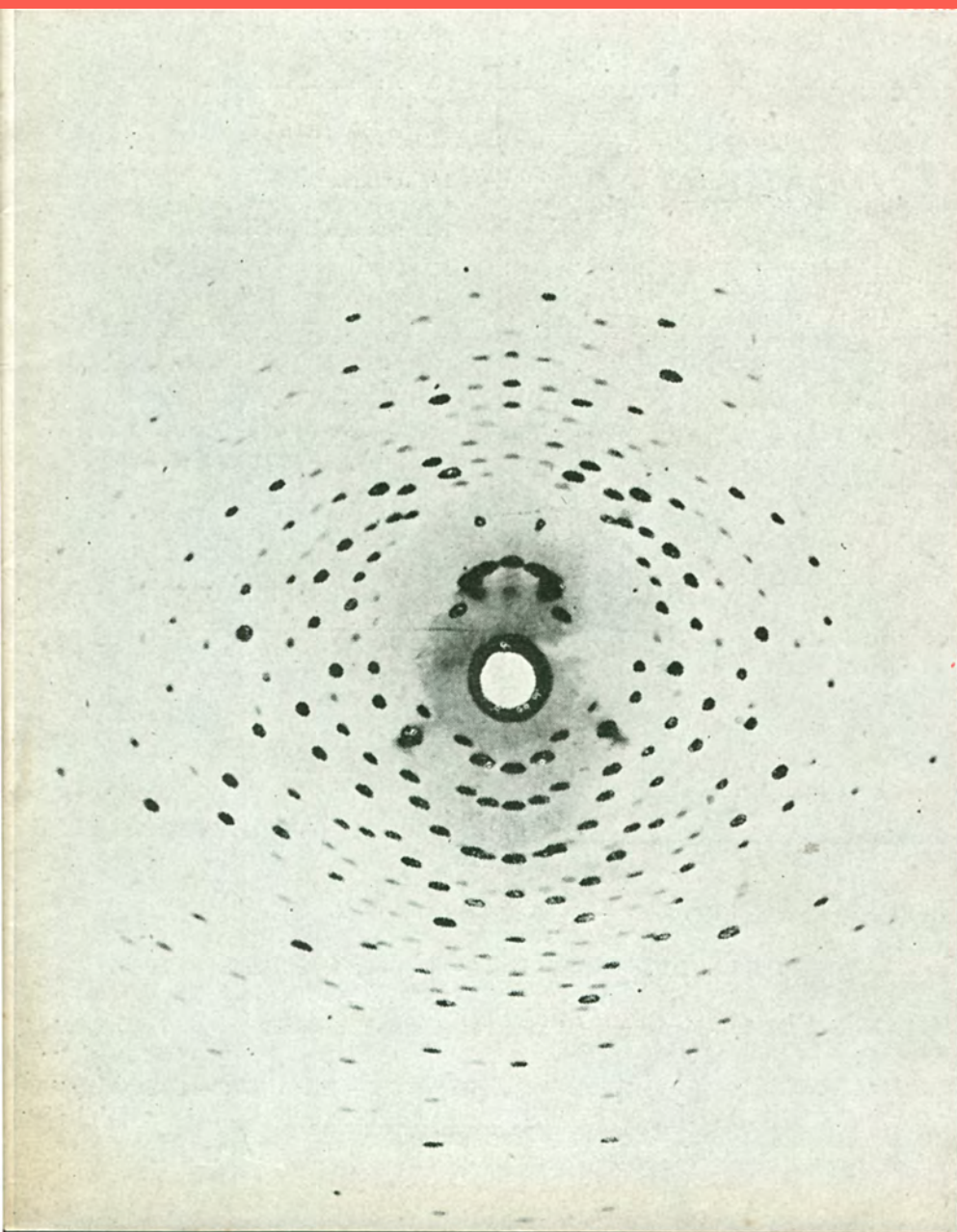


GAZETA DE FISICA

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

VOL. II, FASC. 3
ABRIL, 1950



*DIAGRAMA DE LAUE
DO CLORATO DE SÓDIO
Película cilíndrica. 14 mA —
37 kV — 8 h de exposição
Ângulo χ [001] = 9° 30'
(v. pag. 75)*

GAZETA DE FÍSICA

Vol. II, Fasc. 3

Abril de 1950

SUMÁRIO

1. Tribuna da Física	
Em defesa da profissão de físico por <i>Armando Gibert</i>	57
3. Pontos de Exames	
Exames universitários	58
5. Problemas de investigação	
Lições da guerra para a ciência	61
8. Biofísica Problemas limítrofes da Biologia	62
9. A Física na Indústria	
A importância do físico na indústria dos têxteis	68
10. Secção Livre	
A evolução da Óptica	71
Importância y porvenir de los estudios sobre la estructura de los cristales por <i>Júlio Garrido</i>	75
11. Química	
Problemas dos exames universitários	80
12. Informações Várias	81

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

SECÇÕES

1. TRIBUNA DA FÍSICA
2. QUESTÕES DE ENSINO
3. PONTOS DE EXAMES
4. DIVULGAÇÃO E VULGARIZAÇÃO
5. PROBLEMAS DE INVESTIGAÇÃO
6. ELECTRÓNICA
7. FÍSICA NUCLEAR
8. BIOFÍSICA
9. A FÍSICA NA INDÚSTRIA
10. SECÇÃO LIVRE
11. QUÍMICA
12. INFORMAÇÕES VÁRIAS

DIRECÇÃO

Jaime Xavier de Brito

Rómulo de Carvalho

Armando Gibert

Lídia Salgueiro

TESOUREIRO

Maria Helena Blanc de Sousa

SECRETARIO

Maria Augusta Pérez Fernández

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. 12\$50 — Assinatura: 4 números (1 ano) Esc. 40\$00

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

Tipografia Matemática, Lda.— Rua Almirante Barroso 20 r/c — Lisboa-N.

GAZETA DE FÍSICA

Fundador: ARMANDO GIBERT

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

Vol. II, Fasc. 3

Abril de 1950

1. TRIBUNA DA FÍSICA

EM DEFESA DA PROFISSÃO DE FÍSICO

Últimamente tem-se verificado um curioso e inesperado fenómeno no nosso País. Vozes diversas, com autoridade umas, com surpreendente ignorância outras, têm levantado de várias tribunas, problemas que, afinal, dizem respeito à Física — e de muito perto, por vezes. É o caso, em particular, de variadas e insistentes referências ao aproveitamento da energia atómica e do debate no Parlamento sobre o problema — e a crise — da investigação científica em Portugal.

Parece haver o propósito — numa coordenação provavelmente inconsciente de criar entre nós um movimento de opinião pública capaz, possivelmente o único capaz, de promover, em matéria científica, o que de há muito deveria ter sido promovido.

Mas, como já notámos, é em suma a FÍSICA — quer se queira, quer não — que é assim posta em foco, de que se faz a apresentação ao povo português. Parece contudo delinear-se como que um certo acanhamento em chamar as coisas pelos seus nomes e pode chegar-se a recear que, por qualquer estranho encadeamento, se pensa que «parece mal» empregar a *palavra Física ou seus derivados*. Pois se por um lado, o estudo da energia atómica faz parte integrante do que há de mais castiço dentro da Física, se foram os físicos que descobriram, realizaram e ainda agora continuam a aperfeiçoar o seu aproveitamento (o que parece incrível não seja do conhecimento de todos e referido sempre em

termos concretos de Física, físicos, etc. e não com uma terminologia difusa de ciência e cientistas, técnica e técnicos, etc.) e se, por outro lado, é principalmente de físicos que carece o nosso País, pelo que respeita à investigação científica, tanto do ponto de vista da sua importância para as ciências biológicas, médicas e agrícolas como para as aplicações à meteorologia, à geologia e ao progresso industrial, como se compreende que se fale dessas importantes actividades sem que se faça a mínima referência taxativa à posição da Física no mundo moderno ou à necessidade imperiosa que temos de físicos numa escala comparável aquele em que temos médicos ou engenheiros?

Se alguns querem chamar de atómica a era em que vivemos, com muito mais propriedade se deveria classificar de Período da Física aquele que começou com o século XIX.

E, contudo, continuam alheios a esta evolução do mundo, aferrados a uma distribuição das actividades por profissionais que não querem admitir um novo concorrente, que todos de comum acordo escorraçam, votando-o a um ostracismo prejudicial aos interesses do País, asfixiando as suas raras tentativas de introdução pela sua recusa sistemática, pela ignorância da sua existência ou, até, pela escandalosa afirmação da sua inutilidade.

O Físico, que deveria ter o seu lugar em tantos organismos, laboratórios, hospitais,

comissões técnicas, fábricas do Estado, indústrias, institutos biológicos, agrícolas e outros, é, pura e simplesmente, ignorado, designadamente sem dúvida por aqueles que desempenham, por vezes com petulante arrogância, as funções que lhe deveriam caber.

É claro que o engenheiro, por exemplo e por ser o mais corrente «ersatz» de físico, pode estudar e aprender física, mas também um enfermeiro poderia aprender medicina, e

nem por isso o Estado consente que se exerça a profissão de médico sem um curso profissional — o de Medicina e a consagração da corporação dos profissionais — a Ordem dos Médicos.

Do mesmo modo devemos esperar que, em breve, a profissão de físico tenha o seu defeso simultaneamente com o seu viveiro: um Curso de Física.

A. GIBERT
FÍSICO

3. PONTOS DE EXAME

EXAMES UNIVERSITÁRIOS

F. C. L. — Física médica — Exames facultativos —
Março 1950. — PONTO n.º 1

211 — *a)* Trabalho; trabalho das forças de pressão. *b)* Balança de precisão. *c)* Módulo de Young e coeficiente de Poisson.

212 — *a)* Solutos; lei de Henry. *b)* Teoria cinética, dos gases. *c)* Composição de vibrações colineares; batimentos.

213 — *a)* Propriedades do condutor em equilíbrio electrostático. *b)* Lei de Ohm da corrente contínua; *c)* Lei das acções electromagnéticas.

214 — *a)* Lei de Kirchhoff da emissão por incandescência. *b)* Rede de difracção. *c)* Polarização da luz por reflexão.

PONTO N.º 2

215 — *a)* Trabalho; trabalho das forças de pressão. *b)* Atrito entre corpos sólidos. *c)* Deformações; lei de Hooke.

216 — *a)* Viscosidade dos fluidos. *b)* Transmissão da energia calorífica. *c)* Composição de vibrações circulares

217 — *a)* Condensadores; associação de condensadores. *b)* Amperímetros e voltímetros *c)* Lei de Ohm da corrente alternada.

218 — *a)* Lei de Kirchhoff da emissão por incandescência. *b)* Olho humano. *c)* Influência da temperatura do filamento (tubo de Coolidge), na intensidade do espectro contínuo da radiação X.

PONTO N.º 3.

219 — *a)* Classificação de forças. *b)* Movimento do centro de gravidade. *c)* Módulo de Young; coeficiente de Poisson.

220 — *a)* Tensão superficial; lei de Jurin. *b)* Mudanças de estado de agregação; lei de Raoult da ebulioscopia. *c)* Representação de Fresnel.

221 — *a)* Influência electrostática. *b)* Lei de Ohm da corrente contínua. *c)* Indução electrostática.

222 — *a)* Leis de Wien. *b)* Rede de difracção. *c)* Esquema e descrição de uma instalação de raios X.

F. C. L. — Física Geral — 2.º Exame de Frequência
1948-49.

223 — *a)* Deformação, com potenciais constantes, de um sistema de condutores; electrómetro absoluto. *b)* Momento magnético do imã; energia do imã num campo magnético uniforme. *c)* Indução electromagnética; equações da teoria de Maxwell.

224 — *a)* Lei de Ohm da corrente alternada; método dos imaginários. *b)* Estabeleça as dimensões de *resistência* e estabeleça a relação da sua *U. G.* com a *U. Es.* e *U. Em.* *c)* Diga como carrega um condensador com a bobina de Rhumkorff; efeito piezoeléctrico.

225 — *a)* Medição de resistência com amperímetro e voltímetro. *b)* Medição da componente horizontal do campo magnético terrestre pelo processo dos senos. *c)* Prove que o coeficiente de dilatação superficial de um sólido isotrópico é duplo do seu coeficiente de dilatação linear à mesma temperatura.

226 — Descarrega-se um condensador para uma resistência de 1,00 mega-ohms, durante 10,0 s e a tensão nas armaduras passa de 271,8 V para 100,0 V. Calcule a capacidade do condensador. R: *Medindo as tensões V_1 e V_2 nas armaduras de um condensador C que se descarrega através duma grande resistência R*

no intervalo de tempo t é possível determinar R ou C a-partir da expressão $\int_{V_1}^{V_2} dV/V = t/RC$ ou $\text{Log } V_1/V_2 = t/RC^{(1)}$. Tirando em (1) o valor de C e passando de Log neperianos para decimais e substituindo valores vem $C = 10^{-5}$ Farads.

F. C. L. — Mecânica Física — Exame de Frequência — Junho de 1949.

227 — Demonstrar que todos os tensores simétricos são invariantes nas expressões:

$$\begin{aligned} \Sigma S_{ii} &= S_1 + S_2 + S_3 \\ S_{22}S_{33} + S_{33}S_{11} + S_{11}S_{22} - S_{23}^2 - S_{31}^2 - S_{12}^2 &= \\ &= S_2S_3 + S_3S_1 + S_1S_2 \\ \Delta &= S_{11}S_{22}S_{33} + 2S_{12}S_{23}S_{31} - (S_{23}^2S_{11} + \\ &+ S_{31}^2S_{22} + S_{12}^2S_{33}) = S_1S_2S_3 \end{aligned}$$

228 — Demonstrar que em qualquer campo vectorial \bar{v} se verifica a expressão:

$$d\bar{v}/dt = d\bar{v}/dt + \frac{1}{2} \text{grad } \bar{v}^2 - \bar{v} \text{ rot } \bar{v}$$

expressões a utilizar:

$$\begin{aligned} da_i - (\nabla \bar{a})_{ji} dx_j + (da_i : dt) dt \\ d\bar{a} / dt = d\bar{a} / dt + (\bar{v} \nabla) \bar{a} \\ da_i / dt = da_i / dt + (\nabla \bar{a})_{ji} v_j \\ (\bar{v} \nabla) \bar{v} = \frac{1}{2} \text{grad } v^2 - [\bar{v} \text{ rot } \bar{v}] \end{aligned}$$

229 — Relações entre a impulsão e a energia cinética. Demonstrar que em mecânica relativista entre a impulsão p e a energia cinética E_c de uma partícula existem as relações:

$$\begin{aligned} (1) \quad E_p / p &= c(1 - \sqrt{1 - \beta^2}) / \beta; \\ E_c &= c(\sqrt{p^2 + m_0^2 c^2} - m_0 c) \quad (2) \end{aligned}$$

e deduziu que:

$E_c/p \sim v/2$ se $v = \beta c \sim 0$, $E_c/p \sim c$ se $v \sim c$
R: Tem-se que:

$$\begin{aligned} (a) \dots E_c m_0 c^2 \left[(1 - \sqrt{1 - \beta^2}) - 1 \right] e \\ p = m_0 \beta c / \sqrt{1 - \beta^2} \dots (b) \end{aligned}$$

Dividindo ordenadamente (a) e (b) obtém-se (1) e eliminando β entre (a) e (b) obtém-se (2). Se $v \sim c$, $\beta \sim 1 \therefore$ de (1) vem imediatamente $E_c/p \sim c$. Se $v = \beta c \sim 0$, isto é, se β é muito pequeno comparado com a unidade tem-se:

$$E_c / p = \frac{c}{\beta} \left(1 - 1 + \frac{1}{2} \beta^2 \right) = \frac{1}{2} c \beta = \frac{1}{2} v$$

230 — Electrão num campo magnético. Sabendo que num campo magnético de intensidade \bar{B} um electrão que se move com a velocidade \bar{v} está submetido à força de Lorentz $\bar{f}_n = e[\bar{v} \bar{B}]$ demonstrar,

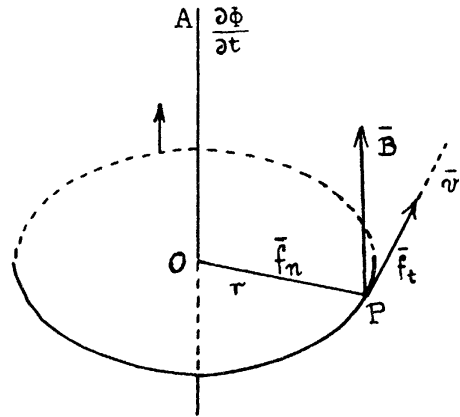
que o raio de curvatura da trajectória quando \bar{v} e \bar{B} são perpendiculares entre si toma o valor:

$$r = (1 : e) m_0 : (\sqrt{1 - \beta^2}) (\beta c : B) = p : eB$$

R: Quando \bar{v} é normal a \bar{B} ; $f_n = evB$ por outro lado tem-se que $f_n = ma$ em que $m = m_0 / \sqrt{1 - \beta^2}$ e $a = v^2/r$; substituindo vem $evB = m_0 v^2 / r \sqrt{1 - \beta^2}$, donde se tira imediatamente:

$$r = (1 : e) (m_0 : \sqrt{1 - \beta^2}) (\beta c : B)$$

231 — Betatrão: a) Força tangencial num campo magnético variável. No betatrão aceleram-se os electrões mediante um campo magnético variável simétrico em relação a um eixo OA como indica a figura.



Utilizando a equação de Maxwell:

$$\text{rot } \bar{E} = -\partial \bar{B} / \partial t$$

demonstrar que um electrão situado em P se encontra submetido a uma força perpendicular ao plano determinado por P e por OA cujo valor é

$$f_t = (-e : 2\pi r) (\partial \Phi : \partial t) \text{ onde } \Phi = \int_0^r 2\pi r B dr$$

é o fluxo magnético rodeado pela circunferência referida. Que relação há-de haver entre o sentido de \bar{B} e o sinal de $\partial \Phi / \partial t$ para aumentar a velocidade do electrão? b) Ímpeto adquirido pelo electrão. Demonstrar que a impulsão adquirida pelo electrão desde que o fluxo passa do valor zero ao valor Φ , quando a trajectória é circular toma o valor $p = (e : 2\pi r) \Phi$. c) Órbita de equilíbrio. Demonstrar que a trajectória descrita pelo electrão será uma circunferência de raio R se em qualquer instante se dá a condição $\Phi = 2\Phi_R$, onde $\Phi_R = \pi R^2 B_R$ é o fluxo que rodearia tal circunferência se o campo fosse homogéneo e tivesse o valor B_R correspondente a $r = R$. d) Energia cinética adquirida pelo electrão. O campo magnético supõe-se sinusoidal $B = B_{\text{max}} \text{ sen } \omega t$ que actua sobre o electrão durante o quarto de periodo em que B passa de zero a B_{max} . Demonstre que:

$$p = R(B_R)_{\text{max}} e$$

e que

$$E_c = c \left[\sqrt{R^2 (B_R)^2 + (m_0^2 c^2 : e^2)} - (m_0 c : e) \right]$$

e) Calcular a energia cinética expressa em eV com os seguintes dados: $m_0 = 9,11 \times 10^{-31}$ Kg; $e = 1,602 \times 10^{-19}$ C, $R = 0,84$ m; $(B_R)_{\max} = 0,40 \times 10^4$ gauss. Apresentar o resultado no sistema Giorgi sabendo que a unidade de intensidade magnética neste sistema equivale a 10^4 gauss. f) Qual é a fracção de período que se há-de considerar para que o electrão atinja uma velocidade que difira da da luz em menos de 1%. g) A corrente alterna utilizada para excitar o campo magnético é de 60 c. p. s. Quantas voltas darão os electrões durante o quarto de período em que estão acelerados pelo campo magnético. Tolera-se um erro de 1%. R: a) Aplicando o teorema de Stokes a $\text{rot } \vec{E} - \partial \vec{B} / \partial t$, tomando curvas paralelas a \vec{B} vê-se que as componentes de \vec{E} segundo as direcções de \vec{r} e \vec{B} são nulas. A aplicação do teorema de Stokes à circunferência da figura conduz a $2\pi r E_{\phi} = -\partial \Phi / \partial t$ e como $\vec{f}_t = e\vec{E}$ vem $f_t = (-e:2\pi r)(\partial \Phi : \partial t)$. Para que \vec{f}_t e \vec{v} tenham o mesmo sentido há-de ser \vec{B} positivo ou negativo conforme $\partial \Phi / \partial t$ aumente ou diminua.

R: b) Multiplicando a expressão $f_t = (-e:2\pi r)(\partial \Phi : \partial t)$ por dt deduz-se para $r = \text{constante}$ que:

$$dp = f_t dt = (e:2\pi r)d\Phi$$

que dá por integração: $p = (e:2\pi r)\Phi$

R: c) De $f_t = (-e:2\pi r)(\partial \Phi : \partial t)$ e $p = (e:2\pi r)\Phi$ para $r = R$ deduz-se:

$$p = eRB_R = (e:2\pi r)\Phi \text{ ou ainda } \Phi = 2\pi R^2 B_R = 2\Phi_R \text{ c. q. d.}$$

R: d) Em $p = (e:2\pi r)\Phi$ faça-se $r = R$ e tendo em conta que $\Phi = 2\pi R^2 B_R = 2\Phi_R$ e que

$$E_c = c\left(\sqrt{p^2 + m_0^2 c^2} - m_0\right)$$

obtêm-se as expressões pedidas:

$$p = R(B_R)_{\max} e$$

e

$$E_c = c\left[\sqrt{R^2 (B_R)_{\max}^2 + (m_0^2 c^2 : e^2)} - (m_0 c : e)\right]$$

R: e) Podemos tomar para expressão da energia cinética devido à aproximação desejada $E_c \sim c(p:e)$. Trabalhando no sistema Giorgi tem-se:

$$p/c = 0,84 \times 0,40 = 0,336 \text{ U.G.} \therefore E_c = 3 \times 10^8 \times 0,336 \times 1,602 \times 10^{-19} \text{ Joules} \\ \text{ou } E_c = 1 \times 10^8 \text{ eV} = 100 \text{ MeV}$$

R: f) Para que a velocidade do electrão atinja uma velocidade que difira da da luz em menos de 1% tem-se que $c - v/c = 1/100$; $1 - v/c = 1/100$ donde $v/c = 1 - 1/100 = 0,99 = \beta$.

Cálculo da fracção do período para que se, dê esta condição. Tem-se $B_R = (B_R)_{\max} \text{ sen } 2\pi (t:T)$ e

$$B_R = (m_0 c : Re) \times (\beta : \sqrt{1 - \beta^2})$$

Substituindo valores e efectuando operações vem:

$$B_R = (9,11 \times 10^{-31} \times 3 \times 10^8 : 0,84 \times 1,602 \times 10^{-19}) \times \\ \times (0,99 : \sqrt{1 - 0,99^2}) = 1,42 \times 10^{-2} \text{ U. G.}$$

$$\text{Logo sen } 2\pi (t:T) = B_R / (B_R)_{\max} = 1,42 \times 10^{-2} : 0,40 = 3,55 \times 10^{-2}$$

ou $2\pi (t:T) \sim 3,55 \times 10^{-2}$ donde

$$t:T = (3,55:6,28) \times 10^{-2} = 568 \times 10^{-3}$$

R: g) O resultado anterior permite admitir que durante todo o tempo os electrões vão animados com a velocidade da luz, portanto o n.º de voltas efectuadas num quarto de período será dado por:

$$n = (c \times i / 60 \times 4) : 2ir = 3 \times 10^8 : 60 \times 4 \times 3,14 \times 0,84 = 2,32 \times 10^5 \text{ voltas}$$

F. C. L. — Electricidade — Exame de frequência — Março de 1950.

232 — É dado um plano indefinido uniformemente electrizado de densidade superficial σ . Achar o potencial num ponto P à distância r do plano.

R: A função potencial é dada por: $V = \frac{1}{\epsilon_0} 2\pi\sigma r + C$

onde C é uma constante indeterminada. Portanto não é possível determinar o potencial nas condições enunciadas, visto que o potencial num ponto não é uma função unívoca; pode-se porém calcular a d. d. p. entre dois pontos da normal ao plano considerado, distanciados deste r_1 e r_2 respectivamente e para o mesmo lado do plano.

O valor dessa d. d. p. será dado por:

$$\Delta V = (1:\epsilon_0) \times 2\pi\sigma(r_2 - r_1)$$

Ver Bruhat — Electricité 1941 pag. 28 a 30.

233 — É dado um condutor esférico de raio a , no vácuo, com uma carga constante e . Envolve-se o condutor por uma esfera dieléctrica de constante ϵ e de raio b . Calcular a variação de energia.

R: Visto que a carga se mantém constante a variação de energia será dada por:

$$\Delta W = (1:2) \times e \Delta V = (1:2) \times e (V_2 - V_1)$$

O potencial V_1 é dado por $V_1 = \frac{e}{\epsilon_0 a}$ e o valor de V_2

é dado pela circulação do campo \vec{E} entre o centro c da esfera de raio a e o infinito.

$$\text{Portanto } V^2 = \int_c^\infty \vec{E} \cdot d\vec{r} = \int_c^a \vec{E}_1 \cdot d\vec{r} + \int_a^b \vec{E}_2 \cdot d\vec{r} + \int_b^\infty \vec{E}_3 \cdot d\vec{r}.$$

Como $\int_c^a \vec{E}_1 \cdot d\vec{r} = 0$ visto que o campo no interior dum condutor em equilíbrio é nulo, vem

$$V_2 = \int_a^b \vec{E}_2 \cdot d\vec{r} + \int_b^\infty \vec{E}_3 \cdot d\vec{r} + \int_a^b (e : \epsilon r^2) dr + \int_b^\infty (e : \epsilon_0 r^2) dr$$

que dá por integração

$$V^2 = \frac{e}{\varepsilon} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right) + \frac{e}{\varepsilon_0} \frac{1}{b}$$

Logo

$$\Delta W = \frac{1}{2} e^2 \left[\frac{1}{\varepsilon} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right) + \frac{1}{\varepsilon_0} \left(\frac{1}{b} - \frac{1}{a} \right) \right]$$

ou ainda

$$\Delta W = \frac{1}{2} e^2 \left[\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right) \left(\frac{1}{\varepsilon} - \frac{1}{\varepsilon_0} \right) \right]$$

como $b > a$ e $\varepsilon > \varepsilon_0$ tem-se que

$$\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right) > 0 \quad e \quad \left(\frac{1}{\varepsilon} - \frac{1}{\varepsilon_0} \right) < 0$$

portanto a energia nestas condições diminui.

234 — Propriedades da função potencial e do campo nas distribuições de electricidade em volume, em superfície e em camada dupla.

Resoluções de GLAPHYRA VIEIRA

5. PROBLEMAS DE INVESTIGAÇÃO

LIÇÕES DA GUERRA PARA A CIÊNCIA

(Extractos)

Temos ouvido falar muito, nos últimos tempos, da contribuição da ciência para a guerra ... Mas este acontecimento não foi de sentido único; em particular nos países democráticos, a mobilização voluntária e total da ciência, para uma finalidade que os cientistas consideraram consequente, concorrerá «à la longue» para enriquecer a substância e o método da ciência, tanto como contribuía para a derrota de forças que teriam tornado a ciência impossível ... «for ever».

... Neste país assim como, embora em menor grau, nos Estados Unidos, tínhamos uma absoluta carência de homens de ciência, de várias categorias, bem treinados, desde desenhadores e ajudantes de laboratório até aos investigadores teóricos. Precisávamos contudo de tirar o máximo partido daqueles de que dispúnhamos e isto levou-nos à aceitação tácita dum princípio que deveríamos ter adoptado sempre: tomar o homem, e não o dinheiro ou a maquinaria, como padrão do esforço dispendido. Qualquer pessoa capaz de analisar, iniciar-se ou dirigir investigações científicas, recebia completa liberdade e dinheiro para assim trabalhar e, como nos ensinam as realizações desta guerra, foi este o segredo dos nossos grandes sucessos. Era do mais espantoso e encorajante para o investigador académico, emperrado durante anos num pequeno laboratório e mendigando perpetuamente a esta ou aquela caridosa associação diminutos subsídios, ver-se autorizado a despendar milhares de libras, naquilo em que

até aí só poderia gastar dez libras, e a contratar auxiliares que lhe permitissem, efectivamente, dedicar-se aos problemas principais e não ter de preocupar-se com fugas de gás e correspondência.

Os Estados Unidos tinham uma experiência semelhante, embora mais intensa, na mobilização de mão-de-obra científica. Durante a guerra a despesa total da nação com a investigação científica passou de 350 milhões de dolares, dos quais 70 apenas fornecidos pelo Estado, para não menos de 800 milhões, sem contar as despesas com as investigações atômicas. Isto não significou é claro que dobrasse o número de cientistas mas sim que estes, pela primeira vez na história, puderam gastar dinheiro livremente na investigação.

... O sistema das bolsas de estudo científicas, pela primeira vez na nossa história, permitiu dar a todos aqueles que tinham capacidade para tirar proveito duma educação científica, a oportunidade de a adquirirem.

... Uma outra lição da guerra ... é a experiência em treinar pessoal relativamente pouco instruído no manejo e conservação de complicados aparelhos científicos. Os métodos de treino criados, em particular pela R. A. F., representam um enorme progresso na aplicação dos métodos científicos à técnica de instrução. Esperemos que estas lições não serão perdidas e serão largamente aproveitadas de modo a estenderem-se a todas as tarefas pacíficas da ciência, porque é seguro, não só que precisaremos dum número crescente de

cientistas com treino universitário, mas, ainda, que uma grande proporção da população precisará de ter maestrança prática nas novas descobertas que estão destinadas a ser cada vez mais usadas na indústria e na vida corrente.

... A guerra transformou o mundo, provocou muitas destruições e deixou muita ansiedade, mas também nos demonstrou a

possibilidade do afastamento racional destes malefícios e da sua substituição por um estado de coisas melhor do que até aqui não fomos capazes de imaginar sequer.

É esta a maior lição da guerra para os cientistas.

J. D. BERNAL, F. R. S.
(Extraído dos Reports on Progress
in Physics, vol. x, 1944-45)

8. BIOFÍSICA

Esta Secção existe potencialmente desde sempre na Gazeta de Física. Ao objectivá-la agora pretende-se salientar aos olhos do leitor desprevenido a importância excepcional das aplicações da Física à Biologia.

Pode dizer-se que presentemente um laboratório de Biologia, pura ou aplicada, não pode funcionar sem o apoio de um departamento de Física.

No nosso País, os centros de investigação de Biologia, pura e aplicada, estão atravessando uma era de prosperidade notável, relativamente aos outros domínios científicos, e, por isso, é natural que desejem a colaboração de físicos e que estejam, provavelmente, em situação de conseguir as condições materiais dessa colaboração.

Mas, para realizarem esse objectivo, precisam ... de físicos e, portanto, é do seu maior interesse juntarem a sua voz poderosa ao nosso modesto esforço, no sentido de se criarem em Portugal cursos independentes de Física e um Instituto central de investigação pura, por forma a terem aí uma fonte dupla de profissionais e de mestres, capazes de os auxiliar nas suas tarefas.

Por que não toma a Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais, num relatório bem fundamentado, a iniciativa de propor ao Governo uma solução no sentido que defendemos e que é, sem dúvida, também do interesse dos biólogos portugueses e de todo o País?

O artigo que escolhemos para início desta secção foi publicado em 1940 na Review of Modern Physics, mas o seu interesse continua a ter actualidade. O original impresso compreende 90 páginas e só na sua primeira parte se dá notícia de 1200 trabalhos relativos à Biofísica. Julgámos que a melhor recomendação que poderíamos dar deste artigo, útil aos biólogos e aos físicos, seria a publicação dos extractos que se seguem.

PROBLEMAS LIMÍTROFES DA BIOLOGIA

Fui tentado a escolher o título «Biofísica» para este artigo, para mais sucintamente delimitar o fim em vista. Mas, a-pesar do crescente aumento de interesse pelos problemas biofísicos, não parece haver perfeito acôrdo, entre os biofísicos, quanto ao significado do termo biofísico.

O precedente histórico é, sem dúvida, em parte o responsável por esta confusão.

Há muitos anos, quando poucos métodos físicos eram aplicados na investigação bioló-

gica e quando os efeitos sobre os organismos de agentes tais como raios X e luz ultravioleta eram relativamente desconhecidos, os biofísicos chamavam-lhe «física dos organismos vivos».

Entretanto os tempos mudaram. Os físicos que se aventuraram a explorar problemas biológicos e bioquímicos hoje em dia, estão mais aptos a tornar contacto com o desenvolvimento e aplicação de novos métodos físicos de experiência, ou com o estudo dos

efeitos biológicos dos agentes físicos do que com a observação dos princípios físicos que residem nos organismos vivos.

Se aplicarmos o termo biofísica para incluir estes novos domínios de investigações, definindo-a como «métodos físicos e princípios físicos aplicados à biologia e bioquímica», então «Biofísica» serve perfeitamente como título para este artigo.

Biofísica é um ramo particular da *física aplicada* e portanto parece haver uma natural aproximação dela à física, também como, à biologia, ou bioquímica.

Provavelmente isto explica por que muitas das investigações descritas no que se segue foram iniciadas por investigadores treinados primeiramente como físicos.

Têm sido tão rápidos os recentes progressos neste campo que é necessário limitar a discussão dos assuntos escolhidos. Os assuntos que se seguem têm sido cuidadosamente escolhidos ou porque tratam com métodos de larga aplicação ou porque são de especial interesse comum: emprêgo de isótopos como indicadores nas investigações fisiológicas, estudo dos raios X através de compostos bioquímicos, aplicações da espectroscopia infra-vermelha, visível e ultra-violeta; aplicações da ultra-centrífuga e recentes progressos na microscopia em particular relativamente aos microscópios ultra-violeta e eletrónico.

Outros assuntos serão considerados mais sucintamente.

Isótopos como indicadores biológicos

As transformações sofridas e o destino definitivo das substâncias ingeridas pelos organismos e a síntese dos compostos orgânicos nos mesmos organismos são assuntos de grande importância em fisiologia.

Têm-se desenvolvido dois métodos de classificações de substâncias para a investigação de tais problemas; podem ser determinadas pela sua localização nos tecidos e nos excrementos ou pela sua síntese nos outros compostos seguintes.

O primeiro foi iniciado por G. Hevesy no Instituto de Física Teórica de Copenhague.

Baseia-se no emprego de isótopos radioactivos para classificar tais substâncias como chumbo, bismuto, fósforo, etc.

O segundo, iniciado por Schoenheimer e Rittenberg, em Colúmbia, emprega isótopos não radioactivos tais como deutério, incorporado nos compostos, como indicador.

Hevesy desenvolveu o método dos indicadores radioactivos por causa dum problema sugerido por Lord Rutherford: a extracção do Rádio *D* do chumbo radioactivo.

Segundo as palavras de Hevesy:

«Ensaiei numerosos métodos de separação sem o mínimo sucesso. Foi um resultado desanimador, mas para tirar partido da situação decidi resolver o problema inverso, misturando fuma quantidade conhecida de rádio *D*, e que pode ser facilmente obtida a partir da emanação de rádio, com uma quantidade conhecida dum sal de chumbo e seguir o percurso dos átomos de chumbo usando rádio *D* ou o do isótopo do chumbo, Th B como indicador».

Tendo começado em 1913 estes trabalhos, de colaboração com Paneth publicou extensas séries de investigações químicas incluindo os indicadores radioactivos.

O método foi pela primeira vez extensível aos problemas biológicos em 1923.

Estudo pelos raios X da estrutura de substâncias bioquímicas, tecidos, etc.

O que o método dos indicadores isótopos tem contribuído para o estabelecimento das características dinâmicas dos constituintes moleculares do protoplasma, tem sido comparável à contribuição dos técnicos de difracção dos raios X na determinação da disposição em que as moléculas se agregam para a formação da estrutura grosseira do organismo.

Um organismo vivo pode ser comparável a uma tapeçaria que está sujeita a um uso e reparação permanente, sendo o desenho mantido aproximadamente o mesmo através de toda a vida da tapeçaria.

Os estudos dos isótopos radioactivos têm mostrado que, diferentemente duma tapeçaria (que é reparada só quando lhe sucede uma

avaria apreciável e só num lugar determinado), toda a estrutura dos organismos é um estado de continua destruição e reconstituição, sendo evidentemente tais processos controlados por várias condições de equilíbrio.

Acentuou-se que muitas partes dos seres vivos são mais activas do que nós temos até agora suposto. Assim, uma propriedade dos seres vivos que os distingue dos mortos é que praticamente todas as suas partes parecem estar em estados dinamicamente estacionários, capazes de se modificar em certas condições.

O desenho de uma tapeçaria é feito com fios de diferentes cores e as qualidades fundamentais do fabrico tais como a sua suavidade, aptidão para resistir ao uso, etc, são determinadas pelas características do fio tão bem como pelas da tecelagem.

Pode-se prontamente observar à vista desarmada o desenho geral e o padrão de uma tapeçaria e a estrutura grosseira dos fios de que é tecida (a sua grosseira anatomia), mas pode empregar-se o microscópio para observar a estrutura fina dos fios (a sua microanatomia e histologia).

Apesar disto não se pode encontrar uma explicação da qualidade das fibras que constituem os fios — a sua elasticidade, flexibilidade, ductilidade, etc. — qualidades que se refletem nas características da tapeçaria.

Para tal interpretação tem de se procurar os arranjos e ordem das moléculas e unidades submoleculares dentro das fibras dos fios — o seu modo de agregação, as mudanças na agregação das moléculas quando sujeitas a uma deformação, etc. É o conhecimento destes fenómenos que a espectrografia dos raios X nos revela.

A observação da estrutura dos organismos vivos é perfeitamente análoga, excepto ser a situação sempre complicada pela necessidade de matar o organismo, e não se conhecerem sempre quais as modificações que se operam pela sua morte.

A estrutura grosseira (anatomia) pode ser observada apenas a olho nú e a micro-estrutura (histologia) com o auxílio do microscópio,

mas para a observação do modo de agregação das moléculas e unidades submoleculares, que regem as qualidades do tecido vivo, é necessário recorrer de novo aos métodos cristalográficos de raios X.

É só nos últimos anos que as extensas aplicações dos métodos de raios X têm sido feitas a tais problemas, e a extensão e importância de muitas contribuições neste campo é, portanto, especialmente acentuada.

Foi em parte, através dos estudos dos textéis pelos métodos de difracção dos raios X que a aplicação dos mesmos métodos a muitos problemas biológicos e bioquímicos se desenvolveu.

Aplicações da espectroscopia do infra-vermelho, Raman, visível e ultravioleta aos problemas biológicos

Chegamos agora à discussão das técnicas que são úteis na identificação de compostos presentes ou isolados dos organismos e na determinação dos detalhes da sua estrutura química.

Das técnicas consideradas a espectroscopia de absorpção ultra-violeta e visível têm sido extensamente empregadas, em parte, devido à sua relativa facilidade de aplicação e, em parte, porque se prestam bem à aproximação puramente empírica, a qual até aqui se tem provado mais eficaz nas aplicações da espectroscopia aos problemas biológicos e bioquímicos.

Espectros infra-vermelho e Raman

Como sabemos, a absorpção de moléculas no infra-vermelho distante surge a partir de mudanças rotatórias, e no infra-vermelho próximo, da combinação de mudanças vibratórias e rotatórias.

A partir das expressões quantum-mecânicas para as frequências vibratórias e rotatórias, os espectros experimentais e os pesos atômicos dos átomos envolvidos, assim como as distâncias inter-atômicas e as forças de ligação, podem ser calculadas para moléculas di- e poli-atômicas simples.

Com a crescente complexidade da molécula, o espectro torna-se de mais difícil interpretação porque uma grande quantidade de possível energia vibratória e rotatória muda.

Os compostos de interesse em bioquímica e biologia são, na maior parte, altamente complexos. Por esta razão não é conveniente fazer a sua análise pelos infra-vermelhos nem pelos métodos aplicados às moléculas di- e poli-atômicas simples.

Outra complicação surge do facto de que muitas substâncias de interesse biológico são sólidas, solúveis em água mas não nas gorduras, e a alta absorção pela água do infra-vermelho próximo impede o exame em soluções aquosas diluídas.

Na espectroscopia Raman, a radiação dispersa obtida da substância quando ela é excitada com energia monocromática incidente é examinada por linhas Raman de frequência maior ou menor do que a energia incidente. Portanto, como as variações da frequência na dispersão encontrada nos espectros Raman são atribuídas aos efeitos das formas vibratórias e rotatórias das moléculas, era de esperar, e foi verificada, uma íntima correlação entre muitas linhas Raman e as frequências de vibração-rotação infra-vermelho para as mesmas moléculas. Por esta razão, as considerações acima feitas relativamente à transferência de frequências em agrupamentos particulares aplicam-se tanto aos espectros Raman como aos infra-vermelhos.

Há esta vantagem da técnica Raman que devia ser acentuada: desde que a radiação dispersa excitante permaneça nas regiões visível e ultra-violeta, nas quais a água é extraordinariamente transparente, podem empregar-se soluções aquosas diluídas sem desvantagens causadas pela absorção encontrada no infra-vermelho próximo.

Em resumo, pode dizer-se que a espectroscopia infra-vermelha e Raman de matérias de grande interesse biológico não estão num estado muito satisfatório na época presente e que este campo necessita ser desenvolvido.

Os espectros de absorção molecular nas regiões visível e ultra-violeta aparecem devido

a variações da energia electrónica com a qual estão combinadas, em geral, variações da energia de vibração e rotação.

Cada vibração electrónica dá origem a várias riscas correspondendo a várias variações vibratórias com elas associadas.

As riscas por sua vez são compostas de linhas correspondendo a variações rotatórias.

Nos espectros de certos gases diatómicos, é tarefa fácil identificar, por comparação, grupos de riscas, riscas e linhas.

Nas moléculas poli-atômicas, no entanto, e especialmente nas moléculas complexas de interesse em bioquímica e biologia, o número de possíveis transformações electrónicas (e variações vibratórias e rotatórias associadas) é tão grande que os espectros resultantes podem ser bastante confusos.

Além disso, substâncias de interesse biológico são usualmente examinadas no estado sólido ou líquido (incluindo sólidos em solução) e o íntimo agregado de moléculas em tais condições causa perturbantes influências que resultam em alargamento de linhas e riscas nos espectros difusos. Frequentemente a região espectral na qual as substâncias são examinadas é que conduz às suas transformações foto-químicas, e isto dá origem a espectros difusos de pre-dissociação e dissociação. Finalmente as técnicas e os equipamentos usualmente empregados na espectrofotometria de absorção são de insuficiente precisão e poder resolvente para mostrar a estrutura rotatória⁽¹⁾ ou vibratória ainda que possam ser observadas por outro meio (por exemplo, um espectrograma feito com um instrumento de elevada dispersão e poder resolvente). Não obstante as limitações acima, a espectroscopia de absorção tem servido de muito nas investigações biológicas especialmente em: a) identificação empírica de compostos em quantidades muito

(1) Em relação à estrutura rotatória, basta chamar a atenção para o facto de que os métodos usuais espectrofotométricos conduzem a curvas definidas por pontos de 25 a 50 Å separadamente considerando que a separação das linhas de rotação é da ordem de 1 Å ou menos.

pequenas à disposição para serem examinados pelos métodos analíticos usuais; b) avaliação quantitativa de compostos com características de absorção bem definidas; c) a solução de problemas estruturais por comparação da absorção de uma substância desconhecida com substâncias de estrutura conhecida à qual se suspeita ser semelhante a substância desconhecida; d) o estudo de reações bioquímicas incluindo substâncias de absorção característica (por exemplo nas células vivas — biocinética).

Aplicações da ultra-centrífuga à Biologia e Bioquímica

As centrífugas que desenvolvem campos gravitacionais da ordem de 5.000 até $10^6 \times g$ são chamadas «ultracentrífugas», para as distinguir das de pequena velocidade usadas nos procedimentos usuais do laboratório. As mais modernas produzem cerca de 2.000 a 4.000 r. p. m. e desenvolvem campos da ordem de 500 a $2,500 \times g$.

As aplicações da ultracentrífuga a problemas biológicos incluem: (1) a avaliação das dimensões de partículas, assim como a determinação de pesos moleculares das proteínas; (2) a purificação de materiais biológicos, como na preparação de virus purificados; (3) o estudo das propriedades físicas do protoplasma e os efeitos dos campos gravitacionais nas formas vivas.

O mais remoto desenvolvimento da ultracentrífuga e muitas das suas subseqüentes aplicações nos problemas biológicos deve-se a Svedberg e aos seus colaboradores, que começaram a empregar a força centrífuga cerca de 20 anos mais cedo para o estudo das dimensões duma partícula pelo método da velocidade de sedimentação.

Estavam interessados em fazer a sedimentação de partículas muito pequenas (menos de cerca de 100 μ . de diâmetro) a velocidades apreciáveis sob a influência exclusiva da gravidade. Em breve aplicaram o método à determinação de pesos moleculares de proteínas (tendo sido publicados, em 1926, valores para a hemoglobina).

Progressos recentes na microscopia

Dentre os mais recentes progressos na microscopia aplicável aos problemas biológicos, a microscopia do ultra-violeta e eletrônica foram escolhidas para determinadas investigações como sendo provavelmente do maior interesse actual. Os aparelhos e técnicas da microscopia ultra-violeta não diferem da microscopia do visível nos seus princípios fundamentais, mas as diferenças nos detalhes são impostas pelos tipos de fontes luminosas requeridas e pela necessidade de fotografar o campo em lugar de fazer a observação directa.

É possível empregar uma ampola de mercúrio, de vidro óptico de c. d. o. = 3.650 Å mas para c. d. o. mais pequenos deve empregar-se o quartzo.

No microscópio eletrônico os electrões de um filamento aquecido são acelerados, contra o objecto a observar no vácuo, entre uma d. d. p. de 30.000 a 100.000 volts (correspondendo a c. d. o. igual a 0,071 a 0,039 Å) e empregam-se campos magnético e eléctrico, de um modo análogo ao emprego de lentes para iluminação dos microscópios vulgares, para encurvar o feixe eletrônico que depois passa através da preparação e trazê-lo até ao foco numa imagem claro-escuro, ampliada, do objecto.

A microscopia fluorescente tem adquirido grande interesse nos estudos biológicos. O método consiste na excitação da preparação por uma luz ultra-violeta de longo c. d. o. (cerca de 3.500 Å) e observação da luz fluorescente visível por ela emitida. Os princípios são essencialmente os mesmos do que na espectroscopia de fluorescência excepto empregar-se um microscópio para se examinar o objecto. Deve empregar-se uma fonte ultra-violeta conveniente e devem empregar-se filtros entre a fonte e a preparação para eliminar a radiação visível *difusa* tanto quanto possível enquanto ao mesmo tempo transmite o ultra-violeta estimulante. Têm sido publicados vários artigos sobre métodos e resultados.

A fluorescência observada de muitas substâncias de interesse biológico (por ex. a vitamina A) torna possível por este método a sua localização em células e tecidos.

Outras técnicas — Métodos de trabalho na investigação de células fisiológicas

Até aos últimos 10 ou 15 anos, o desenvolvimento da fisiologia verificou-se no estudo das actividades dos organismos em conjunto.

Desde então a atenção tem sido dirigida cada vez mais para a fisiologia das células individuais de que os organismos se compõem. A mudança é análoga àquela que teve lugar na física.

No século XIX, os problemas macroscópicos ocuparam a maior parte do tempo aos físicos. No século XX voltaram-se para as investigações submicroscópicas, e a maior parte dos seus esforços são agora empregados em desvendar os mistérios das moléculas, átomos e unidades subatómicas.

A nova era na investigação científica aguardava a solução de numerosos problemas no domínio da macroscopia e o desenvolvimento de novas técnicas (métodos de difracção de raios X, ciclotrões, etc.) para atacar problemas submicroscópicos, tanto na física como na fisiologia. Só desde que actividades do organismo tais como a circulação do sangue, a respiração, o control hormonal das funções do corpo, etc., têm sido relativamente conhecidas, é que se dirigiu a atenção principalmente para a relação destas actividades com a célula específica, e o progresso neste último campo tem esperado o desenvolvimento de técnicas adequadas tais como culturas de tecidos e métodos manométricos.

Algumas destas técnicas mais modernas serão discutidas com referências particulares aos seus múltiplos aspectos físicos.

Métodos diversos. — Fotografia e cinematografia

Os métodos usuais de aplicação da fotografia a investigações macro e micro-experi-

mentais, não serão considerados, como em outros trabalhos, detalhadamente.

Foram descritos por Walton interessantes aplicações da fotografia do infra-vermelho à investigação paleobotânica.

Têm aparecido vários artigos sobre métodos de aplicação da cinematografia à investigação bacteriológica.

Electrocardiografia e electroencefalografia

O emprêgo da electrocardiografia no diagnóstico das condições patológicas do coração é tão conhecido que a descrição dos instrumentos e as suas aplicações se encontram na maior parte dos livros de fisiologia humana.

A atenção deve ser dirigida, todavia, para os importantes progressos técnicos no método que consiste na substituição do oscilógrafo de raios catódicos pelo antigo galvanómetro de fio como meio de indicar a acção das correntes.

Nos últimos 10 anos, tem-se dado especial atenção à acção das correntes produzidas no cérebro. Estas podem ser observadas por eléctrodos conjugados, aplicados ao couro cabeludo com amplificação conveniente e equipamento registador. O registo resultante, chamado «encefalograma», mostra os desvios do normal observados no caso de certos distúrbios mentais, particularmente epilepsia, e e tais registos servem para a localização de tumores cerebrais.

Fragmentação pelas vibrações ultra-sónicas

As vibrações ultra-sónicas têm sido usadas para a despolimerização mecânica do amido e gelatina e para a fragmentação da proteína hemocianina do *Helix pomatia*.

No último caso foram obtidas unidades submoleculares da ordem de 1/2 e 1/8 da molécula original.

Chambers e Flosdorf empregaram também tais vibrações para a fragmentação de bactérias e na extracção de constituintes instáveis

delas. Indicam que certas proteínas termo-lábeis, são estáveis à acção das ondas sonoras e que o método tornou possível, portanto, a extracção de numerosos materiais que se não conseguiam nas suspensões bacterianas fixadas pelo calor ou pela formalina.

Por este processo foi extraído um consti-

tuinte duma combinação altamente instável de anti-corpos do *S. haemolyticus*.

JOHN R. HOOFBOUROW

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF
TECHNOLOGY, CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS

(Extraído do Review of Modern Physics, Vol. 12, 1940).
Compil. de Maria da Conceição Vasconcellos Dias.

9. A FÍSICA NA INDÚSTRIA

A IMPORTÂNCIA DO FÍSICO NA INDÚSTRIA DOS TÊXTEIS

Palavras prévias

Esta secção nova, mais do que qualquer das suas companheiras, destina-se a objectivar, no maior número possível dos fascículos a publicar, um dos nossos propósitos de sempre: lutar pela defesa da Física como profissão e criar entre os licenciados em ciências físico-químicas, que se sintam atraídos pela Física e dispostos a aprofundar os seus conhecimentos escolares, um verdadeiro espírito de profissionalismo.

Far-se-à assim praticamente em todos os nossos artigos, mas, em particular, nesta Secção procurar-se-à seguir o método directo de demonstrar — de início, e infelizmente, quasi apenas com o exemplo do estrangeiro — a necessidade de físicos nas indústrias nacionais, mostrando como eles são chamados a intervir nas suas congêneres estrangeiras. Mostrar-se-à assim, ao mesmo tempo, a necessidade dum curso profissional de Física, bem como dum Instituto central de investigação pura, capaz de alimentar o referido curso e dar o seu apoio desinteressado aos futuros físicos portugueses trabalhando nos seus pequenos laboratórios industriais.

Por estas razões, tivemos a preocupação de escolher para início desta secção um campo de aplicação a um tempo da mais larga expansão nacional e, por outro lado, onde — segundo julgamos e, pelo menos, os factos confirmam — os interessados parecem nem sequer suspeitar que os físicos possam ser in-

dispensáveis ou, apenas, úteis: o da indústria dos têxteis.

E perguntamos: por que é que os industriais dos têxteis não procuram, isolada ou colectivamente, que as universidades lhes forneçam os físicos de que não podem carecer menos do que os seus colegas britânicos? Por que não se hão de associar eles, com tantos outros, por exemplo através da Associação Industrial Portuguesa, para solicitar do Governo a criação de cursos independentes de Física que formem verdadeiros profissionais, capazes de apressar o progresso e a renovação das suas indústrias?

Algumas aplicações da Física à preparação dos têxteis

(Extractos)

Introdução.

As indústrias têxteis fornecem um vasto domínio de aplicação da Física, e dos métodos físicos de investigação, ao exame das suas muitas matérias primas e produtos semi-manufacturados e acabados e dos processos físicos e químicos pelos quais passam as matérias têxteis no decurso da sua manufactura.

Isto pode ser imediatamente apreciado pelo leitor, mesmo se ele não tem nenhum conhecimento detalhado das necessidades dos produtos ou dos processos têxteis.

Se se considerar simplesmente o grande número de têxteis acabados que são artigos de uso comum de equipamentos pessoais, ca-

seiros ou industriais e a grande diversidade de serviços que se exigem de cada um deles, a variedade dos problemas que se apresentam é suficientemente impressionante. Em guisa de exemplos podemos citar as correias de transmissão e o problema da sua flexibilidade e duração, os cortinados e a sua resistência à luz e lavagens, as qualidades de conservação do calor, maleabilidade e resistência às pregas dos materiais para roupas, o aveludado das roupas de baixo de lã, o brilho de meias de algodão mercerizado, as propriedades de isolamento eléctrico e de resistência ao fogo dos fios e dos produtos têxteis, a resistência de uma peça corrente de algodão encordado ou para costura, e impermeabilidade à água dos tecidos e muitos outros exemplos, igualmente diversos. Acrescente-se a isto as propriedades de uma grande variedade de produtos intermediários da fabricação, o comportamento do material ao passar nas máquinas empregadas e os muitos complementos ou preparados usados durante a confecção — óleos, sabões, mordentes, resinas, etc. — e ter-se-à uma ideia da grande variedade de problemas que defrontam os físicos dedicados a estes domínios de investigação.

... Disse-se (von Bergen, 1930) que «temos de admitir a nossa ignorância, do ponto de vista científico, de muitos dos fundamentos essenciais em que se baseia a prática comercial da manufactura dos tecidos de lã». Isto é igualmente verdadeiro para outros ramos da manufactura dos têxteis. Talvez não seja deslocado notar aqui mais uma vez que as indústrias têxteis no seu conjunto têm dependido até agora, quanto à sua eficiência técnica, do talento de operários qualificados, industriados nos métodos tradicionais dos seus antecessores, e, quanto ao seu desenvolvimento técnico, de alguns deles que têm tido a capacidade de apreciar com espírito crítico as suas experiências e incorporar os resultados destas observações nas suas práticas técnicas normais. Deste modo foram-se formando gradualmente técnicas empíricas.

Verifica-se uma notável ausência de tecno-

logia escrita, baseada em evidência experimental bem fundamentada dando conta da existência, ou da necessidade, de muitas das práticas industriais vulgarmente adoptadas. Este obscurantismo tem sido evidentemente agravado pelo segredo observado por muitos operários receosos dos seus rivais.

Os físicos que mais recentemente procuraram tomar contacto com a indústria têxtil vieram encontrar esta mesma herança. A sua reacção tem sido em geral de insatisfação com os métodos empíricos dos seus processos e de desejo de investigar as razões fundamentais susceptíveis de fornecer uma explicação dos mesmos e de contribuir para alicerçar a tecnologia dos têxteis numa base científica mais satisfatória.

É preciso reconhecer no entanto que quando é possível elucidar as razões dos métodos tradicionais, verifica-se em geral que existe um fundamento sólido para as boas práticas comerciais já consagradas. Parece pois plausível que o maior progresso será obtido mais pelo desenvolvimento lógico dos princípios fundamentais trazidos a lume por tais investigações, tendo como consequência uma realização mais eficiente dos mesmos fins, do que por qualquer descoberta revolucionária de falta de consistência nas práticas actuais...

J. G. MARTINDALE

WOOL INDUSTRIES RESEARCH ASSOCIATION

(Ext. de *Reports on Progress in Physics*, Vol. X, 1914-45).

A Física e os Têxteis

(Extractos)

A associação do físico com os têxteis lembra, geralmente, raios X e moléculas de cadeias longas, pois são estes os assuntos mais correntes no pensamento e nas publicações dos físicos académicos. Mas o actual relatório refere-se aos usos mais técnicos da Física nos têxteis. Os problemas dos têxteis são variados e muitas vezes dão lugar a interessantes aplicações de princípios físicos bem conhecidos, como, por exemplo, a interacção da nossa roupa com os estados térmicos e higroscópicos da nossa versátil atmosfera. Por outro

lado, *muitos problemas técnicos aguardam o progresso de teorias físicas puras*; em particular a falta de qualquer teoria adequada dos líquidos e fenómenos cooperativos em geral impõe limites definidos ao avanço técnico do método da fabricação húmida dos têxteis e estes processos são da maior importância para a indústria.

Propriedades térmicas dos têxteis

A grande percentagem de ar nos produtos têxteis tem uma profunda influência nas suas conductibilidades térmicas; de facto, a conductibilidade dos tecidos não é muito diferente da do ar e não depende apreciavelmente da natureza das fibras...

Baxter mediu a variação da conductibilidade com a densidade. Aquela decresce com esta segunda uma fórmula deduzida na hipótese de 1/3 das fibras formarem feixes paralelos à direcção do fluxo calorífico e os restantes 2/3 formarem feixes normais a esta direcção. Para densidades muito baixas, inferiores a $0,1 \text{ g/cm}^3$ a curva passa por um mínimo de cerca de $0,7 \cdot 10^{-4} \text{ cal./cm/}^\circ \text{ c./s.}$...

Contudo a transmissão de calor, através do tecido, duma superfície quente para o ar é, evidentemente, a grandeza mais indicada para a roupa e muitos problemas de isolamento térmico. Mas não é fácil submetê-la a uma medida rigorosa porque é difícil de definir a espessura dum tecido...

Humidade nos têxteis

A importância comercial e prática do conteúdo de humidade (% de água relativamente ao peso seco) dos têxteis tem provocado muitas investigações da sua dependência da temperatura e humidade relativa...

A maior incerteza na determinação de «re-

cuperação» (% de água relativamente ao peso seco, em termos técnicos) deve-se á dificuldade que há em obter um peso seco constante (independente das condições de secagem)...

A rapidez da variação da recuperação, quando se modifica a atmosfera que rodeia o têxtil, é tão importante como o seu valor de equilíbrio. A prática já demonstrou há muito que uma mudança de atmosfera é seguida muito lentamente pelos têxteis. Tem-se suposto em geral que a variação lenta seria devida, em parte pelo menos, à lenta difusão do vapor de água da superfície do interior das fibras. Contudo, se se determinar o tempo necessário para esta difusão, a partir das dimensões das fibras e valores plausíveis do coeficiente de difusão, torna-se evidente que a difusão para o interior da fibra não pode ser o processo regulador da velocidade. A partir de soluções numéricas da equação de difusão conclui-se que o tempo para o equilíbrio da recuperação deveria ser da ordem de 2s quando, na realidade, varia de algumas horas a semanas...

King e o autor investigaram recentemente (1940) o problema da velocidade de absorção do vapor de água por fibras de lã. Supuseram que o período de difusão era de facto desprezável... e que o processo regulador da velocidade de recuperação da água, depois de introduzir vapor de água, era o arrefecimento e, usando a lei de Newton, calcularam o acréscimo de recuperação e a diminuição da temperatura em função do tempo, hipótese muito bem verificada pela experiência...

O facto de as fibras têxteis, para todos os fins práticos, estarem sempre em equilíbrio com a atmosfera contígua tem várias consequências interessantes para os problemas do vestuário.

A. B. D. CASSIE

WOOL INDUSTRIES RESEARCH ASSOCIATION

(Ext. dos *Report on Progress in Physics*, Vol. X, 1944-45)

A «Gazeta de Física» luta por um curso independente de Física

10. SECÇÃO LIVRE

A EVOLUÇÃO DA ÓPTICA

As primeiras hipóteses conhecidas sobre a natureza da luz foram propostas pelos filósofos gregos enquanto que os matemáticos gregos elaboraram uma espécie de optica geométrica.

Todavia só com Descartes (1596-1650) se fundou uma nova escola filosófica que permitiu uma concepção sobre a natureza da luz baseada nas suas ideias metafísicas.

No entanto, a optica só adquiriu uma base sólida, quando Galileu — Galilei (1564-1642), demonstrou o poder do método experimental, através do desenvolvimento da mecânica. — Enquanto que as leis da reflexão já eram conhecidas pelos gregos, as leis da refração só foram verificadas experimentalmente em 1621 por *W. Snell* (1591-1626). Descartes deu uma interpretação destas leis admitindo que a luz (teoria da emissão ou corpuscular), é constituída por particulas, que são emitidas com velocidades diferentes em corpos diferentes.

Deve-se a *Fermat* (1601-1665) o enunciado duma outra profunda formulação, segundo a qual «a natureza actua sempre pelo caminho mais curto»; segundo este princípio, a luz segue sempre um trajecto tal que atinge um alvo num mínimo de tempo. Introduzindo a hipótese de «resistências diferentes em corpos diferentes», deduziam-se a partir daquele princípio as leis da refração. Este princípio do «caminho mais curto da luz» foi de grande alcance filosófico em consequência do seu carácter teleológico, que foi considerado estranho às ciências naturais e deu origem a inúmeras discussões.

O primeiro fenómeno das interferências, «as cores das lâminas delgadas» hoje também conhecido por «anéis de Newton», foi descoberto independentemente por *Boyle* (1626-1691) e *Hooke* (1635-1703).

Hooke descobriu também o aparecimento de luz na sombra geométrica, isto é, a

«difracção da luz»; no entanto este fenómeno já tinha sido observado por *Grimaldi* (1618-1663). *Hooke* foi quem defendeu primeiramente a concepção de que a luz é produzida por oscilações rápidas, propagando-se instantaneamente; baseado nestas hipóteses tentou dar uma explicação para a refração e uma interpretação para as «cores». Mas a propriedade fundamental da luz corada só foi evidenciada, quando em 1666, *Isaac Newton* (1642-1727) descobriu a decomposição da luz branca através de um prisma e verificou que cada cor simples era caracterizada por uma determinada «refrangibilidade».

As dificuldades em que se encontrou a teoria ondulatória para explicar a propagação rectilínea da luz e a polarização (descoberta por *Huygens*), pareceram tão decisivas a *Newton*, que este optou pela teoria da emissão que desenvolveu. Nesta época fez-se a primeira determinação da velocidade da luz, realizada por *Römer* (1644-1710), a partir da observação dos eclipses dos satélites de Júpiter.

O verdadeiro fundador da teoria das ondulações foi *C. Huygens* (1629-1695), que considerava que a luz se propagava num meio especial que designou por «éter de luz»; enunciou então um princípio, denominado mais tarde por «princípio de Huygens», segundo o qual cada ponto do éter atingido pela excitação luminosa pode ser considerado como o centro de uma nova onda esférica; as ondas secundárias actuam de modo tal que a sua envolvente determina a frente de onda resultante. Por meio deste princípio, conseguiu deduzir as leis da reflexão e refração da luz e além disso interpretou a dupla refração de um cristal de espato, fenómeno descoberto por *Bartholinus* (1625-1698), fazendo a hipótese de que neste cristal, além de uma onda esférica, se propaga uma onda elipsoidal.

Huygens fez a descoberta fundamental da polarização, isto é, verificou que cada um dos

raios produzidos por refacção num cristal de espato, ao passar num segundo cristal se podia extinguir, rodando com o segundo cristal em torno da direcção de incidência.

No entanto, Huygens não conseguiu a interpretação deste fenómeno, admitindo a *transversalidade* dos raios, tendo-a conseguido Newton em 1717. Este, por seu lado, viu nesta hipótese um obstáculo invencível para a admissão da teoria ondulatória, visto que nessa época só se concebia a existências de ondas longitudinais.

A negação da teoria ondulatória por uma autoridade como Newton, fez com que fosse posta de parte quase durante 100 anos. No entanto, encontrou sempre partidários isolados, como o grande matemático *Euler* (1707-1783).

Só no começo do século XIX se produziram as descobertas decisivas, que conduziram à supremacia da teoria ondulatória. O primeiro passo foi o estabelecimento do princípio da interferência em 1801 por *Young* (1773-1829) e a explicação baseada no referido princípio, das cores das lâminas delgadas. No entanto, as teorias de *Young*, de carácter qualitativo, não conseguiram impor-se totalmente.

Nessa época, *Malus* (1775-1812), descobriu a polarização da luz por reflexão. Numa tarde do ano de 1808, observou, através de um cristal de espato, a imagem do Sol numa janela e verificou que as duas imagens produzidas por dupla refacção, variavam de intensidade, quando se rodava o cristal em torno da direcção de incidência. No entanto, *Malus* renunciou fazer a interpretação do fenómeno, julgando que as teorias existentes não o podiam explicar.

A teoria da emissão fora entretanto desenvolvida por *Laplace* (1749-1827) e por *Biot* (1774-1862). Os seus partidários propuseram, como assunto do grande prémio da Academia de Paris para 1818, o problema da difracção, na esperança de conseguirem o último triunfo da teoria da emissão.

No entanto a sua esperança não se realizou, pois que a tese de *Fresnel* (1788-1827), pré-

miada a-pesar de todas as resistências, baseava-se na teoria ondulatória e constituiu o primeiro de uma série de trabalhos que fizeram abandonar a teoria corpuscular dentro de poucos anos. A tese baseava-se no conjunto do princípio de Huygens das ondas elementares, e do princípio da interferência de *Young*. Por meio da sua tese, *Fresnel* explicava não só o princípio da propagação rectilínea da luz, mas ainda pequenos desvios conhecidos como fenómenos de difracção. Estudou a difracção produzida por bordos rectilíneos, por pequenas aberturas e por «alvos»; foi especialmente impressionante, a confirmação experimental da previsão teórica de que no ponto médio da sombra de um pequeno disco circular devia aparecer uma mancha luminosa.

No mesmo ano (1818), *Fresnel* investigou o importante problema da influência do movimento da Terra na propagação da luz; a questão que se punha era averiguar se a luz proveniente das estrelas se comportava da mesma maneira do que a luz proveniente de uma origem terrestre.

Arago (1786-1833) demonstrou experimentalmente que (abstraido o fenómeno da aberracção) não se encontrava nenhuma diferença e, baseando-se neste facto, *Fresnel* desenvolveu a sua teoria do arrastamento parcial do éter através da matéria; esta teoria só pode ser confirmada em 1831. por *Fizeau* (1819-1896), realizando experiências directas. Juntamente com *Arago*, *Fresnel* investigou a interferência da luz polarizada e verificou, em 1816, que dois feixes polarizados perpendicularmente não interferiam. Este facto era incompatível com a hipótese das ondas longitudinais, que até então era considerada óbvia. *Young*, conhecedor da descoberta de *Arago*, encontrou em 1817 a solução do problema: «a hipótese das oscilações transversais». *Fresnel* compreendeu imediatamente o alcance desta hipótese, donde tirou várias consequências, que procurou fundamentar por meio de uma teoria dinâmica. *Fresnel* admitiu que o éter devia ser análogo a um corpo fixo; partindo das leis da propagação da luz nos cristais, procurou deduzir as propriedades do

«éter da luz». O esclarecimento dessas leis e a sua redução a algumas simples hipóteses quanto à forma das ondas elementares é uma das maiores obras primas das investigações sobre a natureza.

Hamilton, a quem o desenvolvimento da óptica tanto deve, chamou a atenção para uma importante consequência da construção de Fresnel: a chamada «refracção cónica», cuja existência em breve foi demonstrada por *Lloyd*.

Fresnel deu também a primeira indicação para a explicação da difusão das cores (dispersão) aproveitando-se da estrutura molecular dos corpos, ideia que foi mais tarde desenvolvida por *Cauchy*. Considerações dinâmicas sobre o mecanismo das vibrações do éter, conduziram Fresnel à dedução da lei sobre a intensidade de polarização da luz por reflexão e refracção.

O trabalho de Fresnel colocou a teoria ondulatória numa base tão segura, que pareceu quase um empreendimento supérfluo a realização da experiência crucial proposta por *Arago*; esta experiência foi levada a cabo por *Fizeau* em 1850 e *Foucault* (1819-1868). Com efeito, a teoria corpuscular explicava a refracção como uma atracção das partículas luminosas na superfície de separação de dois meios, atracção essa realizada do meio menos refrangente para o meio mais refrangente, donde resultava uma velocidade mais elevada neste meio; a teoria ondulatória, pelo contrário, exigia uma velocidade menor nos meios mais refrangentes. A medição directa (*Foucault*) da velocidade da luz no ar e na água, decidiu nitidamente a favor da aceitação da teoria ondulatória.

Os decénios seguintes foram consagrados ao aperfeiçoamento da doutrina das oscilações elásticas do éter. O primeiro passo consistiu na elaboração de uma teoria da elasticidade dos corpos sólidos.

Navier (1785-1836), desenvolveu uma teoria, admitindo que os corpos eram constituídos por um grande número de partículas actuando umas sobre as outras segundo forças centrais. No aperfeiçoamento desta teoria

participaram ainda *Cauchy* (1781-1840), *Green* (1793-1811), etc. Hoje já não se justifica a descrição pormenorizada da teoria referida e das dificuldades que os seus defensores tiveram que vencer; com efeito estas dificuldades provinham de se pretender explicar os fenómenos ópticos, mecanicamente.

Uma das primeiras objecções que se puseram contra a concepção do éter como «corpo sólido» foi a seguinte: como seria possível conceber que, através de tal meio, os planetas se pudessem mover, com as suas elevadas velocidades, sem resistência notável? *Stokes* (1819-1903), julgou poder remover esta dificuldade com a afirmação de que estas velocidades planetárias eram extraordinariamente pequenas em relação às velocidades das partículas do éter. Hoje estas discussões parecem completamente inúteis, visto que já não se reconhece a necessidade de apresentar imagens mecânicas para todos os fenómenos da natureza.

Um primeiro passo contra a concepção do éter elástico foi realizado por *Cullagh*, que imaginou um meio com propriedades que os corpos vulgares não possuem. Com efeito, enquanto que estes armazenavam energia, no caso de haver uma deformação, mas não a armazenavam no caso de haver apenas rotações, com o éter de *Cullagh* dava-se precisamente o contrário.

As leis de propagação das ondas num tal meio, mostravam uma profunda semelhança com as equações de *Maxwell* das ondas electromagnéticas, que hoje servem de base fundamental à óptica.

A pesar de todas as dificuldades manteve-se muito tempo a teoria do éter elástico, e todos os físicos importantes do século dezanove contribuíram para ela. Além dos já citados, indicamos *Lord Kelvin* (1824-1908), *Neumann* (1832-1925), *Lord Rayleigh* (1824-1919), *Kirchhoff* (1824-1887).

Entretanto desenvolveu-se bastante a electricidade e o magnetismo e alcançou-se um ponto culminante com as descobertas de *Faraday* (1791-1867). A reunião de todas as experiências num sistema de equações mate-

máticas foi conseguida por *Maxwell* (1831-1879); e como consequência mais importante resultou a *possibilidade* da existência de ondas electromagnéticas, cuja velocidade se verificou ser igual à da luz; este resultado obteve-se a partir de medições puramente electricas realizadas por *Kohlrausch* (1809-1858) e *Weber* (1804-1890), o que conduziu *Maxwell* a afirmar que as ondas luminosas eram ondas electromagnéticas. A comprovação experimental directa da existência das ondas electromagnéticas, foi realizada em 1888 por *Hertz*. A pesar disso a teoria de *Maxwell* teve de travar uma longa luta até que dominou por completo. Como se sabe o espirito humano só difficilmente, e contra vontade, abandona ideias a que se já se habituou. Assim, o próprio *Maxwell* procurou concretizar os seus campos electromagnéticos por meio da mecânica, aspiração que ainda se manteve durante longo período. Só o tempo fez desaparecer a pouco e pouco este desejo de «imagens mecánicas»; hoje já não há dificuldade em imaginar os campos de *Maxwell* como «factos» não concretizáveis.

A teoria electromagnética conseguiu explicar, na sua essência, todos os fenómenos respeitantes à propagação da luz. Em contrapartida não explicava os processos de emissão e de absorção da luz, nos quais se deve considerar a inter-acção entre matéria e energia.

As leis destes processos são objecto da óptica moderna, e mesmo de toda a Física actual. O seu ponto de partida foi o estudo dos espectros: o primeiro passo foi devido a *Fraunhofers* (1787-1826) que observou linhas «escuras» no espectro do Sol, as quais devido às observações de *Bunsen* (1811-1899) e *Kirchhoff*, foram interpretadas como linhas de absorção.

Esta descoberta foi ao mesmo tempo a origem da análise espectral, que se baseia no conhecimento de que a cada elemento químico gasoso corresponde um espectro de linhas característico. A investigação destes espectros constituiu até aos nossos dias um objecto fundamental de estudo e o facto de utilizar métodos ópticos faz com que se considere

como fazendo parte da teoria da luz. No entanto, o estudo da maneira como a luz é produzida nos átomos ou de como é destruída, não pertence ao domínio da óptica pura, mas diz respeito à mecânica do átomo; as leis sobre as linhas espectrais revelam mais as particularidades das partículas emissoras do que as da própria luz.

A espectroscopia tem-se por isso desenvolvido cada vez mais num campo especial, que fornece as bases empíricas para a Física Atómica e Molecular.

Verificou-se que a mecânica clássica não bastava para a descrição dos processos atómicos e, em seu lugar, *Planck* deduziu e propôs a teoria quântica (1900). A sua aplicação à estrutura do átomo conduziu *Niels Bohr* a uma explicação sobre os espectros de riscas dos gases utilizando leis simples (1913). Daqui nasceu a actual mecânica quântica (*Heisenberg*, *De Broglie*, *Schrödinger*), por meio da qual se obteve uma notável informação acerca da estrutura dos átomos e moléculas e ainda sobre a natureza da luz. Com efeito, já na primeira versão dada por *Planck*, aparece uma afirmação diametralmente oposta às ideias clássicas, de que um sistema eléctrico a oscilar cede a sua energia, não continuamente, mas em valores finitos ou «quanta» cuja grandeza deve ser proporcional à frequência da luz e igual a $h\nu$. A absorção de energia far-se-ia também descontinuamente.

A chamada constante de *Planck* aqui introduzida ($h=6,55 \times 10^{-27}$ ergs) é a característica que distingue toda a nova Física da Física Clássica.

A natureza paradoxal e não intuitiva desta expressão de *Planck*, foi pouco a pouco compreendida com os trabalhos de *Einstein* e *Bohr*. *Einstein* foi levado pela teoria de *Planck* a «ressuscitar» a teoria da emissão da luz, mas com uma nova forma, admitindo que os «quanta» de energia de *Planck* existiam como partículas de luz reais, conhecidas também por «quanta» de luz ou fotões; conseguiu, por meio desta hipótese, explicar algumas propriedades descobertas posteriormente e inexplicáveis pela teoria das ondas, sobretudo

o conhecido efeito fotoelétrico e os factos fundamentais da fotoquímica. Neste grupo de fenómenos, a luz não actua como a teoria ondulatória indica, conferindo à partícula emitida uma energia proporcional à sua intensidade, mas actua como um projectil, sendo a energia, conferida a partículas secundárias, independente da intensidade e só dependente da frequência da luz.

O número das experiências, que provaram esta propriedade da luz tem aumentado de

ano para ano, e daqui resultou o reconhecimento da simultânea validade da teoria ondulatória e corpuscular; a primeira é assegurada experimentalmente pelos fenómenos de interferência, e a última pelos efeitos eléctricos da luz. Este facto paradoxal só foi explicado nos últimos anos pelo desenvolvimento da mecânica quântica.

Extrato da tradução do prefácio do livro *Optik von Max Born*.

Tradução de L. Salgueiro

IMPORTANCIA Y PORVENIR DE LOS ESTUDIOS SOBRE LA ESTRUCTURA DE LOS CRISTALES

Hace solo cuarenta años, el estudio de los cristales constituía una especialidad cultivada por escaso número de hombres de ciencia. Los mineralogistas empleaban la forma cristalina y las propiedades ópticas para caracterizar las especies mineralógicas, algunos químicos estudiaban las regularidades y las leyes de la cristalización y existían ciertos estudios sobre las propiedades físicas de la materia cristalizada. En lo referente a la estructura, los únicos conocimientos que se tenían eran puramente hipotéticos. La escuela francesa desde Haüy a Friedel había elaborado hipótesis ingeniosas y cómodas que daban cuenta de las regularidades de la forma de los cristales y algunos matemáticos (Schoenflies y Federow) habían estudiado las leyes de la distribución regular y periódica de los átomos en el espacio, pero sin que sus resultados tuviesen otro valor que el de meras teorías.

Esta situación, que colocaba a la cristalografía en el lugar de una ciencia de poca importancia general, ha cambiado radicalmente desde el momento a que se desarrollaron los métodos de análisis estructural basados en la difracción de los rayos X. Se vió entonces que no solo se podía llegar a un conocimiento muy preciso de la distribución de los átomos en los cristales, sino que las regularidades de estructura que son características de la estructura cristalina, se encuentran en la mayoría de los cuerpos sólidos.

Este descubrimiento ha dado una importancia considerable a la ciencia de los cristales que constituye ahora una disciplina independiente en plenitud de desarrollo y que ocupa una posición central con respecto a los estudios físicos, químicos y mineralógicos.

Los métodos de difracción de los rayos X, que constituyen actualmente la base de la cristalografía estructural, han permitido realizar casi, un viejo sueño de los hombres de ciencia: el poseer un microscopio que permitiese escudriñar el mundo de los átomos, base de nuestro universo material y soporte sobre el que tienen lugar todos los fenómenos que observamos. El fundamento de la deducción de las estructuras cristalinas por medio de los rayos X estriba en el hecho que los rayos X tienen una longitud de onda del orden de las distancias interatómicas y son difundidos por la materia proporcionalmente a la *densidad electrónica* existente en los diferentes puntos de un cuerpo. El razonamiento en el que se basa la deducción de la estructura de un cristal es en esencia muy sencillo:

La estructura cristalina es triplemente periódica y la densidad electrónica $f(xyz)$ en sus diferentes puntos puede ser por lo tanto representada por una serie de Fourier de la forma:

$$f(xyz) = \sum_h \sum_k \sum_c^{+\infty} A(hke) e^{w2\pi i \left(\frac{hx}{a} + \frac{ky}{b} + \frac{ez}{c} \right)}$$

donde $A(hke)$ son unos coeficientes en general complejos y a , b y c los periodos a lo largo de los ejes x , y , z . Si conociésemos los coeficientes $A(hkl)$ de suficiente número de combinaciones de h , k y e para que la serie sea convergente se tendría una expresión analítica de la estructura que nos daría la localización de los átomos (máximos de densidad electrónica). Se puede demostrar fácilmente que los coeficientes $A(hke)$ están relacionados con las amplitudes F de los rayos reflejados por los diferentes planos cristalográficos de símbolos hke existentes en el cristal, por medio de la fórmula

$$A(hke) = VF(hke)$$

donde V es el volumen del paralelepipedo elemental. Resulta pues:

$$\rho(xyz) = \frac{1}{V} \sum_{-\infty}^{+\infty} \sum_{-\infty}^{+\infty} F(hke) e^{2\pi i \left(\frac{hx}{a} + \frac{ky}{b} + \frac{ez}{c} \right)}$$

que nos permite calcular la distribución de la densidad electrónica en el espacio cristalino a partir de los valores de $F(hke)$ obtenidos a partir de las intensidades de los rayos X reflejados sobre distintos planos del cristal y conociendo los periodos a , b , y c . Estos últimos se pueden siempre determinar en los cristales, pero desgraciadamente nuestras medidas experimentales nos dan solo el módulo de $F(hke)$ y no podemos conocer la fase. Resulta pues que el método no puede aplicarse en el caso general. A pesar de esto, ciertas consideraciones matemáticas y físicas nos permiten, en la mayoría de los casos, llegar a determinar la fase de los coeficientes y por lo tanto obtener $\rho(xyz)$.

No existe, pues, un método directo general de determinación de la estructura atómica de los cristales y en general hay que hacer uso de variadas nociones (fórmula empírica de la sustancia, simetría de los cristales etc...) para llegar a establecer la estructura. Cuando se tiene un acuerdo satisfactorio entre las intensidades teóricas calculadas a partir de la estructura propuesta y los obtenidos por la experiencia se puede decir que la estruc-

tura es conocida. En efecto una variación pequeña en las coordenadas de los átomos, hace variar considerablemente la amplitud calculada y es muy poco probable que una estructura falsa suministre una concordancia aceptable con las medidas experimentales cuando estas son precisas y numerosas.

Se puede decir que la difracción de rayos X ha resuelto el problema de la determinación de la estructura de los cristales, y ha permitido conocer en estos las posiciones relativas y las distancias absolutas entre los átomos. Salta a simple vista la repercusión que estos estudios han tenido en la química. En particular el análisis de la estructura de los silicatos ha permitido interpretar la química de estos compuestos de un modo muy diferente a como se hacía antes de estos estudios. La noción de molécula como unidad aislada e independiente desaparece y deja lugar a configuraciones infinitas (cadenas, redes planas o espaciales formadas de tetraedros de S_1O_4 unidos por los átomos de O que son comunes a dos tetraedros) entre las que se encuentran los otros átomos que forman el cristal.

Esta concepción de la estructura de los silicatos, debida a Bragg y su escuela, da la primacía al carácter cristalográfico y estructural y ha servido de base para estudiar gran número de compuestos de este grupo.

En el campo de la química orgánica, los estudios de la estructura han cosechado también brillantes éxitos y han permitido conocer la forma y las dimensiones de multitud de compuestos orgánicos, confirmando así por un procedimiento muy diferente las deducciones de los químicos orgánicos. La fig.^a 1 representa la proyección de la densidad electrónica de la molécula de azobenceno tal como se ha obtenido a partir de los estudios de difracción de los rayos X. Las distancias interatómicas se han podido medir con mucha precisión en diferentes compuestos, así por ejemplo la distancia C-C resulta de 1.54×10^{-8} cm para el enlace sencillo, de 1.44×10^{-8} cm para el enlace conjugado, de 1.34×10^{-8} cm para el enlace doble C=C y de 1.20×10^{-8} para el enlace triple C≡C m.

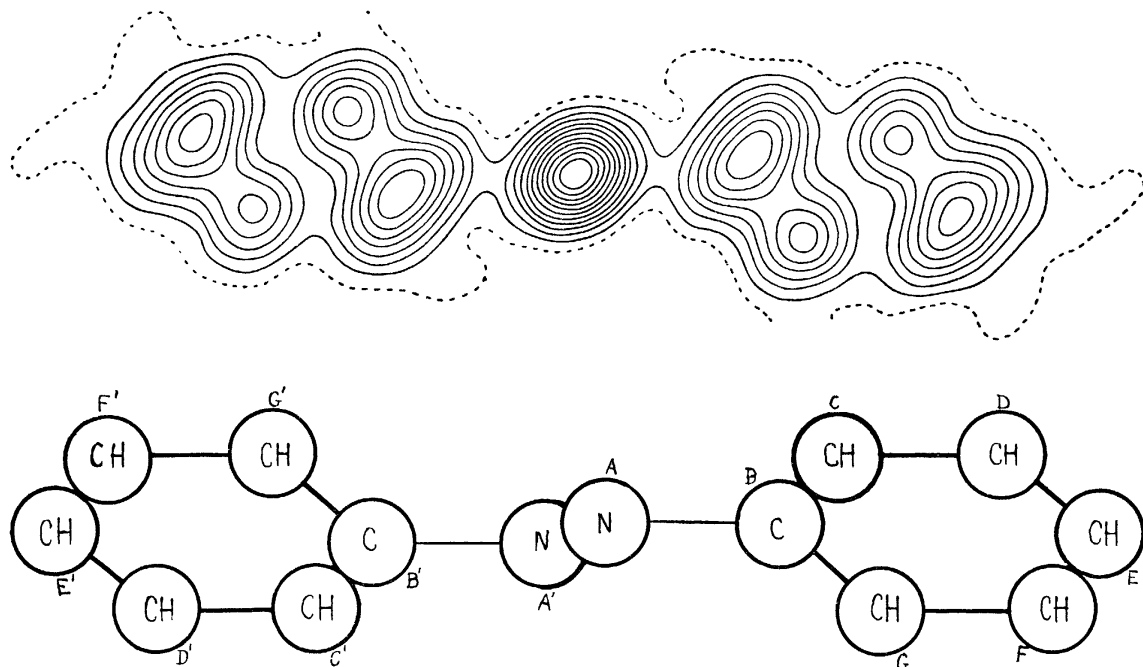


Fig. 1

El estudio de las estructuras cristalinas ha permitido demostrar que la posición de los átomos en los cristales está gobernada en gran parte por los *radios atómicos* característicos de cada elemento químico y de su estado de ionización.

El estudio de la estructura ha facilitado considerablemente la clasificación de las fuerzas interatómicas e intermoleculares, así sabemos ahora que existen en los cristales fuerzas de Van der Waals que mantienen unidos los átomos y los moléculas neutras, fuerzas electrostáticas entre iones cargados positivamente y iones cargados negativamente como en el *Cl Na* o entre dipolos permanentes o entre dipolos inducidos por iones. También existen fuerzas homopolares debidas a electrones compartidos entre los átomos y fuerzas de enlace metálico en los cuerpos de estado metálico en los que existen núcleos atómicos rodeados por una atmósfera electrónica cuantizada.

La metalografía ha experimentado un notable avance con la introducción de los méto-

dos cristalográficos que han permitido determinar la naturaleza de los compuestos metálicos y dilucidar numerosos problemas e introducir nociones nuevas. Así por ejemplo se ha descubierto el importante fenómeno del cambio de orden-desorden en las aleaciones. Si se enfria bruscamente una aleación de *Au* y *Cu* de la composición *Au Cu₃* la estructura obtenida es la del cobre (fig. 2-a) en la que una cuarta parte de las posiciones del *Cu* están ocupadas por átomos de oro, pero los átomos de este elemento están colocados al azar en la estructura. En cambio si se enfria lentamente la aleación, los átomos de oro se colocan de un modo ordenado en los vértices de un retículo cúbico mientras que los de cobre se encuentran el centro de las caras (fig.^a 2-b). Estos cambios de orden-desorden repercuten en las propiedades físicas.

Un caso interesante que se há logrado resolver por el estudio de la estructura es el de la pirrotina que habia preocupado mucho a los químicos. La pirrotina es un sulfuro

de hierro en el que si se realiza el análisis cuantitativo, resultan formulas difíciles de hacer concordar con relaciones estequiométricas sencillas, así por ejemplo resultan proporciones que obligan a admitir fórmulas comprendidas entre $Fe_6 S_7$ y $Fe_{11} S_{12}$. El estudio de la estructura permite explicar perfectamente esta anomalía y ha demostrado que se trata de una estructura *incompleta* en la que determinados lugares correspondientes al *Fe* se hallan vacíos. Estos huecos no guardan ninguna regularidad; el edificio es estable gracias preferentemente a los átomos de *S*

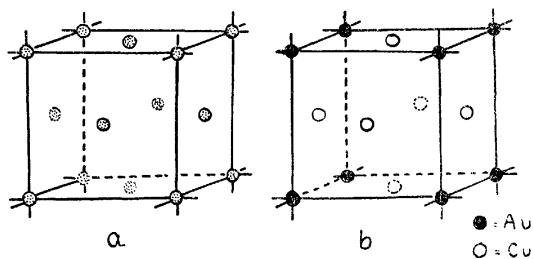


Fig. 2

que están regularmente distribuidos en el espacio.

El estudio de estas estructuras con defectos ha permitido explicar varios problemas relacionados con la conductibilidad de los compuestos jónicos.

El compuesto *I Ag* se presenta en tres formas el $\alpha I Ag$ estable entre 552° y $145^\circ,6$, tiene una estructura cúbica, el $\beta I Ag$ tiene la estructura de la wurtzita y el $\gamma I Ag$ la del diamante. Estos dos últimas estructuras son estables por debajo de $145^\circ,6$. El $\beta I Ag$ y el $\gamma I Ag$ son muy poco conductores mientras que cuando se alcanza la temperatura de transformación y se obtiene el $\alpha I Ag$, la conductibilidad alcanza unas 4.000 veces la que tenía a temperatura mas baja. Si se estudia la estructura del $\alpha I Ag$ se encuentra el hecho sorprendente que los átomos de *Ag* no están localizados es decir que ocupan posiciones variables entre los átomos de *I* que forman una red cúbica centrada perfectamente regular. Los átomos de *Ag* forman como una atmósfera en los huecos que dejan los átomos de *S* y esta estructura particular es

la que determina el alto valor de la conductibilidad.

Muchas otras propiedades físicas ha sido explicadas por la consideración de las estructuras cristalinas las cuales suministran una base «atómica» a las teorías que se elaboran para la explicación del comportamiento de los cuerpos sólidos. Así se ha explicado las propiedades ópticas de los cristales, y, el comportamiento magnético y muchas otras propiedades.

El conocimiento de las propiedades mecánicas de los materiales también ha recibido un valioso apoyo de los métodos cristalográficos que han logrado determinar el tamaño del grano, la orientación de los cristallitos y las tensiones internas y deformaciones de los metales.

Una cuestión que interesa considerablemente a la química y a la mineralogía es la determinación de las especies químicas que se encuentran en una mezcla. Este problema es algunas veces inabordable por los métodos químicos ordinarios que al destruir la sustancia no permiten reconocer el estado en que se encontraba cada ión antes del tratamiento. Así por ejemplo en una mezcla de *Cl K* y *Br Na* el químico encontrará iones Cl^- , Br^- , Na^+ y K^+ pero será incapaz de decir si se trataba de *Cl K* + *Br Na* o *Cl Na* + *Br K*. Los métodos de análisis de la estructura por medio de los rayos X nos suministran datos exactos sobre los compuestos *sin destruirlos* y permiten reconocer el, *Cl K* y *Br Na* del *Cl Na* y *Br K* por medio de los diagramas de polvo cristalino.

Estos diagramas de polvo cristalino constituyen verdaderas «fichas» de identificación de las sustancias y se utilizan y a corrientemente en los laboratorios mineralógicos para identificar las especies naturales.

El estudio de los minerales de las arcillas, tan difíciles de identificar por los métodos corrientes se hace con facilidad por medio de los diagramas de polvo.

También la biología debe algunos datos interesantes a los métodos cristalográficos. Se han estudiado las estructuras cristalinas

de muchas formaciones minerales de los seres vivos: huesos, dientes, conchas, etc.. Se han obtenido datos muy valiosos sobre la estructura de las fibras animales y vegetales formados por cadenas de átomos cuyo posición se ha podido hallar. Estos estudios han permitido explicar ciertos fenómenos del comportamiento de las fibras tanto desde el punto de vista químico como físico. Astbury y su escuela se ha dedicado al estudio de las proteínas fibrosas y han logrado explicar a partir de los datos estructurales la contracción de las cadenas atómicas.

En el campo de compuestos de interés biológicos dos de los más brillantes éxitos de los métodos cristalográficos son la determinación de la estructura de ioduro de colestero por Carlisle y Crowfoot y la de las penicilinas por Bunn, Turner-Jones, Crowfoot y Rogers-low.

En resumen el resultado de unos 30 años de labor en el campo de la estructura de los cristales, no puede ser más halagüeño, el trabajo y el esfuerzo empleado por los especialistas, no ha sido defraudado; se puede decir que la ciencia de los cristales que fué creada por Haüy a principios del siglo pasado ha llegado ya a su madurez y ha sido capaz no solo de resolver la mayoría de sus propios problemas sino también de ayudar considerablemente al progreso de otras especialidades algunas de ellas que parecían considerablemente alejados del estudio de la cristalografía.

Veamos ahora cuáles son los puntos de ataque de las más recientes investigaciones que permiten esperar nuevos progresos en el campo de la estructura de los cristales.

Varios autores se dedican actualmente al perfeccionamiento de los métodos deductivos empleados para la obtención de las estructuras. Se ha renunciado, por ahora, a conocer las fases de los coeficientes $F(hke)$ de los que hablábamos antes, pero en el caso de un cristal con centro de simetría, $F(hke)$ es un número real del cual lo único que no se puede determinar experimentalmente es el *signo*.

Existen varios intentos algunos de ellos

muy interesantes sobre la determinación de estos signos (Harker-Kasper, Buerger) y es de esperar que se llegue pronto a tener un procedimiento que permita conocer el signo de $F(hke)$ y por lo tanto calcular las series de Fourier directamente sin hacer uso de ninguna hipótesis auxiliar.

De todos modos aun en el caso del conocimiento de los signos de $F(hke)$, los cálculos son laboriosísimos pues para obtener el valor de ρ de cada punto del espacio cristalino, hay que sumar todos los valores de $F(hke)$ observados, multiplicado cada uno por su respectivo coseno. Si se tiene en cuenta que para conocer la estructura se necesitan determinar los valores de $\rho(xyz)$ para gran número de puntos del espacio cristalino, se comprenderá que los cálculos serán muy largos así pues varios autores se ocupan actualmente de poner a punto sistemas de cálculo para obtener rápidamente los valores de $\rho(xyz)$ por un método electrónico (Pepinski) o mecánico (Rose).

El perfeccionamiento de los métodos experimentales y la puesta a punto de nuevos procedimientos de observación y medida de los rayos X difundidos por los cristales ocupa a cierto número de especialistas que han estudiado estos últimos años la difusión de los rayos X estrictamente monocromáticos por los cristales. Estos estudios han permitido analizar (Laval) la difusión fuera de las condiciones de Bragg, el estudio teórico de esta difusión se ha revelado de gran interés para el conocimiento de las oscilaciones térmicas de los átomos en los cuerpos sólidos, con lo cual se ha abierto un nuevo y brillante capítulo en la cristalografía estructural. Es de esperar que en los años sucesivos estos nuevos estudios aporten datos muy valiosos sobre las fuerzas interatómicas y sobre las propiedades mecánicas de los retículos.

En las cuestiones, de física cristalina hay todavía muchos fenómenos que explicar y muchas regularidades que descubrir y está fuera de duda que el conocimiento de la estructura cristalina ha de contribuir considerablemente a hacer progresar este capítulo de la física.

Desde el punto de vista químico el porvenir se presenta también lleno de promesas para la cristalografía; el análisis estructural de los compuestos ordinarios está muy adelantado y es en el campo de las transformaciones de los edificios cristalinos: (polimorfismo, reacciones en el estado sólido) donde se han de obtener resultados de gran interés. El análisis de compuestos químicos muy complicados del tipo de las proteínas está condi-

cionado por el desarrollo de las técnicas y empieza a ser atacada con éxito.

En resumen los estudios sobre la estructura de los cristales, que han abierto un nuevo y brillante capítulo de la ciencia, tienen todavía delante de sí un ancho campo en el que todo hace esperar que se encuentren nuevos e interesantes resultados.

JULIO GARRIDO
EX-AYUDANTE DEL INSTITUTO NACIONAL DE FÍSICA
Y QUÍMICA DE MADRID

11. QUÍMICA

PROBLEMAS DOS EXAMES UNIVERSITÁRIOS

F. C. L. — Curso Geral de Química — Maio de 1949.

92 — Sabendo que o $Th X$ se transmuta por via α , segundo o esquema: ${}^{224}_{88}Th X \rightarrow {}^{220}_{86}Tn + {}^4_2He$, e que o seu periodo de semidesintegração é 3,64 dias, calcular a massa de hélio acumulada, a partir da desintegração de 0,82 mg de $Th X$, ao fim de 5 dias. R: Substituindo T pelo seu valor (3,64 dias) na expressão $\lambda T = 0,693$, tira-se: $\lambda = 0,19 d^{-1}$. Entrando com este valor de λ na expressão $q = q_0 e^{-\lambda t}$ e fazendo $q_0 = 0,82$ mg e $t = 5$ dias, deduz-se $q = 0,32$ mg. Se, ao fim de 5 dias, existem ainda 0,32 mg de $Th X$, a quantidade deste elemento que se transmutou, segundo o esquema indicado, durante aquele tempo, será $q_0 - q = 0,50$ mg e, portanto, a massa de hélio acumulada será:

$$m = 0,50 \times 4 / 224 = 0,009 \text{ mg}$$

93 — Qual é a concentração, em g/l, duma água de cloro, sabendo-se que 20 cm³ desta água foram tratados por um excesso de soluto aquoso de iodeto de potássio e que, no doseamento do iodo libertado, se gastaram 22 cm³ dum soluto de tiosulfato de sódio N/10. R: Atendendo a que $S_2O_3Na_2 \leftrightarrow I \leftrightarrow Cl$, calcula-se que a concentração da água de cloro é 3,9 g/l,

94 — 0,2 g de $ClNa$ foram dissolvidos em água destilada. Em seguida, adicionou-se NO_3Ag , N/10 em excesso: 30 cm³. O excesso do titulante foi doseado com $SCNK$, N/50, tendo-se gasto 10 cm³. Calcular a percentagem de cloro no $ClNa$. R: O cloro de sódio ensaiado contém 49,7 % de cloro.

F. C. L. — Curso Geral de Química — Julho de 1949

95 — 0,339 g duma substância orgânica A deram, na análise, 0,396 g de CO_2 e 0,162 g de OH_2 . 0,226 g

de A deram, depois da destruição da matéria orgânica, uma solução contendo clorétiões. Na precipitação destes iões gastaram-se 40 cm³ de uma solução de NO_3Ag , N/10. Pela acção da água a temperatura elevada sobre A , obteve-se uma substância B . de composição centesimal: 62,1 % de carbono, 10,3 % de hidrogénio e 27,6 % de oxigénio. Uma solução de 1,16 g de B em 100 g de benzeno apresentou a temperatura de ebulição de 81,01° C. A temperatura de ebulição do benzeno puro é 80,50° C. e a sua constante ebullioscópica é 2570. Por oxidação de B obteve-se uma substância C de fórmula bruta $C_3H_6O_2$. Indique as fórmulas racionais das substâncias A , B e C e as equações das transformações químicas efectuadas. R: As fórmulas racionais das substâncias A , B e C , são, respectivamente: $CH_3CH_2CHCl_2$; CH_3CH_2CHO e CH_3CH_2COOH .

96 — 0,246 g duma substância orgânica A deram, na análise, 0,792 g de CO_2 e 0,270 g de OH_2 . 0,164 g de A , dissolvidos em tetracloreto de carbono, decoraram 64,0 cm³ duma solução de bromo em tetracloreto de carbono, contendo 1,00 g de bromo por 100 cm³ da solução. Por oxidação da substância A , obtem-se facilmente um biácido B , de composição centesimal: 40,7 % de carbono, 5,1% de hidrogénio e 54,2 % de oxigénio. Indique as fórmulas racionais das substâncias A e B e as equações das transformações químicas efectuadas. R: As fórmulas racionais das substâncias A e B são, respectivamente $CH_2=CHCH_2CH_2CH=CH_2$ e $COOHCH_2CH_2COOH$

97 — 0,266 g duma substância A deram, na análise, 0,352 g de CO_2 e 0,126 g de OH_2 . 0,200 g da substância A foram atacados, segundo a técnica de Kjeldahl, tendo o gás libertado exigido 15 cm³ de SO_4H_2 , N/10 para a sua titulação. Pela acção do

ácido azotoso, a substância A dá um ácido B, de composição centesimal: 35,8 % de carbono, 4,48 % de hidrogênio e 59,7 % de oxigênio. 0,348 g de sal de prata de B deram, por calcinação, 0,216 g de prata. Indique as fórmulas racionais das substâncias A e B e diga como interpreta a transformação da substân-

cia A na substância B. R: *As fórmulas racionais das substâncias A e B são, respectivamente:*

$\text{COOHCH}_2\text{CHNH}_2\text{COOH}$ e $\text{COOHCH}_2\text{CHOHCOOH}$

Resoluções
de

MARIETA DA SILVEIRA

12. INFORMAÇÕES VARIAS

NOTICIÁRIO

O sr. prof. Sousa da Câmara preconizou a criação de uma Fundação Nacional da Ciência, em substituição do Instituto para a Alta Cultura

Do «Diário de Notícias» de 15/3/50

«Na ordem do dia, o sr. prof. dr. António Sousa da Câmara efectuou o seu aviso-prévio sobre a maneira como tem sido feita em Portugal a investigação científica. Analizou o orador o problema em todos os aspectos e preconizou uma Fundação Nacional da Ciência, «que poderia ser a metamorfose próxima do Instituto para a Alta Cultura, instalada em edifícios próprios, onde tivesse, além das acomodações necessárias para o seu movimento administrativo, das salas de conferências, de amplo auditorium, de categorizada biblioteca, de centro de documentação científica, toda uma série de laboratórios que permitissem dar condições de trabalho aos bolseiros sem local de estudo; explorar ramos novos que as Universidades ainda não admitissem, e constituir os viveiros fecundos de gente nova, educada para a investigação. Esse grupo de edificações seria completado por uma residência para investigadores, onde se hospedassem, não só os que não tinham família em Lisboa, como os estrangeiros que aqui trabalhassem nos vários laboratórios ou centros de estudo. Todo o bloco apareceria numa região única, com significado profundo para o destino da investigação científica em Portugal».

O orador concluiu: «Convenço-me de que o País não pode continuar a viver sem uma estrutura sólida de investigação científica: supunho que o Instituto para a Alta Cultura, convertendo-se numa organização mais vasta e mais rica, poderia constituir o ponto de partida dessa organização, que poderia chamar-se Fundação Nacional da Ciência; entendo que nessa Fundação haveriam de tomar parte importante os representantes das Universidades; julgo que essa Fundação deveria criar-se na Presidência do Conselho, a fim de poder considerar em conjunto, os vários assuntos que se distribuem por vários ministérios».

Depois de requerer a generalização do debate, o sr. prof. dr. Jacinto Ferreira expôs o que considera indispensável para uma profícua investigação cien-

tífica, observando que não são precisas grandes dotações orçamentais para esse efeito; a largueza das verbas serve muitas vezes para ocultar a insuficiência dos enfatuados da ciência. Pelo contrário: da dificuldade e escassez de meios é que têm surgido as maiores descobertas. Combateu a burocratização desta matéria, sobre a qual, aliás, a intenção do Governo tem sido generosa. Evocou a memória do dr. Fausto Landeiro, disse que os horizontes científicos no nosso País são bastante limitados, e perguntou se não conviria mais à Humanidade um melhor e mais inteligente uso dos conhecimentos que já possui do que mais ampla aquisição de ciência, para a qual é necessário criar mais vasto e propício ambiente.»

Investigação Científica

Com a devida vênica extraímos, do «Diário de Notícias» de 9-3-50, parte do artigo intitulado «Investigação Científica» da autoria do Dr. Ferreira de Mira.

Na sessão da Assembleia Nacional de 13 de Janeiro findo o sr. dr. Sousa da Câmara anunciou que desejava tratar da maneira como tem sido considerado no nosso País o problema da investigação científica. Faço votos por que as suas palavras tenham a suficiente repercussão para quebrar o gelo da indiferença pública.

Para atrair a atenção geral é necessário que apaça qualquer coisa espectacular. Veja-se o que aconteceu com o sr. dr. Egas Moniz. Inventou o método de revelar a circulação do cérebro, e isso somente, sem considerar as aplicações ao diagnóstico, constitui um trabalho de grande interesse anatómico e fisiológico; mas esse seu estudo fundamental, as consequências que dele derivaram, mais tarde os trabalhos sobre leucotomia, todo esse conjunto não deu celebridade ao autor para além do ciclo dos indivíduos especializados: os seus colegas e os seus discípulos. Quando chegou ao País a notícia de que o prémio Nobel de medicina tinha vindo coroar a obra científica do sr. dr. Egas Moniz, muita gente não a tomou na consideração que lhe era devida, como se fosse o anúncio de uma sessão internacional de desporto em Estocolmo da qual ficasse Portugal vencedor. Foi-se depois despertando o interesse, fomo-nos esclarecendo

uns aos outros, e já grande número de colectividades e indivíduos, que nem todos são cientistas ou candidatos a esta situação, têm manifestado a sua admiração pelo sábio português.

A ciência não tem pátria e ao autor de qualquer progresso científico não é só aos seus compatriotas que compete mostrar gratidão, mas sim à gente de todo o Mundo. Mas compreende-se que ela seja mais viva e se acompanhe de certo desvanecimento quando o cientista nasceu na nossa terra, aprendeu e porventura ensinou depois nas nossas escolas, fala a nossa língua, respira conosco na mesma latitude. Isto acontece no caso do sr. dr. Egas Moniz, que trouxe como consequências não só esse justo desvanecimento, mas também proveitos práticos para nós.

Não me refiro evidentemente a facilidades de diagnóstico ou progressos da terapêutica, que podem ser utilizados tanto em Portugal como na Nova Zelândia, mas sim a vantagens exclusivamente nossas. Na verdade, o Governo da Nação, criando e dotando um Centro de Estudos, especialmente dedicado a investigações nos domínios da neurologia, soube aproveitar a onda de interesse público que a decisão de Estocolmo tinha levantado. O acto do Governo mereceria o aplauso de todos quantos se interessam em Portugal pela investigação científica, fossem quais fossem, em qualquer época, as disposições gerais do público. Actualmente merece — estou convencido — o de todos os portugueses.

No campo científico é conveniente encaminhar as nossas actividades no sentido prático. Temos ainda a idolatria da frase, falada ou escrita, não sei se por tendência natural do espírito, se por efeito da educação. Na Universidade de Coimbra, nossa mãe espiritual, manteve-se durante séculos o culto da argúcia, do conceito espirituoso, da facilidade e riqueza de elocução, e também o desinteresse pela ciência experimental. A verdade é que o mundo de hoje é extremamente sóbrio em formular teorias, pelo menos relativamente à análise e produção de factos.

Nunca mais do que hoje, no campo científico, é preferível bem fazer a bem falar. A formação de pilhas atómicas, as possibilidades das suas aplicações e as consequências de muitas destas têm merecido numerosas, páginas de livros e colunas de jornais. Entretanto, há gente calada que investiga. Em Inglaterra está presentemente em ensaios uma pequena pilha facilmente portátil, visto que pesa apenas 100 gramas, a que deram o nome de «Aspatron». Por meio dela se produzem isótopos radioactivos que duram entre oito dias e três semanas e que são hoje de bom emprego nos hospitais e laboratórios. Assim pode generalizar-se o seu uso, visto que se vão preparando à maneira que se vai sentindo a sua necessidade.

Sob certos aspectos, os cultores da investigação científica têm semelhanças com aqueles antigos fra-

des reclusos nas suas celas e com as atenções quase exclusivamente voltadas para certos aspectos da vida do espírito. Também eles, nos seus laboratórios, a pouco mais atendem do que às actividades a que se dedicaram e deixam vago o Mundo às ambições, às vaidades e às lutas dos outros.

Psicologia e Bioquímica

Transcrito do «Illuminating Engineering», Outubro, 1949

Esta extraordinária relação de causa e efeito foi assinalada pela agência federal de segurança de Washington, em Agosto de 1949, em consequência de um inquérito provocado em Austin (Texas) pela queixa de duas empregadas de um escritório da cidade. Estas supunham que do sub-solo se desprendiam gases nocivos (óxido de carbono ou sulfureto de carbono) aos quais atribuíam um gosto metálico que sentiam na boca.

O inquérito revelou que as secretárias das duas empregadas se encontravam em frente de um espelho. A iluminação era produzida por uma lâmpada fluorescente, colocada a 2,40 m do soalho, e as empregadas viam-se ao espelho com um ar descorado, cadavérico, que lhes provocava uma emoção que determinava o abaixamento do pH da saliva. Ora, ambas tinham dentes chumbados com uma liga bimetálica que era atacada pela saliva quando o pH desta era reduzido abaixo do seu valor normal, o que causava o gosto metálico notado.

Substituiu-se provisoriamente a lâmpada fluorescente por lâmpadas de incandescência e o fenómeno deixou imediatamente de se produzir. Projecta-se actualmente elevar a lâmpada fluorescente para 3 m de altura e associar-lhe radiações vermelhas para poder suprimir as lâmpadas de incandescência sem inconveniente.

A. G.

Abriu e fechar de olhos...

Um Físico, o Dr. R. W. Lacosen, (Universidade de Sheffield), verificou que cada vez que se fecham os olhos, se deixa de ver durante 0,3 s. Como este fenómeno se dá em média de 3 s em 3 s, conclui que neste caso se deixa de ver durante 10 % do tempo em que se está acordado. Segundo o referido Físico, este factor desempenha um importante papel, sempre que um investigador pretende medir tempos ou detectar certos fenómenos em intervalos de tempo muito curtos. Assim por ex., as cintilações produzidas pelas radiações emitidas pelos elementos radioactivos, sobre alvos de sulfureto duram apenas uma fracção de segundo, não sendo portanto todas detectadas pelo observador.

Explica-se assim que o número de cintilações observadas seja menor do que o número obtido com aparelhos automáticos modernos.

L. S.

Pequenas notícias

— O Governo dos Estados Unidos, oferece um prémio de 10 mil dólares a quem descobrir um novo jazigo de urânio.

Em Minas Gerais (Brasil), descobriu-se um jazigo de urânio de 20 a 50 metros de profundidade e com 6 km de extensão.

— Perto de Bordeus, foi convocada uma queda abundante de chuva, por meio de neve carbónica pulverizada lançada por um avião.

— A pilha atómica francesa denominada Zoé, funciona ininterruptamente com a potência de 6 kW. Fora das horas de trabalho normal a potência eleva-se a 10 kW.

— Na Haia (Holanda), foi instalado um novo tipo de betatrão para aceleração de electrões, que pesa somente 45 kg. Os electrões atingem a energia de 9 milhões de electrões-volts.

— Os cientistas franceses Franke, Chapelle e M.^{elle} de Longchamp, conseguiram obter cristais artificiais de quartzo, que pesam de 8 a 10 g, trabalhando com temperaturas e pressões relativamente moderadas. A descoberta tem grande interesse devido às aplicações industriais do quartzo piezoeléctrico e à dificuldade de o obter puro na natureza. R. C.

Em busca de Urânio

Odd Dahl, cientista da Noruega, anuncia que o seu país prepara uma expedição ao Spitzberg e ao Ártico, para procurar o elemento urânio. L. S.

O Investigador na Indústria

O pessoal, dos Laboratórios de Investigação Industrial nos Estados Unidos, aumentou de 90,6 % desde 1940 até ao fim de 1946 e compreendia, em 1947, 133.515 pessoas, das quais 2.660 eram físicos. L. S.

A Indústria do Ciclotrão

O fabrico de ciclotrões tornou-se numa verdadeira indústria nos Estados Unidos

O Instituto Americano de Ferro e Aço, fabricou 160.000 toneladas de aço especial para os electroímãs.

Parece existirem em todo o mundo, cerca de trinta e seis ciclotrões. L. S.

CRÍTICA DE LIVROS

Climate Through the Ages, por C. E. P. Brooks — 395 pags. e 39 figs. — Ernest Benn Limited, Londres — 2.^a edição, 1949.

Apresenta-se neste livro a história climática da Terra e discute-se a importância relativa dos factores que têm sido indicados como causas da evolução dos climas.

As variações climáticas são divididas, para efeitos de discussão, em quatro categorias: a das grandes oscilações, com a duração de milhões de anos; as

oscilações de segunda ordem, com a duração de alguns milhares de anos; as oscilações com a duração de várias centenas de anos; e, finalmente, as oscilações mais pequenas, com a duração de cerca de uma centena de anos.

Menciona-se nesta obra uma massa enorme de factos, provenientes das origens mais diversas. A apresentação destes factos é feita numa maneira lógica e coerente, a fim de permitir ao leitor apreciar o valor de cada elemento como causa de variação do clima.

O livro está escrito numa linguagem sóbria, singela e objectiva, e pode ser entendido por todos. Não admira que apresente estas características; o seu autor é considerado como uma das maiores autoridades mundiais de Climatologia.

Na primeira parte, intitulada «Os factores climáticos e a sua variação», estudam-se com detalhe os elementos de ordem física que intervêm no estabelecimento das condições climáticas. Estes elementos são: 1) A pressão atmosférica e os ventos; 2) As correntes marítimas, a cujo cargo está cerca de metade do transporte de calor das latitudes baixas para as elevadas 3) A radiação solar e os factores cósmicos, astronómicos e terrestres de que depende a quantidade de energia radiante absorvida pela Terra; entre estes contam-se a nebulosidade, que reflete a luz para fora da Terra; e as calotes polares, que absorvem a luz em pequena quantidade mas emitem energia radiante como se fossem corpos negros; 4) A influência da distribuição e extensão da terra firme, pois quanto menor for a superfície dos mares, tanto menor será a evaporação da água e, portanto, a nebulosidade; 5) A precipitação; 6) A orogénese; 7) O tempo dos períodos quentes.

Na segunda parte da obra, «Os climas geológicos e as suas causas», estuda-se o seguinte: 1) A geografia do passado; 2) A teoria da translacção dos continentes, de Wegener, e o seu grau de evidência segundo a Climatologia; 3) O clima do período glacial do carbonífero superior; 4) O clima do quartenário.

Finalmente na terceira e última parte, «Os climas do passado histórico», estudam-se as provas históricas da variação dos climas da Europa, Ásia, África, América e Groenlândia e interpretam-se as flutuações climáticas.

O autor conclui que as causas estudadas na primeira parte da obra bastam, só por si, para explicar todos os factos essenciais conhecidos.

M. T. A.

COMUNICAÇÕES**Boletim bibliográfico****Novas revistas que trocam com a «Gazeta de Física»**

Physics Today. — American Institute of Physics, 57-East-55 Street, New York 22 (N. Y.). N.ºs recebidos: 8, vol. I (Dez. 1948); 1 a 12, vol. II (1949); 1 e 2 do vol. III (1950). — Medicina — Revista das ciên-

cias médicas e humanismo, Faculdade de Medicina, Lisboa. N.º recebido: 64, Dez. 1948.

Números recebidos das revistas que já trocavam com a «Gazeta de Física»

Discovery, n.º 12, vol. IX (1948), n.ºs 1 a 12, vol. X (1949), n.ºs 1 e 2, vol. XI (1950) — *Civil Engineering*, n.º 510, vol. XLIII (1948), n.ºs 511 a 522, vol. XLIV (1949), n.ºs 523 e 524, vol. XLV (1950) — *Journal of Mathematics and Physics*, n.ºs 3 e 4, vol. XXVII (1948-49) — *The General Radio Experimenter*, n.ºs 6 a 12, vol. XXIII (1949), n.ºs 1 a 7, vol. XXIV (1949) — *The Marconi Review*, n.º 4, vol. XI (1948), n.ºs 1, 2, 3 e 4, vol. XII (1949) — *American Scientist*, n.ºs 1 a 4 vol. XXXVII (1949), n.º 1, vol. XXXVIII (1950) — *Science Progress*, n.ºs 145 a 148, vol. XXXVII (1949), n.º 149, vol. XXXVIII (1950) — *Ericsson Review*, n.º 4, (1948), n.ºs 1, 2 e 3 (1949) — *Da Matematisk-Naturvetenskapliga Biblioteket*, recebemos a seguinte separata: *Eine Spektroskopische Untersuchung des elektrischen Lichtbogens und der Azetylen-Luftflamme*, de Lennart Huldt — *Technisch-Wetenschappelijk Tijdschrift*, n.ºs 11 e 12 (1948), n.ºs 1 a 12 (1949) — *Jubileum*, 1928, V. I. V. 1948, n.ºs 1 e 2 (1950) — *Koninklijke Vlaamse Academie voor Wetenschappen*, n.ºs 1 a 8, ano X (1948) (da coleção Mededelingen), n.º 7, ano IX (1947) (classe de letras), n.º 26, ano X (1948) (da coleção Verhandelingen) — *Bulletin Oerlikon*, n.ºs 273 a 276 (1948) — *Suiza Técnica*, n.º 3 (1948), n.ºs 1 a 3 (1949) — *Pro-Metal*, n.º 6 (1948), n.ºs 7 a 12 (1949) — *L'Athénée*, n.º 5 (1948) — *Société Royale Belge des Ingenieurs et des Industriels*, n.ºs 4 e 5 (1948), n.ºs 1, 2 e 3 (1949) (série A), n.º 5 (1948), n.ºs 1 a 4 (1949) (série B). — Vários *Boletins semanais de informações*, assim como a *Lista alfabética dos membros da Sociedade* (1949) — *Bulletin technique de l'Union des ingenieurs sortis des Écoles spéciales de Louvain*, n.º 3 (série 10) (1948) — *Revue d'Optique*, n.ºs 11 e 12 (1948), 1 a 12 (1949), 1 e 2 (1950) — *Science et Vie*, n.º 374 e 375 (1948), n.ºs 376 a 387 (1949), n.ºs 388 a 390 (1950) — *Revue pratique du froid*, n.ºs 2 e 3 (Nov.-Dez. 1948), 4 a 12 (1949), 1 a 3 (Out.-Nov.-Dez. 1949), 4 e 5 (1950) — *Revue Générale des Sciences*, n.ºs 1 a 12 (1948), n.ºs 1 a 12 (1949) — *Toute la Radio*, n.ºs 130 e 131 (1948), n.ºs 132 a 141 (1949), 142 e 143 (1950) — *Radio constructeur et dépanneur*, recebemos um número especial, n.º 1 de 1950, intitulado *Television* — *Bulletin de l'Institut International du Froid*, n.ºs 4 a 6, Tomo XXVIII (1948), n.ºs 1 a 4, Tomo XXIX (1949) — *Euclides*, n.º 94 (1948), n.ºs 95 a 105 (1949). — Do Instituto Nacional de Geofísica, recebemos o *Boletim de Radioactividad*, vol. XXII (1949) — *Alfa*, n.ºs 47 a 55, ano VI (1949) — *Revue Technique Philips*, n.ºs 11 e 12 (1947-48), n.ºs 1 a 6, Tomo X (1948) — *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, n.ºs 3 e 4, Tomo XX (1948), n.ºs 1 a 3, Tomo XXI (1949) — *Portugaliae Physica* — Fasc. 1, vol. III (1949) — *Gazeta de Matemática*, n.ºs 37 a 40 (1949) — *Agros*, n.ºs 5 e 6 (1948), n.º 1 (1949) — *Técnica*, n.ºs 186 e 187 (1948), n.ºs 188 a 196 (1949) — *Boletim do Instituto dos actuários portugueses*, n.º 3, ano III (1948) — *Revista da Ordem dos Engenheiros*, n.ºs 58 a 60 (1948), n.ºs 61 a 71, ano VII (1949) — *Boletim da Sociedade de Estudos da Colônia de Moçambique*, n.º 55 (1947), n.ºs 57 e 58 (1948), n.ºs 59 e 60 (1949) — *Máquinas e Metais*, números de Outubro a Dezembro de 1948 e de Janeiro a Novembro de 1949 — *Revista de Economia*, Fasc. IV, vol. I (1948), Fascs. I a IV, vol. II (1949) — *Revista do Sindicato Nacional dos Engenheiros Auxiliares, Agentes Técnicos de Engenharia e Condutores*, n.ºs 35 e 36 (1948), n.ºs 37 a 44 (1949).

Outras publicações recebidas

Aplicação biológica dos nêutrons, separata enviada pelo autor Dr. Ivan Mota (Recife-Pernambuco-Brasil) — *Análise*, n.ºs 16 a 20 (1949), n.º 21 (1950), recebida por intermédio do Instituto Francês — *Aglomerado de cortiça para isolamento térmico*, enviado pela Sociedade Corticeira Robinson Bros. Ltda. (Portalegre).

Livros

Vibrations Acoustiques, de Eugène Darmois, enviado pelo editor Robert Constans, director de *La Société d'Édition d'Enseignement Supérieur* — *La Théorie de la Relativité Restreinte*, de Costa de Beauregard, enviado por Masson et C.^{ie} Editeurs. — *Modern Ideas of the Atom*, por S. Lucas — *About Cosmic Rays*, por John G. Wilson — *What is Atomic Energy*, por K. Mendelssohn — *Wave Mechanics and its applications*, por N. F. Mott and I. N. Sneddon — *Viscometry*, por A. C. Merrington — *The Physic of rubber elasticity*, por L. R. G. Treloar — *Climate through the ages*, por C. E. P. Brooks — *The story of atomic Energy*, por Frederick Soddy (F. R. S.) — *Faraday's Discovery of Electro-Magnetic Induction*, por Thomas Martin (M. Sc; F. Inst. P.).

Recebidos por intermédio do Instituto Britânico em Portugal.

Trabalhos práticos de Química e Lições de Química, pelo Dr. Rómulo de Carvalho. Ofertas do autor.

Um filme sobre energia atômica

No passado dia 22 de Março último realizou-se no «Instituto Britânico em Portugal» uma sessão cinematográfica, organizada pelo Instituto em colaboração com a «Gazeta de Física», na qual foi passado um filme inglês sobre a energia atômica. O filme foi, com muito interesse, comentado em português pelo Dr. António Baptista, assistente da Faculdade de Ciências de Lisboa, a quem Mr. Wood, chefe da secção cultural do Instituto Britânico, dirigiu palavras de agradecimento pela sua interferência muito proveitosa.

O amplo salão destinado às sessões encontrava-se repleto e nele se viam muitos professores dos Liceus, alunos de Escolas Superiores e dos últimos anos do curso liceal.

O filme que começa com referências aos trabalhos de Dalton, segue a par e passo a evolução da teoria atômica, com referências aos trabalhos de Becquerel, dos esposos Curie, de Rutherford, etc. terminando com a indicação de algumas aplicações da energia atômica desenvolvida na cisão nuclear, entre elas a utilização de rádio-isótopos em clinica médica.

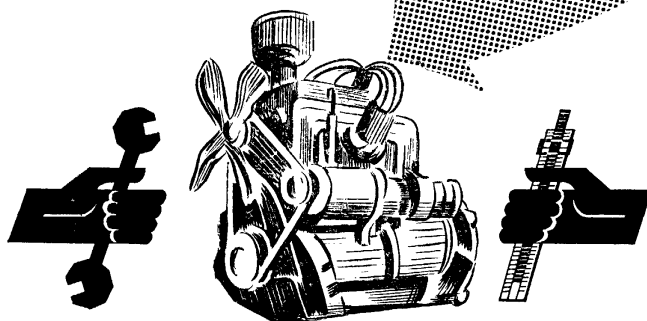
E' com muito prazer que registamos o êxito desta sessão e o valor que tais sessões culturais têm na vida escolar e científica portuguesa e fazemos votos porque possam organizar-se outras semelhantes onde o Instituto Britânico evidencia a sua obra e os recursos de que dispõe, pelo que a «Gazeta de Física» lhe apresenta os seus cumprimentos de agradecimento. X. B.

SHELL

X-100

MOTOR OIL

O OLEO QUE COMPLETA O MOTOR

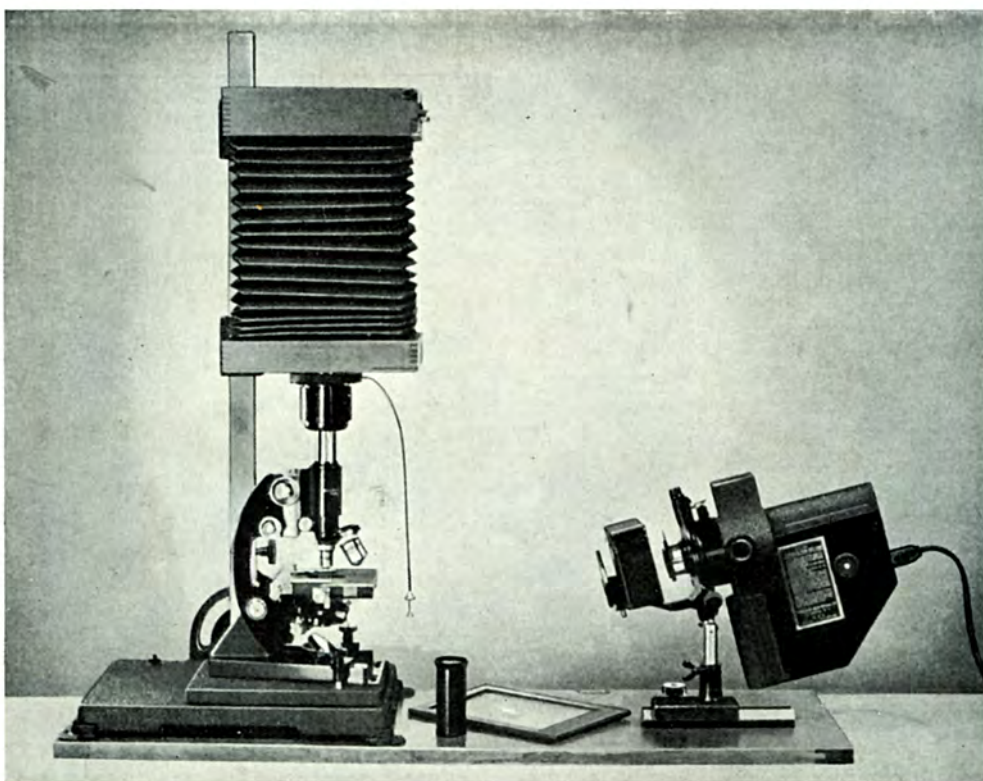


**DETERGENTE
E S T Á V E L
P R O T E C T O R**

01-12

SHELL COMPANY OF PORTUGAL, LTD.





APARELHOS
PARA
MICROFOTOGRAFIA



BAUSCH & LOMB



REPRESENTAÇÃO
DO
INSTITUTO PASTEUR DE LISBOA

Dêem o vosso apoio à investigação científica