o conhecimento do aparelho respiratório, circulatório, urinário e reproductor. — 3 sessões.

5.º Estudo e dissecação dum peixe cartilagíneo. Estudo do aparelho respiratório e do esqueleto. — 2 sessões.

7.º Estudo e dissecação dum crustáceo para conhecimento da anatomia dos principais órgãos e dos diferentes aparelhos. — 2 sessões.

8.º Estudo e dissecação dum molusco cefalópodo. — 2 sessões.

9.º Estudo e dissecação dum molusco lamelibrânquio ou gasterópodo — 2 sessões.

10.º Estudo e dissecação dum verme (sanguessuga, solitária ou lombriga) — 2 sessões.

11.º Classificação de insectos, principalmente daqueles que são inoculadores de doenças — 6 sessões.

12.º Classificação de ácaros parasitas. — 3 sessões.

13.º Classificação de vermes parasitas. — 4 sessões.

Desenho de máquinas

Métodos gráficos empregados na representação das máquinas: projecções ortogonais, planos cotados, perspectiva, etc. (definições, caracteres e emprêgo).

Escalas—Convenções—Legendas—Cotas.

Indicações sôbre a cópia de estampa, de modelo e do natural.

Instrumentos empregados no desenho de máquinas (descrição e emprêgo).

Aguadas: côres convencionais, simples e compostas; aguadas lisas e esbatidas; emprêgo e modo de execução.

Esboços cotados e traçado de peças simples como: rebites, parafusos, engrenagens, tirantes, excêntricos, etc.

Esboços cotados e traçado dalgumas máquinas simples. Aplicação dos métodos de perspectiva rápida e rigorosa.

Reprodução de desenhos. Processos empregados.

12 trabalhos obrigatórios (6 em cada semestre).

Desenho rigoroso

*Projecções.

Representação dos pontos, rectas e planos. Sombras.

Representação e construção de sombras dos sólidos geométricos, secções e planificações.

Representação de grupos de sólidos e determinação das respectivas sombras—Intersecção de sólidos.

Noções gerais de perspectiva linear. Diferentes métodos empregados.—Construção directa sôbre o quadro.

Perspectiva das sombras.

Perspectivas de convenção.

Noções gerais sôbre perspectiva aérea. Teoria das aguadas, côres e modo de as empregar.

24 trabalhos obrigatórios (12 em cada semestre).

Desenho topográfico

Linhas, tintas e convenções usadas nas cartas.

Desenho de trechos de cartas corográficas na escala de $1/50000$ e $1/100000$. Redução duma escala para outra.

Marcação dos pontos geodésicos por meio de coordenadas geodésicas.

Traçado das curvas de nível conhecidas as cotas do terreno e as linhas de água.

Cartas orográficas (exercício em claro-escuro).

Cartas hipsométricas. Cartas hidrográficas.

6 trabalhos obrigatórios (3 em cada semestre).

Desenho de plantas e animais

1.º Ano

Desenho de plantas e animais—Cópia de estampa, de modelo e do natural.

Emprégo dos vários processos de desenho.

12 trabalhos obrigatórios (6 em cada semestre).

2.º Ano

Diferentes processos de pintura e em especial a água-rela.

Composição dos diferentes tons, sua classificação, maneira de os utilizar.

Aplicação destes processos à pintura de animais e plantas (estampa, modelo e natural).

12 trabalhos obrigatórios (6 em cada semestre).

Desenho aplicado à cartografia

Linhas, tintas e convenções usadas nas diferentes cartas. Cartas hipsométricas e orográficas.

Cartas agrícolas, florestais, geológicas, mineiras, hidrográficas e geográficas.

3 trabalhos obrigatórios.





RÓ
MU
LO



1329645948

