

GAZETA DE FISICA

REVISTA DOS ESTUDANTES DE FÍSICA
E DOS FÍSICOS E TECNICO-FÍSICOS PORTUGUESES



VOL. I, FASC. 6
JANEIRO, 1948

*PORMENOR DUMA PINTURA
DE HANS HOLBEIN
PROVA RADIOGRÁFICA
E FOTOGRAFIAS ANTES
E DEPOIS DO RESTAURO
(LABORATORIO DO MUSEU
NAC. DE ARTE ANTIGA)*

(v. pág. 161)

GAZETA DE FÍSICA

Vol. I, Fasc. 6

Janeiro de 1948

SUMÁRIO

| | |
|--|-----|
| 1. Tribuna da Física | |
| A acção dos físicos e dos químicos nos laboratórios dos museus de arte por <i>João Couto</i> | 161 |
| A propósito de uma cadeira de óptica por <i>A. Gibert</i> | 168 |
| 2. Ensino Médio da Física | |
| Sobre problemas de física por <i>Jaime Xavier de Brito</i> | 172 |
| 3. Ensino Superior da Física | |
| Illustration des concepts de la mécanique statistique por <i>G. Dedebant</i> | 174 |
| 8. Divulgação e Vulgarização | |
| Como apareceu inicialmente a ideia da quantificação por <i>A. Marques da Silva</i> | 176 |
| Au service de la physique nucléaire por <i>Zünti</i> | 179 |
| 9. História e Antologia | |
| Max Plank por <i>K. Bechert</i> | 181 |
| Apreciação sobre Plank por <i>Albert Einstein</i> | 183 |
| 10. Química | |
| Noção de concentração de um soluto por <i>Alice M. Magalhães</i> | 184 |
| Problemas de exames universitários. Resoluções de <i>Alice M. Magalhães e Afonso Morgenstern</i> | 186 |
| 11. A Física nas suas Aplicações | |
| L'ipsophone por <i>F. Rayjen</i> | 187 |
| 12. Informações Várias | 191 |

A matéria de cada artigo é tratada sob a inteira responsabilidade do autor.

RESPONSÁVEIS DAS SECÇÕES

1. TRIBUNA DA FÍSICA
Armando Gibert
2. ENSINO MÉDIO DA FÍSICA
J. Xavier de Brito
3. ENSINO SUPERIOR DA FÍSICA
F. Soares David, Lídia Salgueiro e António da Silveira.
4. EXAMES DO ENSINO MÉDIO
Rómulo de Carvalho
5. EXAMES UNIVERSITÁRIOS
Carlos Braga, João de Almeida Santos, Mário Santos, José Sarmiento e Glaphyra Vieira
6. PROBLEMAS DA INVESTIGAÇÃO EM FÍSICA
Manuel Valadares
7. PROBLEMAS PROPOSTOS
Amaro Monteiro
8. DIVULGAÇÃO E VULGARIZAÇÃO
Rómulo de Carvalho
9. HISTÓRIA E ANTOLOGIA
Francisco Mendes
10. QUÍMICA
Alice Maia Magalhães, Afonso Morgenstern e Marieta da Silveira.
11. A FÍSICA NAS SUAS APLICAÇÕES
Carlos Assunção, Ruy Luís Gomes, Kurt Jacobsohn, Flávio Rezende, Hugo Ribeiro e Manuel Rocha.
12. INFORMAÇÕES VÁRIAS

Direcção

DIRECÇÃO: *Jaime Xavier de Brito, Rómulo de Carvalho, Armando Gibert e Lídia Salgueiro*

TESOUREIRO: *Carlos M. Cacho*; SECRETÁRIOS: *Carlos Jorge Barral e Maria Augusta Pérez Fernández*

COLABORADORES DO ESTRANGEIRO: *Miguel Catalán (Madrid), A. Van Itterbeek (Louvain), Jean Rossel (Zürich), Pierre Demers (Montréal — Canadá), Marcel L. Brailey, (Pittsfield, Mass. — U. S. A.)*

PROPRIEDADE E EDIÇÃO: *Gazeta de Matemática, Lda.*

Correspondência dirigida a GAZETA DE FÍSICA — Lab. de Física — F. C. L. — R. da Escola Politécnica — LISBOA

NÚMERO AVULSO ESC. 10\$00 — Assinatura: 4 números (1 ano) Esc. 30\$00

Depositário: LIVRARIA ESCOLAR EDITORA — Rua de Escola Politécnica, 68-72 — Tel. 6 4040 — LISBOA

EM TODO O BRASIL: NÚMERO AVULSO 10 CRUZEIROS

Distribuidor exclusivo: LIVRARIA BOFFONI — B. Carias & C.^a Lda. — Rua Chile, 1 — RIO DE JANEIRO

GAZETA DE FÍSICA

Fundador: ARMANDO GIBERT

Direcção: J. Xavier de Brito — Rómulo de Carvalho — Armando Gibert — Lídia Salgueiro

Vol. I, Fasc. 6

Janeiro de 1948

1. TRIBUNA DA FÍSICA

A ACÇÃO DOS FÍSICOS E DOS QUÍMICOS NOS LABORATÓRIOS DOS MUSEUS DE ARTE

A falsificação das pinturas antigas pelo artista Van Meegeren, julgado em Novembro de 1947 no tribunal de Amsterdam⁽¹⁾, a Exposição de pinturas beneficiadas na «National Gallery», de Londres⁽²⁾, a publicação recente da monografia acerca da Virgem dos Rochedos, de Leonardo da Vinci existente naquele museu inglês e o aparecimento de muitos artigos em revistas de arte respeitantes à actual polémica acerca do restauro vieram de novo fixar as atenções dos especialistas na aplicação dos raios X e de outros agentes físicos e químicos ao exame dos velhos painéis.

Já se não discute entre a maior parte dos homens do ofício a importância e a necessidade de utilizar processos científicos quer como ensaio preparatório para o restauro dos qua-

dros⁽¹⁾, quer como auxiliar na descoberta de falsos, quer como elemento importante para aproximações de técnicas e possíveis identificações de autores⁽²⁾.

Também não se principia a beneficiação de uma pintura de merecimento sem anteceder o trabalho do restaurador de um exame prévio e sem se organizar um processo no qual a ficha radiográfica ocupa papel de capital importância. O nosso estudo, publicado de colaboração com o Dr. Manuel Valadares, realizado antes do restauro por Fernando Mardel da pintura *A Salomé*, de Lucas Cranach, o Velho, pertencente ao Museu de Lisboa, dá a nota exacta das vantagens de um diagnóstico pelos raios X. Outro exemplo. Disse-se e escreveu-se que o restauro dos painéis de São Vicente de Fora, atribuídos pelo Dr. José de Figueiredo ao pintor Nuno Gonçalves, alterara parcelas da pintura e deturpara a

⁽¹⁾ *The Modern Vermeer picture trial: Van Meegeren and his work in Court.* Em «The Illustrated London News» — Número de 8 de Novembro de 1947. Hans Van Meegeren foi condenado a um ano de prisão e multa, vindo a falecer no Hospital de Amsterdam, em 30 de Dezembro de 1947.

⁽²⁾ *Cleaned pictures* — National Gallery, 1947 (Catálogo).

⁽³⁾ *Leonardo da Vinci. The Virgin of the Rocks in The National Gallery — 16 plates, with an account of the documentary evidence concerning the picture*, by Martin Davies. Londres 1947.

⁽¹⁾ Philip Hendy — *Science and picture cleaning: How National Gallery masterpieces are examined and cleaned by modern means.* Em «The Illustrated London News». Número de 4 de Outubro de 1947.

⁽²⁾ Roberto de Carvalho e Pedro Vitorino — *Revelações dos raios X nos quadros antigos.* Guimarães 1937.

The National Gallery Laboratory. Com introdução e notas de Ian Rawlins — Londres 1940.

obra realizada pelo seu genial autor. Quando se radiografaram os painéis verificou-se que o trabalho de Luciano Freire fora seriíssimo e escrupuloso e que se alguma coisa havia a censurar era o facto do exímio restaurador não ter limpo as tábuas tão profundamente quanto algumas vezes as circunstâncias exigiam. Hoje, deante das películas radiográficas, verifica-se

laboratório, não tiveram boa aceitação quer dos historiadores e dos críticos de arte, o que não admira, mas dos conservadores dos museus, o que é realmente muito de estranhar. Justifica-se porém esta atitude deante da necessidade, premente em muitas pinacotecas importantes, de rever as suas fichas de inventário principalmente no que diz respeito á

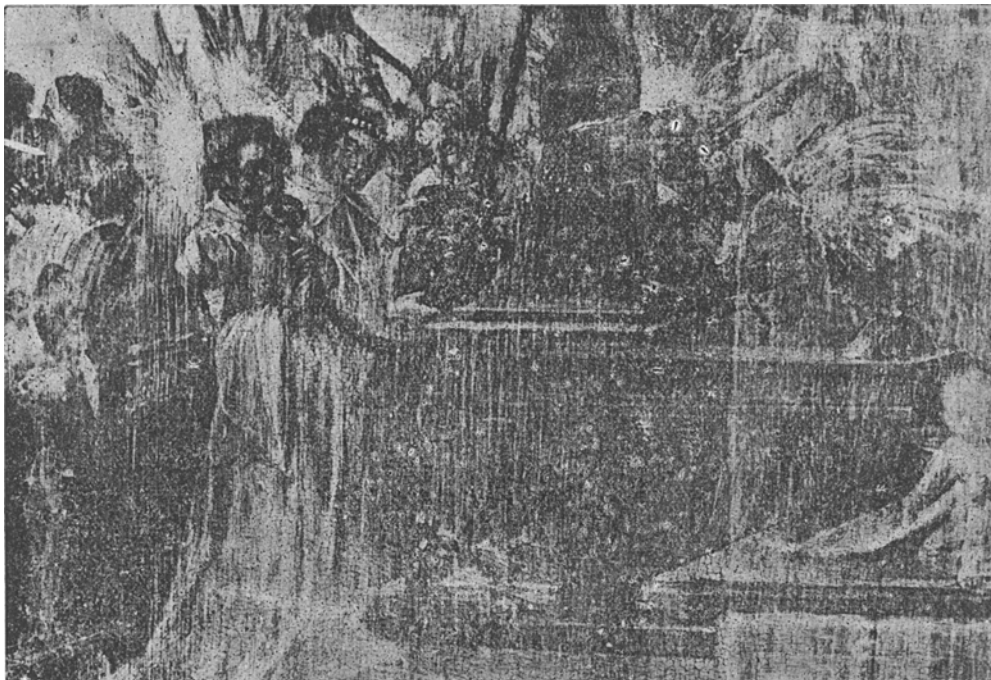


Fig. 1

que o trabalho de remoção de repintes e de sugidades podia ter ido mais longe.

Os estudos da aplicação dos métodos científicos ao melhor conhecimento das pinturas, que já há bastantes anos vinham a ser realizados na Alemanha e tiveram depois grande desenvolvimento nos Estados Unidos da América do Norte, dando lugar à publicação da magnífica revista *Technical Studies in the field of Fine Arts*⁽¹⁾ e na Inglaterra, onde a National Gallery de Londres instalou um modelar

⁽¹⁾ *Technical Studies* iniciaram a sua publicação em Julho de 1932 e terminaram em Abril de 1942. Publicaram-se dez volumes. A iniciativa desta obra pertenceu ao Fogg Art Museum, da Universidade de Harvard.

autoria de seus quadros, trabalho moroso, incómodo e sobretudo perigoso se acaso viesse a abalar um conhecimento tido durante longos anos como certo e tantas vezes apoiado em alicerces frágeis e em argumentos presunçosos.

No caso particular do restauro das pinturas no qual, segundo parece, não devia haver atitudes de desconfiança dos estudiosos e dos técnicos também a reserva se mantém. Do director da Galeria de Arte de Glasgow⁽¹⁾ são as seguintes palavras «Unfortunately, and notwithstanding the great scientific work of A. P. Laurie, G. L. Stout (U. S. A.) and

⁽¹⁾ T. J. Honeyman — *The Cleaning of pictures*. Em «The Studio». Número de dezembro de 1947.

others who have not yet recieved adequate acknowlegment for what they have done and are doing, cleaned pictures which astonish artist and laymen are still looked upon as something in the nature of a miracle».

Graças à boa vontade do Dr. José de Figueiredo e à colaboração muito erudita e dedicada do Dr. Manuel Valadares, pude, quan-

dotado com um aparelho de raios X, especialmente estudado pelo Dr. Manuel Valadares e construído sob a direcção do engenheiro de uma casa alemã com sede, ao tempo, em Lisboa. No Museu já anteriormente se realizavam com entusiasmo e excelente material trabalhos de fotografia à luz razante, segundo o plano do Dr. Perez, fundador do Instituto



Fig. 2

do ainda era conservador do Museu Nacional de Arte Antiga, preparar o terreno para se dotar este estabelecimento com um laboratório, suficientemente equipado para prover ao estudo objectivo das suas pinturas. Impunha-se esta realização não só para o Museu de Lisboa se colocar a par dos outros museus da Europa e da América, mas, e isso era o ponto essencial, para melhorar os nossos conhecimentos acerca dos processos usados pelos antigos pintores da grei, dos quais ainda existe felizmente quantidade apreciável de obras, e finalmente para provar a actuação inteligente e cuidadosa dos nossos restauradores, injustificada e malevolamente acusados por vezes de ineptos e até de prevaricadores.

O laboratório começou a funcionar em 1936,

Mainini, do Louvre. Mais tarde o laboratório foi dotado com aparelhos para os exames aos raios infra-vermelhos e ultra-violetas e foi possível adquirir um tintómetro (Lovibond) e a instalação completa — microscópio, jogo de lentes, lanterna, suporte especial, etc. — para a obtenção de micro-fotografias. Acompanhou-se sempre o esquema adoptado na National Gallery, de Londres, e alguma da nossa aparelhagem é igual aquela que ali se utiliza.

Não é possível no curto espaço de um artigo mencionar, ainda mesmo em resumo, o resultado da actividade deste importantíssimo departamento do Museu. Os opúsculos e os artigos publicados no Boletim da Academia Nacional de Belas Artes e nos Boletins do Museu dão notícia dos trabalhos ali produzi-

dos. O momento que precedeu a grande exposição de pintura dos séculos XV e XVI,

Os nossos arquivos contêm inúmeras fotografias obtidas pelos processos que nele se

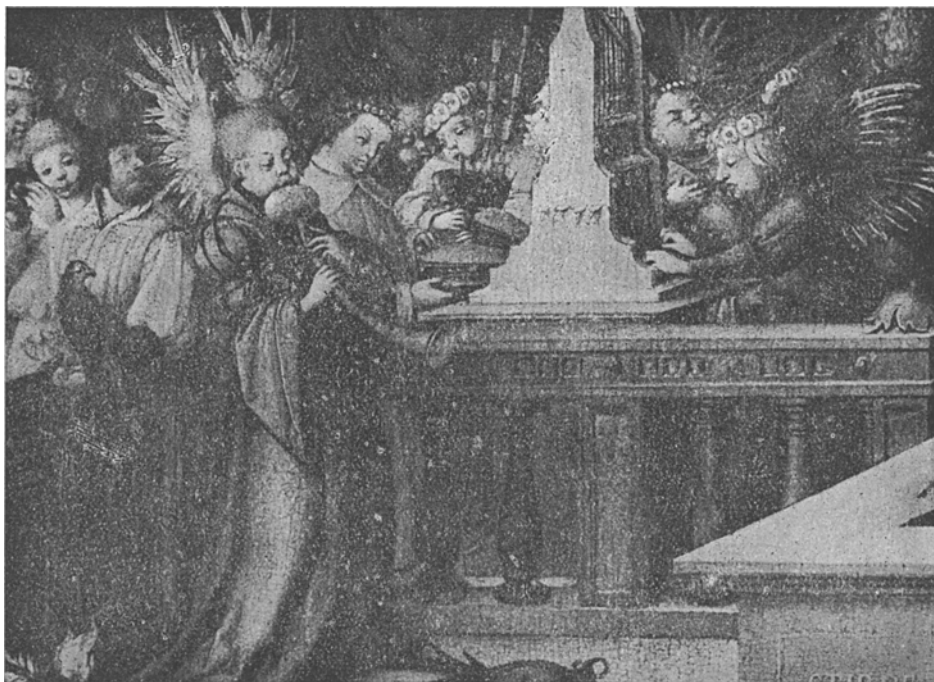


Fig. 3

realizada nas Janelas Verdes por ocasião das Comemorações Centenárias de 1940, foi sem



Fig. 4

dúvida aquele em que a actividade do instituto foi maior e em que se demonstraram mais claramente 45 vantagens da sua opero-

utilizam e com muito desse material foram organizados relatórios, entre os quais destaque o da pintura — *A Virgem, o Menino e Santos*, de Holbein, os dos *paineis de S. Vicente de Fora*, o da *Salomé*, de Cranach, o *Velho* e os trabalhos mais recentes do nosso colaborador Abel de Moura acerca dos resultados obtidos pela aplicação dos raios infra-vermelhos e ultra-violetas.

No campo especial da radiografia, os físicos que deram ao Museu desinteressada e valiosíssima colaboração — Dr. Manuel Valadares e as licenciadas Maria Valadares e Olívia Trigo de Sousa, obtiveram até hoje 485 películas de pinturas das escolas portuguesa e estrangeira. Os benefícios desse trabalho, quasi ignorado do público, podem ser atestados por todos aqueles que ao nosso laboratório têm recorrido: conservadores dos museus, restauradores e particulares na posse de quadros que tiveram de ser sujeitos a beneficiação. Descobriram-se em muitos painéis danos inevitáveis produzidos pela acção do tempo e dos homens e com as

indicações obtidas o prático pode proceder conscienciosamente ao seu arranjo. Muitas vezes foi possível verificar a sobreposição de pinturas realizadas ou no intuito de produzir obra nova sobre outra desprezada, ou para alterar a ideia do pintor, procedimento sempre de ponderar pois pode tratar-se de um trabalho do mesmo mestre que executou a pintura

e na tábua — *A Virgem, o Menino e Santos*, de Holbein. Muitos outros casos de veras curiosos, suscitados pelas radiografias obtidas pelos físicos, podiam ser apontados.

Os benefícios que se conseguem pela aplicação destes meios no estudo das pinturas são tão evidentes e de resultados tão sérios

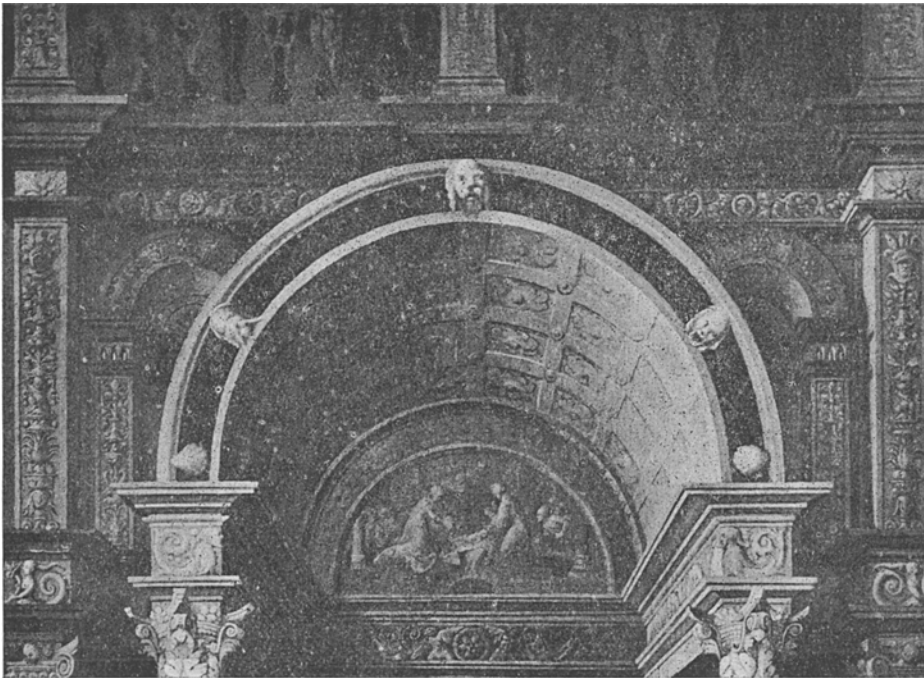


Fig. 5

recoberta. Convém então discutir seriamente se tal facto sucedeu e no caso afirmativo se o repinte deve manter-se. É o problema que se levantou depois do Dr. Valadares ter conseguido a magnífica radiografia da cabeça do Santo no painel do Infante, do políptico de São Vicente de Fora⁽¹⁾. Deve também apurar-se se o recobrimento da pintura inicial foi feito com o intuito de ajustar o significado da obra de arte a novos ditames de doutrina, como sucedeu, por exemplo, no painel *O Calvário*, da Igreja de Jesus, de Setúbal⁽²⁾

(1) João Couto — *A Cabeça do Santo do Painel do Infante*. In «Boletim dos Museus Nacionais de Arte Antiga», fasc. 9-10, de 1944.

(2) Idem — «*O Calvário*» painel do políptico da Igreja do Convento de Jesus de Setúbal. Em «Boletim da Academia Nacional de Belas Artes», fasc. IV de 1938.

que em nosso parecer qualquer pinacoteca de certa importância tem de possuir um laboratório para o exame das obras que lhe pertencem ou lhe são apresentadas. Dos resultados ali obtidos não pode prescindir o conservador, pois, como se viu, são indispensáveis para a organização da ficha de inventário e também para fundamentar as indicações a dar ao restaurador se a actuação deste tiver de exercer-se.

Devo acrescentar que o trabalho dos laboratórios não se limita à pintura, embora esta seja a modalidade da arte que maiores benefícios obtêm da sua prática. Nas artes decorativas, os conservadores das secções de cerâmica, de vidraria, de tecidos, de ourivesaria e outras, têm muitas vezes de recorrer, para a boa compreensão dos processos de

fabrico, ao parecer de competentes cientistas⁽¹⁾.

Dada a natureza dos trabalhos dos laboratórios nas pinacotecas, a assistência constante de técnicos especializados é indispensável: de físicos para as radiações⁽²⁾ e para a colorimetria, de químicos para as análises dos pigmentos e das substâncias utilizadas nos

dioso e complexo. Mas isso não obsta a que esta contribuição tenha sido descurada. Um cientista exímio, amigo do Museu, tem procedido no campo dos pigmentos a demoradas investigações cujos resultados serão oportunamente anunciados.

Assim nos últimos tempos a física e química vêm sendo associadas à museologia. Se os

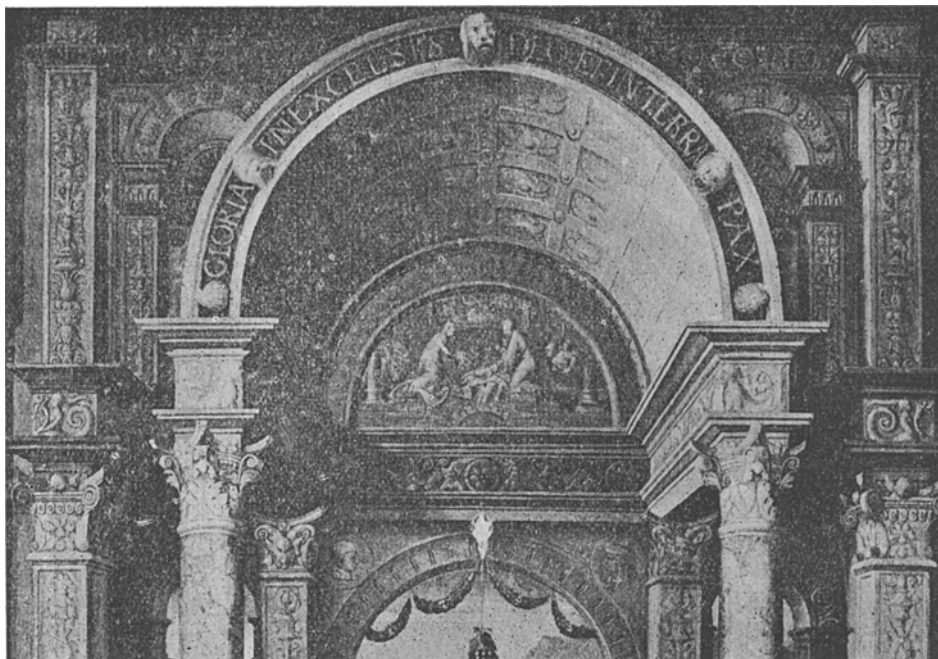


Fig. 6

preparos dos suportes. Até hoje ainda não foi possível ampliar o laboratório do Museu de Lisboa dotando-o do que é necessário para os exames químicos. Carecemos de espaço e de meios para adquirir um material dispen-

servadores não podem ignorar as vantagens enormes que seus ensinamentos lhes oferecem, físicos e químicos têm de vir até nós por ser imprescindível o seu serviço nos laboratórios dos museus, onde devem ocupar lugares ao lado dos técnicos do restauro.

A justificação da existência de quadros de pessoal, organizados desta forma parece tão evidente e os resultados obtidos no nosso Museu de Arte Antiga são tão sugestivos, que uma legislação futura respeitante à organização dos museus e serviços anexos não pode deixar de considerar a criação na nossa primeira pinacoteca de lugares destinados a tais especialistas.

⁽¹⁾ Charles Lepierre — *Estudo químico e tecnológico sobre a cerâmica portuguesa moderna*. Lisboa 1899.

Idem — *Estudo sobre o estado actual da indústria cerâmica na 2.ª circunscção dos serviços técnicos da indústria*. Lisboa, 1905.

Idem — *Exame de fragmentos de vestuário encontrados no túmulo de um bispo que estava na capela-mór da Sé Velha de Coimbra*. Coimbra 1896.

Prof. Pereira Forjaz — *A química aplicada às artes e às indústrias*. Lisboa 1936.

⁽²⁾ Dr. Manuel Valadares — *Elementos de Física Atómica*, Lisboa, 1947, pág. 145 e seguintes.

JOÃO COUTO

DIRECTOR DO MUSEU NACIONAL DE ARTE ANTIGA

Nota

As estampas que ilustram este artigo reproduzem pormenores da pintura de Hans Holbein, do Museu Nacional de Arte Antiga de Lisboa, que representa a Virgem, o Menino, Doadores e vários Santos. A estampa da capa revela o aparecimento na película radiográfica de um falcão que em arranjo posterior do painel havia sido coberto e que a última beneficiação (F. Mardel) repoz na forma original. A radiografia, figura nº 1, bem como as fotografias, figuras nºs 2 e 3, mostram o agrupamento de anjos músicos do lado esquerdo do quadro, entre os quais está o retrato dum personagem civil, porventura o pintor Hans Holbein, que aqui se apresenta como um falcoeiro. Outros pormenores denunciam várias diferenças entre o estado actual do quadro, cuja beneficiação ainda não foi inteiramente realizada, e o seu aspecto original. As figuras 4, 5 e 6 são a radiografia e as fotografias da parte superior do corpo arquitectónico que ocupa a parte central da pintura de Holbein. Pelo seu exame pode verificar-se a existência de uma inscrição, posteriormente recoberta com uma camada de tinta verde e hoje posta de novo em evidência.

Bibliografia Portuguesa ou referente a Portugal acerca do tema deste artigo

- PEDRO VITORINO *A tábua de Margarida de França e a sua radiografia* (Museu Municipal do Porto). Em «Portucale», vol. VII, nºs 37-38, Janeiro-Abril de 1934, Porto.
- ROBERTO DE CARVALHO E PEDRO VITORINO — «A Trindade» do Museu do Porto vista aos raios X. Em «Portucale», vol. VII, Porto, 1934.
- LUIS REIS SANTOS — *Os processos científicos no estudo e na conservação da pintura antiga*. Conferência realizada no Porto (Liga de Profilaxia Social), em 1936, Porto, 1939.
- ROBERTO DE CARVALHO E PEDRO VITORINO — *Revelações dos raios X nos quadros antigos*. Em «Revista de Guimarães». Guimarães, 1937.
- JOÃO COUTO e MANUEL VALADARES — «A Salomé» de L. Cranach, o Velho — A intervenção do «Laboratório para o exame das obras de arte» do Museu das Janelas Verdes nos trabalhos preparatórios do restauro de pintura — Salomé — de Lucas Cranach, o Velho. Em «Boletim da Academia Nacional de Belas Artes», fasc. IV. Lisboa 1938.
- MANUEL VALADARES — *Laboratório para o exame das obras de arte*. Em «Boletim dos Museus Nacionais de Arte Antiga», vol. I, pág. 32. Lisboa 1939.
- JOÃO COUTO — «O Calvário», painel do políptico da Igreja do Convento de Jesus, em Setúbal. Em «Boletim da Academia Nacional de Belas Artes», fasc. IV. Lisboa 1938.
- OLÍVIA TRIGO DE SOUSA — *Exame comparativo ao raio X de alguns quadros atribuídos aos Cranach (Velho e Novo)*. Em «Boletim dos Museus Nacionais de Arte Antiga», fasc. VIII, pág. 188. Lisboa 1943. — Idem, idem — *Relatório do exame radiográfico do quadro «A Virgem e o Menino» de Hans Memling*. Em «Boletim dos Museus Nacionais de Arte Antiga», fasc. VIII, pág. 189. Lisboa, 1943.
- JOÃO COUTO — *A pintura flamenga em Évora no século XVI (variedade de estilos e de técnicos na obra atribuída a Frei Carlos)*. Lisboa 1943.
- JOÃO COUTO — *A cabeça do Santo no «Painel do Infante»*. Em «Boletim dos Museus Nacionais de Arte Antiga», fasc. IX e X. Lisboa 1944.
- MANUEL VALADARES — *Exame ao raio X de um painel representando «Cristo descido da Cruz»*. Em «Boletim dos Museus Nacionais de Arte Antiga», fasc. IX e X. Lisboa 1944.
- AARÃO DE LACERDA — *Pinacoradiologia*. Em «Comércio do Porto», 12-XII-1945. — Idem Idem — *A ciência ao serviço da arte*. Em «Comércio do Porto», 19-XII-1945.
- MANUEL VALADARES — *Elementos de Física Atómica*, pág. 145 e seg. Lisboa 1947.
- THEODORE ROUSSEAU — *The Cleaning Controversy*. Em «Art News», número de Outubro de 1947. No artigo fazem-se referências ao laboratório do Museu de Lisboa e aos trabalhos ali realizados.

A PROPÓSITO DE UMA CADEIRA DE ÓPTICA

Durante muito tempo, entre nós, o ensino da Óptica esteve anacrônicamente ligado a matérias de facto distintas na chamada cadeira de Acústica, Óptica e Calor...

A Reforma recente que criou a licenciatura em Ciências Geofísicas, por razões que aliás não me parecem óbvias, incluiu também modificações do plano de estudos da licenciatura em Ciências Físico-Químicas. Entre estas, a mais notável e progressiva é a da criação da cadeira anual de Óptica, tendo como precedência um Curso Geral de Física, anual também. (Infelizmente a Electricidade não é, como deveria ser, precedência da Óptica).

Uma tal inovação veio colocar num plano inteiramente diferente a organização dos estudos de Óptica. Até aqui, deve ter sido um verdadeiro pesadelo, para os mestres regentes da extinta cadeira, a ordenação das matérias dispare, os assuntos a incluir e a excluir, a extensão relativa dos capítulos, a distribuição dos trabalhos práticos, etc..

E, por isso, é de louvar a criação de uma cadeira de Óptica, embora venha a propósito dizer que não se compreende porque não se criou simultaneamente uma cadeira semestral de Acústica e não se transformou em anual a cadeira de Termodinâmica... A precedência obrigatória do Curso Geral de Física, excelente iniciativa,⁽¹⁾ perde assim muito do seu interesse por falta de cadeiras «de especialidade» que venham consolidar a formação básica, indispensável, que ele deve conceder. Pense-se por exemplo que, em nenhuma destas cadeiras de especialidade — apenas 2 anuais (Óptica e Electricidade) e 2 semestrais (Mecânica Física e Termodinâmica) — cabem, necessariamente (embora possam ser incluídos), assuntos tão vastos e fundamentais como Física Molecular, Física atômica e Física Nuclear! Ora, será legítimo admitir que um

físico dos nossos tempos ignore totalmente, ou quasi, questões tão importantes como são, por exemplo, a espectrografia infra-vermelha, os raios X, a cisão nuclear e a radiação cósmica, ou que só saiba destas questões essenciais do seu curso, praticamente o mesmo que qualquer pessoa culta pode encontrar nas numerosíssimas revistas científico-recreativas que se publicam por esse mundo fora? A verdade é que, com o desenvolvimento actual da Ciência, o problema da cultura especializada só pode resolver-se por meio de cadeiras livres, em que as matérias versadas variem frequentemente...

Por outro lado toda a orgânica do ensino da Física (e provavelmente, também, de outras ciências) enferma, entre nós, dum mal gravíssimo: a não consideração das duas formas do desenvolvimento científico, teórica e experimental.

Se se disser que o nosso ensino é de natureza experimental, verificar-se-á que é absolutamente insuficiente, bastando para isso pensar nas dotações minguadas dos nossos Laboratórios, na escassez de aulas práticas, na exiguidade dos locais, na assombrosa desproporção entre o número de assistentes e o de alunos, na duração dos tempos lectivos, etc..

Se se disser que ele é de feição teórica, ter-se-á um desmentido imediato nos programas das cadeiras, na ausência de Seminários, na própria tendência da grande maioria dos nossos professores e encarregados de curso, etc..

E, por isso, é frequente ouvir dizer-se que o nosso ensino tem uma feição mixta, que abrange harmoniosamente os dois «aspectos», teórico e experimental, da Física, embora se insista um pouco mais no «lado» experimental... Quem assim se pronuncia fecha evidentemente os olhos (conscientemente, «sabotando» o nosso progresso, ou inconscientemente), à baixíssima eficiência do nosso curso comprovada, entre outros, pelo facto de, em tantos anos de existência, não ter ainda dado

⁽¹⁾ Esta ideia não é aliás nova e alguém já a tinha inspirado ao legislador duma reforma anterior.

lugar a nenhuma profissão definida: como se a existência do Instituto Superior Técnico, por exemplo, não implicasse a da profissão de engenheiro!

De facto o nosso curso, híbrido em si, tem estado muito mal orientado na própria organização interna das partes. Qualquer destas, e em particular a Física de que aqui nos ocupamos, é ao mesmo tempo experimental e teórica, e isto não pode ser ignorado ou amesquinhado na organização do seu ensino. É facto que a Física é uma ciência experimental, mas isto quer dizer que as suas leis devem ser *verificadas* pelos resultados de experiências objectivas, e de modo algum que *procedam* necessariamente de investigações experimentais. São tantos os exemplos a confirmá-lo que seria injurioso recordar algum...

E agora é fácil compreender que a boa orgânica, do ensino da Física é aquela em que as aulas (aliás entre nós *chamadas* teóricas) sejam predominantemente de Física Teórica (embora incluindo as indispensáveis referências a aparelhos típicos de investigação experimental) e em que as aulas práticas sejam efectivamente aulas de Física Experimental. Numa tal orgânica o Curso Geral de Física deveria ter dois anos, com carácter descritivo, e as cadeiras livres deveriam repartir-se por assuntos teóricos, ensino de técnicas experimentais especializadas, ramos de construção empírica, resultados experimentais não confirmados por teorias existentes, etc.

* * *

Ao fazer estas rápidas e incompletas referências aos aspectos que nos parecem susceptíveis de melhorar o ensino da Física, quize-mos apenas chamar a atenção para o facto de, mesmo nas circunstâncias actuais, não ser óbvia nem simples a organização do programa da cadeira de Óptica e seu ensino.

Mas este facto será ainda reforçado se considerarmos que, além das duas formas de desenvolvimento, teórica e experimental, da Física, esta ciência tem ainda uma terceira forma, já talvez não de desenvolvimento, mas sem dúvida de cultura: a das aplicações.

Chamaremos Físicos técnicos àqueles que se dedicam ao *estudo* das aplicações da Física: aperfeiçoamento das existentes, investigação de outras (e mesmo àqueles que *aplicam simplesmente* os resultados da Física desde que actuem como físicos). Os físicos técnicos espalham-se imediatamente por três ramos distintos, quanto aos objectivos pelo menos 1) os das repartições do Estado (com funções essencialmente fiscalizadoras: investigação criminal, serviços alfandegários, museus, bibliotecas, repartições de Pesos e Medidas, etc. ou mesmo investigatórias: hospitais, material de guerra, Correios e Telégrafos, Centros de Investigação, etc.; 2) os das outras Ciências (biologia, química, medicina); 3) os da Indústria.

É evidente que o nosso curso não forma físicos destes, não por intenção, mas porque não basta para tais práticas o conhecimento, mesmo perfeito, dos compêndios do ensino liceal e porque pouco mais se pode esperar dos nossos alunos médios, alguns anos após o fim dum tal curso.

Deveria então formá-los deliberadamente?

Cremos que não, pois, pelo menos por agora, a procura de tais físicos é praticamente nula *entre nós...* Aliás, haverá algum país onde se formem taxativamente físicos técnicos?

A solução está em formar *físicos*, simplesmente *físicos*! Se o Curso fornecer a base sólida da formação profissional, depressa a *prática* da profissão dará a cada físico aquela cultura especializada de que só ele precisa, que o Curso não lhe podia dar, mas cuja aquisição foi tornada possível pela *seriedade* dos estudos feitos.

Portanto, num Curso de *Física*, não se trata de ensinar física aplicada. A aplicação daquilo que sabemos bem é sempre fácil, relativamente, mas seria ilusório sacrificar o conhecimento da própria ciência que se pretende aplicar ao de circunstâncias particulares desta ou daquela técnica aplicada...

Assim, neste momento, a necessidade de criar a *profissão* de físico técnico não deve interferir na organização do Curso. Se este formar, como deve, físicos, estes por seu turno

saberão aplicar os princípios gerais da sua especialidade a qualquer técnica particular a que se dediquem, saberão ser, numa palavra, *profissionais*.

No entanto, sucede por vezes que a intervenção da física numa técnica (ou ciência) determinada é tão forte que, se essa técnica (ou ciência) tiver um grande desenvolvimento, chega a justificar-se a criação de cursos ou ramificações especiais para a formação dos físicos destinados à respectiva profissão. Até entre nós isso se deu, precisamente com a criação da licenciatura em Ciências Geofísicas. O mesmo tem sucedido noutros países, onde existem cursos, ou ainda Institutos, de Hidrodinâmica, de Astronomia, de Biofísica, de Radiologia, de Optica Instrumental, etc..

Excluídos estes casos, por *exigirem* um estudo apropriado, sempre complexo, fica assim claramente posta a necessidade de *atender* à existência duma Física Aplicada, de vastíssimas proporções, na organização dum Curso de Física (ou na do programa de qualquer das suas cadeiras). Por isso, para além daquelas bases mínimas que devem produzir físicos em 4 anos, há que escolher os assuntos por forma a preparar para as mais frequentes solicitações da *vida prática*, como aliás se procura conseguir em todos os cursos.

Não tentaremos fazer a análise do nosso curso à luz destes princípios gerais, limitando-nos aqui ao estudo da organização da Cadeira de Óptica, embora acompanhado de considerações de ordem geral que nos parecem indispensáveis.

De facto, seria alongar incomportavelmente este artigo, além de ser de eficiência muito duvidosa, procurar detalhar um programa de Óptica, ou mesmo justificá-lo apenas nas suas linhas gerais. Porém, julgamos de algum interesse tentar completar as considerações que precedem, esclarecendo, ou ilustrando com exemplos, alguns modos *possíveis* de atender aos vários pontos focados. Note-se que as nossas opiniões não passam de um *ensaio* e que muito do que se vai apontar não se considera *completo* nem exclusivo de outras orien-

tações, igualmente justificáveis, pelo menos sempre que não se afirme o contrário.

Conforme anotámos, há então a considerar, em particular na Óptica, a parte teórica, dominante nas aulas «teóricas» e a parte experimental (com estudo de livros de texto *também*, evidentemente) quâsi exclusiva das aulas do Laboratório. Mas, para evitar sobreposições ou, pior, contradições, deve ponderar-se cuidadosamente a distribuição dos temas de estudo por estes dois tipos de aulas. Um exemplo bastará talvez para tornarmos claro o critério que nos parece dever seguir-se a este respeito. Para isso consideremos dois assuntos que é muito provável encontrar em qualquer curso anual moderno de Óptica: o estudo dos interferómetros e o efeito Zeeman. Ao contrário do que se poderia supor, parece-nos (para um Curso que ainda não é de especialização) que o estudo dos interferómetros se deve incluir na aula teórica (onde é indispensável para a boa compreensão de muitas questões teóricas) e não na aula prática (por ser demasiadamente especializado) e que o efeito Zeeman deve pertencer ao programa de trabalhos práticos (por se prestar a demonstrar as profundas ligações teórico-experimentais da Física) e não ao programa teórico (porque, do ponto de vista teórico, se deve incluir na Física Atómica e não na Óptica).

Não quer isto dizer que não se deva trabalhar com um interferómetro no Laboratório ou não fazer a mínima referência ao efeito Zeeman na aula teórica: estudar é uma coisa, manejar ou descrever é outra...

Deverá ainda atender-se à influência da orientação profissional dos alunos (princípios de fotometria, fotografia, raios X, raios infra-vermelhos etc., variando os assuntos de ano para ano, atendendo a pedidos dos alunos, aproveitando-se de visitas de estudo, etc.).

Examinar-se-ão também os antecedentes e consequentes do Curso, a preparação matemática dos alunos e será legítimo exigir o perfeito conhecimento das matérias versadas no Curso Geral de Física¹.

¹ Ver nota 1 na página seguinte.

Mas, mesmo depois de considerar judiciosamente todos estes factos, não ficará *determinado* o programa do curso, pois será ainda necessário fazer a escolha do que se ensina e do que se exclui e, dentro daquilo que se ensina, da extensão relativa dos vários capítulos (vejam-se tratados clássicos de Óptica, como os de Drude, Wood, Born, Bruhat e os 4 volumes de 1000 páginas cada — do Handbuch der Physik).

Acima de tudo, não se poderá ignorar o carácter *ainda geral*, da Cadeira de Óptica, e sacrificar questões essenciais a uma especialização que só poderia ser perniciosa (por exemplo, não dar questões excessivamente restrictas como tecnologia das lentes — inútil — ou espectrografia dos raios X — particular).

Deverá no entanto ter-se em consideração, desde já, as tendências actuais da respectiva disciplina (elementos da teoria quântica da radiação)², bem como a importância relativa, *para um físico*, dos seus vários capítulos (a Óptica Ondulatória é incomparavelmente mais importante que a Óptica Geométrica).

Será também conveniente mostrar a interdependência dos diferentes ramos da Física (Óptica e Mecânica, etc.) e não deixar de levar e aluno suficientemente longe para que ele tenha uma ideia das fronteiras actuais da Óptica (dualidade fotões-ondas, etc.).

E será ainda necessário ponderar na possível exigência, para exame, de matérias não versadas nos tempos lectivos (se estes não forem suficientes) a exemplo do que se faz e é notório — evitando embora exageros condenáveis — com a cadeira de Anatomia das nossas Faculdades de Medicina.

Será igualmente indispensável, por virtude da própria orgânica geral do curso, examinar a possibilidade de incluir nesta ou naquela cadeira, em particular na de Óptica, questões que logicamente deveriam pertencer a outras

cadeiras, mais especializadas, mas não existentes (raios X, princípios de Mecânica Ondulatória, noções de teoria quântica dos campos).

Este esquema é, evidentemente, muito sumário, mas não poderia ele servir desde já, aos físicos de boa vontade, de base para um estudo do problema do ensino da Óptica entre nós? Não poderia mesmo, eventualmente, servir de padrão ou, pelo menos, de incentivo, a estudos análogos relativos às restantes cadeiras de Física (estudos que se publicariam sucessivamente na Gazeta de Física)?

Finalmente, quanto às pessoas:

se o encarregado do curso for um especialista dum dos capítulos da Óptica (porque especialistas *de Óptica* só poderão existir presentemente no espírito de alguns ignorantes) deverá evitar de dar à sua especialidade um desenvolvimento excessivo; se for um especialista de outro ramo da Física não deverá tentar incluir matérias desse ramo que de outro modo não se justificariam.

Se o encarregado de curso não tiver uma especialidade definida, o que se vai tornando quasi impossível para as novas gerações, excluindo os incompetentes que sabem tudo, deverá antes de mais nada preocupar-se com a necessidade de o seu exemplo não afastar os seus alunos da especialização, isto é, da investigação.

Que isto é, em princípio, possível, todos nós o sabemos que tivemos o privilégio de tirar a extinta cadeira de Acústica, Óptica e Calor com o Professor Cyrillo Soares.

Mas, que esta notável excepção não nos iluda e sirva antes de confirmação à regra da especialização indispensável para a eficiência do ensino.

Não se trata só do especialista ensinar a sua especialidade (entre nós isto é *impossível* pois não há cadeiras *especiais* em nenhum curso de Ciências), mas sim da influência que a maneira de ser típica dos investigadores traz para o ensino, não só na sua substância como, e principalmente, na sua função *formativa*,..

¹ Por exemplo: a Óptica Geométrica, mas sem o princípio de Fermat. (Este aparecerá como caso limite das equações da Óptica Ondulatória, demonstrando-se a sua equivalência às leis de Descartes).

² Não nos referimos à teoria quântica da radiação térmica, de Planck.

2. ENSINO MÉDIO DA FÍSICA

SOBRE PROBLEMAS DE FÍSICA

A *Gazeta de Física* teve o prazer de receber de «Um estudante de Física» um escrito intitulado «*Ácerca de alguns problemas que, vulgarmente, nos são ensinados a resolver nos «Liceus» no curso do 7.º ano.*» Apresenta-nos o enunciado de três problemas, que adiante trancrevemos, e as soluções que, segundo diz, são ensinadas em *alguns liceus* e em *outros*. Desculpárá, «Um estudante de Física», não registarmos aqui algumas das soluções que indica, por enfermarem de defeitos e até de erros, pelo que não nos parece pedagógico reproduzi-las.

Sobre problemas de Física já, por mais de uma vez, tivemos desejo de fazer algumas considerações em consequência dos enunciados de problemas aparecidos em exame e por nós publicados na respectiva secção. As principais considerações a fazer diriam respeito: à falta de clareza ou de rigor nos enunciados, à desconexão no grau de aproximação dos vários dados no mesmo problema, ao afastamento em que se encontram da realidade, etc..

A propósito de cada um dos problemas que originaram estas palavras faremos as objecções que lhes disserem respeito. E para encurtarmos espaço, passemos aos problemas.

* * *

I — «O primário de um transformador estático é constituído por 400 espiras e o secundário por 4000. No primário lança-se uma corrente alternada monofásica sob a tensão eficaz de 200 V, que produz uma corrente de 10 A eficazes. O rendimento do transformador é de 81%. Para simplicidade de cálculos, supõem-se os dois enrolamentos como circuitos não indutivos. Pedem-se: *a)* a potência lançada no primário; *b)* a potência obtida no secundário; *c)* a intensidade eficaz da corrente secundária; *d)* a tensão obtida no secundário».

O enunciado deste problema poderá dizer-se claro e correcto mas incompleto. Quanto aos dados, não é de aceitar o rendimento de 81%, porquanto só em casos excepcionais e em más condições se pode admitir um tal rendimento, o que implica a não aplicação das regras usualmente empregadas e a necessidade de outros dados, em especial as resistências sobre que debitaria a corrente no secundário e a resistência no primário. A fórmula que relaciona o número de espiras com as tensões nos terminais é deduzida no caso em que se desprezam os produtos dos valores das resistências dos enrolamentos pelos das intensidades das correntes que neles circulam, e a sua aplicação não pode dar-se quando haja tal perda de rendimento. Na opinião de físicos de categoria, este problema, tal como é enunciado, só pode resolver-se no que diz respeito às alíneas *a)* e *b)*.

Portanto a suspeita de «Um estudante de Física» de que *o problema não estava bem resolvido em ambas as maneiras* tinha toda a razão de ser.

II — «Um móvel, com a massa de 40 kg, partindo do repouso, resvala por um plano inclinado de ângulo igual a 30°, em local em que $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. No fim de 20 metros de percurso, a velocidade do móvel é igual a 10 m/s. Pergunta-se qual a energia absorvida pelos atritos».

III — «Um móvel, com a massa de 40 kg, partindo do repouso, resvala por um plano inclinado de ângulo igual a 30°, em local onde $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. No fim de 4 segundos de percurso atinge a velocidade de 10 m/s. Calcular a energia, absorvida pelos atritos».

Os enunciados destes problemas, podem dizer-se correctos e claros. Para maior correcção, poderia dizer-se:... energia absorvida pelos atritos quando tivesse percorrido 20 metros, em II, e..., absorvida pelos atritos no fim de 4 segundos, em III; mas isto

teria o inconveniente de alongar os enunciados e este aditamento nada mais esclareceria além do que se depreende dos enunciados, tal como são apresentados. Há, porém, desconexão na aproximação dos dados; assim há dados com um algarismo significativo (4 segundos), com dois e com três.

«Um estudante de Física» verificou que estes dois enunciados correspondem a um único problema porquanto, no caso do atrito o móvel está sujeito a uma aceleração que é a diferença entre a componente da aceleração da gravidade ao longo do plano e a aceleração proveniente do atrito o que conduz a determinar em cada um dos problemas um valor dado no outro.

Com efeito, das expressões $v^2 = 2je$ e $v = jt$, sendo v a velocidade adquirida pelo móvel ao cabo do espaço e , ou depois de decorrido o tempo t , tira-se, eliminando j , $vt = 2e$ o que dá, em II, $t = 2e/v = 2 \times 20 : 10 = 4$ s e em III, $e = vt/2 = 10 \times 4 : 2 = 20$ m, que são respectivamente dados em III e em II.

A resolução destes dois problemas depende evidentemente do que se pretende e assim considerados separadamente, poderia supor-se que teríamos em II de calcular a variação da energia potencial deslocando-se o móvel sem atrito sobre o plano inclinado, ou, o que é o mesmo, a energia cinética adquirida, no percurso de 20 metros, e em III de fazer o mesmo cálculo para a energia cinética adquirida no fim de 4 s, o que daria valores diferentes, porque se não houvesse atrito, o móvel deslocando-se sobre o plano inclinado sujeito à aceleração $j = g \text{ sen } \alpha$; isto é $j = 9,8 \times 0,5 = 4,9 \text{ m/s}^2$, adquiriria a velocidade de 10 m/s depois de ter percorrido $e = 100/9,8$ (pouco mais de 10 metros e não 20 metros), no tempo $t = 10/4,9$ s (ligeiramente mais de 2 s e não 4 s). Ora em qualquer dos casos estamos em presença dum móvel que se desloca dum ponto A dum plano inclinado para outro ponto B em nível inferior (admita-se que se desloca sobre a linha de maior declive), percorrendo o espaço $AB = 20$ m em 4 s. Então, pelo princípio da conservação da energia, a perda de energia

de posição será igual à soma da energia cinética adquirida com a energia absorvida pelos atritos. Nestas condições, só a resolução apresentada por «Um estudante de Física» em II é que convém e que é como segue.

A energia cinética adquirida pelo móvel deslocando-se, com atrito, no percurso de 20 metros, isto é, quando tinha a velocidade de 10 m/s é $W_a = mv^2/2 = 40 \times 10^2 : 2 = 2,0 \text{ kJ}$; o trabalho realizado pela gravidade, sem atrito ou seja, a variação da energia de posição nos mesmos 20 metros do plano é

$W = mge \text{ sen } \alpha = 40 \times 9,8 \times 20 \times 0,5 = 3,9 \text{ kJ}$;
energia absorvida pelos atritos

$$W - W_a = 3,9 - 2,0 = 1,9 \text{ kJ.}$$

* * *

Porque estamos convencidos de que «Um estudante de Física» é também um *estudioso da Física*, e portanto na posse de mais alguns conhecimentos além do 7.º ano dos liceus, e porque esta secção também será lida por outras pessoas com maior bagagem científica, iremos tratar, embora sucintamente, estes problemas entrando em consideração com o atrito e comparando com o caso de não haver atrito. Para simplificar, suporemos que os atritos a que o móvel está sujeito se reduzem ao atrito de escorregamento.

Sabe-se que no caso de um móvel se deslocar com atrito sobre um plano, está submetido a uma força que se opõe ao movimento e que depende duma quantidade f a que se dá o nome de coeficiente de atrito. Quando um móvel resvala sem atrito por um plano inclinado fazendo com um plano horizontal um ângulo α num lugar da Terra onde a aceleração da gravidade é g , está animado dum movimento uniformemente acelerado cuja aceleração j é dada por $j = g \text{ sen } \alpha$, como já atrás usámos; no caso de resvalar com atrito e sendo f o coeficiente de atrito, a aceleração do movimento é então $j' = g (\text{sen } \alpha - f \text{ cos } \alpha)$.

As expressões que determinam a variação da energia potencial, são

$W = (mg^2 t^2 \text{ sen}^2 \alpha) : 2 = mge \text{ sen } \alpha = mv^2/2$
quando não houver atrito; se considerarmos

o atrito nas condições indicadas, então a energia actualizada W_a será dada por qualquer das expressões equivalentes

$$W_a = (m g^2 t^2 : 2) (\sin \alpha - f \cos \alpha)^2 = \\ = m g e (\sin \alpha - f \cos \alpha) = m v^2 / 2$$

As condições dos problemas enunciados e as igualdades anteriores determinam $f=8\sqrt{3}/49$, por ser $\alpha = 30^\circ$ e $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Com este valor torna-se fácil resolver o problema; com efeito, a energia absorvida pelos atritos (supondo estes só devidos ao atrito de escorregamento) é igual, em valor absoluto, ao trabalho das forças de atrito e portanto, por lhe corresponder a aceleração $f g \cos \alpha$, vem

$$W = m g e f \cos \alpha = \\ = 40 \times 9,8 \times 20 \times (8\sqrt{3} : 49) \times (\sqrt{3} : 2) = 1,9 \text{ kJ}$$

que é, como não podia deixar de ser, o valor obtido anteriormente e onde apenas se considerou o movimento do móvel sujeito ao atrito sem ter necessidade de fazer qualquer comparação.

* * *

Resta-nos agradecer a um «Um estudante de Física» o ter-nos proporcionado abordar o assunto dos problemas e ainda ter patenteado o interesse e a utilidade que a *Gazeta de Física* tem para estudantes e professores. Julgamos não conhecer o nosso colaborador accidental, mas temos a convicção de que se tratará de alguém que dá mostras de boa fé e dedicação ao trabalho e que seria, portanto, um bom elemento para nos ajudar na nossa tarefa desinteressada.

JAIME XAVIER DE BRITO
PROF. DO LICEU PASSOS MANUEL

3. ENSINO SUPERIOR DA FÍSICA

ILLUSTRATION DES CONCEPTES DE LA MÉCANIQUE STATISTIQUE

1. Les jeux de hasard ont toujours été à la base des concepts statistiques, aussi bien dans les sciences conjecturales que dans les sciences exactes, dans lesquelles se range la Physique théorique. Loin d'exclure comme futiles les exemples empruntés aux jeux de pile ou face, de dés, de cartes etc., j'estime qu'ils ont la plus grande valeur pédagogique. C'est ce que je vais essayer de montrer ici.

2. On fait reposer la Mécanique Statistique (depuis Gibbs) sur les équations de Hamilton parce que celles-ci jouissent des deux propriétés suivantes:

a) le volume de l'extension en phase: $dq dp$, est invariant par une transformation canonique, c'est à dire qu'il ne dépend pas des variables choisies, pourvu que les q et les p soient toujours des variables conjuguées.

b) ce volume ne varie pas avec le temps, lorsque les q et les p évoluent en satisfaisant aux équations de Hamilton.

Ce sont ces propriétés qui ont permis de voir dans le volume de l'extension en phase une définition théorique rigoureuse de la probabilité.

Pour ma part j'estime que la Mécanique Statistique ne doit pas être subordonnée aux équations de Hamilton, mais que l'on doit plutôt rechercher le sens profond des hypothèses dont on a besoin et les énoncer sous forme d'axiomes, leur validité dépassant de beaucoup le mécanisme trop étroit représenté par les dites équations.

3. Jouons aux dés, avec deux dés numérotés 1 et 2. Soit x_1 le point amené avec le dé 1, x_2 le point amené avec le dé 2. Représentons nous chaque dé comme une molécule et chaque point du dé comme une valeur possible de l'énergie de la molécule. Nous entendons cette énergie au sens suivant: c'est la somme de son énergie cinétique et de son énergie potentielle, lorsqu'elle est seule, c'est à dire lorsqu'elle ne fait pas partie du système

formé par la paire de molécules (1,2). Son énergie potentielle vient de ce qu'elle est plongée dans un champ de forces extérieur, comme le champ de la pesanteur par exemple. Lorsque nous considérons un *couple* de molécules (c'est à dire 2 dés), nous posons que l'énergie du couple est la *somme* des énergies des parties (c'est à dire qu'elle est représentée par la somme $y = x_1 + x_2$ des points amenés avec les deux dés).

Le couple $[n_1, n_2]$ est un *microstat*. Il y a 36 microstats possibles, également probables *a priori*. L'ensemble des microstats qui correspond a une somme $y = x_1 + x_2$ donnée (c'est à dire à une énergie donnée) est un *macrostat*. Il y a 11 macrostats possibles (2, 3, 4, ..., 12). Ils ne sont pas tous également probables. La probabilité de chacun d'eux peut se calculer par un *dénombrement* (ou *statistique*). Le résultat de cette statistique dépendra de la loi de probabilité conjuguée $[x_1, x_2]$ des points amenés avec chacun des dés. Cette loi est en quelque sorte la *régle du jeu* et peut être fixée à notre guise. *C'est elle qui exprime les interactions entre les molécules.*

4. Donnons des exemples.

a) Soit d'abord deux dés *indépendants*. La loi (x_1, x_2) est le produit $(x_1)(x_2)$ des lois individuelles.

D'on le tableau: des valeurs de $y = x_1 + x_2$ pour les 36 microstats

| $\frac{x_1}{x_2}$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------------|---|---|---|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |

d'où l'on deduit les probabilités des divers microstats:

| y | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| $36 \times P_2(y)$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |

Le macrostat $y = 7$ est le *plus probable* ($P_2(7) = 1/6$)

b) Imaginons la règle suivante (qui rappelle le principe d'exclusion de Pauli).

On considère comme impossibles (ou de probabilité nulle) les cas où les points amenés avec les deux dés sont égaux.

Le tableau des valeurs de $y = x_1 + x_2$ est alors:

| $\frac{x_1}{x_2}$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------------|---|---|---|----|----|----|
| 1 | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2 | 3 | | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 3 | 4 | 5 | | 7 | 8 | 9 |
| 4 | 5 | 6 | 7 | | 9 | 10 |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | 11 |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | |

d'où les probabilités suivantes des macrostats:

| y | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| $36 \times P_1(y)$ | 0 | 2 | 2 | 4 | 4 | 6 | 4 | 4 | 2 | 2 | 0 |

Le macrostat 7 encore le plus probable, mais sa probabilité $1/5$ est plus forte que dans le cas précédent.

c) Imaginons encore la règle suivante (qui rappelle la quantification de l'énergie):

Seuls sont possibles les couples qui donnent une somme paire.

Alors (tableau dans la page suivante):

d'où:

| y | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| $P_1(y)$ | 1 | 0 | 3 | 0 | 5 | 0 | 5 | 0 | 3 | 0 | 1 |

Il y a deux macrostats plus probables: 6 et 8.

| $\frac{x_1}{x_2}$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------------|---|---|---|----|----|----|
| 1 | 2 | | 4 | | 6 | |
| 2 | | 4 | | 6 | | 8 |
| 3 | 4 | | 6 | | 8 | |
| 4 | | 6 | | 8 | | 10 |
| 5 | 6 | | 8 | | 10 | |
| 6 | | 8 | | 10 | | 12 |

d) Soit encore la règle suivante (qui rappelle le cas d'une liaison rigide entre molécules):

Le dé 2 au lieu d'être effectivement un second dé *distinct* du premier n'est autre que le dé 1 lui même, dont on lit le point non plus sur la face supérieure, mais sur la face cachée, en contact avec la table.

Alors, on a toujours:

$$y = x_1 + x_2 = 7.$$

Il n'y a plus qu'un seul macrostat possible ayant la probabilité unité.

5. Ces exemples visent à montrer que, bien qu'on admette toujours que l'énergie du couple et la somme des énergies individuelles, on tient compte cependant de l'interaction par l'intermédiaire de la loi de probabilité conjuguée (ou *corrélation*) entre les deux individus.

G. DEDEBANT

PROF. CAT. UNIV.
REP. ARGENTINE

8. DIVULGAÇÃO E VULGARIZAÇÃO

COMO APARECEU INICIALMENTE A IDEIA DA QUANTIFICAÇÃO

Faleceu recentemente (4 de Outubro de 1947) na Alemanha o grande físico Max Planck a quem se deve a introdução na Ciência da ideia da quantificação da energia. Vamos indicar por forma muito elementar a origem desta ideia que tão largo desenvolvimento teve posteriormente e tão grande revolução fez nas ideias fundamentais não só da Física, mas da própria estrutura do conhecimento.

É de todos sabido que quando se colocam em presença corpos a temperaturas diferentes, os mais quentes arrefecem e os mais frios aquecem até que se obtenha uma uniformização de temperaturas. No estudo empírico do calor interpretava-se este facto admitindo que os corpos mais quentes cediam calor aos mais frios e que esta troca de calor cessava quando todos os corpos em presença atingiam a mesma temperatura.

Esta interpretação, extremamente simples, não resiste no entanto a uma crítica um pouco

mais profunda. Em primeiro lugar notemos que a igualização de temperaturas se dá mesmo que os corpos considerados estejam situados no vácuo. Ora, o calor que um corpo possui, é uma modalidade de energia que não é mais do que a energia cinética das suas moléculas. Esta energia não pode propagar-se no vácuo, por ausência de moléculas. A energia que se transmite através do vácuo tem o nome de *energia radiante*. Na Física clássica admitia-se que ela era constituída por ondas electromagnéticas, quer dizer por um campo electromagnético alternativo, propagando-se no espaço. A frequência deste campo alternativo, ou frequência da onda, podia variar dentro de largos limites e as propriedades da radiação dependiam dela. Daí o terem-se dado nomes diferentes à radiação cuja estrutura era a mesma mas a que correspondiam frequências diferentes e também processos de produção diferentes. Por

ordem crescente de frequência essas radiações, chamadas então radiações electromagnéticas, designação hoje substituída pela de radiações luminosas, receberam os nomes de: ondas hertzianas, raios infravermelhos, radiação visíveis, raios ultravioletas, raios X e raios gama.

Qualquer corpo pode absorver energia radiante e transformá-la em energia cinética das suas moléculas, quer dizer em energia calorífica, e vice-versa.

Razões que seria um pouco longo expôr levaram Prevost a admitir que qualquer corpo a qualquer temperatura está constantemente a emitir energia radiante para o espaço que o rodeia e simultaneamente a recebê-la dos outros corpos. Se há equilíbrio de temperatura entre o corpo considerado e os que o rodeiam, as quantidades de energia emitida e recebida por qualquer deles num dado intervalo de tempo são iguais e não há portanto variações de temperatura.

A quantidade de energia emitida num certo intervalo de tempo varia com o comprimento de onda da radiação com a temperatura do corpo e ainda com a natureza deste.

A energia dW_λ emitida no intervalo de tempo dt por um elemento de área ds da superfície do corpo situado num ponto A e cujo comprimento de onda está compreendido entre λ e $\lambda + d\lambda$, é evidentemente proporcional a dt , a ds e a $d\lambda$ e teremos

$$dW_\lambda = e_\lambda dt ds d\lambda.$$

Ao coeficiente de proporcionalidade e_λ chama-se *poder emissivo* do corpo considerado no ponto A , para o comprimento de onda λ . Este coeficiente depende como dissemos da temperatura do corpo. No caso dum corpo homogêneo a temperatura uniforme, o poder emissivo é o mesmo em todos os pontos.

Da energia radiante que incide sobre um corpo uma parte é absorvida e outra parte é reenviada para o espaço por reflexão ou por difusão. Dá-se o nome de *corpo negro* a um corpo que tivesse a propriedade de absorver totalmente toda a energia que sobre ele incide. Posto que na realidade não haja corpos rigo-

rosamente negros pode facilmente realizar-se na prática corpos muito aproximadamente negros.

Sobre a repartição espectral da energia emitida por um corpo negro Wien conseguiu mostrar, pela simples aplicação dos princípios da Termodinâmica, que o poder emissivo de um corpo negro varia com o comprimento de onda e com a temperatura absoluta por forma que o produto $E_\lambda \lambda^5$ é uma função exclusiva do produto λT , isto é: $E_\lambda \lambda^5 = f(\lambda T)$ Este resultado, confirmado experimentalmente, posto que importante, é o máximo que se pode tirar da aplicação dos princípios da Termodinâmica ao estudo da radiação térmica. Para ir mais além, isto é, para poder determinar a forma da função f , é necessário estabelecer hipóteses suplementares sobre o mecanismo da troca de energia entre a matéria e a radiação, quer dizer, sobre o mecanismo da transformação da energia radiante em energia cinética das partículas materiais e vice-versa.

A hipótese mais simples consiste em admitir que na matéria existem osciladores de dimensões atómicas capazes de emitir e absorver energia de frequência igual à do oscilador, e que a intensidade da radiação emitida, de determinado comprimento de onda é proporcional ao número de osciladores com a frequência correspondente à energia média destes.

O número de osciladores duma dada frequência pode calcular-se, independentemente de qualquer hipótese suplementar, pelo estudo dos modos de vibração independentes de um meio elástico contínuo. Chega-se à conclusão que no caso de vibrações transversais (caso das ondas electromagnéticas) o número de osciladores de frequência compreendida entre f e $f + df$, a que correspondem comprimentos de onda entre λ e $\lambda - d\lambda$ é

$$8\pi\lambda^{-4}d\lambda.$$

Para ter a energia média de cada oscilador Raleygh admitiu que o princípio da equipartição da energia de Maxwell, que se aplica à energia cinética das moléculas de um gaz, era ainda aplicável à energia dos vibradores

atómicos. Esta hipótese conduz a atribuir a cada vibrador a energia média kT (em que k é a conhecida constante de Boltzmann). Concluímos pois que a potência radiada pelo corpo negro á temperatura T e de comprimento de onda compreendido entre λ e $\lambda + d\lambda$ é por unidade de volume

$$8\pi\lambda^{-4}kT d\lambda \text{ (fórmula de Raleygh).}$$

Notemos que este resultado está de acordo com a lei de Wien. Com efeito a potência de comprimento de onda λ emitida é proporcional a E_λ donde

$$E_\lambda\lambda^5 = C8\pi k\lambda T.$$

sendo C a constante de proporcionalidade; $E_\lambda\lambda^5$ é portanto função exclusiva de λT .

No entanto a fórmula de Raleygh é grosseiramente errada. Dá resultados de acordo com a experiência para os grandes valores de λT mas afasta-se enormemente nos resultados experimentais para valores pequenos de λT . De resto a fórmula prevê que a potência emitida é tanto maior quanto menor fôr o comprimento de onda tendendo para infinito quando o comprimento de onda tende para zero o que é manifestamente contrário á experiência e mesmo logicamente absurdo.

A contradição entre o resultado teórico e os resultados experimentais podia ser atribuída ao facto de termos aplicado ao cálculo da energia média de um vibrador atómico o princípio da equipartição da energia, e concluiríamos então que tal princípio não é aplicável ao caso em questão.

Jeans tratou de calcular directamente o valor da energia média de um vibrador servindo-se da Mecânica Estatística sem nenhuma hipótese suplementar. É possível calcular pela Mecânica Estatística o número de osciladores cuja energia está compreendida entre q e $q + dq$. Calculando o número de vibradores de energia média nula (compreendida entre 0 e dq), de energia média q (compreendida entre q e $q + dq$), de energia média $2q$, $3q$,..., multiplicando o número de vibradores de cada energia pelo respectivo valor da energia e somando, temos a energia total dos vibradores; o cociente desta energia pelo número total

de vibradores dá a energia média de cada. Jeans obteve para valor da energia média de um vibrador a seguinte expressão

$$q : (e^{-q/kt} - 1).$$

Mas no cálculo nós só consideramos os vibradores cuja energia média tinha os valores discretos $0, q, 2q, \dots$. Conforme as idéias clássicas a energia de um vibrador pode ter um valor qualquer ou o que é o mesmo, a energia dum vibrador varia duma maneira continua. Para termos o valor médio da energia dum vibrador devíamos procurar o limite da expressão anterior para $q = 0$. Ora esse limite é precisamente kT , como fãcilmente se reconhece.

Quer dizer, somos levados ao mesmo valor da energia média obtido por Raleygh e vamos portanto novamente cair na fórmula de Raleygh logicamente absurdo e contrária á experiência.

Mas agora não fizemos nenhuma extensão de um princípio a um caso novo. O resultado foi obtido pela aplicação da Mecânica Estatística clássica e são então os próprios princípios dessa mecânica que estão em jogo.

Foi precisamente Planck que resolveu a dificuldade avançando uma hipótese extremamente arrojada mas que a experiência vêm confirmar brilhantemente. Visto que quando se procura o limite para $q = 0$ da expressão anterior se obtém o valor kT incompatível com a experiência, não procuremos esse limite e tomemos como energia média de um vibrador o valor

$$q : (e^{-q/kT} - 1).$$

Esta atitude corresponde afinal a admitir que a energia de um vibrador não pode tomar qualquer valor mas apenas aqueles que são multiplos inteiros de uma quantidade de energia q . Esta quantidade aparece-nos assim como um *átomo de energia*: A este átomo de energia chamou Planck *quanto de energia*.

Para que o produto $E_\lambda\lambda^5$ obedeça á lei de Wien é necessário que entre q e a frequência do oscilados exista uma relação de proporcionalidade $q=hf$. A constante de proporcionalidade h chamado *constante de Planck* tem o valor $(6,610\pm 0,015)\times 10^{-27}$ ergs.s.

Admitida a hipótese de Planck a lei de distribuição espectral da energia toma a forma

$$E_{\lambda} \lambda^5 = \frac{2\pi hc^2}{e^{hc/kT} - 1} \quad (\text{fórmula de Planck})$$

em que c é a velocidade de propagação da energia radiante no vácuo. Esta fórmula é plenamente confirmada pela experiência.

Para terminar devemos observar que a hipótese de Planck não implica propriamente uma estrutura atômica para a energia radiante.

Ela limita-se a admitir que a matéria não pode absorver nem emitir energia senão por quantos inteiros, mas nada diz sobre a maneira como a energia se propaga. Mais tarde, Einstein, para interpretar as leis do efeito fotoelétrico foi levado a admitir que a energia radiante é de facto formada por pequenos granulos de energia, cada um correspondendo a um quanto e aos quais deu o nome de fotões.

A. MARQUES DA SILVA
EX-1.º ASSISTENTE DA FACULDADE
DE CIÊNCIAS DE LISBOA

AU SERVICE DE LA PHYSIQUE NUCLÉAIRE

A l'époque de la physique classique, c'est-à-dire avant le début du siècle, les phénomènes électriques étaient généralement considérés comme des processus relevant d'une substance continue.

Ce fut ensuite dans l'espace de quelques années cette suite d'observations capitales exigeant pour leur interprétation l'existence de charges élémentaires: l'électron et le proton étaient découverts. Presque simultanément s'ouvrait dans la radioactivité nouvellement découverte un vaste domaine plein d'éléments imprévus et surprenants. On reconnut rapidement que les radiations qui s'y manifestaient présentaient de très étroites relations avec les particules élémentaires. Dans le but d'étudier de façon plus avantageuse les effets, pour une grande part fort mystérieux, de ces rayons, les physiciens entreprirent leur création artificielle. Mais cela dura bien 30 ans jusqu'à ce que Cockroft et Walton purent annoncer leurs premiers succès. Et ce fut alors un rapide développement qui par des voies différentes conduisit à des appareils de beaucoup plus grands, si bien que la physique nucléaire n'eut pas grand peine à ravir à l'astronomie sa renommée de science onéreuse. La plus grande partie de nos connaissances actuelles a été acquise au moyen de telles machines.

Qu'il nous soit permis de présenter les prin-

cipaux types d'appareils utilisés en physique nucléaire en choisissant comme exemples les installations en usage à l'École Polytechnique Fédérale à Zurich et que nous connaissons pour avoir eu l'occasion d'en expérimenter le fonctionnement.

Le problème fondamental est toujours le même: il s'agit de communiquer à une particule chargée électriquement, que ce soit un électron, un proton (noyau d'hydrogène) ou une particule α (noyau d'hélium), une vitesse aussi grande que possible.

Le chemin le plus direct consiste à produire une très haute tension continue destinée à accélérer la particule dans un espace où l'on maintient un vide poussé. La tension continue peut être obtenue de deux façons essentiellement différentes:

L'installation dite de Van de Graaff n'est au fond qu'une construction améliorée de la machine électrostatique vieille de plusieurs siècles et qui repose toutes sur le principe du transport mécanique des charges. Au lieu du disque tournant de verre ou d'ébonite on emploie des courroies de transmission de caoutchouc ou de soie, à haut pouvoir isolant, de grande largeur et se mouvant avec rapidité. Notre installation relativement modeste permet d'atteindre 600.000 volts pour un courant utile de 0,3 mA. On l'emploie pour l'accélération de protons qui servent à exciter

des radiations γ monochromatiques et de grande énergie. Les installations de Van de Graaff ou générateurs électrostatiques, comme on les appellent également, établies dans des salles de très grandes dimensions ou dans des enceintes où l'on prévoit une atmosphère d'air comprimé, peuvent livrer les tensions continues les plus élevées qu'on ait jamais produites à savoir 4.000.000 de volts. Cependant il est très difficile d'augmenter le courant utile qui du point de vue du rendement de l'installation peut être aussi important que la tension.

Dans la deuxième installation utilisée à Zurich et appelée «Tensator», on fait usage de la possibilité de construire dans un espace très réduit un système redresseur de courant du type ordinaire pour tensions modestes (environ 100.000 volts). Une telle unité se compose d'un générateur de tension alternative, d'un transformateur haute-tension, d'un redresseur et d'un condensateur de filtrage. Des ensembles de ce type sont ensuite superposés et les générateurs sont mus par un axe commun en matière isolante. On désigne un tel assemblage par le terme significatif de dispositif en cascade. L'extrémité supérieure de l'installation est de cette façon portée à un potentiel égal à la somme des tensions de tous les éléments. Dans le cas du «Tensator» comportant 10 étages, la tension totale est d'environ 1.000.000 de volts, tandis que le courant utile peut atteindre 3 mA. La machine sert principalement à accélérer des noyaux d'hydrogène lourd (deutérons) qui à leur tour sont employés à la production de neutrons.

Il existe encore d'autres types de dispositifs en cascade où le transport d'énergie ne se fait pas mécaniquement par axe isolant mais électriquement par l'intermédiaire de transformateurs ou de condensateurs. Une caractéristique commune à tous ces dispositifs est la grande souplesse de réglage et la production élevée de courant. Mais l'encombrement ainsi que le matériel requis sont importants et limitent pratiquement la tension maximum à 2.000.000 de volts.

Pour un grand nombre de problèmes, les vitesses atteignables par la méthode directe sont trop faibles. La solution a été trouvée dans le «cyclotron» dont le principe fort élégant est fondé sur l'action simultanée d'un champ magnétique intense et agissant sur une grande portion d'espace et d'un champ électrique à haute fréquence limité à la fois en intensité et en étendue. Les particules chargées s'y meuvent sur une trajectoire en spirale et subissent une accélération chaque fois que la tension de haute fréquence passe par un maximum.

Le cyclotron de l'E.P.F. possède un champ magnétique de 95 cm de diamètre. La tension de haute fréquence y est produite par un émetteur à ondes courtes de 40 kW sur une longueur d'onde de 18 m. Les protons peuvent y atteindre une vitesse correspondant au passage à travers une différence de potentiel de 7,5 millions de volts c'est-à-dire une énergie de 7,5 MeV (mégaélectronvolt), les deutérons une énergie de 15 MeV et les particules α même 30 MeV! Ce sont là des valeurs normales caractéristiques des cyclotrons existants. Il est vrai que ces grandes énergies sont obtenues au prix d'intensités de courant utile faible, d'un maniement fort délicat et d'un coût d'établissement élevé.

Il est frappant de constater que l'électron, premier en date des particules élémentaires ne s'est jusqu'ici guère illustré au service de la connaissance du noyau; il n'a en effet joué en physique nucléaire qu'un rôle expérimental secondaire et seules quelques installations du premier type décrit ont été utilisées comme accélérateurs d'électrons. De plus le cyclotron, cet appareil magnifique, est dans ce but parfaitement impropre. Il est possible cependant que cette situation soit transformée dans un proche avenir. Il a été possible en effet grâce à l'emploi de champs magnétiques variables de produire des électrons d'une énergie de 100 MeV et davantage dans une machine appelée «bétatron» justement en l'honneur de l'électron ou particule β . A l'aide de champs électriques de très haute fréquence cette puissance est susceptible d'être augmentée encore et l'on annonce déjà la constru-

ction d'installations dont on espère tirer des énergies atteignant 300 MeV. Des phénomènes nouveaux et encore inconnus de transformation du noyau atomique sont alors probables. Qui sait si l'électron ne deviendra pas

au jour de son 50^{ème} anniversaire une des particules élémentaires les plus efficaces pour les progrès futurs de la physique nucléaire?

ZÜNTI

ASSIST. INST. PHYS. (E.T.F.—ZÜRICH)

9. HISTÓRIA E ANTOLOGIA

MAX PLANCK

El fundador de la teoría de los cuantos, el gran sábio Max Planck murió en Goettingen el 4 octubre del pasado año. El mundo científico ha perdido uno de sus miembros los más excelentes.

Max Planck nació el 23 abril de 1858 en Kiel, en una ciudad pequeña de Alemania del Norte. Su padre era entonces catedrático en la Facultad del Derecho de la Universidad de Kiel. En la historia de la Familia de Max Planck se encuentran entre los antecesores varios teólogos y jurisperitos, personajes de considerables méritos científicos. En los años de alumno de liceo en Munich, ya se manifestó el genio de Planck, su profesor de Matemática le hace dar clase a los alumnos en los cursos elementales y avanzados. Le vemos inscribirse como estudiante de Física y Matemática en la Universidad de Munich, en 1875. Tres años despues, va a Berlin para asistir a los cursos de Helmholtz, de Kirchhoff y de Weierstrass. Otro año más, Planck propone a la Facultad de Ciencias Naturales de Munich su tesis de doctorado «Sobre la Segunda Ley Fundamental de la Termodinámica». La Facultad le acuerda el predicado «summa cum laude» lo que significa la mejor calificación posible. Pocos meses despues, en 1880, Planck es nombrado «Privatdozent» por la misma Facultad, y con ésto comienza un desarrollo científico brillante, que conduce a Planck con una rapidez extraordinaria a las cumbres de la Ciencia. Planck estaba convencido de que la Ley Segunda de la Termodinámica en realidad no sólo es una ley valedera para la Termo-

dinámica sino para todos los campos de la Física. El gran problema que Planck se puso, era la aplicación consecuente de la Ley Segunda a los fenómenos fundamentales de la Física. Em 1881/82 trata cuestiones de condensación, evaporación y de sublimación; lo mismo que muchos de sus contemporáneos, Planck cree que solamente una teoría continua de la materia podrá dar cuenta de todos los hechos experimentales. En 1885, la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Kiel, le nombra profesor extraordinario de Física Teórica. Planck trabaja sobre el «Principio de la Conservación de la Energía», y usando las dos leyes fundamentales de la Termodinámica, da una demostración simple y directa de las leyes de las soluciones poco concentradas. La Universidad de Berlin le ofrece, en 1889, la cátedra de Kirchhoff, y Planck acepta. Tres años despues, la misma universidad le nombra catedrático de Física Teórica.

Planck concentra su interés en la transformación de la energía térmica en energía eléctrica. La hipótesis de Rankine y de Ostwald, el famoso sistema energético, no puede satisfacer al ingenio crítico de Planck; em 1896 Planck, y al mismo tiempo Boltzmann, publican trabajos en contra de la «Energética».

Un campo nuevo atrae su interés: la Termodinámica de la radiación térmica. Por las investigaciones de Kirchhoff, Stefan, Boltzmann, y de W. Wien, la cuestión de la distribución de la intensidad en la radiación térmica estaba esclarecida hasta el punto del cálculo

de la distribución para cualquier valor de la temperatura suponiendo conocida la distribución para una sola temperatura. Pero teóricamente, la distribución no estaba conocida para ningún valor de temperatura. Al fin de un discurso dado por Kurlbaum y Rubens en la sociedad de Física sobre nuevas medidas de la radiación térmica, Planck hizo conocer por la primera vez su fórmula famosa al mundo científico, la ley fundamental de Planck de la radiación térmica. Él la había encontrado por una interpolación, como resultado semi-empírico de una combinación de ideas teóricas con hechos experimentales. Faltaba la fundación teórica en el sentido riguroso de la palabra. Los dos meses entre este día, el 10 octubre 1900, y el día de nacimiento de la teoría de los cuantos, el 14 diciembre del mismo año, fueron para Planck los tiempos los más laboriosos de su vida. La teoría estadística de la entropía de Boltzmann se mostró incapaz de hacer entender la estructura de la fórmula de Planck, la cual, por otra parte, correspondió perfectamente a las medidas. En este dilema, Planck se había decidido a una hipótesis extraordinaria y extremadamente audaz: la emisión radiante de los sistemas atómicos procede por cuantos de energía; un sistema atómico no es capaz de emitir cualquier cantidad de energía, sino cantidades bien determinadas únicamente; las energías no forman una serie continua de valores sino discontinua. La combinación de la hipótesis de los cuantos con la ley de Wien del desplazamiento de la radiación térmica dió a Planck «su» constante, la constante «h», el cuanto fundamental de acción. El descubrimiento de Planck fué el comienzo de un desarrollo de año en año más triunfante de las consecuencias de su idea fundamental. Los puntos más marcados de este desarrollo son: la hipótesis de los cuantos de luz (Einstein 1905), la teoría semi-clásica del átomo (Bohr 1913, Sommerfeld 1916), la derivación de la ley de Planck por medio de la hipótesis de los cuantos de luz (Einstein 1917), el Principio de Correspondencia (Bohr 1921), el Principio de Exclusión de Pauli, y las Estadísticas cuantistas

(Bose, Fermi, 1924/25), la hipótesis de las ondas de materia de Louis de Broglie (1924), la mecánica cuantista (Heisenberg 1925), la mecánica ondulatoria (Schroedinger 1926) y el cálculo de operadores cuantistas (Dirac 1926), la interpretación estadística de la mecánica ondulatoria (Born 1926), las Relaciones de Indeterminación (Heisenberg 1927), la teoría relativista del electrón (Dirac 1928), las teorías del positron (Dirac 1930) y del meson (Yukawa 1936), los comienzos de una teoría del núcleo atómico (Heisenberg 1932) y de una teoría compresiva de la materia y de los campos electromagnético y nuclear. La concurrencia entre la Física Clásica y la Física Atómica terminó por la victoria completa de la Física Atómica, las Relaciones de Indeterminación de Heisenberg indicando los límites de aplicación de la Física Clásica, y acentuando la importancia fundamental del cuanto de Planck para la Física: únicamente en casos en que el producto de las incertidumbres de dos variables conjugadas sea mucho más grande que «h», las leyes de la Física Clásica se obtienen. El dominio de la Física Clásica se encuentra así determinado como el dominio 1° de los procesos multi-atómicos, en los cuales toma parte un gran número de sistemas atómicos en interacción irregular e independiente, o 2° de procesos a gran excitación en que el sistema atómico contenga una energía bastante elevada comparada al estado normal, supuesto que la medida de cantidades físicas en este estado no se efectúe con una exactitud demasiado grande, o 3° generalmente de procesos a exactitud pequeña de medidas. Estamos todavía en medio del desarrollo rápido y aventurero de la aplicación de la idea de la estructura cuantista del mundo; los fenómenos de la radiación cósmica, la desintegración del núcleo atómico por partículas de energía elevada, la escisión del núcleo en la opinión de muchos físicos parecen inexplicables sin nuevas restricciones en los conceptos fundamentales de la descripción de los fenómenos físicos; hay discusión sobre la cuantización del espacio y del tiempo. Descubrimientos recientes demuestran la impor-

tancia de procesos de tamaño atómico y de estructura cuantista para los organismos...

La obra científica de Planck continuó con trabajos sobre la absorción y reflexión de la luz, sobre el teorema de Nernst, sobre la teoría relativista de Einstein, y sobre la teoría de los cuantos y del átomo. La Academia de las Ciencias de Berlin le nombró «Secretario Permanente» en 1912, lo que causó a Planck dedicar gran parte de su tiempo a la organización de la ciencia. Em 1927, a la edad de 70 años casi, Planck renuncia de su cátedra, pero su actividad le impulsa a dar lecciones públicas acerca de cuestiones de Física y de Filosofía, que, durante dos decenios, continúan su série de publicaciones hasta los últimos meses de su vida. De 1930 a 1937, Planck es presidente de la «Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft para el fomento de las ciencias», es decir de una organización de 35 institutos científicos. Y Planck dedicaba sus esfuerzos a los problemas de organización con la misma energía que a los problemas complicados de su ciencia.

Planck era miembro de honor de un gran número de academias y de sociedades científicas europeas y americanas; entre los honores y decoraciones se encuentra el prêmio Nobel de Física del año 1919. La integridad

del gran sábio, su verdadera humanidad, le hacen uno de los representantes los más distinguidos de la Ciencia.

Esta vida espléndida, honrada y gloriosa ha sido extraordinariamente trágica también. El hijo mayor murió em 1916, em la primera Guerra del Mundo; dos hijas le murieron, murió su primera esposa, a su hijo menor lo mataron los Nazis em 1945 como conjurado del 20 Julio de 1944; la casa de Planck em el Grunewald cerca de Berlin, la destruyeron las bombas de la guerra pasada. Soldados americanos acompañaron a Planck, y a su esposa, de su refugio cerca de Berlin hacia Goettingen; una maleta y un poco de bagaje era todo lo que llevaron consigo. Hace pocos meses, que los «Physikalische Blätter» refirieron que Max Planck se encontró em el hospital de Goettingen, sufriendo de edema de hambre a causa de malnutrición.

Pero, hasta cuatro meses antes de su muerte, Planck dió conferencias y escribió artículos sobre cuestiones de interés científico, filosófico o moral, conservando hasta la muerte su estilo sencillo y a la vez extremadamente claro.

El mundo científico ha perdido un gran sábio, la humanidad un verdadero Aristide.

K. BECHERT
UNIVERSIDAD DE MAGUNCIA

APRECIACÃO SOBRE PLANCK

Muitos tipos de homem consagram a sua vida à ciência, mas nem todos por amor da ciência. Uns entram no seu templo porque este lhes proporciona a oportunidade de desenvolverem os seus talentos pessoais; para estes a ciência é uma espécie de desporto em que se deleitam, tal como um atleta no exercício das suas proezas musculares. Há uma outra classe de homens que entra nesse templo oferecendo as suas faculdades na esperança de uma recompensa. Estes são cientistas por acaso, simplesmente porque certas oportunidades surgiram na altura em que escolheram uma carreira, e seriam do mesmo modo po-

líticos ou negociantes se as circunstâncias tivessem sido diferentes. Se um anjo descesse do céu e expulsasse do Templo da Ciência todos aqueles que pertencem às categorias que mencionei temo bem que o templo ficasse quási vazio. Dos que lhe prestam culto apenas muito poucos ficariam — uns das gerações passadas, outros dos nossos dias. A estes últimos pertence o nosso Planck; é por isso que o estimamos tanto.

* * *

Tenho a certeza de que Max Planck se riria da minha maneira infantil de procurar

em redor com a lanterna de Diógenes. Pois bem! para que hei-de eu falar da sua grandeza? Ela não necessita da minha fraca confirmação. O seu trabalho deu ao progresso da ciência um dos mais fortes impulsos e as suas ideias manter-se-ão enquanto a ciência física existir. Espero, além disso, que o exemplo que a sua

vida oferece não seja menos eficiente para as futuras gerações de cientistas.

ALBERT EINSTEIN

(Extraído do prefácio de Albert Einstein ao livro «Where is Science going?» de Max Planck, edição de 1933).

Trad. CARLOS BARRAL

10. QUÍMICA

NOÇÃO DE CONCENTRAÇÃO DE UM SOLUTO

A concentração de um soluto aparece definida de maneiras diversas, nos vários livros adoptados para o ensino liceal, o que pode estabelecer a confusão no espirito dos alunos desprevenidos.

Tendo-nos sido chamada a atenção para o facto, por alguém que estranhou a variedade de definições, pareceu-nos útil tentar esclarecer a questão.

Transcrevemos a seguir algumas daquelas definições, tiradas de livros portugueses para o ensino médio, e também de livros estrangeiros:

«Curso elementar de Física» — Zamith e Prudente (ed. de 1940): — «À relação entre a massa do dissolvido e a massa do dissolvente chamamos concentração da solução. Assim, o dizermos que é de 4% a concentração da água bórica (solução de ácido bórico em água), significa que em 100 gramas de água estão dissolvidos 4 gramas de ácido bórico».

«Curso de Física elementar» — Prof. Forjaz (ed. de 1937): — «A relação entre a massa da substância que se dissolve (solvido) e a massa da substância em que a dissolução se realiza (solvente) dá-se o nome de concentração do soluto.»

«Compêndio de Física» — III ciclo A. Machado (ed. de 1940): — «Concentração duma solução é a razão da massa m do solvido para a massa m' do solvente. Também se chama concentração a razão da massa do

solvido para a massa da solução ou para o volume da solução».

As duas primeiras definições deste livro encontram-se também no «Compêndio de Física» para o II ciclo, de A. Machado, Cerdeira G. e Fernanda Machado (ed. de 1944).

«Épitome de Química» — A. Areal: (ed. de 1944). — «Título ou concentração de uma solução é o pêso⁽¹⁾ da substância dissolvida contido na unidade de volume dessa solução.»

«Précis de Physique» — A. Boutaric: «On appelle concentration d'une solution la masse de solide dissoute par gramme de solvant».

«Leçons élémentaires de Physique» — A. Turpain: «La quantité de solide nécessaire pour réaliser, à une température donnée, une solution saturée de ce solide, marque ce qu'on nomme la concentration c de la dissolution. On convient d'exprimer c en grammes du corps dissous par unité de masse du dissolvant».

(Há aqui manifesta confusão entre concentração e coeficiente de solubilidade).

Em resumo, encontram-se, para definir a concentração, cocientes dos tipos:

$$1) \frac{m_{\text{substancia}}}{m_{\text{dissolvente}}} \quad 2) \frac{m_{\text{substancia}}}{m_{\text{soluto}}} \quad 3) \frac{m_{\text{substancia}}^{(2)}}{V_{\text{dissolvente}}} \quad 4) \frac{m_{\text{substancia}}}{V_{\text{soluto}}}$$

Para soluções suficientemente diluídas, os

(1) A palavra «pêso» está certamente empregada no sentido de massa da substância.

(2) Ver: Précis de Chimie-Physique — F. Vlès.

valores expressos por aqueles cocientes são muito próximos, (e em certos casos podem substituir-se uns pelos outros, sem erro apreciável).

No entanto, em geral, apresentam diferenças importantes.

Para o demonstrar, consideremos dois solutos aquosos de cloreto de sódio de concentração dada, e resumamos em quadros as correspondências, para cada um, entre a quantidade de substância dissolvida e a massa ou volume de soluto ou de dissolvente:

1.º SOLUTO

20 g em 100 g de solução (definição 2)

| Substância dissolvida | Massa do soluto | Massa de água | Volume do soluto |
|-----------------------|-----------------|---------------|--------------------------|
| 20 g | 100 g | 80 g | ap. 83,3 cm ³ |
| ap. 24 g | | | 100 cm ³ |

2.º SOLUTO

20 g em 100 cm³ de água (definição 3)

| Substância dissolvida | Volume de água | Volume de soluto |
|-----------------------|---------------------|---------------------|
| 20 g | 100 cm ³ | 104 cm ³ |
| ap. 19,2 g | | 100 cm ³ |

A diferença, na quantidade de substância em 100 cm³ de soluto, vai de 19,2 a 24 g. ou sejam cerca de 5 em 20 g, conforme se exprime a concentração pelas expressões (2) ou (3). Torna-se pois indispensável, quando se menciona a concentração de um soluto, indicar as grandezas e unidades em relação às quais ela é definida.

As expressões (2) e (4) são as mais frequentemente utilizadas na prática laboratorial, com as seguintes unidades: para o numerador, o grama, o mol (molécula-grama), o val (equivalente-grama); para o denominador, respectivamente, o grama, o litro ou o cm³.

Note-se que é a expressão (4) a que serve em Química-Física e Termodinâmica para de-

finir a grandeza «concentração» de um soluto num dos seus constituintes⁽¹⁾, cujas dimensões serão portanto ML^{-3} .

Por meio da expressão (2) define-se o «título» de uma solução num dos seus constituintes, e este será por conseguinte uma grandeza abstracta.⁽¹⁾ Apresenta, sobre a grandeza anterior, a vantagem de ser independente da temperatura e da pressão.

Os solutos mais correntemente empregados em volumetria⁽²⁾, obedecem à expressão $m_{\text{subst}}/v_{\text{soluto}}$, e neles podem distinguir-se três categorias⁽³⁾:

1. Solutos sistemáticos: m_{subst} tem um valor relacionado directamente com um número proporcional (massa molar ou equivalente). Ex.^{os}: solutos normais, solutos molares.

2. Solutos de concentração arbitrária: m_{subst} tem um valor qualquer. Ex.^o: soluto aquoso de cloreto de sódio a 5 g/l.

3. Solutos de concentração empírica ou especial m_{subst} convenientemente escolhida, de modo a simplificar operações numéricas. Ex.^o: soluto de anidrido arsenioso a 4,42 g/l usado em clorometria (tal que 1 l <> 1 l de cloro).

Os primeiros são sem dúvida os que têm maior amplitude de aplicação. Mas, tanto em Análise como em outros campos da Química e da Física, é frequente o emprego de solutos cujas concentrações (usando esta palavra no sentido geral) são expressas em percentagem, (e assim figuram em tabelas de constantes fisico-químicas). Ex.^o: soluto de cloreto de sódio a 20%.

Nesse caso deve, com rigor, considerar-se o cociente $m_{\text{subst}}/m_{\text{soluto}}$, e portanto a *massa de substância dissolvida por 100 gramas de solução*⁽⁴⁾.

ALICE MAIA MAGALHÃES
ASSISTENTE DE QUÍMICA DA F. C. L.

(1) Grandezas e Unidades Físicas — Amorim Ferreira.

(2) É hábito chamar-lhes solutos titulados, o que, em face das definições anteriores, não é correcto.

(3) Volumetrie. A. Jouniaux. (*Act. Scientifiques et Industrielles*, n.º 351).

(4) Assim o aconselha, por exemplo, a Farmacopeia Portuguesa, (ed. de 1936), nas suas «Advertências».

PROBLEMAS DE EXAMES UNIVERSITÁRIOS

F. C. L. — Curso Geral de Química e Curso de Química F. Q. N. — Janeiro de 1947.

58 — Os calores de formação do sesquióxido de alumínio e do sesquióxido de ferro, são respectivamente 399000 e 192200 cal. Calcular: a) — O calor liberado na redução de 120 g de sesquióxido de ferro pelo alumínio. b) — A massa de ferro obtida. R: a) *A partir do princípio de Hess, calcula-se $q=207$ k cal, para 160 g de O_3Fe_2 . Para 120 g, será $x=155$ k cal.* b) $m=84$ g de Fe.

59 — Calcular a concentração, em g/l, duma solução de benzoato de sódio, sabendo que a taxa de hidrólise desta substância é $1,29 \times 10^{-2}\%$, e que o grau de dissociação dum soluto N/4 de ácido benzoico é 0,0154 (considere a hidrólise fraca). É dado $K_w=10^{-14}$. R: *A partir da expressão $K_a=a^2n/(1-a)$, calcula-se a constante de dissociação do ácido K_a ; substituindo depois este valor em $K_h=K_w/K_a$ e finalmente o de K_h em $h'=K_h/n$ vem $n=0,01$ e portanto $c=1,44$ g/l.*

F. C. L. — Curso Geral de Química e Curso de Química F. Q. N. — Maio de 1947.

60 — Que quantidade de antimônio se obtém reduzindo pelo carvão o residuo da ustulação de 500 kg duma antimonite com 80% de S_3Sb_2 , sendo o rendimento prático igual a 70% do rendimento teórico? R: *Por meio de proporções obtidas a partir dos esquemas $S_3Sb_2 + 9O \rightarrow O_3Sb_2 + 3SO_2$ e $2O_3Sb_2 + 3C \rightarrow 3CO_2 + 2Sb$, calcula-se $m=200$ kg.*

61 — 0,9 g dum ácido orgânico ternário, com OCu em excesso, dão 1,32 g de CO_2 e 0,54 g de OH_2 . A densidade do seu vapor é 3,13. Indique as fórmulas molecular, racional, de constituição e estereoquímica do composto. R: *Ácido láctico.*

F. C. L. — Análise Química, 1.ª Parte — Fevereiro de 1947.

62 — O precipitado que se forma pela dissolução de 4,500 g duma mistura de Cl_2Ba e SO_4Na_2 , pesa 1,300 g. Indicar as, composições possíveis da mistura. R: *Há duas soluções possíveis, correspondentes à presença de um ou outro dos componentes em excesso. Com excesso de SO_4Na_2 , obtém-se, a partir duma proporção, 1,16 g de Cl_2Ba e 3,34 g de SO_4Na_2 . Se o excesso for de Cl_2Ba , obtém-se análogamente, 0,79 g de SO_4Na_2 e 3,71 g de Cl_2Ba .*

63 — Evaporando à secura 150 cm^3 de soluto saturado de cloreto de chumbo, a certa temperatura, fica um residuo sólido de 1,65 g. Determinar o produto

de solubilidade do sal a essa temperatura. (Supõe-se que está totalmente dissociado). R: *A concentração do soluto sat. de Cl_2Pb é igual a 11 g/l= $0,0395$ moles/l; e como, de $Cl_2Pb \leftrightarrow 2Cl^- + Pb^{++}$, se tira $[Cl^-]=2[Pb^{++}]$, vem $P=(0,079)^2 \times 0,0395=2,46 \times 10^{-4}$.*

F. C. L. — Análise Química, 1.ª Parte — Maio de 1947.

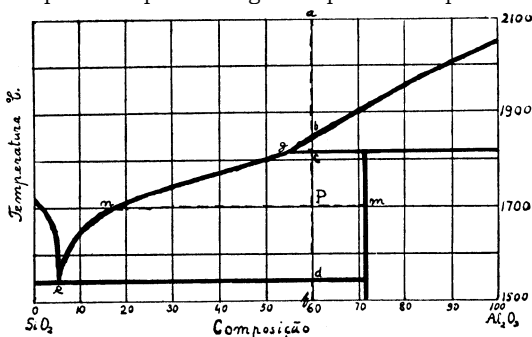
64 — Dissolve-se, em ClH dil., 0,100 g de fio de ferro, e trata-se o soluto obtido, depois de se ter oxidado completamente o Fe^{++} , por Cl_2Sn , aq. (1 litro corresponde a 11,2 g de ferro). Gastam-se 10,02 cm^3 do titulante, cujo excesso se determina com soluto de iodo (tal que 2 cm^3 correspondem a 1 cm^3 de soluto estano); gastam-se 2,24 cm^3 deste. a) Determinar o teor do fio, em ferro. b) Interpretar por esquemas os fenômenos que se passam. R: $Fe + 2ClH \rightarrow Cl_2Fe + 2H$; $2Cl_2Fe + 2ClH + O \rightarrow 2Cl_3Fe + OH_2$; $Cl_2Sn + 2Cl_3Fe \rightarrow 2Cl_2Fe + Cl_4Sn$; $Cl_2Sn + I_2 + 2ClH \rightarrow Cl_4Sn + 2IH$. *O excesso do titulante é de 10,02-1,12=8,9 cm^3 , que correspondem a 0,0997 g de Fe. Percentagem pedida: 99,7%.*

65 — 5 g de um aço sulfurado foram tratados pelo ácido clorídrico. O ácido sulfídrico libertado foi recebido em 25 cm^3 de uma solução 0,01 N de iodo. O excesso de iodo exige 14,53 cm^3 de $S_2O_3Na_2$, 0,015 N. Indique a percentagem de enxofre na amostra. R: *O volume de soluto de iodo necessário para a oxidação do SH_2 , é 3,21 cm^3 . Da correspondência: $I_2 \leftrightarrow SH_2 \leftrightarrow S$ e atendendo à concentração do soluto de iodo, calcula-se que, nos 5 g, existem 0,00052 g de S. Percentagem: 0,01%.*

Resoluções de ALICE MAGALHÃES

I. S. T. — Química Inorgânica — Junho de 1947

66 — Estudo do diagrama $SiO_2 - Al_2O_3$ a) Indicar quais os tipos de diagrama que estão representa-



dos no caso em estudo. b) Diga como varia a heterogeneidade dum sistema com 40% SiO_2 e 60% Al_2O_3 ,

quando arrefecido desde 2100° C a 1500° C, com suficiente lentidão para que se possa considerar sempre em equilíbrio e qual a natureza das fases e seu estado físico. c) Calcule a composição qualitativa e quantitativa desse sistema a 1700° (ponto p). R: a) *Estão representados os seguintes tipos:*

Tipo 1. *Não há combinação entre os componentes nem formação de soluções sólidas. Caso de uma só solução líquida (esquerda).*

Tipo 2. *Componentes podem reagir dando origem a compostos definidos; fusão incongruente (direita).*

b) De a—b: *1 fase líquida de composição constante. De b—c: 1 fase líquida de composição variável de b—g; 1 fase sólida, Al₂O₃ pura. De e—d: 1 fase sólida (SiO₂, nAl₂O₃); 1 fase líquida de composição variável de g—e. De d—f: 1 fase sólida (SiO₂, nAl₂O₃); 1 fase sólida SiO₂ pura. c) Qualitativa: Composto 3Al₂O₃, 2SiO₂ (mulite) e líquido*

com 15% Al₂O₃ e 85% SiO₂. Quantitativa: 20% do referido líquido, 80% de mulite.

67 — Calcular a quantidade máxima de calor posta em jogo, referida a 1 m³ de CO₂, p. t. n., quando este gás passa sobre carvão ao rubro a 800° C.

Dados: Constante de equilíbrio K_p (atm.) da reacção CO₂+C=2CO; $\log K_p = -40000/4,6 T + 2,5 \log T - 0,001T + 2,8$. Calor de formação da água: 59000 cal a 0°; C+ OH₂ =CO+H₂-29000 cal a 0°; CO + ½O₂ = CO₂ + 68000 cal a 0°. Calores específicos moleculares: CO₂→12, CO→7, C→6.

R: 1) *Cálculo do calor de reacção a 0°: 38.000 cal.*

2) *Cálculo do calor de reacção a 800°: 34.800 cal.*

3) *Cálculo da constante de equilíbrio a 800°: 0,025.*

4) *Cálculo da fracção de CO₂ decomposto: 8%.*

5) *Cálculo do calor libertado por m³: 124000 cal.*

Resoluções de AFONSO MORGENSTERN

11. A FÍSICA NAS SUAS APLICAÇÕES

L'IPSOPHONE

Le trafic téléphonique a pris ces dernières décades, une expansion prodigieuse. Durant ce développement on a toujours cherché à utiliser d'une manière plus intensive les possibilités offertes par le téléphone. Il y a particulièrement deux problèmes que le téléphone n'a pas encore pu résoudre. Premièrement, il arrive fréquemment qu'une conversation téléphonique ne puisse avoir lieu par suite de l'absence de l'abonné. Pour cette raison, les lignes et sélecteurs sont souvent occupés inutilement, et l'appelant ne peut, en dépit du temps qu'il perd, transmettre un message à un abonné qui lui-même ne peut savoir qu'il a été appelé. De plus le téléphone actuel n'offre aucune possibilité de répéter une ou plusieurs fois les communications, surtout lorsqu'il s'agit de messages importants ou de conversations coûteuses avec l'étranger. Ces deux problèmes sont résolus par l'ipsophone.

I. Les fonctions de l'ipsophone

L'ipsophone est un appareil d'enregistrement et de reproduction par procédé sonore magnétique, largement automatisé, qui peut remplacer n'importe quel appareil télépho-

nique. L'ipsophone se compose de l'appareil d'enregistrement et de reproduction (fig. 2) et



Fig. 1

du poste de commande (fig. 1). Il offre les possibilités suivantes:

1. Enregistrement à distance. A chaque appel téléphonique auquel il n'est pas répondu après quatre répétitions du signal d'appel l'ipsophone entre automatiquement en fonction et répond: «Voilà ipsophone F. Dubois & Cie., Genève — votre communication est enregistrée automatiquement — attendez-veuillez parler maintenant.» Après cette invitation le dispositif enregistreur de l'ipsophone se met en marche automatiquement et prend note du message.

2. Dictée. Le microtéléphone du poste de commande sert également à l'enregistrement de dictées.

3. Conversations. Par simple pression sur un bouton du poste principal, n'importe quelle conversation téléphonique peut être enregistrée au complet ou partiellement.

4. Reproduction au poste principal. Les enregistrements peuvent être écoutés au récepteur du poste principal aussi souvent qu'on le désire.

5. Reproduction à distance par le moyen de la clé secrète. En reformant une certaine clé secrète, le titulaire de l'ipsophone peut se faire répéter tous les enregistrements depuis n'importe quelle station téléphonique. On trouvera plus loin la description détaillée du dispositif de commande à distance.

6. Annullation. Après la reproduction au poste principal de commande ou à distance, les enregistrements peuvent être annulés magnétiquement.

II. Construction de l'ipsophone

1. Mode d'enregistrement. Pour l'enregistrement de la parole on a utilisé le procédé sonore magnétique et comme porteur du son un fil d'acier d'un diamètre de 0,3 mm. Cette méthode présente l'avantage d'une durée pratiquement illimitée de l'agent sonore. Les enregistrements peuvent être écoutés aussi souvent qu'on le désire; ils peuvent être annulés et substitués par d'autres enregistrements sans qu'il y ait altération du fil. Le système mécanique pour le bobinage du fil à travers les têtes sonores fixes peut être facilement contrôlé.

Sur la première paire de bobines à gauche (fig. 2) s'enroule le fil d'acier comportant le texte d'annonce émis par l'ipsophone après le quatrième appel téléphonique; les fils d'une capacité de 5 et de 25 minutes d'enregistrement sont enroulés sur les deux autres paires de bobines. La

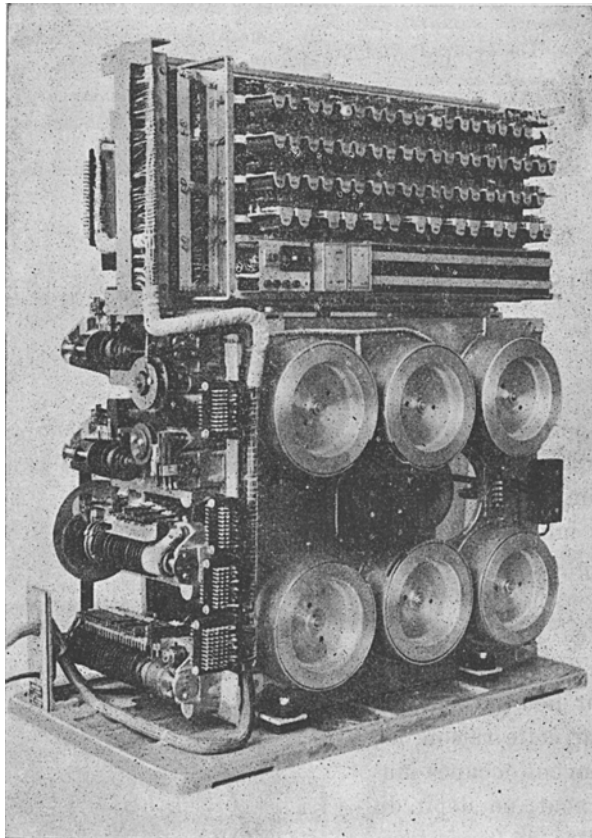


Fig. 2

mise en marche des bobines a lieu par un seul moteur de commande. Par l'intermédiaire de couplages électromagnétiques elles peuvent être mises en marche indépendamment l'une de l'autre. Pour l'enregistrement et la production, le fil se déroule à raison d'environ 60 cm/sec, tandis qu'il revient à sa position initiale à une vitesse cinq fois plus grande.

2. Amplificateur et relais d'impulsion. Pour que la répétition des communications soit nette, il est de toute importance que la tension four-

nie à la tête sonore soit la plus constante possible. Lors de l'enregistrement, un amplificateur règle automatiquement les tensions d'entrée provoquées par la voix de l'appelant. La fig. 3 montre le pegel de sortie de l'ipso-

L'ipsophone automatisé au plus haut degré, exige un nombre considérable de relais et d'arbres à cames; ces derniers déclenchant diverses fonctions se succédant à intervalles réguliers. Nous avons déjà mentionné la mise

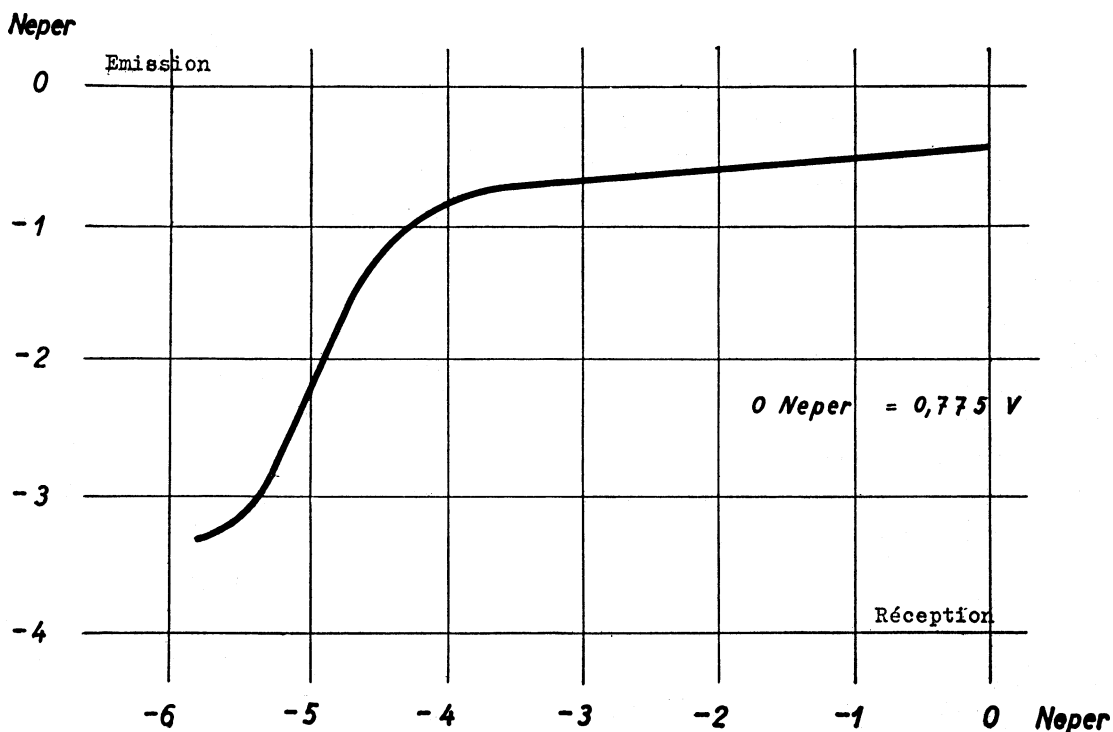


Fig. 3

phone en fonction de la tension primaire, c. à d. de l'affaiblissement de ligne. En outre, l'amplificateur actione un relais spécial de supervision d'impulsions.

Ce relais remplit des fonctions très importantes. Pour éviter qu'une partie du fil ne reste inutilisée, les bobines, pendant la dictée et l'enregistrement à distance, ne sont mises en mouvement qu'à l'arrivée d'impulsions sonores dans l'amplificateur. De même l'appareil est mis hors fonction si, pendant une durée de 12 secondes, aucune impulsion ne parvient à l'amplificateur. C'est cependant lors de la reproduction à distance que ce relais agit de la manière la plus remarquable.

3. La partie automatique et la clé secrète

au point de l'ipsophone et son branchement au réseau téléphonique au moyen du courant d'appel du central ainsi que la mise en marche ou l'arrêt automatique par l'arrivée ou l'absence d'impulsions sonores.

Nombreuses sont les caractéristiques de l'ipsophone. Nous donnons ci-dessous la description d'un dispositif particulièrement intéressant, c. à d. de la clé secrète acoustique.

Les opérations qui se déroulent pendant la reproduction à distance peuvent être résumées comme suit: l'appareil principal comporte 10 boutons, numérotés de 1 à 10. En tournant d'un quart de tour à droite la clé se trouvant à gauche sur le devant du bâti, on peut établir un chiffre clé déterminé, par exemple

289, en pressant les boutons correspondants. En donnant en suite un quart de tour à gauche, les boutons reprennent leur position initiale, laissant intacte la combinaison choisie.

Si le titulaire désire écouter à distance les enregistrements, il appelle comme d'habitude son ipsophone qui lui émet le texte d'annonce. A l'ouïe du mot «attendez» qui constitue pour lui un signal convenu, il prononce par deux fois «allô» et l'ipsophone contrôle s'il connaît le chiffre secret. A cet effect, l'ipsophone énumère lentement les chiffres de 1 à 10. Le chiffre clé secret est reconstitué si le titulaire prononce deux fois «allô» après chacun des chiffres préalablement choisis c. á. d. 2... 8... 9... Il devra par contre garder le silence à l'énoncé des autres chiffres. L'appelant, ayant ainsi reconstitué le chiffre correctement entendra ensuite la reproduction des renseignements.

A la fin de la reproduction, l'ipsophone peut, sur le désir de l'appelant, retenir ou effacer les messages enregistrés, après avoir entendu deux fois le mot «effacer», prononcé par l'appelant.

Suivons à l'aide du schéma de principe (fig. 4) les opérations de la clé secrète. *T* montre 5 des 10 boutons de la clé secrète et le chiffre choisi est 34. L'arbre à cames *N* est synchronisé de telle façon avec le texte d'annonce que les cames 1 à 5 excitent les contacts après les impulsions vocales émises.

Le relais de surveillance *J* est excité par des impulsions vocales d'une certaine longueur (il faut en vérité 2 impulsions, mais c'est pour simplifier que nous avons omis cet arrangement).

Si le relais *G* est excité il actionne à son tour le relais de blocage *S* et empêche ainsi la reproduction. On constatera facilement que ce relais n'entre en action qu'en cas de fausse énoncé du chiffre convenu.

Par exemple après l'annonce du chiffre, le contact 1 se fermera et commutera le pôle négatif d'une batterie au fil. Le relais *G* est excité si (par erreur) une impulsion vocale actionne le relais *J*. Par contre après le chiffre 3, le relais *G* n'est pas excité s'il

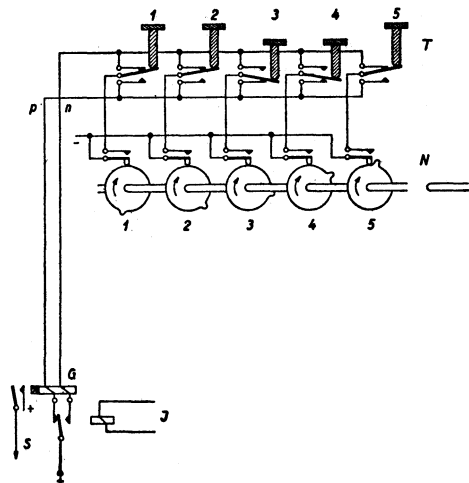


Fig. 4

arrive une impulsion vocale, étant donné que le pôle négatif est en contact avec *p*, tandis que le pôle positif est déclenché simultanément par le relais *J*.

4. Utilisation. L'ipsophone fut créé pour les besoins des hommes d'affaires et du commerce dans le but d'élargir les possibilités d'emploi du téléphone et d'en assurer la présence permanente. A l'heure actuelle ce n'est qu'en Suisse qu'il peut être installé, ou il est en service dans tous les domaines du commerce et de l'industrie. L'intérêt manifesté dans les autres pays est également considérable, mais ce n'est qu'en coopération avec les administrations compétentes qu'une introduction à l'étranger sera possible.

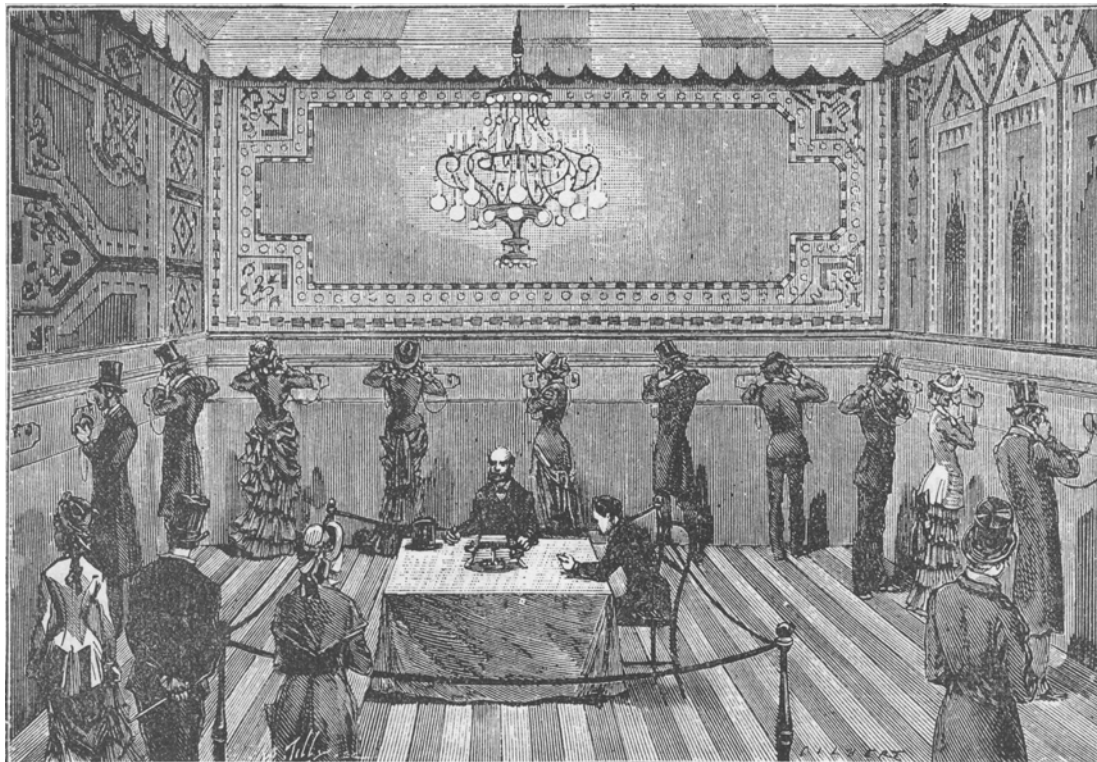
F. RAYJEN

Dr. ès. Se. Nat. (E. P. F. — Zürich)

A Expansão da «Gazeta de Física», alarga-se.

A importante Livraria Boffoni, do Rio de Janeiro, sob a direção do Prof. B. Carias, é a distribuidora exclusiva da «Gazeta de Física» em todo o Brasil.

O leitor acaba de tomar conhecimento da modalidade mais recente e mais aperfeiçoada do telefone: — o ipsofone. Quis-nos parecer que seria interessante oferecer ao leitor uma imagem do telefone nos seus primeiros tempos e por isso reproduzimos abaixo uma gravura representando uma instalação de telefones numa sala da Ópera de Paris, há 55 anos.



12. INFORMAÇÕES VÁRIAS

NOTICIÁRIO

Dos jornais

... Pelas informações prestadas à Nação pelo sr. Ministro das Obras Públicas ficou-se sabendo que, das 7200 escolas primárias, compreendendo 12500 salas de aula, previstos no chamado plano dos Centenários, se encontram já constituídas 1200 com 2500 salas em plena utilização ou prestes a entrarem em funcionamento. É forçoso confessar que não é demasiado.

... A falta de instrução, com todas as suas desgraçadas consequências, em que o povo português tem vegetado, atrasou-o desmedidamente, forçando-o a ocupar ainda hoje, no quadro onde se inscrevem os demais povos, um lugar de baixa categoria cultural....

É ao analfabetismo inveterado que se deve a falta de um artesanato... É à falta de conhecimentos pro-

cisos para se lançar para a frente com um pouco mais de coragem e de confiança... que se deve assacar uma boa parte da vida amargurada que nota por essas aldeias quem as percorrer, não apenas com olhos de turista, mas com o propósito louvável de alguma coisa observar e aprender.

A instrução popular, digam o que disserem... está na base de todo o avanço e de todo o progresso das nacionalidades. E só não a possuem em toda a sua plenitude os povos que jámais tiveram governos capazes de lha darem...

... Mas não é só com escolas novas, simpáticas e atraentes que se resolve o momentoso problema.

Os bons professores, razoavelmente pagos; as cantinas escolares bem abastecidas e uma rede de transportes, por meio do qual se levam às escolas todas as crianças na idade própria, que vivam longe, são tam-

bém indispensáveis. É em tudo isso que tem de pensar aquele que quizer resolver de vez em Portugal o problema do analfabetismo. A instrução não pode ser o privilégio de alguns. Tem de ser o património espiritual de todos. O país que não alcança esse objectivo tem de ser, por força um país atrasado.

(Passagens transcritas, com a devida vénia, do artigo de fundo publicado em «O Século» de 1/XI/1947). A. G.

De «O Século» de 7-XII-1947 transcrevemos com a devida vénia, e o maior aplauso, algumas passagens do artigo de fundo assinado Serras e Silva.

No meu tempo de estudante senti a penúria da ciência portuguesa: nem na Física, nem na Química, nem na Astronomia apareciam nomes portugueses na paternidade das leis ou métodos daquelas ciências. Na Medicina observei que sucedia o mesmo... As nossas descobertas eram geográficas...

...Em Teologia, Literatura, Ciências Morais, os portugueses fizeram grande figura no século XVI mas fora da Pátria...

Os portugueses do século XVI não teriam no País condições de independência? Seja como for, o gosto pela independência, de toda a espécie que ela seja, é muito necessário para haver originalidade, e sem originalidade a criação científica é quasi (—?) impossível. As escolas, neste ponto, deixam muito a desejar, tanto no terreno secundário como no superior...

...É verdade que temos muito caminho para andar embora o século XX tenha sido infinitamente mais original de que o século passado. Hoje existem mestres que têm nome conhecido, pelos seus trabalhos originais, em todo o Mundo.

...Na vida dos professores a investigação científica deveria ter um lugar eminente para que se não dê o caso «de virem a ser professores catedráticos ou assistentes, só por terem estudado, em livros e revistas, determinado ramo de conhecimentos, mas por terem por si próprios adquirido experiência profissional e poderem dizer: Eu vi, eu fiz». Assim falou na última lição, no Instituto Superior Técnico, o professor Vicente Ferreira.

...O ensino superior começa a tomar em Portugal uma fisionomia nova, com a investigação e originalidade de alguns mestres. É com as lições e convívio de tais professores que se pode adquirir aquela independência mental que nos falta. A. G.

CRÍTICA DE LIVROS

«Practical Optics»

por B. K. Johnson

O Prof. Johnson autor de dois importantes livros de Óptica, muito apreciados, publica agora este livrinho destinado principalmente aos cientistas, técnicos e industriais que usam os aparelhos de óptica (e são tantos, presentemente, nos países civilizados!) como

instrumentos auxiliares dos seus trabalhos. E, deste ponto de vista, a obra de Johnson, incompleta como não podia deixar de ser, parece-me extremamente útil.

Depois duma introdução original e curiosa, trata sucessivamente do telescópio, do microscópio e das lentes fotográficas, concluindo com um capítulo muito interessante sobre a manufactura e estudo do vidro óptico e um apêndice instrutivo contendo numerosas recomendações de alto valor prático. A. G.

The Halton Press, Ltd. London, 1945 (190 pág.) — oferecido pelo Instituto Britânico.

«Elementos de Física Atómica»

Conforme anunciámos no último número da *Gazeta de Física*, transcrevemos a crítica do livro *Elementos de Física Atómica* feita na *Revista Portuguesa de Filosofia*.

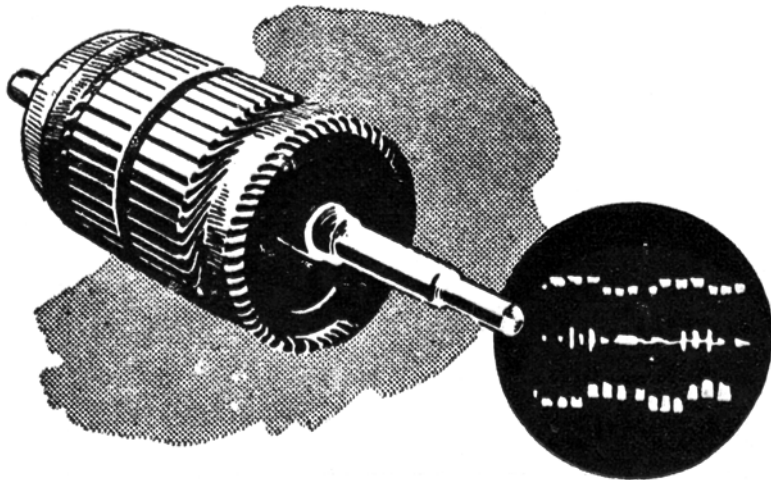
Valadares, Manuel — *Elementos de Física Atómica*. — Vol. de 225x160 mm. e 389 págs, Sá da Costa, Lisboa, 1947.

Propôs-se o A. publicar um livro de Física moderna que auxiliasse os estudantes de Medicina e Biologia das nossas universidades, onde escasseia bibliografia portuguesa sobre os assuntos descobertos no século XX. Conseguiu maravilhosamente o seu fim, quer pelos assuntos tratados, quer pela feição prática e clara que deu à obra, onde se reflete bem o domínio do A. sobre os problemas tratados. Na I parte estuda as diferentes radiações luminosas detendo-se mais nos raios X, cujas aplicações à Medicina são hoje de uso comum. Trata, em seguida, da constituição da matéria, detendo-se na rádio-actividade quer natural quer artificial, cujos efeitos terapêuticos se empregam já em grande número de clínicas. Numa III parte — espécie de apêndice — ocupa-se da *Electrónica*, desenvolvendo sobretudo o estudo das lentes electrónicas que vieram abrir novos horizontes à Biologia pela adaptação do microscópio electrónico.

Os assuntos tratados pelo A. com o fim indicado não deixam de ter interesse também para o filósofo, dadas as relações existentes entre a constituição da matéria e certos princípios cosmológicos. Muito acertadamente identifica o A. o problema da continuidade da matéria com o da sua divisibilidade indefinida. Porém, logo a seguir, trata da sua constituição corpuscular, como se implicasse a negação da continuidade (p. 207. Ainda mesmo que a molécula fosse um mero «agregado de átomos», e o átomo mero agregado de partículas, — o que nem todos admitem — ficaria válido o problema do continuo aplicado à última partícula que não fosse um puro agregado. Certamente não poderá provar-se a repugnância da sua divisibilidade, apesar de não se ter conseguido. Mas isto é secundário numa obra de fins puramente científicos e que honra não só o A. mas também a nossa cultura científica. J. F.

nova

TÉCNICA DE MEDIDAS



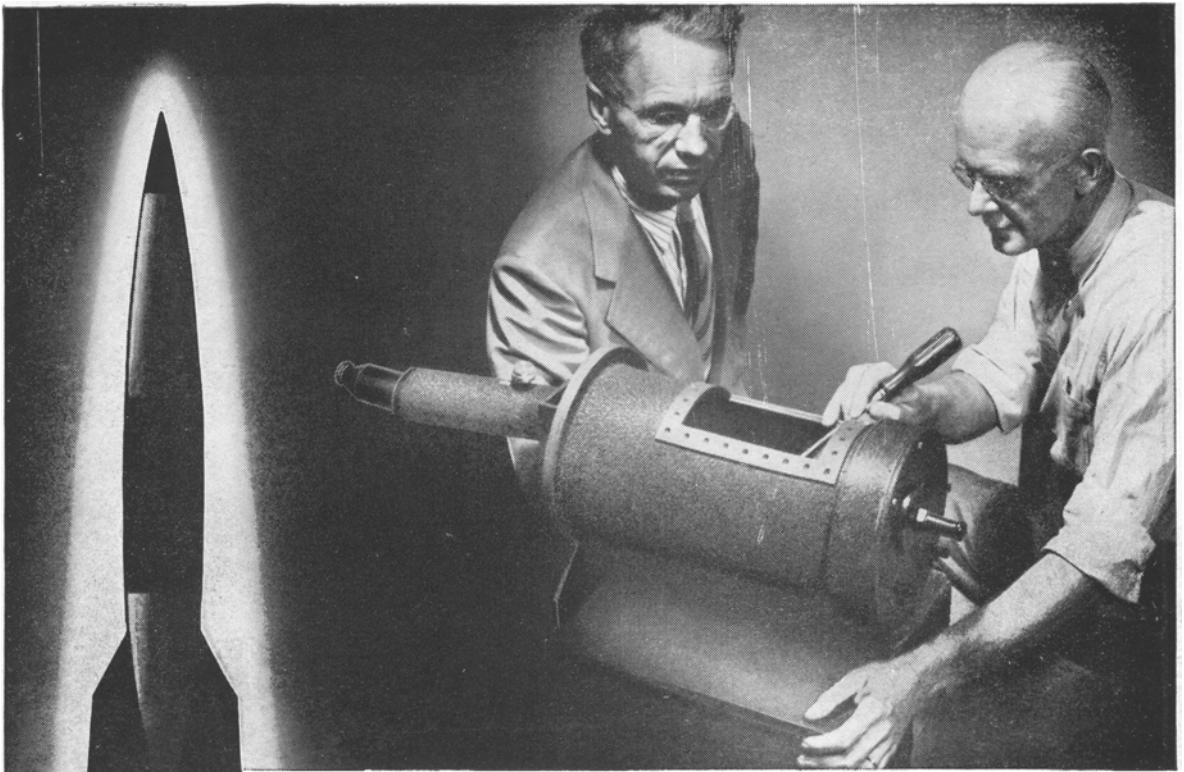
Método rápido, simples e preciso de ensaiar os enrolamentos das máquinas eléctricas empregando o Oscilógrafo de Raios Electrónicos Philips. Detalhes a pedido.



PHILIPS

APARELHOS DE MEDIDA

Dêem o vosso apoio à investigação científica



O REGISTO DO ESPECTRO SOLAR NA IONOSFERA

Areias Brancas, Novo México — Foi lançado um foguete de quatorze toneladas, com uma velocidade supersónica, à altitude de 90 milhas, para colher novos dados científicos na ionosfera. Transportava um único espectrógrafo desenhado e construído, para John Hopkins, por BAUSCH & LOMB, afim de registar o espectro solar além da camada da absorção atmosférica. Foi estudado o problema de preservar da destruição o filme impressionado: quando o foguete choca com o solo, a aceleração pode produzir uma força equivalente a 20.000 G., elevando o peso efectivo de cada delgada película de filme ($1 \times 20 \times 0,01$ cm) a 30 libras! Ainda que o espectrógrafo fique destruído, há um pequeno estojo, preparado de modo a dar toda a possível protecção aos filmes.

BAUSCH & LOMB

Colaboram com os Homens de Ciência desde 1853



REPRESENTAÇÃO
DO

INSTITUTO PASTEUR DE LISBOA