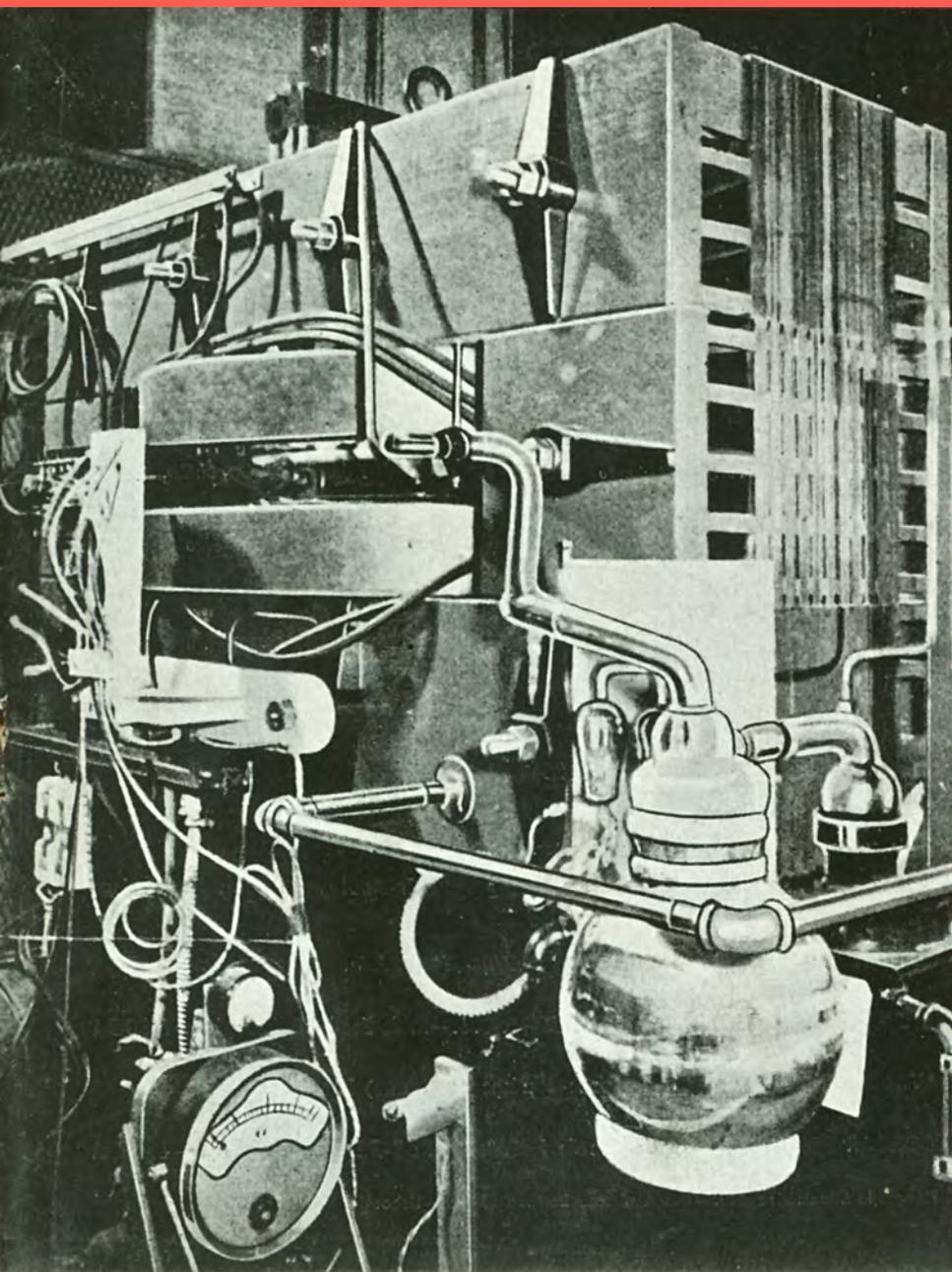


GAZETA DE FISICA

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



VOL. II, FASC. 1
OUTUBRO, 1949

*UM BETATRÃO
DE 20 MeV
(V. pág. 8)*

GAZETA DE FÍSICA

Vol. II, Fasc. 1

Outubro de 1949

SUMÁRIO

1. Tribuna da Física	
A propósito da crítica de um livro por <i>A. Gibert</i>	1
3. Pontos de Exames	
Exames do ensino médio	4
Exames universitários	5
6. Electrónica	
O Betatrão por <i>J. Xavier de Brito</i>	8
7. Física Nuclear	
O que são e como funcionam as pilhas atómicas por <i>Rómulo de Carvalho</i>	17
10. Secção Livre	
Radioactividade e calor terrestre por <i>C. Torre da Assunção</i>	20
11. Química	
Fotografia a cores por <i>Marieta da Silveira</i>	22
Pontos de exames do ensino médio.	26
Pontos de exames universitários	27
12. Informações Várias.	286

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

SECRETÁRIO

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

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

GAZETA DE FÍSICA

Fundador: ARMANDO GIBERT

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

Vol. II, Fasc. 1

Outubro de 1949

1. TRIBUNA DA FÍSICA

A PROPÓSITO DA CRÍTICA DE UM LIVRO

É costume na *Gazeta de Física* como em quasi todos os periódicos, publicar-se críticas de livros.

Por uma tal crítica não ser, em geral, tarefa muito agradável é uso distribuí-la por aqueles que mais possam interessar-se pelos assuntos versados nas obras submetidas a exame.

Cada um de nós recebe assim um livro para crítica, de tempos a tempos, e foi o que sucedeu agora ao signatário, com a obra de J. G. Wilson intitulada «About Cosmic Rays» cuja análise resumida se dá neste mesmo número de *Gazeta*, na secção respectiva.

No entanto, ao contrário do que acontece tantas vezes, este livrinho causou-nos uma profunda impressão e sugeriu-nos o presente artigo.

O autor escreveu — o que é notável — com o cuidado extremo de nunca fugir à verdade, de apontar as hipóteses e de, como ele o diz na introdução, «falar dos raios cósmicos do ponto de vista dos que estão realmente investigando nesse campo... dar, acima de tudo, as razões pelas quais, falando como físicos, pensamos que os raios cósmicos são tão importantes»

Tem-se publicado muitos livros sobre raios cósmicos mas ainda não vimos nenhum que correspondesse tão perfeitamente à possibi-

lidade de: 1.º) atrair a atenção do leitor, 2.º) uma vez despertado o interesse, proporcionar conhecimentos exactos e transmitir com grande felicidade a natureza dos métodos e objectivos da Física.

Num país como o nosso, um livrinho como este, e outros semelhantes, são de maior importância para os estudantes das nossas Faculdades visto que, em geral, estas obras dedicam-se às questões mais modernas e importantes das Ciências e são precisamente essas que muitas vezes, e designadamente em Física, não se abordam sequer nos nossos centros de ensino superior. Muitas dessas questões poderiam ser apresentadas, e com vantagem, aos estudantes dos liceus, mas nada justifica que não sejam incluídas nos cursos universitários — existentes e adequados ou a criar para esse fim na hipótese de não existirem...

Então não é absurdo que um ramo de extraordinária importância que tem o dos raios cósmicos não seja citado ao menos nas nossas cadeiras de física ou de geofísica (onde é igualmente importante e onde é igualmente desprezado), quando se verifica que na América, em França, em Inglaterra, etc., abundam pequenos livros de pura divulgação científica — para o grande público — dedicados exclusivamente a esse mesmo assunto?

Por estas razões, entre outras, o livro de Wilson parece-nos dos mais recomendáveis aos nossos estudantes de física (e geofísica) para aprenderem com segurança, levados por um guia que é um especialista e um pedagogo, um assunto essencial da sua bagagem profissional que os seus professores não lhes proporcionam.

Corno especialista que é dos raios cósmicos, Wilson não faz uma mera apresentação de factos encadeados. Apresenta-nos uma obra viva, em que o essencial se destaca claramente do acessório, em que os factos já assentes são apresentados de modo a facilitar a apreensão dos objectivos futuros, em que as deficiências são apontadas e o valor das hipóteses é discutido. Sente-se bem que a bagagem do autor não contém apenas factos mas que também é rica de opiniões e ideias orientadoras.

Sente-se, em suma, que escreve o único individuo capaz de escrever e ensinar perfeitamente bem: o investigador! Isto não é atacar a pedagogia... é acentuar que a qualidade de *pedagogo* (indispensável sem dúvida para quem deseje ensinar — como é evidente) é impropriedade se não for acompanhada de outra (igualmente indispensável e, parece-nos à forçiori) a de *profissional*.

E, por profissional — nas Ciências — não pode deixar de entender-se aquele que adquiriu, pela prática da investigação científica, o conhecimento pessoal do método científico. Só com este conhecimento se pode estudar útilmente a Ciência e se pode pensar em transmiti-la com competência. A pedagogia, ou arte da transmissão do saber, é que não pode evidentemente substituir aquela competência.

Pois por muito evidente que isto seja não falta quem, entre nós, proclame que a arte de «saber ensinar» é tão importante que não é preciso saber aquilo que se ensina para ensinar bem... Quem não ouviu ainda esta barbaridade? Quem, mesmo, não sofreu já as consequências da sua prática?

A *vida* que apontávamos na obra de Wilson é precisamente o seu maior atractivo e a garantia da sua utilidade no sentido de des-

pertar interesse e, até, vocações. Que se compare com esses verdadeiros cadáveres em decomposição que são certos livros escritos por amadores (não profissionais, isto é, que não são, nem nunca foram, investigadores) ou ainda com certos cursos das nossas Faculdades que, na nossa imagem, se poderiam considerar como puros esqueletos, construídos peça por peça, osso por osso, ante os olhos dos alunos sempre esperançosos de ver surgir a *vida* e sempre iludidos na sua legítima ânsia, sempre enganados, desapontados e, tantas vezes, afastados para sempre duma ciência em cuja vida não os deixam integrar-se, que apresentam estática inútil, distinta deles, do mundo exterior, indiferente às suas preocupações, muitas vezes absurda, como se fosse super-humana e não, simplesmente, humana.

Entre nós muitos são os que — por culpa de outros — já não poderão fazer a aprendizagem insubstituível de investigação mas, desses, todos os que compreendam e sintam o que acabamos de escrever, devem fazer um grande esforço, meditando obras de verdadeiros investigadores. Poderão assim adquirir uma cultura tão viva quanto possível por forma a darem mais eficazmente a sua contribuição — que será essencial — à renovação da nossa, mentalidade no sentido de exigir dos professores que sejam escolhidos entre os «profissionais» pelas suas «qualidades pedagógicas» e de combater a erradíssima noção de que a palavra «pedagogo», isolada da competência profissional, possa ter qualquer espécie de significado quando aplicada a um professor (que não o seja de pedagogia).

Por estas razões, mais do que fazer a crítica pormenorizada do livro de Wilson, preocupamos *recomendar* fortemente aos leitores da Gazeta a sua aquisição, a sua leitura e a meditação, não só da matéria que nele se contém (e é acessível a qualquer estudante universitário de ciências), mas dos ensinamentos que há que tirar da própria ignorância em que tantos licenciados em física estão de todo esse conteúdo.

Preocupa-nos ainda apresentar aos nossos

leitores uma sugestão nova (concretizando muito embora propósitos velhíssimos) cujo acolhimento pode ter uma influência decisiva na missão constructiva que a Gazeta de Física se propõe levar a cabo entre nós.

Essa sugestão é a seguinte:

1.º) Que leitores da Gazeta, ou outros interessados, se associem em grupos de 4 ou 5 para fazerem a leitura deste livrinho (e de outros que sucessivamente indicaremos), bem como seu estudo e discussão em conjunto.

2.º) Que cada um dos grupos assim organizados nos comunique os nomes dos componentes e indique o seu organizador e a morada deste.

3.º) Que, simultaneamente, nos encarreguem da compra, para esse grupo, do livro em consideração, disposição que tem as seguintes vantagens:

a) sabemos objectivamente o grau de interesse despertado por esta proposta entre os nossos leitores.

b) conseguir-se eventualmente um desconto no preço do livro se forem numerosos os exemplares encomendados em conjunto.

4.º) Logo que esteja feito o estudo do livro, que cada grupo nos envie:

a) os seus comentários à utilidade da nossa recomendação;

b) as dúvidas (objectivamente postas) que não puderam ser resolvidas pelo grupo;

c) o sentido em que desejam continuar o estudo colectivo já iniciado.

5.º) Assim que tivermos recebido de todos os lados esses elementos, que provavelmente terão muitos pontos comuns, prepararemos uma resposta colectiva que será publicada no número da Gazeta de Física então a sair.

6.º) Recomendamos o estabelecimento de prazos taxativos para os quais basta talvez a seguinte base:

a) um livro é anunciado e recomendado num número n da Gazeta;

b) os grupos constituem-se e o livro é distribuído até sair o número $(n + 1)$ no qual isto tudo se pode anunciar;

c) Eventualmente dúvidas de pormenor são-nos comunicadas imediatamente e nesse caso, tentaremos esclarecê-las no número $(n + 2)$;

d) Finalmente receberemos os relatórios dos vários grupos e publicaremos a nossa resposta colectiva no número $(n + 3)$.

Isto é, em cada ano podemos prever, sem excessivo optimismo, o estudo completo e consciente dum livro bom que seja uma introdução útil a um capítulo normalmente desconhecido de Física.

É preciso não desistir em consequência da aparente lentidão deste processo. A compensá-la largamente temos a segurança do mesmo e a convicção que da sua prática atuada nascerão as condições necessárias para uma mais rápida aquisição dos conhecimentos essenciais que nos faltam.

É este, nas suas linhas gerais, a ideia que nós queremos propor — e o fazemos desde já, taxativamente, com o citado livro de Wilson.

Precisará ela sem dúvida de ser corrigida mas não é possível apreciar-se objectivamente seja o que fôr sem as informações tiradas da sua realização prática. Só desta pode resultar um aperfeiçoamento eficiente, só duma atitude dinâmica se pode esperar o progresso. A meditação estática é totalmente improduttiva e não pode ser criadora porque, sem fundamento na experiência, o pensamento nunca pode actuar constructivamente...

A. GIBERT
EX-ASSISTENTE DA F. C. L.

Leitores da «Gazeta de Física»! Enviem-nos os nomes e moradas dos nossos amigos que podem e devem interessar-se pela nossa revista.

Contribuirão assim eficientemente para que a «Gazeta de Física» se torne cada vez mais interessante e com melhor apresentação.

3. PONTOS DE EXAMES

EXAMES DO ENSINO MÉDIO

Exames de aptidão para frequência das licenciaturas em ciências matemáticas, ciências físico-químicas e ciências geofísicas, preparatórios para as escolas militares e curso de engenheiros geógrafos — 1948.

72 — I) Uma esfera, com a massa de 2 quilogramas, é lançada de baixo para cima, num plano inclinado cujo ângulo é 30° , segundo uma linha de maior declive, tendo uma velocidade inicial de 24,5 m/s. Pergunta-se: 1.º Qual é, em unidades de sistema C. G. S. o trabalho realizado durante o primeiro segundo? 2.º Qual é a diferença de nível entre a posição da esfera antes e depois de ter decorrido este primeiro segundo? 3.º Qual é a velocidade em grandeza, direcção e sentido, depois de terem decorrido sete segundos? 4.º Qual é a massa de água que, recebendo a quantidade de calor correspondente ao trabalho realizado durante o primeiro segundo, lhe eleva a temperatura de $4,18^\circ$ C. ($g=9,8$ m/s²; Equivalente mecânico da pequena caloria 4,18 J). R: 1.º) *Aceleração do movimento da esfera: $a = g \sin \alpha = 9,8/2 = 4,9$ m/s²; espaço andado pelo corpo durante o primeiro segundo: $e = v_0 t - at^2/2 = v_0 - a/2 = 22,05$ m; intensidade da força que desloca a esfera: $f = mg \sin \alpha = 2 \times 9,8/2 = 9,8$ N; valor do trabalho que se pretende conhecer: $W = 9,8 \times 22,05 = 216,1$ J $\leftrightarrow 216,1 \times 10^7$ ergs. 2.º) *Se o espaço andado ao longo do plano foi de 22,05 m, o desnivelamento entre as duas posições do corpo equivale à projecção desse comprimento sobre a direcção vertical, ou seja $22,05 \times \sin 30 = 11$ m. 3.º) *O valor da velocidade será dado por $v = v_0 - at = 24,5 - 4,9 \times 7 = -9,8$ m/s, o que significa que o móvel já atingiu o ponto mais alto da sua trajectória e se começou a deslocar em sentido contrário. A direcção do vector velocidade é a direcção do comprimento do plano; o seu sentido é de cima para baixo ao longo do plano e o seu valor é 9,8 m/s. 4.º) *Quantidade de calor equivalente ao trabalho realizado durante o primeiro segundo do movimento:****

$$Q = W/J = 216,1/4,18 = 51,7 \text{ cal}$$

massa de água pedida: $m = Q/c\theta = 51,7/1 \times 4,18 = 12,4$ g

73 — II) a) Defina pressão. Deduza partindo das equações de definição, as unidades de pressão nos sistemas C. G. S., M. K. S. e métrico, e defina-as.

74 b) Defina movimento vibratório simples, escreva a equação da elongação, considere nela valores à sua escolha e faça a representação gráfica.

75 — c) O que se deve fazer para melhorar o rendimento teórico de uma máquina térmica? Porquê? A substituição da água por um líquido de ponto de ebulição mais baixo, pode fazer melhorar o rendimento? Enuncie o princípio em que apoia o seu raciocínio? Defina rendimento industrial?

76 — d) Faça um esquema da bobina de Ruhmkorff. Há diferença entre o número de espiras do circuito primário e o número de espiras do circuito secundário? Porquê? Qual a razão do emprego do interruptor de lâmina elástica? O que sucede quando se interrompe a corrente no circuito primário? E quando se estabelece a corrente no circuito primário? Enuncie as leis em que fundamenta as suas afirmações? De que natureza é a corrente obtida no circuito secundário? Convém modificá-la? Como se procede para isso? Porquê?

Exames de aptidão para frequência da licenciatura em ciências geológicas, ciências biológicas e para o Instituto Superior de Agronomia. — 1948.

77 — I) Acerca da *refracção da luz*, trate as questões seguintes: a) Leis da refracção; sua verificação experimental. Refracção no prisma óptico. Prisma de reflexão total. b) Uma lente convergente fornece, de um objecto rectilíneo perpendicular ao eixo principal, uma imagem real e duas vezes maior que o objecto. Sabendo-se que a distância da imagem ao objecto é de 90 centímetros, calcular a potência da lente em dioptrias. R: *Se $i=20$ será $p' = 2p$. Como $p+p'=90$ cm vem $3p=90$ ou $p=30$ cm. A equação dos focos conjugados $1/p + 1/p' = P$ dá $1/0,30 + 1/0,60 = P$, donde $P = 5$ dioptrias.*

78 — II) Relativamente ao *princípio de Carnot*, responda ao seguinte: a) Enunciado do princípio; rendimento máximo de uma máquina térmica e sua expressão matemática. Rendimento industrial. Degradação da energia. b) O que se entende por máquinas térmicas. Princípio do motor de explosão a quatro tempos.

Exames de aptidão para frequência do Instituto Superior Técnico e preparatórios para a Faculdade de Engenharia. — 1948.

79 — I) Uma máquina térmica com o rendimento industrial de 10 % consome 200 quilogramas de carvão por hora. Calcule, em cavalos-vapor, a potência perdida nesta máquina. Cada grama de

carvão empregado desenvolve 8000 calorias quando arde completamente. R: *Massa de carvão consumida por segundo*: 200/3600 kg.; *quantidade de calor resultante da combustão total desta massa*:

$$200 \times 10^3 \times 8/3600 \text{ kcal} = 4 \times 10^3/9 \text{ kcal};$$

potência total:

$$P_t = 4,18 \times 4 \times 10^3/9 \text{ kW};$$

potência útil

$$P_u = 0,10 P_t = 186 \text{ kW ou } 0,25 \text{ Cv.}$$

80 — II) Um ponto material, animado de movimento circular e uniforme, descreve um arco correspondente a 30 graus em 0,8 segundos, Escreva a equação da elongação do movimento vibratório simples que se obtém projectando o movimento circular sobre um diâmetro da circunferência descrita. Calcule também a frequência do referido movimento vibratório. Medida do diâmetro da circunferência: 10,0 cm. R: *Período do movimento*: $\sigma = 0,8 \times 360/30 = 9,6 \text{ s}$, *frequência*: $F = 1/9,6 \text{ ciclos/s}$; *equação da elongação*: $e = 5,0 \text{ sen}(2\pi t/9,6)$.

81 — III) Diga como se procede para determinar a densidade de um sólido por meio do areómetro de Nicholson.

Exames de aptidão para frequência das Faculdades de Medicina, Instituto Superior de Medicina Veterinária, Faculdade e Escolas Superiores de Farmácia. — 1948.

82 — I) Um balão esférico de 4 metros de diâmetro foi cheio de hidrogénio impuro de 100 gramas de peso por metro cúbico. Pesando o ar 1300 gramas por metro cúbico e o invólucro do balão 250 gramas por metro quadrado, determine a força ascensional deste balão. R: *Volume do balão*: $V = 4\pi r^3/3 = 33,5 \text{ m}^3$; *peso do hidrogénio que enche o balão*: $p_1 = 33,5 \times 0,100 = 3,350 \text{ kg}$; *superfície do balão*: $s = 4\pi r^2 = 50,24 \text{ m}^2$; *peso do invólucro*: $p_2 = 50,24 \times 0,250 = 12,560 \text{ kg}$; *peso total*: $P = p_1 + p_2 = 15,910 \text{ kg}$; *impulsão exercida pelo ar*: $I = 33,5 \times 1,300 = 43,550 \text{ kg}$; *força ascensional*: $f = I - P = 27,640 \text{ kg}$.

83 — II) O que são radiações electro-magnéticas? Diga como se reconhecem e quais são as suas propriedades.

84 — III) Que sabe sobre interferência de vibrações?

85 — IV) Enuncie as leis de Faraday e de Lenz sobre as correntes de indução e explique como estas se produzem.

Resoluções de RÔMULO DE CARVALHO

EXAMES UNIVERSITÁRIOS

F. C. L. — Curso Geral de Física — 1.º Exame de Frequência — Ponto n.º 2 — 1948-49.

175 — a) Defina divergência de um vector; enuncie o teorema de Ostrogradsky-Gauss.

b) Defina velocidade angular e demonstre o teorema da conservação do momento cinético.

c) Enuncie a lei de Newton da atracção universal; freio de Prony.

176 — a) Grupos de Galileu e de Lorentz; contracção do espaço e dilatação do tempo.

b) Comprimento e tempo definido; cálculo de dt'/dt .

c) Transformação da massa; equivalência entre massa e energia.

177 — a) Compensação da escala de um barómetro. Como varia com a pressão o coeficiente de solubilidade de um gás?

b) Equação geral da hidrodinâmica.

c) Teorema de Torricelli; efeito Magnus.

178 — a) Defina módulo de Young e coeficiente de Lamé.

b) Equação do movimento do centro de gravidade de um pêndulo, teorema de Huyghens.

c) Estabeleça a equação das dimensões da viscosidade cinemática e relacione a sua unidade Giorgi com a unidade C. G. S.

F. C. L. — Curso Geral de Física — 1.º Exame de Frequência — Ponto n.º 5 — 1948-49.

179 — a) Enuncie o teorema de Ampère-Stokes e defina resultante geral de um sistema de vectores deslizantes.

b) Defina aceleração angular e calcule o trabalho das forças interiores na deformação de um corpo.

c) Relacione os momentos de inércia de um corpo em relação a dois eixos paralelos. Defina binário de resistência ao pionamento.

180 — a) Qualidades da balança de precisão.

b) Deformações dos sólidos.

c) Estabeleça a equação das dimensões da viscosid e relacione a unidade Giorgi com a C. G. S.

181 a) Grupos de Galileu e de Lorentz. Contracção do espaço e dilatação do tempo.

b) Transformação do factor de Lorentz.

c) Equações de transformação da velocidade.

- 182** — a) Correccão de pesagens; lei de Dalton.
 b) Movimento rotatório de um fluido; cálculo de $\text{rot } \vec{V}$.
 c) Escoamento dos gases.

F. C. L. — Termodinâmica — Exame de frequência — Ponto n.º 1 — 1948-49.

183 — Demonstre que em todo o sistema cujo estado fique definido pelas variáveis independentes T e V a quantidade de calor necessária para produzir as variações dT e dV é:

$$dQ = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V dT + \left[\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T + p\right] dV.$$

184 — Diga o que representam as expressões:

$$\alpha_p = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p \quad \beta_V = \frac{1}{p} \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V \quad K_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T$$

$$\alpha_{ad} = \frac{1}{V} \left(\frac{dV}{dT}\right)_{ad} \quad \beta_{ad} = \frac{1}{p} \left(\frac{dp}{dT}\right)_{ad} \quad K_{ad} = -\frac{1}{V} \left(\frac{dV}{dp}\right)_{ad}$$

(ad = adiabática)

185 — Demonstre as relações:

$$\alpha_p = pK_T\beta_V \quad \alpha_{ad} = -pK_{ad}\beta_{ad}$$

e explique porque figura o sinal - na última.

186 — Descreva as transformações que se dão quando uma corrente gasosa circula por um tampão poroso (efeito Joule-Lord Kelvin); e demonstre que uma variação de pressão dp é acompanhada de uma variação de temperatura:

$$dT = \frac{T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p - V}{C_p} dp.$$

187 — Explique o significado dos símbolos presentes na fórmula de Saint-Venant Wantzel:

$$c = \sqrt{\frac{2}{\beta} \cdot \frac{p_0}{\rho_0} \left[1 - \left(\frac{p}{p_0}\right)^\beta\right]} \quad \left(\beta = \frac{k-1}{k}\right)$$

e prove que o débito é:

$$m = a\psi\sqrt{2p_0\rho_0}$$

sendo

$$\psi = \sqrt{\frac{1}{\beta} \left(\frac{p}{p_0}\right)^{2/k} \left[1 - \left(\frac{p}{p_0}\right)^\beta\right]}.$$

188 — Demonstre que a pressão na garganta não pode exceder o valor crítico

$$p_k = p_0 \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$$

e que o débito máximo por unidade de secção se calcula com as fórmulas:

$$m_{\max} : a = \psi_{\max} \sqrt{2p_0\rho_0}; \quad \psi_{\max} = \sqrt{\frac{k}{2} \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k+1}{k-1}}}.$$

F. C. L. — Termodinâmica — Exame de frequência — Ponto n.º 2 — 1948-49.

189 — Demonstrar que em todo o sistema cujo estado fique definido pelas variáveis independentes p e V , a quantidade de calor necessária para produzir as variações dp e dV é:

$$dQ = \left(\frac{\partial U}{\partial p}\right)_V dp + \left[\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_p + p\right] dV.$$

190 — Defina capacidade calorífica e deduza as expressões:

$$C_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V; \quad C = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_p + p \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p.$$

191 — Demonstre que os gases perfeitos obedecem à lei de Mayer: $C_p - C_V = R$.

192 — Demonstre que entre as grandezas

$$K_T = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T \quad \text{compressibilidade isotérmica}$$

$$K_a = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_a \quad \text{compressibilidade adiabática}$$

existe a relação:

$$K_a = \frac{C_V}{C_p} K_T$$

193 — Explique o significado dos símbolos contidos nas fórmulas:

$$m = a\psi\sqrt{2p_0\rho_0}\psi$$

$$\psi = \sqrt{\frac{1}{\beta} \left(\frac{p}{p_0}\right)^{2/k} \left[1 - \left(\frac{p}{p_0}\right)^\beta\right]} \quad \left(\beta = \frac{k-1}{k}\right).$$

que se referem a uma corrente gasosa estacionária; e indique o modo de as deduzir.

194 — Demonstre que o débito máximo se calcula pelas fórmulas:

$$m_{\max} : a = \psi_{\max} \sqrt{2p_0\rho_0}; \quad \psi_{\max} = \sqrt{\frac{k}{2} \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k+1}{k-1}}}.$$

F. C. L. — Optica — 1.º Exame de frequência — 1948-49.

195 — a) Enuncie o teorema de Malus.

b) Construção de Weierstrass (justificação).

c) Mostre, como a partir das fórmulas de Thomaz Young para os pincéis oblíquos, se pode concluir o estigmatismo do espelho plano.

196 — a) Compare a claridade de uma imagem óptica com a claridade natural, na visão com um instrumento.

b) Qualidades e uma boa objectiva.

c) Dilatómetro de Fizeau.

197 — a) Difracção por uma abertura circular.

b) Um feixe de luz monocromática, natural, atra-

vossa um nícol e incide depois normalmente numa lâmina de quarto de onda.

A luz passa depois através de um segundo nícol. Qual o estado de polarização da luz que emerge do primeiro nícol e da lâmina? Como determinava a intensidade do feixe emergente do segundo nícol?

F. C. L. — Electricidade — 1.º Exame de frequência

Ponto n.º 1 — 1948-49.

198 — a) Defina indutância de um circuito; relacione a sua U. G. com a U. Em.

b) Defina magnetização num ponto de um corpo; caracterize as substâncias paramagnéticas, as diamagnéticas e as ferromagnéticas.

c) Condição de ressonância, periodo próprio e coeficiente de sobretensão de um circuito.

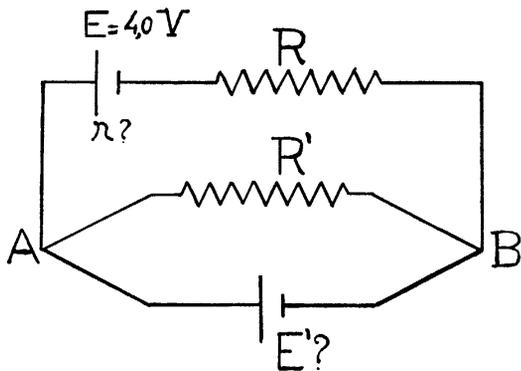
199 — a) Potencial do conductor homogéneo. Evidencie a proporcionalidade entre a carga e o potencial de um conductor afastado de outro qualquer.

b) Eixos de simetria eléctrica e constantes dieléctricas principais de um dieléctrico anisótropo.

200 — a) Enuncie as leis das acções electromagnéticas e indução electromagnética. Mostre que quando há fluxo varrido o terceiro fenómeno do electromagnetismo é consequência do segundo e do principio da conservação da energia.

b) Transformador estático; funcionamento em vazio e em carga.

201 — No seguinte circuito:



Sabe-se que no troço A—E'—B não passa corrente quando $R = 10 \Omega$ e $R' = 14 \Omega$ e, também quando $R = 20 \Omega$ e $R' = 24 \Omega$. Calcule a resistência interior do gerador de f. e. m E; e calcule a f. e. m. E'. R: Aplicando a 2.ª lei de Kirchoff sucessivamente aos circuitos fechados ERR'E e E'R'E' tem-se na 1.ª experiência

$$E = I_1(R_1 + R_1^1 + r) \text{ e } E' = I_1, R_1^1; \text{ portanto}$$

$$(1) \quad \frac{E}{E'} = \frac{R_1 + R_1^1 + r}{R_1^1}$$

Para a 2.ª experiência vem análogamente $E = I_2(R_2 + R_2^1 + r)$; $E' = I_2 R_2^1$ e

$$(2) \quad \frac{E}{E'} = \frac{R_2 + R_2^1 + r}{R_2^1}$$

Igualando (1) a (2) e substituindo valores vem $r = 4,0 \Omega$
Substituindo agora r em (1) ou (2) tem-se $E_1 = 2,0$ volts.

F. C. L. — Electricidade. — 1.º Exame de Frequência — Ponto n.º 2. — 1948-49.

202 — a) Montagem heterostática e idiostática do electrómetro de quadrantes.

b) Defina susceptibilidade magnética duma substância e relacione a sua U. G. com a U. Em.

c) Potência activa e potência aparente de um corrente; factor de potência de um circuito.

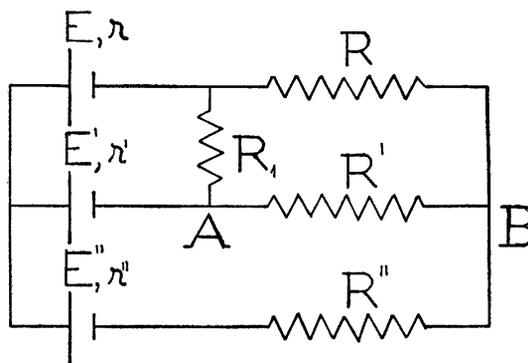
203 — a) Acção de carga pontual sobre conductor esférico, (imagens eléctricas).

b) Densidade de corrente. Casos da corrente de condução, de deslocamento e da devida às cargas de polarização, deduza as expressões que apresentar.

204 — a) Resultados do estudo da descarga de um condensador num circuito com resistência e indutância.

b) Cálculo da f. e. m. induzida na espira plana móvel num campo magnético radial.

205 — Dado o esquema:



calcule a intensidade da corrente no troço AB sendo:

$$E = 2,0 \text{ V} \quad E' = 1,5 \text{ V} \quad E'' = 4,0 \text{ V}$$

$$r = 1,0 \Omega \quad r' = 1,0 \Omega \quad r'' = 2,0 \Omega$$

$$R = 1,0 \Omega \quad R' = 2,0 \Omega \quad R'' = 3,0 \Omega$$

$$R_1 = 4,0 \Omega.$$

6. ELECTRÓNICA

O BETATRÃO

O betatrão é um aparelho destinado a produzir raios beta — o que justifica o seu nome — possuidores de grande energia, que recebendo um feixe de raios catódicos acelera os electrões que o constituem, animando-os de velocidades que chegam a valores muito próximos da velocidade da luz. É portanto um acelerador de partículas. Como se sabe, um electrão devido à sua massa e à sua carga eléctrica quando sujeito a um campo eléctrico, desloca-se com velocidade tanto maior quanto maior for a diferença de potencial a que está submetido; como exemplo diremos que um electrão partindo do repouso à superfície da Terra, se sob a acção de uma diferença de potencial de um microvolt, no sentido da vertical adquiriria a velocidade de 600 m/s que lhe permitiria ser projectado à altura de 18 km se o lançamento se fizesse no vácuo e se a Terra fosse desprovida de campo magnético.

Os primeiros passos para a aceleração de partículas foram dadas há mais de 20 anos, mas resultados práticos só foram obtidos quando Lawrence e Livingston da Universidade de Berkeley (Califórnia) apresentaram o primeiro ciclotrão. Rápida e se reconheceu a vantagem do seu emprego no bombardeamento dos elementos por meio de protões e deutões acelerados, dando origem aos radio-elementos artificiais; assim, há notícia de que um ciclotrão que já existia em 1940 e cujo electroimã pesava 4000 toneladas, produzia por dia uma quantidade de rádio-sódio equivalente, em radiação gama, a 100mg de rádio.

O estudo teórico do ciclotrão faz concluir, com facilidade, que o aumento relativista da massa de uma partícula sujeita a grandes velocidades torna enormemente difícil a utilização do ciclotrão para tais partículas; dada a razão entre a massa do protão e a massa do electrão, para uma mesma energia, a velocidade do electrão é muito superior à velo-

cidade do protão e então os aumentos relativistas da massa do electrão tornam-se já apreciáveis em energias da ordem de 500keV. Por este facto não convém os ciclotrões para fornecer grandes energias aos electrões.

É a D. Kerst que se deve o betatrão com a sua forma utilizável em cujo estudo teórico teve a colaboração de R. Serber.

Nos fins ds primeiro quartel deste século ou começos do actual surgiram os primeiros trabalhos de J. Slepian em que se propunha acelerar electrões fazendo-os girar em torno de um núcleo sofrendo a acção dum campo magnético variável. A seguir G. Breit e M. Tuve dos Serviços do Magnetismo Terrestre de Washington apresentaram um modelo diferente cujas principais características residiam em dois solenoides coaxiais nos quais se produziam variações rápidas do campo magnético pela descarga de um condensador. Em 1927/28 o norueguês R. Widerøe modificou com grande resultado o dispositivo de Slepian utilizando um acelerador electrostático linear para dar aos electrões energia conveniente, entrando a seguir numa câmara de vácuo que estava situada entre as massas polares dum electroimã; embora aqui já se obtivessem progressos (foi Widerøe o primeiro a estabelecer a equação do betatrão), por algumas razões, entre elas o lento aumento do campo magnético, os electrões eram afastados da órbita conveniente ao cabo de poucas voltas na câmara.

Pouco tempo depois, por sugestões de Lord Rutherford, E. Walton, no Laboratório de Cavendish, estudou o problema da aceleração de electrões, confirmando a equação do betatrão obtida por Widerøe e estabelecendo as condições necessárias para a estabilização da órbita; para obviar aos inconvenientes do aparelho de Widerøe empregou uma bobina com núcleo de ar para obter rapidamente o

aumento do campo magnético, estando a bobina enrolada na câmara de vácuo em ligação com uma bobina indutora que lhe permitia obter o valor máximo do campo magnético no fim de cerca de 10^{-6} s; não deu os resultados desejados por falta das condições indispensáveis para a estabilidade da órbita.

Em 1936 W. Jassinski descreveu um acelerador magnético em que empregava um campo eléctrico focante; a seguir M. Steenbeck tirou a patente de um acelerador em que a focalização era obtida por um campo magnético; pouco se conhece deste acelerador, tendo o autor mencionado que chegou a obter raios X, detectados com um contador de Geiger, com a energia de 1,8 MeV. G. Tenney tirou, em 1940, patente de um acelerador nas condições indicadas por Jassinski. Foi neste ano que Kerst construiu na Universidade de Illinois um «acelerador de indução magnética» e que ficou logo conhecido com o nome de betatrão; trabalhava com uma frequência de 600 c/s e as partículas adquiriam a energia de 23 MeV que permitiam obter raios X equivalentes à radiação γ de 1g de rádio. Alguns meses depois trabalhando com a General Electric Co., em Schenectady, Kerst obteve um betatrão de 20 MeV, com uma frequência de 180 c/s.

Mais tarde, em 1945, W. Westendorf e E. Charlton constroem um grande betatrão de 100 MeV, com a frequência de 60 c/s.

Essencialmente, nos betatrões, os electrões são obrigados a descrever órbitas circulares nas quais são acelerados; há, portanto, a considerar um campo magnético que é o campo guiador e um campo eléctrico que é o campo acelerador. Os electrões são acelerados por tal forma que alcançam velocidades próximas da velocidade da luz, pelo que têm de mover-se em câmaras de vácuo (é suficiente um vácuo da ordem de 10^{-5} mm de mercúrio); as câmaras são de vidro e têm a forma de toros.

É curioso notar que um campo magnético alternado é suficiente para originar o campo guiador e o campo acelerador. Assim o órgão principal é um electroimã, cujo núcleo

tem a forma rectangular, ocupando os eixos das peças polares a mediana relativa aos lados maiores do rectângulo; no entreferro (entre as peças polares) está situado o tubo *T* onde se movem os electrões. Nas bobinas *BB*, envolvendo as peças polares, representadas no corte indicado na fig. 1, circula a corrente

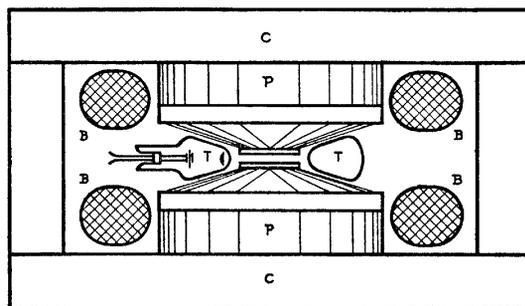


Fig. 1

alternada que produz, o campo magnético alternado entre as peças polares, cujo módulo é crescente apenas num quarto de período pelo que nos primeiros modelos as coisas se dispunham a só haver emissão de electrões no começo do quarto do período em que o campo magnético é crescente e de sentido conveniente a produzir a circulação dos electrões apenas no sentido escolhido a qual só tem lugar durante esse quarto de período.

A circulação da corrente nas bobinas excita o electroimã originando entre as peças polares o campo magnético que é o campo guiador; por sua vez, a variação do fluxo magnético obtido pela excitação do electroimã cria, em qualquer circuito nas suas proximidades, uma força electromotriz induzida que constitui o campo acelerador. A mesma conclusão se obteria se tivéssemos considerado a relação de Maxwell-Faraday que faz corresponder a um campo magnético variável um campo eléctrico de indução.

Considerações teóricas, baseadas na relação existente entre o raio da órbita que um electrão descreve e o campo magnético a que está submetido e na relação entre o campo eléctrico e a derivada do fluxo em ordem ao tempo, obtém-se a chamada equação do betatrão $\Delta H = \Delta \Phi / (2\pi r^2) = \Delta B / 2$, onde r é o raio da órbita do electrão, ΔH , $\Delta \Phi$ e ΔB , respec-

tivamente, as variações do campo magnético, do, fluxo magnético e da indução média (atendendo a que $\Phi = \pi r^2 B$) através a órbita.

A equação anterior mostra que o raio da órbita se manterá constante desde que haja proporcionalidade entre as variações do fluxo e as variações do campo magnético. Vê-se ainda que tanto a variação da velocidade do electrão como o conseqüente aumento relativista da sua massa em nada influem na equação do betatrão o que foi de contagem na resolução do problema que o autor tinha em vista.

Como atrás dissemos, Wideroë, já tinha notado a dificuldade em manter a focalização da órbita dos electrões, isto é, conseguir que os seu raio se mantivesse constante e foi Kerst que resolveu esta dificuldade imaginando, em presença do estudo teórico, o dispositivo necessário para a focalização da órbita; se esta não se fizesse os electrões rapidamente atingiram as paredes do tubo em que se movem, devido ao aumento ou à diminuição do raio da sua órbita, perdendo-se, portanto, o feixe que pretendia obter-se. Sendo os electrões partículas carregadas negativamente o feixe tenderia a dispersar-se por motivo da repulsão entre cargas do mesmo sinal; mas, por outro lado, os electrões em movimento nestas condições podem ser considerados como correntes paralelas e em virtude das leis da electrodinâmica as suas órbitas atrair-se-iam; sucede que estas duas forças se equilibram quando a velocidade dos electrões é próxima da velocidade da luz, mas no período inicial da aceleração é necessário recorrer a forças de focalização que evitem a perda do feixe.

Os desvios da órbita dos electrões podem considerar-se decompostos em duas direcções: uma na direcção do eixo do electroímã e outra segundo o raio da órbita de equilíbrio e previamente escolhida; há, portanto que considerar a focalização axial e a focalização radial; a focalização radial deve ser tal que se um electrão tender a aumentar o raio de sua órbita encontre um campo mais intenso que lhe curve mais a sua trajectória e o com-

trário no caso do raio da órbita tender a diminuir; a focalização axial obtém-se fazendo intervir forças que façam baixar o electrão se ele tende a subir e reciprocamente.

Do facto dos materiais empregados terem susceptibilidades magnéticas desiguais e de atingirem a saturação com valores diferentes do campo magnético, resultou o meio de se

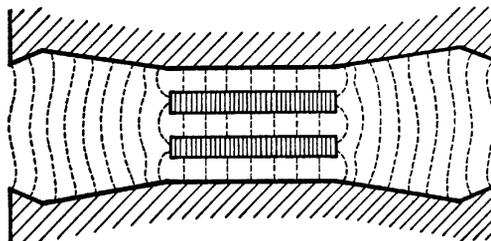


Fig. 2. Campo magnético entre as peças polares com peças centrais no entreferro

obterem as focalizações, conjuntamente com a forma a dar às peças polares e, com a necessidade de, em alguns modelos colocar substâncias convenientes no entreferro.

A teoria mostra que, em determinadas condições, o electrão no seu movimento executa oscilações amortecidas em torno da órbita de equilíbrio, acabando por descrever esta.

Sabido como os electrões são obrigados a percorrer a órbita previamente escolhida e como são acelerados, vamos ver como é lançado no tubo o feixe de electrões e como é utilizado depois de adquirir a energia pretendida.

O lançamento dos electrões no tubo faz-se por meio de um injectador a que os americanos chamam, quer neste aparelho quer noutros como o microscópio electrónico, *canhão de electrões*. O produtor de electrões é um fio incandescente que se encontra já dentro do tubo e um pouco afastado da órbita de equilíbrio; pouco depois do campo magnético ter passado pelo valor zero, e enquanto o seu valor é fraco, estabelece-se uma tensão de alguns quilovolts que lança os electrões tangencialmente á órbita de equilíbrio. Para evitar que electrões errantes possam acumular-se na parede interna do tubo, produzindo perturbações na órbita dos electrões, é sobre ela depositada uma fina camada de prata.

No fim do quarto de ciclo, no começo do qual são lançados os electrões, estes adquirem a sua máxima energia por ser neste momento que o campo magnético obteve o seu valor máximo. É então que, fazendo variar a relação entre o fluxo guiador e o fluxo acelerador por meio de um enrolamento apropriado, actuando no momento preciso, que os electrões passam a descrever órbitas espiraladas até atingirem um alvo de tungsténio que em geral está situado na mesma peça que suporta o injectador e por trás dele. No primeiro betatrão o injectador de electrões está situado no exterior da órbita de equilíbrio ao passo que o alvo está no interior da mesma órbita.

Este alvo de tungsténio atingido pelo feixe de electrões animados de grande energia, funciona como o anti-catódio de uma ampola de raios X, tornando-se um emissor de radiação gama muito penetrante.

Os betatrões que primeiramente foram construídos, actuados por corrente alternada, apenas em um quarto de ciclo utilizavam a energia despendida, pois nos três restantes quartos de ciclo estavam inactivos. Têm sido feitas modificações posteriores com o fim de obter maior rendimento.

O primeiro betatrão foi apresentado por Kerst em 1940, como já dissemos. Embora

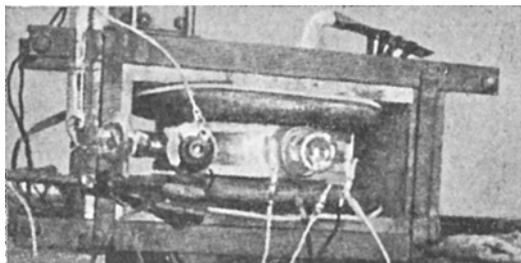


Fig. 3. O betatrão de 2,3 MeV

de dimensões reduzidas — 50 cm de frente, 25 cm de alto e 20 cm de fundo — acelerava electrões de forma a fornecer-lhes a energia de 2,3 M e V, o que permitia, no lapso de tempo de 400 μ s, darem cerca de 10^5 voltas no tubo, percorrendo aproximadamente 45 km, pois o raio da órbita de equilíbrio tinha 7,5 cm. Este betatrão era alimentado pela

energia fornecida por um alternador de 4 kW e 600 c/s acoplado a um motor de corrente contínua. A corrente obtida no alternador era lançada num circuito de duas espiras, uma em torno de cada uma das peças polares, à volta das quais estavam ainda enroladas, em cada uma delas, 10 espiras dum circuito secundário, que produzia o campo acelerador, e que era ressonante por conter em cada um deles 8 condensadores de 5 μ F.

Todo o circuito, magnético foi obtido com lâminas muito finas (com cerca de 0,08 mm de espessura) de aço-silício que nas peças polares eram sobrepostas radialmente com o fim de lhes dar a forma conveniente para a focalização da órbita; em cada topo plano das peças polares estava cimentado dum disco de 5 cm de diâmetro feito com pó de ferro comprimido; a espessura destes discos variava conforme as conveniências.

O tubo onde se aceleravam os electrões era feito de uma única peça de vidro e tinha a forma aproximada de um toro com o diâmetro exterior de 20 cm e interior de 7 cm e 5 cm de altura; os electrões eram fornecidos por um filamento de tungsténio e depois de acelerados iam chocar com um alvo constituído por uma folha de tungsténio de 0,4 mm de espessura, que neste modelo estava situado no interior da órbita de equilíbrio. Com este betatrão obtinham-se raios X fornecendo 0,014 r/min e distância de 1 m do alvo bombardeado pelos electrões.

No betatrão de 20 MeV construído, no ano imediato, no Laboratório de Investigação da General Electric Company, em Schenectady, ainda sob a direcção de Kerst, havia aperfeiçoamentos importantes. Pesava 1,5 toneladas e tinha 150 cm de frente, 90 cm de fundo e 90 cm de altura. A órbita de equilíbrio tinha 19 cm de raio e era percorrida, em menos de 1/4 de período (1,4 milésimo de segundo), cerca de 150000 vezes na qual os electrões percorriam para cima de 280 km. O tubo de vácuo no qual se moviam os electrões foi feito com dois tubos cilíndricos ambos com 4,4 cm de altura, um com o diâmetro de 45 cm e o outro com o diâmetro

de 30 cm, e com dois discos em anel todos de vidro Pyrex ligados com betume apropriado; a camara obtida era prateada interiormente e à parede do cilindro exterior adap-

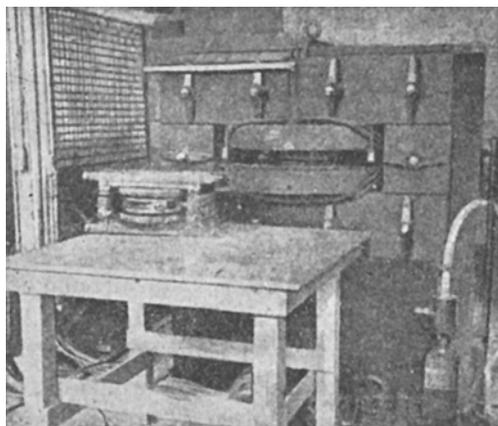


Fig. 4. O betatrão de 2,3 MeV em frente do betatrão de 20 MeV

tavam-se tubos para a extracção do ar, para a instalação do injectore e para a do alvo.

O núcleo do electroímã foi construído com lâminas de 0,35 mm de espessura de aço-silício formando fiadas que ficavam afastadas 3,2 mm umas das outras para a circulação do ar. As peças polares foram obtidas agrupando as lâminas em sectores deixando espaços entre si para a circulação do ar tendo as faces terminais forma análoga às do primeiro betatrão, sendo a ligação dos vários sectores, depois de esmaltados, feita por uma resina especial. Nos primeiros betatrões havia peças centrais colocadas no entreferro como no betatrão de 2,3 MeV; mas nos modelos em que há expansão da órbita, quando os electrões têm o máximo de energia, então o alvo está fora da órbita de equilíbrio e sobre as faces das peças polares estão bobinas de poucas espiras para produzirem a expansão e a compensação.

As bobinas excitadores, tendo cada uma 81 voltas de cabo feito de fios de 1,4 mm, estavam encerradas em caixas de substância isoladora e, em série recebiam corrente de 180 c/s com a intensidade de 106A a 16,5kV; a frequência de 180 c/s era obtida num triplicador de frequência que recebia corrente tri-

fásica a 60 c/s. Para haver ressonância no circuito secundário as bobinas estavam associadas a uma série de condensadores com a capacidade de 5,5 μ F, circuito este que consumia à potência de 1750 kW, havendo nos condensadores, por libertação de calor, uma perda de 6 kW, pelo que os condensadores eram arrefecidos, por circulação de água. No ferro do electroímã havia uma perda de de potência de 20 kW, sendo o arrefecimento aí produzido por circulação de ar posto em movimento por ventoinhas.

O valor máximo do campo magnético na órbita era de 3600 oersteds havendo uma indução de 10000 gauss nas peças centrais e de 7200 gauss na órbita.

Os momentos de lançamento dos electrões e do choque sobre o alvo eram obtidos por circuitos especiais.

Com o betatrão de 20 MeV conseguiram-se raios X de 16 r/min à distância de 1 m do alvo, equivalente à radiação gama de pouco mais de 1 kg de rádio.

W. F. Westendorp e E. E. Charlton, trabalhando também no Laboratório de Investigação da General Electric Company, construíram, em 1945, um betatrão de 100 M e V. O seu peso é de 130 toneladas e tem as se-

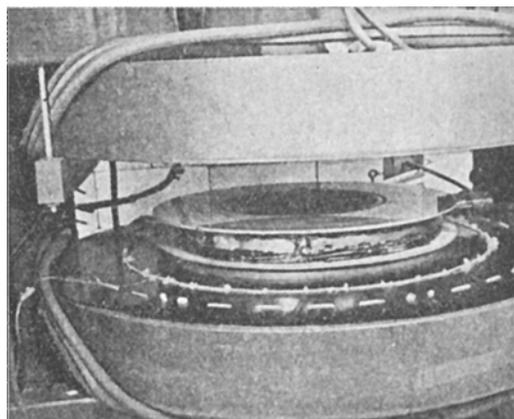


Fig. 5. O tubo entre as peças polares; a peça polar superior está subida

guintes dimensões 4,5 m de frente, 2,8 m de altura e 1,9 m de fundo, e teve de ser instalado em edifício apropriado para defesa dos ocupantes dos edificios vizinhos. Neces-

sita de uma potência de 200 kW e trabalha na frequência de 60 c/s utilizando também apenas um quarto de período (4 milésimos de segundo) na aceleração dos electrões durante o qual estes percorrem a órbita de equilíbrio, com 84 cm, cerca de 250000 vezes efectuando um percurso próximo de 400 km. Dadas

betatrão anterior com as faces planas mais acentuadas, ficando no entreferro, alternando com discos isoladores, peças centrais constituídas por discos nos quais estão implatadas as lâminas de aço cortadas às tiras e dispostas em 16 sectores.

A energia é fornecida por um grupo motor-

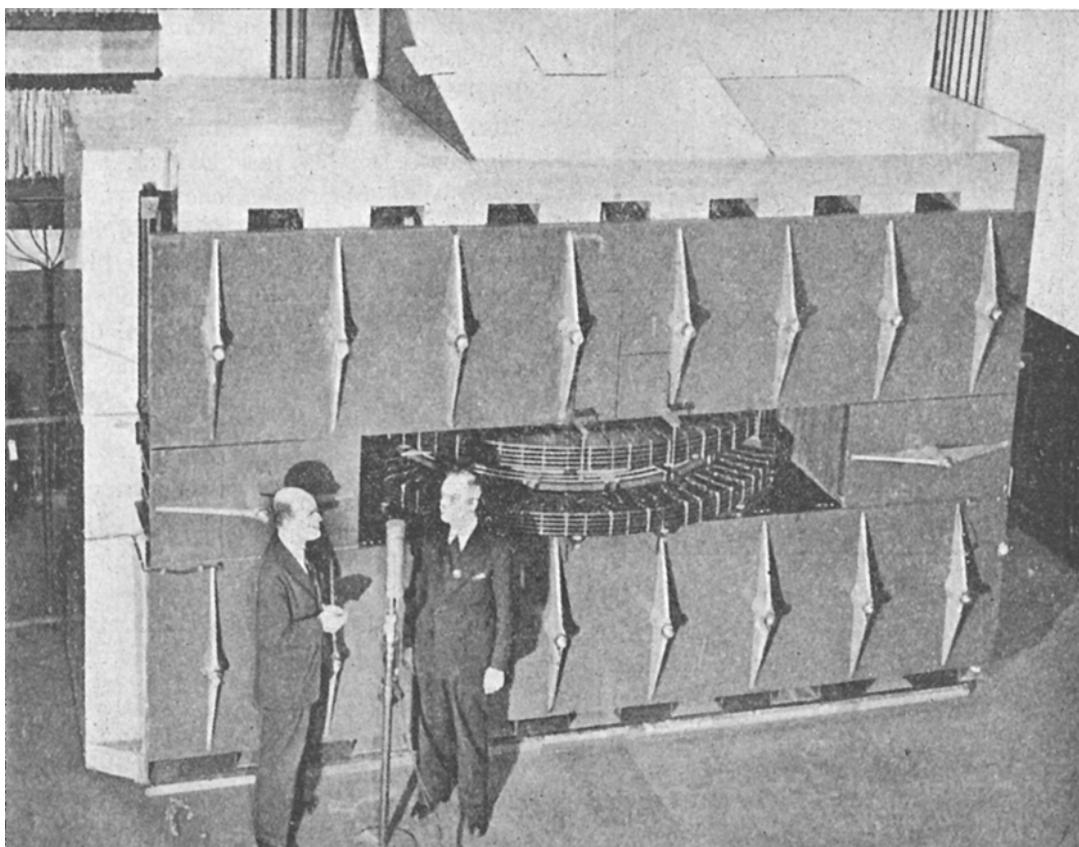


Fig. 6. O betatrão de 100 MeV

as suas dimensões (1,88 m de diâmetro exterior e 1,47 m de diâmetro interior) o tubo que tem a forma de um toro de secção oval, é formado pela junção de 16 sectores que são todos prateados por dentro.

O núcleo do electroímã é construído análogamente ao do betatrão de 20 MeV com lâminas de aço (com 4,5 % de silício) esmaltadas mas com disposições ainda mais apropriadas para a circulação do ar fazer melhor o arrefecimento de todo o aparelho. As peças polares têm configuração análoga às do

-gerador sincronizados e lançada nas bobines (cada uma com 40 voltas de cabo feito de fios, cada um deles isolado para evitar correntes de Foucault por fuga de fluxo) através de séries de condensadores para se obter ressonância no circuito; os condensadores (com a potência de 24000 kW) em número próximo de mil, formam 16 grupos com 60 unidades cada grupo, ligadas em paralelo; a potência perdida nos condensadores é de 80 kW o que obriga a uma circulação forçada de 250 m³ de ar por minuto, cuja tempera-

tura se eleva de 16°C ; a sua instalação está no andar superior àquele em que se encontra o betatrão.

O valor da indução magnética na órbita é de 4000 gauss.

O lançamento dos electrões, feito à tensão de 30 a 70 kV, e a sua projecção sobre o

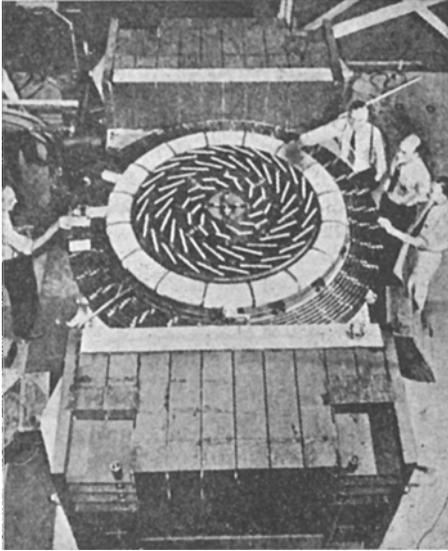


Fig. 7. O tubo constituído pela junção de 16 sectores e os discos que forma uma das peças polares

alvo fazem-se nos instantes convenientes, utilizando circuitos apropriados, como no betatrão de 20 MeV. No betatrão de 100 MeV pode obter-se o choque com o alvo, antes do fluxo magnético ter atingido o seu, valor máximo permitindo assim obter electrões com energias que vão de 1 a 100 MeV.

O feixe de raios X tem a abertura de 4° quando os electrões têm a energia de 100 MeV e a abertura de 24° quando a energia é de 20 MeV. Para a energia de 100 MeV obtêm-se raios X de 2600 r/min à distância de 1 m do alvo, o que equivale à radiação gama de 180 kg de rádio!

Alguns investigadores reconhecendo que havia muita energia que não era utilizada nestes betatrões (aceleração dos electrões apenas num quarto de ciclo e dissipação de energia sob a forma de calor no núcleo do electroimã e na série de condensadores) pensaram na sua modificação. Assim já Widerøe tra-

balhando na Alemanha, em 1943, planeou um betatrão de 200 MeV em que aproveitava meio ciclo na aceleração pelo que tinha de empregar enrolamentos auxiliares, alimentados com corrente contínua, como compensadores. K. Wilkison, com a sua equipa, começou, em 1945, o estudo de um betatrão a que chamou de «duplo campo» e que foi executado na secção de transformadores de The British Thomson-Houston Company, em Rugby, na Inglaterra e que foi concluído em 1947, encontrando-se actualmente no Laboratório Clarendon, em Oxford, acelerando electrões a obterem a energia de 10 MeV num tubo com cerca de 40 cm de diâmetro e que dava 0,1 r/h à distância de 1 m, tendo como filtro uma lâmina de chumbo de 3 mm de espessura. As inovações consistiam, principalmente, nas peças polares que tinham a forma de anel com o mínimo de superfície nas faces, pouco mais abrangendo que o tubo,

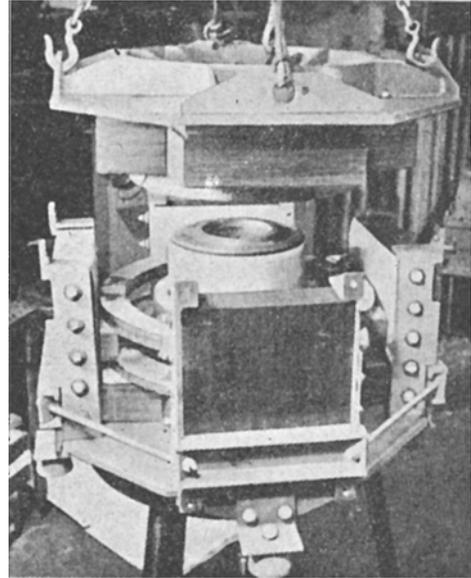


Fig. 8. O betatrão B 20 de 10 Mev da B. T. H.

a poderem assegurar uma constância na órbita de equilíbrio dos electrões e em dois enrolamentos associados em paralelo um interior (com 32 espiras) e outro exterior (com 20 espiras) relativamente às peças polares (fig. 9) cujo estudo foi cuidadosamente feito.

Kerst e Westendorp fazendo a sobreposi-

ção da corrente contínua sobre a corrente alternada e usando também as peças polares em forma de anel conseguiram reduzir em mais de 30 % a energia consumida. Utiliza-

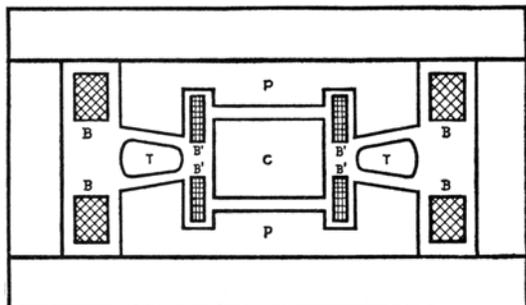


Fig. 9. Esquema do betatrão modificado:
P - peças polares; C - peças centrais;
B - bobines principais;
B' - bobines compensadoras; T - Tubo

vam a aceleração de electrões durante quase meio ciclo. Algumas variantes foram estudadas usando ou não peças centrais podiam assim obter órbitas de raio reduzido nos quais a indução magnética era de 6000 a 8000 gauss o que além de reduzir a potência a utilizar, conduzia a uma economia de material.

As aplicações do betatrão podem, principalmente, ter lugar na radiografia de metais, na terapêutica profunda dos raios X no tratamento do cancro e em investigação na física nuclear. A importância cada vez maior, da radiografia de metais, na metalurgia, confere ao betatrão uma utilização imediata; sa-

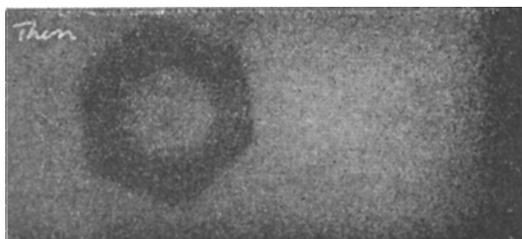


Fig. 10. Radiografia de porca de latão de parafuso de 5/8", obtida, através 1" de chumbo, com B 20 trabalhando a 10 MeV

be-se que, para, o ferro, o coeficiente de absorção da radiação X é mínimo quando a energia correspondente à emissão é de 5 MeV e que cresce muito rapidamente quando a energia diminui a partir deste valor, mas que, para valores superiores, há proporcionalidade

entre as variações do coeficiente de absorção e as variações da energia da radiação, variando aí o coeficiente de absorção muito mais lentamente que a energia; como o feixe de radiação X obtida no betatrão tem, especialmente para as energias mais elevadas, uma pequena abertura, obtêm-se radiografias muito mais nítidas, que as obtidas com as ampolas usuais; são evidentemente necessários tempos de posse muito mais reduzidos.

Em terapia podem os raios de elevada energia ser utilizados directamente e assim podem dispor-se as coisas de forma tal que os electrões, depois de acelerados a obterem a energia conveniente, podem ser dirigidos

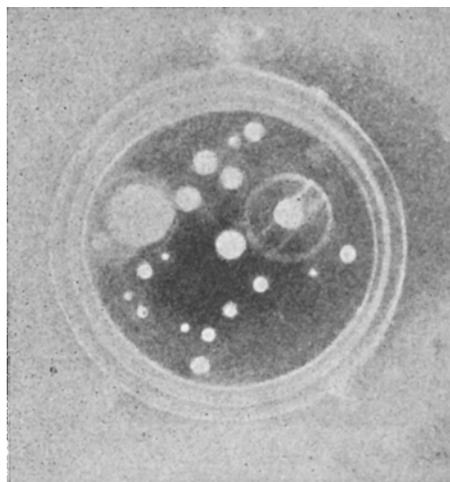


Fig. 11. Radiografia de relógio obtida, através 4 polegadas de aço, com raios X produzidos pelo betatrão de 100 MeV a 6,5 m de distância

sobre o indivíduo que necessita do respectivo tratamento; os electrões com a energia de 20 MeV são capazes de penetrar 10 cm no corpo pelo que podem ser utilizados em vez dos raios X, pois que; enquanto os electrões produzem aí a ionização conveniente, semelhante à que produziria determinada radiação X, a sua acção cessa quase um pouco mais além, o que não sucede aos raios X correspondentes pela sua acção continuar em profundidade. Por outro lado, comparando os efeitos produzidos com os raios X obtidos no betatrão de 20 MeV com os raios X de uma instalação de 400 kV, verifica-se que os

primeiros produzem uma ionização máxima no interior dos tecidos a cerca de 4 cm da pele, quando o anticatódio esteja a 1 m de distância ao passo que com os segundos a ionização é máxima na pele; vê-se, então, que, para uma mesma dose sobre a pele, um órgão à distância de 4 cm pode receber com o betatrão uma dose tripla da que recebia com uma ampola usual de raio X.

As elevadas energias obtidas com os beta-trões permitem a desintegração dos elementos; com o betatrão de 20 MeV conseguem-se reacções fotonucleares de muitos elementos (a cisão do urânio obtém-se a partir de 7MeV); o betatrão presta-se muito bem para determinar as energias mínimas necessárias para a expulsão de um neutrão do núcleo. G. Baldwin e H. Koch já em 1945 bombardearam, utilizando um betatrão, carbono, azoto, oxigénio, ferro, etc. tendo determinado as condições em que estes elementos se tornavam radioactivos. Tem, pois, o betatrão um papel muito importante em física nuclear.

Antes de terminar não podemos deixar de fazer referência, embora muito ligeiramente, a outros aceleradores de partículas. Depois da citação do ciclotrão, feita no começo, e das considerações que fizemos sobre o betatrão é justo dizer o que é o sincrotrão que, conjuntamente com os outros dois, completa o grupo dos aceleradores magnéticos; aproxima-se mais do betatrão que do ciclotrão e destina-se também à aceleração de electrões. Difere do betatrão em a aceleração ser obtida por um campo eléctrico actuando perifericamente sobre a órbita com uma frequência radiofónica, se bem que este campo só actua quando a velocidade dos electrões seja elevada (correspondente à energia de um mega-electrão-volt), porque até ali um pequeno campo magnético central fá-lo funcionar, de início, como um betatrão. Tornam-se menos dispendiosos que o betatrão para energias superiores a 100 MeV. Há poucos meses foi apresentado, na América, o projecto de um sincrotrão de 10 biliões de electrões-volts, orçado em 450 mil contos!

Existe ainda o sincrociclotrão que é uma

modificação do ciclotrão; para compensar o ganho relativista de massa no sincrociclotrão os *DD* estão submetidos a uma tensão de frequência modulada, o que permite a utilização de uma potência relativamente menor.

Há um outro grupo de aceleradores de partículas: os aceleradores lineares; estes parecem oferecer maior número de vantagens entre as quais se destacam a facilidade de obter os materiais necessários, já desenvolvidos para outros fins e, pelo facto de dispensarem os ímanes, o seu custo crescer mais lentamente com a elevação da energia máxima a fornecer às partículas. Consideram-se neste grupo os aceleradores de ressonância linear (Linear Resonator Accelerator) e os aceleradores guia de onda linear (Linear Waveguide Accelerator).

O grande incremento na construção dos aceleradores de partículas é de tal ordem que quase podemos aferir, pelo seu número, o grau de aperfeiçoamento científico de um país, como, no começo deste século, se podia avaliar do desenvolvimento industrial pelo número de toneladas de ácido sulfúrico que cada país consumia.

No grupo dos países escandinavos, Suécia, Noruega e Dinamarca, devem existir em data próxima cinco ciclotrões e dois betatrões, esperando-se que, dentro em breve a Suécia seja enriquecida com um sincrotrão, que será o quarto do mundo, dispondo de electrões possuindo a energia de 35 MeV.

Quando terão os cientistas portugueses um destes aceleradores de partículas à sua disposição, para que Portugal não fique mergulhado na cauda dos esquecidos países, longe do progresso científico?!

BIBLIOGRAFIA

- (1) WALTON, E. S. — *Proc. Camb. Phil. Soc.*, **25**, p. 469 (1929).
- (2) LAWRENCE, E. G. and LIVINGSTON, M. S. — *Phys. Rev.*, **40**, p. 19 (1932).
- (3) KERST, D. W. — *Phys. Rev.*, **58**, p. 841 (1940).
- (4) KERST, D. W. — *Phys. Rev.*, **60**, p. 47 (1941).

- (5) KERST, D. W. and SERBER, R. — *Phys. Rev.*, **60**, p. 53 (1941),
- (6) KERST, D. W. — *Rev. Sci. Inst.*, **13**, p. 387 (1942).
- (7) WESTENDORP, W. F. and CHARLTON, E. — *Jour. Appl. Phys.* — **16**, p. 581(1945).
- (8) KERST, D. W. — *Phys. Rev.*, **68**, p. 233 (1945).
- (9) WESTENDORP, W. F. — *Jour. Appl. Phys.*, **16**, p. 657 (1945).
- (10) BALDWIN, G. and KOCH, H. W., — *Phys. Rev.*, **67**, p. 1 (1945).
- (11) MCMILLAN, E. M. — *Phys. Rev.* **68**, p. 143 (1945).
- (12) BALTÁ, J. — *Alfa*, **16 y 17**, p. 32 (1945).
- (13) BOSLEY, W. — *Jour. Sci. Ins.*, **23**, p. 277 (1946).
- (14) WILKINSON, K. — *Res. Lab. B. T. H.* (1948).

J. XAVIER DE BRITO
 PROF. DO LICEU PASSOS MANUEL

7. FÍSICA NUCLEAR

O QUE SÃO E COMO FUNCIONAM AS PILHAS ATÓMICAS

A Física dos nossos dias ressuscitou, para o primeiro plano das actualidades científicas, duas designações do século XVIII: a *máquina electrostática* e a *pilha*. A primeira está magnificamente representada na máquina de Van der Graff; a segunda, na pilha atômica, poderosa fonte de energia de cuja utilização se espera vir a tirar grande proveito.

Originariamente a designação de pilha explicava-se pelo empilhamento dos discos de cobre e de zinco, separados por rodela de pano embebidas em água acidulada, que Volta utilizou na realização do primeiro gerador hidroeléctrico. Na pilha atômica há também, como vamos ver, o empilhamento de certos materiais, o que justifica a designação de pilha.

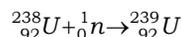
O urânio natural é formado por três tipos de átomos diferentes que podemos representar por U_{234} , U_{235} e U_{238} . Em cada 100.000 átomos de urânio natural existem, em média, 6 do isótopo 234; 700 do 235 e 99294 do 238. O primeiro, que existe em quantidades ínfimas, não tem interesse prático. O segundo e o terceiro, embora aquele em pequena proporção, desempenham importantíssimo papel nas investigações de Física nuclear.

Quando se bombardeia o urânio natural com neutrões e os núcleos dos isótopos conseguem captar alguns, as consequências que resultam dependem do isótopo que fez a captação e da energia cinética do neutrão

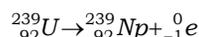
captado. Classifiquemos os neutrões em lentos e rápidos consoante o valor dessa energia. A dos lentos pode descer a valores tão baixos que se equipare à energia cinética das moléculas dos gases à temperatura ordinária e que é da ordem de grandeza de 0,025 electrões-volts. Foi a esta categoria de neutrões lentos que Fermi chamou neutrões térmicos.

Poder-se-ia duvidar que tão fraca energia tivesse algum efeito sobre os núcleos mas, na verdade, quanto mais lento for o neutrão mais tempo gasta a percorrer a vizinhança do núcleo e mais probabilidades tem, portanto, de ser captado. Para os neutrões rápidos a captação é mais difícil em consequência dos violentos choques elásticos que sofrem contra os núcleos.

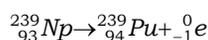
Os resultados conseguidos experimentalmente resumem-se deste modo: a) quando um núcleo dum isótopo 238 capta um neutrão lento (particularmente se a energia deste vale entre 10 e 100 eV) forma-se o isótopo 239:



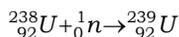
que é radioactivo β , de período 23 minutos, originando o neptúnio:



o qual, por sua vez, também é radioactivo β , de período 2,3 dias, originando o plutónio:

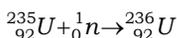


que também é radioactivo mas de período muito longo (24×10^3 anos). *b*) quando o núcleo dum isótopo 238 capta um neutrão rápido (de energia superior a 1 MeV), forma-se, em primeiro lugar, um núcleo complexo de urânio 239:



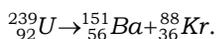
em tal estado de excitação que rapidamente se divide em dois fragmentos, que são dois novos núcleos, cada um dos quais leva consigo um certo número de electrões que o rodeiam.

No caso *a*) trata-se duma desintegração radioactiva; no caso *b*) duma bipartição vulgarmente designada por cisão nuclear. *c*) se o neutrão for captado pelo isótopo 235 podem observar-se fenómenos de cisão tanto com os neutrões rápidos como com os neutrões lentos. Em primeiro lugar forma-se também um núcleo complexo:



que depois se fragmenta em dois.

Os pedaços que resultam destas cisões podem ser vários. Tomando para exemplo o ${}_{92}^{239}\text{U}$ os dois fragmentos obtidos serão tais que os seus números de massa somados prefacem 239 e os seus números de carga nuclear prefacem 92. Um exemplo entre muitos poderá ser:



Tem-se verificado, nestas cisões, o aparecimento de núcleos relacionados com átomos que vão desde o selénio ($Z=34$) ao praseódimo ($Z=59$).

Os fragmentos assim formados não correspondem a átomos estáveis pois, tomando o exemplo anterior, o número de massa do cripto ordinário é cerca de 83 e o do bário cerca de 137, o que dá um total de 220. Os dois fragmentos terão de reduzir o seu número total de massa ($151 + 88 = 239$) para 220 afim de possuírem núcleos estáveis, isto é, terão de perder $239 - 220 = 19$ neutrões.

A perda de neutrões, e portanto a estabilidade, pode ser conseguida por dois processos diferentes: por emissão β que trans-

forma neutrões em protões ou por expulsão dos próprios neutrões, entendendo-se que ambos os processos serão possíveis na explosão dum mesmo núcleo. Halban, Joliot e Kowarski chegaram à conclusão de que, em média, o número de neutrões libertados em cada cisão é de três, e que a energia que possuem quando são expulsos os coloca na categoria dos neutrões rápidos.

Este fenómeno, de importância excepcional, afirma-nos a possibilidade de provocar reacções nucleares sucessivas, espontâneas, a partir de uma, inicial, que se provoque. Realmente, se um neutrão captado por um núcleo der origem à expulsão de outro ou de outros neutrões, estes, se forem captados por novos núcleos, poderão repetir o fenómeno e até estender a sua acção a toda a massa inicial. O possível prosseguimento desta reacção em cadeia fica, portanto, dependente do destino que tiverem os neutrões expulsos.

O funcionamento da pilha atómica baseia-se exactamente numa reacção em cadeia que deverá ser progressiva mas lenta para evitar que adquira caracter explosivo. Este perigo existe e a ele se deve o poder destruidor das bombas atómicas pois a bipartição de cada átomo é acompanhada da libertação duma certa quantidade de energia cujo valor é da ordem dos 200 MeV.

Imaginemos então um bloco de urânio natural em cujo interior se provoca a emissão dos neutrões lentos que vão iniciar o fenómeno. Estes, ao serem projectados através da massa metálica, poderão sofrer três destinos diferentes: ou são captados pelos núcleos dos isótopos 235, provocam a sua cisão e, consequentemente, estarão em condições de permitir a reacção em cadeia; ou são captados pelos núcleos do isótopo 238 e darão origem a plutónio; ou não chegam a ser captados e escapar-se-ão através da massa total depois de percorrerem um caminho extremamente irregular ao sabor dos choques a que forem sujeitos. Por seu turno, os neutrões expulsos pelas subseqüentes cisões espontâneas terão também os mesmos três possíveis destinos. Assim, à medida que a

pilha funciona, o urânio natural empregado empobrece-se em isótopo 235 e enriquece-se em plutônio. A pilha é, portanto, uma fonte de energia e uma fábrica de plutônio.

Dissemos atrás que a cisão inicial deve ser provocada por neutrões lentos e também dissemos que os neutrões expulsos pelas cisões subsequentes são rápidos. Como nos interessa que uns e outros sejam lentos não é possível construir uma pilha atômica com um bloco de urânio mas com pequenos pedaços separados entre si por matérias que tenham o poder de enfraquecer a energia dos neutrões. As substâncias moderadoras mais utilizadas são a grafite e a água pesada.

Uma das pilhas atômicas primeiramente construídas nos Estados Unidos, foi montada no campo de «foot-ball» da Universidade de Chicago, em 2 de Dezembro de 1942 e era constituída pelo empilhamento (e daí o nome de pilha) de grande número de paralelepípedos de grafite formando um conjunto grosseiramente esférico que pesava toneladas. Alguns destes paralelepípedos tinham colocados nos seus vértices pedaços de urânio natural (os do centro) ou de óxido de urânio (os da periferia). Outros eram somente de grafite e estavam situados nos intervalos dos anteriores. Na parte central deste conjunto estava colocada a fonte dos neutrões que iriam iniciar o fenómeno: uma pequena porção de rádio misturada com pó de berílio que assim ficava sujeito ao bombardeamento das partículas alfa emitidas pelo primeiro.

A partir de 1943 a pilha passou a ser constituída por uma massa de grafite na qual se introduzem varetas de urânio. Ao fim de algum tempo de funcionamento retiram-se as varetas cuja superfície se encontra parcialmente transformada em plutônio que é separado delas por uma vasta série de operações delicadíssimas. O plutônio, à semelhança do urânio 235, tem a propriedade de sofrer a cisão ao captar neutrões lentos o que o torna também utilizável na construção de pilhas atômicas.

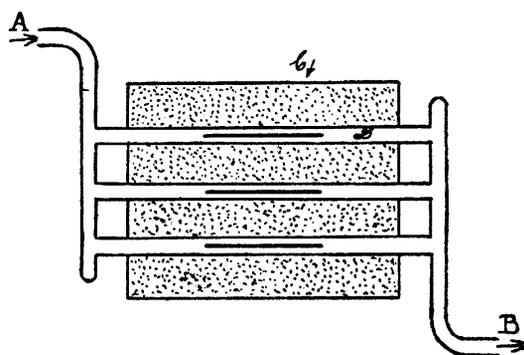
Quando se quer travar a pilha, isto é, impedir o desenvolvimento da reacção em cadeia, introduzem-se lâminas de cádmio ou de

ação-boro na sua massa, o que reduz enormemente o poder penetrante dos neutrões. Uma lâmina de cádmio com meio milímetro de espessura absorve praticamente todos os neutrões lentos que vão chocar contra ela.

O funcionamento da pilha atômica dá origem à libertação de grandes quantidades de calor. Uma pilha que produza, por exemplo, um grama de plutônio por dia fornece, sob a forma de calor, um potência da ordem de 1000 kW. Esta libertação de energia, que exige a instalação dum sistema apropriado de arrefecimento da pilha, faz-nos meditar sobre as extraordinárias possibilidades que o futuro nos reserva quando os físicos souberem tirar dela todo o proveito.

A figura junta representa esquematicamente a pilha atômica atravessada por tubos de canalização onde circulam ar ou água que saem quentes. As barras de urânio são envolvidas por alumínio e colocadas no próprio interior dos tubos que também são de alumínio.

Para avaliar o potencial energético que o Homem tem agora nas suas mãos basta dizer que, se fosse possível transformar em energia a totalidade da massa dum átomo, bastaria um grama de matéria para nos fornecer 25



C — Massa de grafite.

D — Barras de urânio introduzidas em tubos de canalização onde circula ar ou água

milhões de quilowatts-hora. A cisão dos núcleos de todos os átomos contidos em um grama de urânio libertariam 2,5 milhões de vezes mais energia do que a combustão dum grama de carbono.

RÓMULO DE CARVALHO
PROFESSOR DOS LICEUS

10. SECÇÃO LIVRE

RADIOACTIVIDADE E CALOR TERRESTRE

Les travaux de ces dernières années nous permettent de parler avec une assurance complète d'une branche nouvelle des sciences géologiques: la *radio géologie*... Elle traite des phénomènes de radioactivité, c'est-à-dire de la désintégration des atomes — processus que la Science considère comme autonome et comme indépendant du milieu — dans la cadre des diverses régions de notre planète et à l'échelle des phénomènes géologiques, aussi bien dans l'espace que dans le temps.

W. Vernadsky — 1935

Foi em 1785 que John Hutton demonstrou a existência, como fenómeno geológico perfeitamente geral, do calor interno, na Terra. Não tentou, o sábio de Edimburgo, formular qualquer hipótese para a explicação daquela fonte de energia.

Durante mais de um século, invocaram-se, a este propósito, os processos cósmicos e era, portanto, fora do quadro geológico que se buscava interpretar o calor terrestre.

Em 1903, P. Curie e Laborde observaram, pela primeira vez, que um sal de rádio possui sempre uma temperatura, alguns graus mais elevada do que o meio ambiente. Demonstraram, então, que o calor libertado, por hora, por um grama de rádio, em equilíbrio com os seus produtos de desintegração de curto período, é cerca de 100 calorias.

Foi possível, posteriormente, determinar que 1 g de rádio, que se transformasse inteiramente em hélio e chumbo, libertaria quase a mesma quantidade de calor que a combustão de 500 quilogramas de carvão.

Rutherford e Barnes verificaram, em 1904, que o calor libertado pelo rádio, provinha, quase inteiramente da transformação da energia cinética das partículas α em energia calorífica.

Ainda em 1903, o professor de Geologia da Universidade de Dublin, John Joly, mostrava já ter compreendido todo o alcance geológico do efeito térmico descoberto por Curie e Laborde. Para Joly os átomos radioactivos representariam uma fonte prodigiosa de energia geológica e esta energia imprevista deveria depender do número e da

natureza dos átomos rádioactivos contidos no material terrestre.

Mas foi só mais tarde, em 1909, apoiando-se nas suas próprias medições e nas de Lord Raleigh, que Joly pôde constatar que o efeito térmico de origem rádioactiva seria suficiente para explicar os fenómenos geológicos, para os quais seja necessário admitir a existência do calor interno da Terra, uma vez que os elementos rádioactivos se encontram disseminados por todas as rochas.

Lord Raleigh tinha verificado, por medidas directas, desde 1906, que é indispensável aceitar a ideia de que o número de átomos rádioactivos deva ser menor nas grandes profundidades da crosta terrestre do que na zona superficial ou *biosfera*.

As medidas dos teores de elementos rádioactivos nas rochas, efectuadas por aquele cientista e por outros investigadores, provavam, na verdade, que existe uma marcada concentração de elementos rádioactivos na parte superior da crosta terrestre, ou seja, nas grandes intrusões graníticas, que constituem a ossatura ígnea e cristalina dos continentes. As rochas com composição basáltica (e portanto menos silicatadas) que, como toda a evidência geológica indica, predominarão nos fundos oceânicos e formarão o substrato da zona granítica, são mais pobres em elementos rádioactivos. E se atendermos aos referidos teores nas rochas ultra-básicas (muito pobres em sílica), não se poderá evitar a conclusão de que a riqueza em elementos rádioactivos diminui marcadamente com a percentagem de sílica nas rochas.

Os dados numéricos, seguidamente apresentados, permitirão, fazer uma ideia mais exacta destes factos. Deve observar-se que, para as rochas ultra-básicas (Dunitos, Serpentinicos, etc.) algumas determinações recentes (G. L. Davis — 1947) conduzem a valores ainda mais baixos do que os apresentados há alguns anos. Estas rochas, pouco importantes na crosta terrestre, constituirão ou predominarão possivelmente, na zona peridotítica, região imensa que separará a crosta granito-basáltica dum núcleo terrestre ferromagnético.

Lawson, nos seus primeiros trabalhos (1926), tenham sido, mais tarde, substancialmente reduzidas.

Os números contidos no Quadro II mostram-nos, apesar da sua pequenez, como o calor libertado pelos átomos radioactivos contidos nas rochas pode representar uma energia considerável, desde que se atente na grandeza das massas rochosas e dos tempos geológicos. Mas, para que, no fim dum tempo suficientemente longo, a quantidade de calor acumulada, em determinada região do interior da crosta terrestre, possa contribuir

QUADRO I

Tipos de rochas	Rádio em g. por g. de rocha (Valores médios)	Autores
Granitos	2,7 $\times 10^{-12}$	Goranson (média de 17 exemplares)
Basaltos	1,18 $\times 10^{-12}$	Goranson (média de 53 exemplares)
Rochas ultra-básicas, consideradas em conjunto	0,8 $\times 10^{-12}$	Poole e Joly
Idem: Dunitos	0,0046 $\times 10^{-12}$	G. L. Davis (média de 6 exemplares)
Idem: Serpentinicos	0,016 $\times 10^{-12}$	G. L. Davis (média de 9 exemplares)

Com base nestes dados e nos que aqui não reproduzimos, referentes a outros elementos radioactivos das famílias do urânio, do tório e atendendo às quantidades de calor libertadas por esses elementos, é possível, dum modo aproximado, fazer uma ideia da importância do efeito térmico das rochas crustais. É o que se indica, reduzido aos seus tópicos essenciais, no Quadro II.

dominantemente para os grandes fenómenos geológicos, como o da geração do magma e o vulcanismo, será indispensável que tal calor não seja, à medida que se produza, dissipado em grande parte por condutibilidade.

Possuímos actualmente alguns dados seguros sobre a condutibilidade calorífica das rochas. Bastará dizer que, se representarmos por 1,000 a condutibilidade calorífica da

QUADRO II

Tipos de rochas	Quantidade, de calor em cal por g. De rocha e por seg.	Autores
Granitos (valores médios mundiais) . .	24 a 35 $\times 10^{-14}$	Goranson, Holmes, Joly e Poole e Kirsch
Basaltos (valores médios mundiais) . .	8 a 14 $\times 10^{-14}$	Goranson, Kirsch, Joly e Poole e Holmes

Parece-nos digno de menção o facto de que o próprio potássio é considerado como um produtor de calor de desintegração atómica, embora as cifras propostas por Holmes e

prata, para o granito e basalto os valores aproximados correspondentes serão 0,006 e 0,004, respectivamente. Estas pequeníssimas cifras permitem concluir que será diminuta a

fracção de calor perdida por condutibilidade.

Os estudos rádiogeológicos conduziram, já há alguns anos, Vernadsky, à importante concepção duma temperatura específica, para cada região do globo suficientemente individualizada do ponto de vista geológico, temperatura essa que seria função do número e da natureza dos átomos radioactivos contidos por unidade de volume.

Ora admitia-se, na geologia clássica, que a temperatura das grandes regiões terrestres resultava de duas causas primárias: a radiação solar e o contínuo arrefecimento da Terra, no curso dos tempos geológicos. Mas à medida que a reconstituição dos meios geográficos do passado se fazia, mercê dos estudos estratigráficos, ia-se verificando a não existência de qualquer prova segura desse contínuo arrefecimento. Nada indica que as condições de vida médias, à superfície do planeta, sejam actualmente muito diversas do que eram nos alvares do Paleozóico, há talvez mais de 500 milhões de anos.

Os novos horizontes rasgados pela descoberta da importância da rádioactividade, em escala mundial, obrigaram a uma profunda revisão das concepções sobre o regime térmico da Terra. A Geologia moderna tem de admitir a possibilidade de grandes diferenças térmicas entre as entidades terrestres pobres em elementos radioactivos, como as águas oceânicas e as grandes coberturas sedimentares, e as ricas naqueles elementos, como

as ossaturas de rochas cristalinas fortemente silicatadas. E, além disso, terá que prever que tais diferenças se acentuarão no decorrer dos tempos geológicos.

Excederia os limites deste pequeno artigo, referir, mesmo sumariamente, aspectos, um pouco mais particulares, do problema do calor interno terrestre, nas suas relações com a rádioactividade.

Todos os problemas rádiogeológicos constituem, de resto, ainda questões largamente debatidas, como seria de esperar, dada a índole juvenil dessa ciência que, como a Geoquímica, poderá ser incluída na categoria das «Ciências-pontes», para empregar a sugestiva denominação de P. Urbain.

BIBLIOGRAFIA SUMÁRIA

- J. BECQUEREL — *La radioactivité et les transformations des éléments*, 1924.
 F. GROUT — *Petrography and Petrology*, 1932.
 R. DALY — *Igneous rocks and depths of the Earth*, 1933.
 W. BELOUSSOFF — *Les problèmes de la Géologie et de la Géochimie de l'hélium*, 1935.
 W. VERNADSKY — *Les problèmes de la Radio-géologie*, 1935.
 A. HOLMES — *Principles of Physical Geology*, 1945.
 G. L. DAVIS — *Radium content of Ultramafic Igneous rocks*, 1947.

C. TORRE DA ASSUNÇÃO
 PROF. CATEDRÁTICO DA F. C. L.

11. QUÍMICA

FOTOGRAFIA A CORES

Os princípios em que se baseia a fotografia a cores são conhecidos há já muito tempo, mas foram os progressos realizados, nestes últimos anos, na Química dos corantes, que permitiram o recente desenvolvimento daquele ramo da fotografia.

Recorrendo ao emprego de três lanternas de projecção, podemos projectar sobre um

alvo as três cores fundamentais: vermelho, verde e azul, e ajustar as intensidades dos três feixes luminosos, de forma a obter sobre o alvo a cor branca. Fazendo variar convenientemente as intensidades de cada um daqueles feixes, é possível obter, sobre o alvo, qualquer outra cor.

Foi Clerk Maxwell quem, em 1861, pro-

vou, pela primeira vez, que era possível reproduzir qualquer cor, misturando em diversas proporções as três cores fundamentais. Para o demonstrar, tirou três fotografias do mesmo objecto, sendo uma tirada através de uma solução vermelha, outra através de uma solução verde e a terceira através de uma solução azul. A partir dos três negativos obtidos preparou três positivos, que montou sobre as placas de três lanternas de projecção e, em seguida, sobrepôs as suas imagens sobre um alvo, projectando cada imagem através da solução que tinha sido empregada para tirar a fotografia correspondente. Obteve assim, sobre o alvo, uma imagem corada do objecto.

Depois de Maxwell, vários investigadores procuraram aperfeiçoar este método aditivo. Em 1869, Louis du Hauron, no seu livro intitulado «*As cores em fotografia*», forneceu os elementos de vários processos possíveis para a fotografia a cores. Um deles consistia em recobrir um suporte transparente com três espécies de pequenos filtros, destinados às três cores fundamentais, e aplicar sobre esses filtros uma emulsão sensível às várias cores. É neste processo que se baseia a preparação das primeiras placas, para fotografia a cores, que deram resultados satisfatórios, e que foram apresentados pela Sociedade Lumière, em 1904. Estas placas, que foram denominadas *autocromos*, eram preparadas do seguinte modo: — Por meio de corantes apropriados, coravam-se de vermelho, verde e azul, pequenos grãos esféricos de amido de arroz, misturavam-se cuidadosamente esses grãos e espalhavam-se depois numa camada homogênea, sobre a superfície duma placa de vidro. Em seguida, esmagavam-se os grãos, até tomarem a forma de discos, e preenchiam-se os intervalos com negro de fumo. Sobre este revestimento passava-se então um verniz e, sobre o verniz, applicava-se a emulsão. Nas fotografias obtidas com estas placas, as cores são devidas, tal como no processo da projecção tripla, à mistura das três cores fundamentais, isto é, realiza-se uma síntese cromática aditiva.

Paralelamente a este processo aditivo, de-

envolveu-se um outro processo denominado processo subtractivo, cujo fundamento é o seguinte: sabe-se que, na Natureza, se os objectos nos aparecem corados, é porque absorvem certos componentes da luz branca, e também que, quando se subtrai à luz branca uma dada cor, se obtém uma outra cor, que se diz complementar da primeira. As cores complementares das três cores fundamentais são: azul-verde, complementar do vermelho, azul-vermelho, ou carmim, complementar do verde; e verde-vermelho, que parece amarelo, complementar do azul. Se, tal como no processo aditivo, tirarmos três fotografias do mesmo objecto, através de filtros de cor diferente: um vermelho, um verde e um azul, e se, em seguida, em vez de imprimir os três positivos correspondentes a preto e branco, os imprimirmos nas três cores complementares das cores dos filtros utilizados ao tirar os negativos respectivos, obtemos três positivos: um azul-verde, outro carmim e outro amarelo, que, sobrepostos, nos darão uma imagem corada do objecto nas cores naturais.

Este processo recebeu a designação de subtractivo, porque as cores naturais da imagem final resultam de, por absorção, se subtrair à luz branca as cores complementares das três cores fundamentais, ou seja, realiza-se, neste caso, uma síntese cromática subtractiva.

Em 1905, Karl Schinzel propôs-se simplificar este método, modificando-o de modo a que, em vez de ser necessário fazer três negativos, tirados respectivamente em luz vermelha, verde e azul, e preparar em seguida três imagens coradas sobreponíveis, se pudessem empregar logo três camadas fotosensíveis, com os filtros necessários incorporados, montadas umas sobre as outras, num único suporte. Surgiu, no entanto, a dificuldade de conseguir encontrar um método apropriado para obter a formação da imagem corada, após a exposição e a revelação das camadas sensíveis. Para resolver essa dificuldade, Schinzel propôs incorporar nas três camadas determinados corantes, destinados a servirem de filtros, e empregar em seguida as próprias

imagens argênticas para operar a redução catalítica desses c6rantes.

Mais tarde surgiram v6rias modifica66es do processo de Schinzel, em que os c6rantes eram produzidos nas pr6prias camadas sens6veis, durante a revela66o. Descobriu-se, por exemplo, que alguns reveladores, ao mesmo tempo que revelavam a prata, se auto-oxidavam, tornando-se capazes de formar compostos corados, por combina66o com outros compostos qu6micos, a que hoje se d6 o nome de copuladores. Deste modo, tornava-se poss6vel formar as imagens coradas ao mesmo tempo que se revelava a emuls6o, podendo em seguida eliminar-se a prata por um processo ordin6rio de branqueamento.

Assim, o processo de Fischer, apresentado em 1912, consistia em disp6r, sobre um suporte transparente, tr6s camadas sens6veis 6s tr6s regi6es fundamentais do espectro vis6vel, pela ordem indicada no esquema da figura 1. Cada camada era constitu6da por uma emuls6o, na qual se incorporava um corante sensibilizador apropriado e, em seguida, um copulador destinado a originar o aparecimento da cor conveniente: um copulador capaz de produzir uma cor azul-verde, na camada mais profunda, sens6vel ao vermelho; um copulador capaz de provocar a forma66o duma cor carmim, na camada m6dia, sens6vel ao verde;

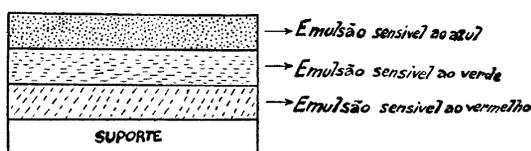


Fig. 1

e um copulador capaz de produzir uma cor amarela, na camada superficial, sens6vel ao azul. As primeiras experi6ncias de aplica66o deste m6todo n6o resultaram, pois se verificou que os produtos qu6micos, empregados como sensibilizadores e como copuladores, n6o permaneciam totalmente nas camadas em que eram incorporados, dando-se uma migra66o, em maior ou menor propor66o, desses produtos para as camadas vizinhas. Este facto fazia com que houvesse uma m6 discrimina-

6o entre as diferentes imagens coradas e que, portanto, as fotografias a cores, obtidas por este processo, n6o fossem boas.

Foi s6 depois de 1930 que, com a descoberta de in6meros corantes capazes de serem utilizados como sensibilizadores, foi poss6vel voltar a este processo e obter bons resultados. Estudando as propriedades dos novos corantes descobertos, encontravam-se alguns que, n6o s6 n6o se deslocavam f6cilmente na gelatina, como ainda apresentavam a propriedade de

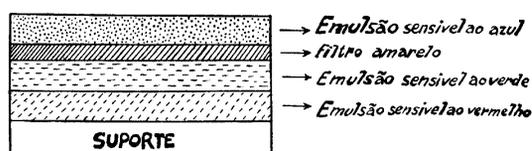


Fig. 2

se fixar por absor66o ao brometo de prata, o que os tornava absolutamente indicados para serem usados como sensibilizadores, pois que, com tais corantes, j6 n6o era de recear o fen6meno da migra66o. Foi assim que, em 1935, apareceu o filme a cores, denominado Kodachrome, que 6 constitu6do por tr6s emuls6es fotosens6veis e um filtro amarelo, dispostos sobre um suporte de gelatina, pela ordem indicada na figura 2. Sobre o suporte de gelatina, 6 colocada a camada sens6vel ao vermelho; sobre esta, a camada sens6vel ao verde; depois uma camada contendo uma m6teria filtrante amarela, que impede a luz azul de atingir as camadas sens6veis ao verde e ao vermelho; e, finalmente, 6 superf6cie, uma camada constitu6da por uma emuls6o vulgar, sem sensibilizador, visto que as emuls6es fotogr6ficas ordin6rias s6o sens6veis 6s cores azul e violeta. Nenhuma destas camadas cont6m qualquer composto capaz de produzir cores: 6 no momento da revela66o que tais compostos s6o introduzidos. Ap6s a exposi66o, para revelar o filme Kodachrome, come6a-se por trat6-lo com um revelador ordin6rio, que revela os negativos a prata nas tr6s camadas. Depois lava-se e, em seguida, exp6e-se a face do filme constitu6da pelo suporte de gelatina a uma luz vermelha, que vai impressionar o brometo n6o exposto da

camada sensível mais profunda, que não tinha sido revelado durante a primeira revelação. Passa-se então o filme num banho que contém um revelador de cor e um copulador, que produzem naquela camada mais profunda um positivo azul-verde, que é uma imagem invertida em relação ao negativo inicial, visto que é devido ao brometo não exposto inicialmente e que o primeiro revelador não tinha revelado. Expõe-se depois a outra face do filme à luz azul e revela-se um positivo amarelo na camada superficial. Finalmente, revela-se o brometo de prata não exposto da camada média com um corante copulador carmim e, em seguida, elimina-se toda a prata das três camadas por meio de um banho de branqueamento.

Pouco depois do aparecimento do filme Kodachrome, a companhia alemã Agfa e, mais tarde, a companhia Ansco, conseguiram um aperfeiçoamento do processo de Fischer. A descoberta de um certo número de corantes, constituídos por grandes moléculas que só muito dificilmente poderiam atravessar a gelatina, e que podiam ser utilizados como copuladores, permitiu-lhes preparar um filme, também com três camadas fotosensíveis e um filtro amarelo, mas em que os copuladores se encontram já nas respectivas camadas, não sendo, portanto, necessário introduzi-los juntamente com os reveladores, o que simplifica muito o processo de revelação. Começa-se por tratar o filme com um revelador ordinário para preto e branco, obtendo-se um negativo que, após uma lavagem seguida duma exposição à luz branca, se trata por um revelador de cores.

Eliminando então a prata, por meio dum banho de branqueamento, tem-se um positivo nas cores naturais.

Mais tarde, apareceu um outro tipo de filme denominado Kodacolor, contendo também já os copuladores nas respectivas camadas. Mas neste caso, o filme, após a exposição, é logo tratado por um revelador de cores que se oxida e reage com os copuladores para formar corantes, de modo que, na camada profunda, se forma uma imagem azul-verde, na

camada média uma imagem carmim e na camada superficial, uma imagem amarela e, portanto, depois da eliminação da prata, pelo banho de branqueamento, obtêm-se um negativo a cores, isto é, uma imagem corada, mas em que as cores são complementares das cores do objecto. Pode-se depois passar este negativo para um papel ou um filme do mesmo tipo e obter assim uma fotografia a cores.

Tanto o processo Kodachrome, como os processos Agfacolor ou Anscocolor, conduzem a positivos e obtêm-se, portanto, transparentes nas cores naturais. É, no entanto, possível obter imagens a cores, a partir destes transparentes, podendo para isso recorrer-se a dois processos principais: o processo *Carbro* e o processo da *transferência da cor*, ou processo de *imbibição*.

No processo Carbro, preparam-se, em primeiro lugar, a partir dos transparentes a cores, negativos a cores complementares e, depois, com estes negativos, preparam-se provas de brometo, que servem em seguida para fazer provas coloridas (em azul-verde, carmim e amarelo) em camadas de gelatina contendo pigmentos corados. Sobrepõem-se então as três camadas de gelatina colorida e obtêm-se uma única imagem.

No processo da transferência de cores, tiram-se três negativos separados (através da face de gelatina do transparente a cores) sobre filmes recobertos duma emulsão lenta ordinária tinta em amarelo, e desprovida de endurecedor. Revelam-se as imagens com um revelador do tipo do pirogalhato alcalino, que endurece a gelatina nos pontos em que a imagem é revelada. Em seguida, elimina-se a emulsão não endurecida, por lavagem com água quente, e obtêm-se assim uma imagem em relevo (em gelatina endurecida) sobre a superfície do filme. Estas imagens em relêvo denominam-se matrizes.

Para obter uma imagem a cores, embebem-se as matrizes em soluções dos corantes apropriados. A matriz tirada a partir do negativo vermelho é embebida até à saturação na solução dum corante azul-verde, eliminando-se depois o excesso do corante, por lava-

gem com uma solução a 1 % de ácido acético. A matriz assim preparada aplica-se então contra uma folha de papel que deve conter um mordente apropriado. O corante é transferido em alguns minutos e é absorvido pelo mordente sobre o papel. Em seguida, embebe-se a matriz correspondente ao negativo separado verde num corante carmim, e transfere-se este para o papel, tendo o cuidado de fazer coincidir exactamente as duas imagens. Finalmente, transfere-se do mesmo modo a imagem amarela correspondente ao

negativo tirado em azul, obtendo-se então sobre o papel a imagem completa, nas cores naturais.

Quando se preparam provas a cores a partir de negativos a cores complementares, pode-se proceder mais rapidamente, visto não ser necessário fazer negativos separados. As matrizes podem, neste caso, preparar-se directamente a partir dos negativos a cores complementares.

MARIETA DA SILVEIRA
1.º ASSIST. DA F. C. L.

PONTOS DE EXAMES DO ENSINO MÉDIO

Exames de aptidão para frequência das licenciaturas em ciências matemáticas, ciências físico-químicas e ciências geofísicas, preparatórios para as escolas militares e curso de engenheiros geógrafos — Outubro de 1948.

46 — Uma amostra de 0,5 g de uma liga de cobre e prata dissolveu-se em ácido azótico e a prata recuperou-se quantitativamente sob a forma de cloreto de prata, que pesou 0,6 g. Calcular as percentagens de cobre e prata na liga ($Cl = 35,5$; $Ag = 108$). R: *A composição da liga é: 90 % de prata e 10 % de cobre.*

47 — 1.º) Duas soluções de glicose e de sacarose com as concentrações, respectivamente, de 1 por cento e de 1,9 por cento, têm o mesmo abaixamento do ponto de congelação. Justifique esta afirmação. ($C=12$).

2.º) Escreva as fórmulas de constituição do acetileno e do etileno. Formule a reacção de adição do etileno com o cloro.

3.º) Formule o processo de preparação do ácido sulfídrico fazendo reagir o ácido clorídrico com o sulfureto ferroso.

Exames de aptidão para frequência do I. S. A. e licenciaturas em ciências geológicas e ciências biológicas — Outubro de 1948.

48 — a) Definir substância química e dar exemplos. b) Enunciar a lei das proporções definidas e dar exemplos. c) Que relação existe entre a definição de substância química e a lei das proporções definidas? d) A descoberta de isótopos invalida ou afecta a lei das proporções definidas?

49 — a) Enunciar as leis de Faraday da electrólise. b) Durante quanto tempo deverá passar uma corrente de 20 amperes, num vaso de electrólise que contém cloreto de sódio fundido, para produzir no cátodo 23 gramas de sódio metálico? Que volume de cloro se

liberta no ânodo, medido nas condições normais de pressão e temperatura? c) Escrever as equações das reacções que se passam nas regiões catódica e anódica. ($Na=23$). R: b) *Das expressões $m=kIt$ e $k = A/96500 n$, tira-se: $t = 1^h 20^m 25^s$.*

O volume de cloro que se liberta no ânodo, no mesmo tempo, é 11,2 l.

Exames de aptidão para frequência do I. S. T. e preparatórios para a Faculdade de Engenharia — Outubro de 1948.

50 — Numa central termo-eléctrica, que trabalha continuamente, e onde o vapor utilizado pelas turbinas que fazem mover os alternadores, é produzido em caldeiras de elevada pressão, queima-se, completamente, um carvão que contém 3 % de compostos sulfurados, sob a forma de pirite. O consumo de combustível é igual a 411 toneladas diárias. Deseja saber-se qual seria a quantidade de ácido sulfúrico que poderia preparar-se, ao fim de um ano, se aproveitássemos os fumos produzidos para a preparação deste ácido, ou a quantidade de enxofre que poderia obter-se ao fim do mesmo tempo se realizássemos a recuperação deste elemento nos fumos que a central envia, pela chaminé, para a atmosfera. Parece-lhe recomendável o aproveitamento e a recuperação indicados? ($S=32$; $O=16$; $Fe=56$; $H=1$). R: *Poder-se-iam preparar 73×10^2 toneladas de ácido sulfúrico ou obter 24×10^2 toneladas de enxofre.*

51 — Deseja escrever-se a equação química que traduzisse a síntese incompleta do benzeno, a partir do carbono, do calcáreo e da água. Indique e classifique as diferentes reacções que, no seu conjunto, traduziriam a síntese indicada e compare a equação obtida com aquela que representa a síntese completa, ou total, do mesmo composto.

52 — Para verificar se uma gasolina tem água (ensaio qualitativo) pode juntar-se a este líquido um pouco de sulfato de cobre anidro. Qual é o fundamento deste processo? Para determinar a quantidade de água na gasolina (ensaio quantitativo) pode tratar-se a gasolina com o carboneto de cálcio. Como se procede para obter o resultado da análise?

Exames de aptidão para frequência da Faculdade de Medicina, Instituto Superior de Medicina Veterinária e Faculdade e Escolas Superiores de Farmácia — Outubro de 1948.

53 — Dissolvendo 15 gramas dum açúcar em 100 gramas de água obteve-se para ponto de congelação do soluto $-1,54^{\circ}\text{C}$. Sabendo que nesse mesmo peso do açúcar existem 6 gramas de carbono, 8 gramas de oxigénio e 1 grama de hidrogénio, determine a sua fórmula molecular. (H=1; C=12; O=16; constante crioscópica da água=1850). R: *Da expressão $\Delta t =$*

$=K_p/MP$, tira-se $M=K_p/P\Delta t=180\text{ g}$. Atendendo à composição da amostra e ao valor calculado para peso molecular, deduz-se a fórmula molecular do açúcar: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.

54 — 1.º) Quais são as substâncias que fazem excepção aparente às leis de crioscopia e ebulioscopia?

2.º) Que são substâncias rádioactivas? Cite as suas propriedades mais importantes?

3.º) Fez-se reagir o ácido azótico fumante sobre o benzeno puro; o composto orgânico resultante foi depois reduzido pelo hidrogénio nascente. Diga os nomes e escreva as fórmulas dos compostos que resultam destas duas reacções e escreva as correspondentes equações químicas.

4.º) Escreva as fórmulas dos seguintes compostos: sexquióxido de ferro, nitrito de alumínio, bicarbonato de sódio, aceto-nitrilo, estearina natural, ácido fénico.

Resoluções de MARIETA DA SILVEIRA

PONTOS DE EXAMES UNIVERSITÁRIOS

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

88 — Um sistema homogéneo gasoso, traduzido pelo esquema: $\text{AB} \rightleftharpoons \text{A} + \text{B}$, tem à temperatura de 200°C a pressão total de 2,8 atmosferas. Sabendo que a constante de equilíbrio do sistema, àquela temperatura, é: $K_p=8,0 \times 10^{12}$, calcular a pressão parcial correspondente ao gás AB não dissociado e qual a percentagem de gás dissociado. R: *As pressões parciais dos vários componentes do sistema, à temperatura dada, podem exprimir-se em função de pressão total P e do grau de dissociação α , e vem: $p_A = p_B = (\alpha/1+\alpha)P$ e $p_{AB} = (1-\alpha/1+\alpha)P$. Aplicando a lei da acção das massas, tem-se: $K_p=p_A \times p_B/p_{AB}=(\alpha^2/1-\alpha^2)P$, e substituindo K_p e P pelos seus valores, deduz-se: $\alpha=0,17$, e portanto, $p_{AB}=2$ atmosferas. A percentagem de gás dissociado é 17 moles por cento.*

89 — Sabendo que, à pressão normal, o ponto de ebulição dum soluto aquoso de sulfato de sódio, contendo 7,1 g/l de sal anidro, é $100,07^{\circ}\text{C}$., calcular o grau de dissociação do sal e a pressão osmótica do soluto, à temperatura de 20°C . São dados os valores das constantes $K_e = 520$ e $R = 0,0821$ — atm/grau. R: *Da expressão $\Delta t = K(n/p)[1 + \alpha(n_1-1)]$, deduz-se o valor $\alpha = 0,85$; e, entrando com este valor de α na expressão $P = (nRT/V)[1 + \alpha(n_1 - 1)]$, calcula-se $P = 3,2$ atmosferas.*

90 — Sabendo que 66 gotas de clorofórmio pesam 1,13 g e que 28 gotas doutro líquido de tensão superficial igual a 63 dines/cm pesa sensivelmente o mesmo, calcular: a) a tensão superficial do clorofórmio;

b) a altura de elevação do mesmo ($d = 1,5$), num tubo de diâmetro igual a 2 mm. R: a) *Aplicando a lei de Tate, aos dois líquidos, tem-se $p = 2\pi r \gamma n$ e $p' = 2\pi r \gamma' n'$, e como $p = p'$, vem: $n\gamma = n'\gamma'$, donde $\gamma = 63 \times 28/66 = 26,7$ dines/cm. b) *Da expressão $\gamma = rhd/2$, tira-se $h = 2\gamma/rd = 2 \times 26,7/0,1 \times 1,5 \times 980 = 0,36$ cm.**

91 — Juntaram-se 6,90 g de álcool etílico a 9,60 g de ácido acético e, quando se atingiu o equilíbrio, havia somente 3,06 g de ácido acético. À mesma temperatura, determine a percentagem de éster saponificado, misturando 44 g de acetato de etilo com 9,0 g de água. R: *As concentrações dos vários componentes do sistema no momento do equilíbrio, são:*

$$\begin{aligned} [\text{CH}_2\text{COOH}] &= 3,06/60 = 0,05 \text{ moles;} \\ [\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5] &= [\text{OH}_2] = (9,60/60) - 0,05 = 0,11 \text{ moles;} \\ e [\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}] &= (6,90/46) - 0,11 = 0,04 \text{ moles.} \end{aligned}$$

A constante de equilíbrio é dada por:

$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5] \cdot [\text{OH}_2]}{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]} = 0,11^2/0,05 \times 0,04 = 60.$$

Quando se misturam 44 g = 0,5 moles do acetato de etilo com 9,0 g = 0,5 moles de água, a quantidade x de éster saponificado, pode calcular-se aplicando novamente a lei de acção das massas e tem-se: $6,0 = (0,5-x)^2/x^2$, donde $x = 0,14$ moles. A percentagem de ésteraponificado é, portanto,

$$p = 100 \times 0,14 \times 88/44 = 28 \text{ \%},$$

Resoluções de MARIETA DA SILVEIRA

12. INFORMAÇÕES VARIAS

NOTICIÁRIO

Vol. II da «Gazeta de Física»

Com a publicação deste fascículo inicia a «Gazeta de Física o seu volume II.

O volume I constituído por 9 fascículos ficou concluído em Outubro de 1948.

Pela demora havida no aparecimento deste fascículo, pedimos desculpa aos nossos assinantes e demais leitores. Foi em parte justificada pelo desejo de melhorar a sua organização. Esperamos continuar a publicá-la de três em três meses, para o que contamos com o auxílio de todos os que se interessam pelo seu desenvolvimento.

X. B.

Aperfeiçoamento do microscópio electrónico

R. C. Williams e R. W. G. Wyckoff inventaram um método que melhora grandemente as imagens fornecidas pelo microscópio electrónico. A fraca abertura dos feixes electrónicos empregados na produção das imagens nem sempre lhes concede o necessário contraste. O método consiste em colocar a preparação numa câmara cujo vazio deve atingir valores da ordem de 5×10^{-5} mm de mercúrio. Próximo do porta-objecto coloca-se um fio de ouro que se aquece electricamente e cujos átomos vão ser projectados sobre a preparação, metalizando o objecto excepto nos lugares que estejam naturalmente protegidos por quaisquer proeminências. Serão estes lugares que o feixe electrónico atravessará depois mais facilmente permitindo melhor contraste da imagem.

R. C.

Começou a funcionar a primeira pilha atómica construída em França

(Reproduzido de «o Século» de 16/XII/1948.)

PARIS 15. — Assinado por Joliot-Curie, alto comissário para a Energia Atómica, e por Raoul Dantry, administrador-geral e delegado do governo, o presidente do Conselho, Queuille, recebeu o seguinte telegrama: «É com prazer que informamos V. Ex.^a que hoje, às 12 h e 12 m, começou a funcionar a primeira pilha atómica, construída em França».

Esta pilha que, desde hoje, funciona em Fort-Chaillon próximo de Paris, é constituída por óxido de urânio e água pesada. Tem um potencial de alguns vátios mas, em pleno funcionamento, o seu potencial poderá alcançar alguns quilovátios. Ela foi construída, principalmente, como aparelho de ensaio desti-

nado ao adestramento dos técnicos e a resolver os problemas suscitados pela construção de pilhas de maior potencial. Poderá ser utilizada na produção de rádioelementos artificiais, empregados nos hospitais e laboratórios.

A. G.

Prémio Nobel de 1948.

O professor P. S. M. Blackett, da Universidade de Manchester, recebeu, em Novembro do ano findo, o prémio Nobel da Física, pelas suas descobertas no domínio dos raios cósmicos. O prémio Nobel da Química foi entregue no mesmo mês, ao professor Arne Tiselius, director do Instituto de Bioquímica de Upsala, pelos seus estudos sobre proteínas.

R. C.

O acordo de cooperação intelectual entre Portugal e o Brasil destina-se ao melhor conhecimento das formas de cultura já atingidas ou a realizar por ambos os povos

Reproduzido de «O Século» de 25-12-48.

Quando da recente passagem por Lisboa do ministro das Relações Exteriores do Brasil, sr. dr. Raul Fernandes, Portugal e a República brasileira assinaram um Acordo de Cooperação Intelectual. O Brasil foi representado no acto por aquele estadista, enquanto o nosso País teve por representante o ministro dos Negócios Estrangeiros, sr. prof. dr. Caeiro da Mata. É esse acordo que se publica hoje nos dois países. Reza assim:

O Governo português e o governo dos Estados Unidos do Brasil, na convicção de que o melhor conhecimento recíproco das formas de cultura por ambos os povos já atingidas ou a realizar, nos domínios da Ciência, da Arte, da Técnica e da Educação, concorrerá para manter a desenvolver ainda mais a consciência da identidade fundamental das respectivas culturas e, por isso mesmo, o espírito de amistosa compreensão entre eles; e, desejosos de traduzir num instrumento de cooperação intelectual o propósito de promover um intercâmbio mais intenso de ideias e informações entre os seus homens de pensamento, os seus Institutos de ensino e de educação, os mestres da sua cultura e os cultores da sua arte — convêm no seguinte acordo:

Art. I — Cada uma das Altas Partes Contratantes procurará promover, por intermédio dos dois organismos de execução adiante designados e nos respectivos centros de educação e ensino superiores, o estudo das

altas manifestações culturais da outra parte e favorecerá, ainda, a criação de sociedades que se proponham o mesmo fim.

Art. II — Cada uma das Altas Partes Contratantes procurará, também, promover, por iniciativa dos mesmos organismos, ou ouvido o parecer destes, o ensino da Literatura, da História, das técnicas científicas, da Arte e outras manifestações superiores da cultura, mais características de uma e outra partes, organizando cursos e conferências, a cargo de professores universitários ou de membros de Academias ou Institutos literários ou científicos oficialmente reconhecidos, de qualquer dos dois países.

Art. III — Também, no mesmo sentido, as Altas Partes Contratantes conceder-se-ão, mutuamente, bolsas de estudo para professores, membros de Academias ou Institutos literários ou científicos, oficialmente reconhecidos, diplomados universitários e técnicos de formação científica, a fim de habilitá-los a fazer trabalhos ou cursos de investigação ou de aperfeiçoamento científico. Outrossim, auxiliarão os beneficiários de bolsas de estudo, que qualquer das partes conceda a seus próprios nacionais, isentando-os, na medida do possível, dos onus e formalidades exigidos por seus regulamentos de ensino.

Dois meses antes do início de cada ano lectivo, as Altas Partes Contratantes combinarão o número de bolsas a conceder nos termos deste Artigo.

Art. IV — As Altas Partes Contratantes estimularão e facilitarão a troca entre si de professores universitários, assim como o intercâmbio de revistas científicas, de livros de texto, teses de doutoramento e outros trabalhos do pessoal docente e técnico das suas escolas superiores e centros de investigação científica, e bem assim, a troca de estudos linguísticos, para a uniformização da terminologia científica nos dois países. Outrossim, cada uma das Altas Partes Contratantes proibirá a solicitação da outra, a entrada e circulação de material publicado fraudulentamente, em qualquer dos dois países.

Art. V — As Altas Partes Contratantes esforçar-se-ão por conceder na base da mais completa reciprocidade, o máximo de igualdade relativamente à admissão de cidadãos portugueses e brasileiros à matrícula nas Universidades, ao exercício de profissões liberais e à equiparação dos respectivos títulos académicos nos dois países.

Art. VI — Cada uma das Altas Partes Contratantes instituirá todos os anos, durante a vigência do presente Convênio, um prémio luso-brasileiro, com a designação de Prémio Alvares Cabral, nunca inferior a 20.000 cruzeiros: no Brasil ou ao seu equivalente em moeda portuguesa, em Portugal, para o melhor trabalho científico, de mérito reconhecido, publicado no período de cinco anos imediatamente anterior da autoria de um nacional da outra Parte, sendo a sua

atribuição da competência, sem recurso, dos organismos mencionados no art. VII.

Em anos sucessivos serão presentes ao concurso trabalhos dos seguintes grupos de matérias: 1.º Filologia, história, filosofia e pedagogia; 2.º) Ciências geográficas, naturais e agrárias; 3.º) Ciências biológicas, medicina e farmácia; 4.º) Economia, direito e ciências políticas; e 5.º) Ciências fisico-químicas, matemáticas e engenharia.

Art. VII — As Altas Partes Contratantes decidem que os dois organismos centrais, encarregados da execução do presente convênio nos respectivos territórios serão, em Portugal, o Instituto para a Alta Cultura e, no Brasil, uma comissão dirigida pelo Ministério da Educação e Saúde, de acordo com o Ministério das Relações Exteriores. Com os referidos organismos poderão colaborar outras organizações oficiosas ou pessoas privadas, que se proponham fins idênticos.

Art. VIII — O presente convênio permanecerá em vigor pelo prazo de dez anos e, se não for denunciado por qualquer das partes, pelo menos, seis meses antes de findo o referente prazo, considerar-se-à como continuando em vigor enquanto não for denunciado com a mesma antecedência.

Art. IX — Salvo na parte que passa a ser regulada pelo presente convênio, mantêm-se em vigor o acordo de 4 de Setembro de 1941, cuja execução se encontra actualmente a cargo do Secretariado Nacional de Informação, Cultura Popular e Turismo, em Portugal, e da Agência Nacional, no Brasil.

Art. X — O presente acordo, feito em dois exemplares, cada um dos quais em língua portuguesa, entrará em vigor, quarenta dias depois de satisfeitas as exigências constitucionais de ambas as Partes Contratantes.

Democracia atômica. A energia nuclear é muito mais que mero segredo militar

De «Manchester Guardian»:

(Reproduzindo de «Sol» de 18-12-948).

Toda a gente sabe que os Estados Unidos ainda têm segredos atômicos cuidadosamente guardados. Num vasto campo da actividade científica a «classificação» de assuntos proibidos limita a liberdade da comunicação e da discussão, criando uma atmosfera opressiva a que a ciência nunca se habituará de boa vontade. No entanto, os especialistas da física nuclear, que são aqueles a quem o assunto mais de perto diz respeito, são os primeiros a reconhecer que, por faltarem as garantias internacionais, estas medidas de segurança são inevitáveis.

Do que se dá aqui, muitas vezes, menos conta, embora muito tivéssemos a ganhar com o exemplo americano, é o progresso rápido que se tem feito na «desclassificação», ou libertação, dos ramos da ciência atômica a que se consideram inofensivos e da energia e dinamismo com que se está a tratar de tornar o povo

americano «atômicamente cômico». A comissão nacional, sob a presidência de Mr. Lilienthal, está resolvida a que a nova ciência, que deriva daquilo que ela considera ser a maior realização americana dos tempos modernos, não fracassará por falta de apreço da parte do público quer a respeito do que promete quer a respeito dos progressos que vai fazendo. Quase não há estado algum na União que não esteja agora ocupado com um ou outro ramo do projecto de energia atômica, com quase todas as universidades e todas as principais empresas de engenharia ocupadas, como agentes da comissão, quer na produção quer nas investigações científicas. Agora, obedecendo ao lema «A Energia Atômica Diz-te Respeito», a comissão está a solicitar a todas as universidades e a todas as escolas a criação de uma democracia atômicamente educada que possa manter-se a par das modificações sociais e económicas que as novas fontes de energia e de força possam fazer surgir. É mais um exemplo do progresso democrático consciente na América que deveria despertar ultimamente algumas das nossas tradições mais sonolentas.

A energia atômica é muito mais do que um mero segredo militar, e isso já foi geralmente reconhecido na América onde a Comissão da Energia Atômica, sob fiscalização civil, tem animado e provocado a livre discussão das suas possibilidades pacíficas. A nova escala em que começam agora a tornar-se disponíveis os isótopos rádio-activos e estáveis de quase todos os elementos químicos assim como os progressos da engenharia e da metalurgia que derivam das investigações sobre as pilhas atômicas deverão afectar quase todos os ramos da produção. A comissão tem em vista uma supremacia americana na nova ciência, baseada no conhecimento generalizado das novas ideias que ela insiste não serem demasiado técnicas para que não sejam compreendidas por qualquer pessoa. Espera-se confiadamente que a jovem América absorva correntemente os aspectos práticos da nova física com a mesma facilidade com que absorveu os motores de combustão interna, a rádio ou o avião, mas vai-se-lhe dar um estímulo mais organizado para se preparar para um futuro próximo de modificações mais fundamentais. Já estão em vias de organização mais de 50 exposições atômicas minuciosas, contando sempre com «o máximo da capacidade». Uma comissão especial da Repartição Federal da Educação está a estudar os métodos mais eficazes de estender a educação atômica a todas as escolas e muitos Estados estão a planear «cursos de aperfeiçoamento para professores» com o fim de manter o corpo docente a par dos progressos alcançados. A Universidade de Harvard estabeleceu uma moda, que está a ser seguida por toda a parte, organizando uma «oficina» para a instrução técnica de professores e as «oficinas modelo» estão agora a aparecer nas escolas. Acompanham também o movimento das escolas nocturnas para adultos que

estão a adoptar a orientação de incluir a energia atômica como matéria corrente do curso em vez de ser como matéria especial. Dentro de poucos anos os rapazes americanos devem descobrir que os seus pais já lhes podem resolver eles próprios os seus quebra-cabeças isotópicos em vez de os mandar consultar o professor.

De «O Século» de 7/XII/1948

Na sessão de ontem da Assembleia Nacional, presidida pelo sr. dr. Albino dos Reis, o sr. Melo Machado ocupou-se largamente da situação criada aos alunos dos liceus pela reforma de 17 de Setembro do ano passado. Recordando que já na sessão legislativa de 1945 tratara do assunto, afirmou: «Já então considerei excessivos os programas, inconcebíveis os exames-charadas, não destinados a conhecer verdadeiramente o aproveitamento dos alunos, mas a reprová-los, e disse que me parecia que o interessante, em matéria de instrução secundária, era procurar dar aos alunos bases sólidas, seguras, nas quais pudessem assentar, com firmeza, o seu futuro, quer na vida prática, quer nos cursos superiores, em vez de lhes cansar a memória e a inteligência com a aquisição de conhecimentos excessivos, por vezes inúteis pela sua minuciosidade — conhecimentos que parecem existir nos programas somente para impedir que os alunos retenham o que é essencial e basilar.

«Que tinha razão — salientou — prova-se com o facto de, pouco tempo depois, ter sido nomeada uma comissão para estudar a reforma. Quando esta comissão apareceu, o orador regozijou-se, julgando que fosse orientada por um espírito de simplificação, de expurgo de tudo o que fosse inútil, ou excessivo, capaz de tornar a sua instrução secundária um instrumento prático, útil na preparação do espírito das crianças e não uma tortura por excesso de conhecimentos mal graduados. A leitura do relatório do decreto n.º 35.507, porém, tirou-lhe todas as esperanças de ver resolvido o problema. Acerca do n.º 6 desse relatório, que aponta em particular pela insistência com que se afirma a deficiente preparação dos alunos do liceu para a entrada nos cursos superiores, disse o orador que, se existisse uma estatística adequada, ela provaria que a preparação diminui na medida em que os programas aumentam de extensão.

Considerou, em seguida, a dificuldade espantosa que os alunos têm em decorar e reter páginas e páginas compactas de História, Geografia, Zoologia e Botânica. Mais adiante, declarou:

«Nem todos os pedagogos juntos serão capazes de me convencer de que é razoável, de que é admissível, que um aluno do liceu saia de casa às 8 horas para voltar às 18. Que tempo lhe fica para estudar? Se, porventura, encontra dificuldade numa ou mais disciplinas e vem a precisar de explicador, a que horas essa criança, que tem de jantar e de se deitar cedo

para se levantar cedo, poderá ter essa ou essas explicações?

E em que condições realiza o estudo, cansada a sua atenção por um dia inteiro de aulas, a sua capacidade cedo reduzida pelo sono que o atormenta? E quando brinca ou se distrai? E quando pertence à família? É possível, é aceitável este regime de trabalho, estudo e preocupação permanente para crianças de 11, 12, 13 ou 14 anos?».

«Tenho aqui — disse, a propósito, o sr. Melo Machado — o resumo de uma conferência feita em 1919, por um estudante de excepcional inteligência e grandes faculdades de trabalho. Não resisto à tentação de ler os seguintes trechos dessa conferência:

«Pelo que, particularmente respeita a esta, é escusado, creio, advogar a necessidade de uma reforma de instrução, se bem que muitas tenhamos tido, que se tornaram inúteis, porque, visando sempre os programas, desprezaram quasi em absoluto, os métodos. E coisa que não precisa de demonstração; a grande maioria, a quasi totalidade dos alunos que frequentam os nossos liceus, estão, no fim de sete anos ou mais de estudo, gastas as economias de seus pais, e alguns até, o que, legitimamente, pertencia a seus irmãos, absolutamente incapazes de, por si, ganharem a vida, se vierem a faltar-lhes os meios de continuar a que levam. Qualquer de nós, lançado, agora, de chofre, no meio do Mundo, está, fisicamente inutilizado para lutar e vencer, sem força moral para impor-se, sem conhecimentos úteis para governar-se.

«Sem crer, com isto, censurar-vos; sem mesmo pôr em dúvida as vossas qualidades de cultura e de aplicação, eu pergunto quem, de nós, os que frequentamos a quinta, a sexta ou a sétima classe, é capaz de ir fazer exame da primeira ou da segunda, com certeza de meter boa figura? Se muitos em consciência, se declarassem sem medo de o tentar, somente lhes diria — felizes!...»

Depois de declarar que o estudante que proferira tão interessantes declarações, se chamava António de Oliveira Salazar, o sr. Melo Machado pediu, ao sr. ministro da Educação, caridade e compreensão, para as crianças que frequentam os liceus. O trabalho que se lhes exige — salientou — é excessivo, e ninguém pode deixar de ficar apreensivo quando vê, como na parada da M. P. como são fracos fisicamente, os nossos rapazes.

CRITICA DE LIVROS

Jackson, L. C. — *Low Temperature Physics* — (Ed.: Methuen & Co, 2.^a ed., revista, 1948.

Este pequeno livro, da conhecida colecção «Methuen's Monographs», é escrito por um dos primeiros investigadores ingleses das muito baixas temperaturas cujo laboratório de Bristol é altamente apreciado no mundo dos físicos.

Trata-se de uma obra excelente, mas posta sob uma forma nm tanto compacta que a afasta por completo do plano da vulgarização ou, mesmo, do ensino universitário, para o do estudo de alunos diplomandos ou doutorandos neste ramo da Física. É recomendável; ainda, para físicos de outras especialidades que desejem informar-se destes importantes problemas e seus progressos recentes. Como diz Jackson no seu curtíssimo prefácio «pode servir como introdução aos leitores cujo interesse principal reside noutras questões, mas também pode estimular alguns a procurarem um conhecimento mais profundo da investigação física no domínio das mais baixas temperaturas».

O conteúdo resumido do livro é o seguinte:

1. Produção de baixas temperaturas (incluindo as inferiores a 1°K) — 2. Medição de baixas temperaturas (incluindo o termómetro magnético) — 3. Hélio líquido e sólido (incluindo os Hélios I e II) — 4. Calores específicos — 5. Conductibilidade eléctrica (incluindo a supracondutibilidade) — 6. Magnetismo (incluindo antiferromagnetismo e metamagnetismo).

Finalmente o autor dá alguma bibliografia, em nossa opinião incompleta. A. G.

Wilson, J. G. — *About Cosmic Rays* — Ed.: Sigma Books Ltd., London, 1948).

O livro de Wilson é o primeiro da colecção «Sigma Introductions to Science» que temos ocasião de ler. Se todos os outros são como este deve tratar-se de uma das melhores colecções de divulgação científica até hoje publicadas.

O nível deste excelente livrinho poderá parecer a muito leitor nacional como excedendo largamente o conceito corrente de divulgação científica. O que importa concluir desta situação é precisamente o impressionante atrazo de cultura da nossa classe média, pelo menos no plano científico. De facto, o próprio autor declara que «este livro pretende dar conta da física dos raios cósmicos ao leitor *não especializado*». E é na realidade o que o autor faz em 142 páginas apenas dedicadas a este assunto tão especial.

Começa com uma introdução de 18 páginas que se lê como um romance, pincelado de história e com as suas definições cuidadas, mas ao alcance de todos, de conceitos fundamentais. Segue-se então uma descrição bastante pormenorizada dos instrumentos de medida apropriados aos raios cósmicos e dos modos de os utilizar.

Aqui devemos fazer uma das nossas raras reservas: a própria descrição dos tubos de Geiger-Müller e das instalações respectivas parecem-nos curtas demais para serem realmente proveitosas. Reconhece-se no entanto que a preocupação do autor é mais a de dar uma ideia clara das possibilidades «geométricas» das medições com contadores do que propriamente da construção e funcionamento destes.

Em compensação o autor não hesita em fazer comentários de largo alcance quando lhe parecem vir a propósito. É o caso do que se encontra na página 44 e que reproduzimos em tradução livre: «Cooperação entre eles (físicos teóricos e experimentais) é sem dúvida o facto determinante no progresso do nosso saber, mas isto não é fácil. Cada um deles tem uma fé verdadeiramente extraordinária nas afirmações do outro... O remédio é, evidentemente, o trabalho em comum dos grupos de teóricos com os de experimentadores... E esta a solução moderna na técnica da investigação...».

O autor passa em seguida a considerar o importante fenómeno dos «showers» (ou, talvez, «chuva de partículas») e dedica depois dois capítulos às partículas de facto mais relevantes, dos raios cósmicos: os mesões.

Então, no capítulo VI, dá-nos uma história comentada da «vida» de um raio cósmico, esclarecida com numerosos diagramas muito bem arquitectados.

Depois aborda o estudo do comportamento dos raios cósmicos no espaço e, embora — e com razão — muito superficialmente, discute a sua possível origem.

Finalmente termina com uma indicação do caminho do futuro e com um post-scriptum, escrito em Fevereiro de 1948, resumindo o essencial do que se fizera desde a conclusão da obra (1946).

Deste modo o autor não se pode referir ainda à produção de mesões no laboratório, descoberta nesse mesmo mês e a que já nos referimos largamente ⁽¹⁾.

A. G.

EFEMÉRIDES

1749 — Nasceu Pierre-Simon, marquês de Laplace, matemático e astrónomo francês; faleceu em 1827.

Boletim bibliográfico

Revistas que trocam com a «Gazeta de Física»

Recebemos os últimos números das revistas seguintes, que estão à disposição dos nossos assinantes:

Revista da Ordem dos Engenheiros
Revista de las Ciencias y de la Técnica
Société Royale Belgue des Ingenieurs et des Industriels
Revue d'Optique
Toute la Radio
Máquinas e Metais
Physics today
Técnica
Revue Pratique du Froid
Euclides
Timber News
Civil Engineering
Science et Vie

Discovery
Revue Technique Philips
Gazeta de Matemática
Technisch - Wetenschappelijk Tijdschrift
Anais da Academia Brasileira de Ciências
Revista de Economia
Boletim da Sociedade de Estudos da Colónia de Moçambique
The Marconi Review
Bulletin de l'Institute International du Froid
Pro-Metal
Revista dos Sindicatos Nacionais dos Engenheiros Auxiliares, Agentes Técnicos de Engenharia e Condutores
Ericson Review
Ericson Tecnics
American Scientist
Civil Engineering
Journal of Mathematics and Physics
The General Radio Experiments
Suíça Técnica.

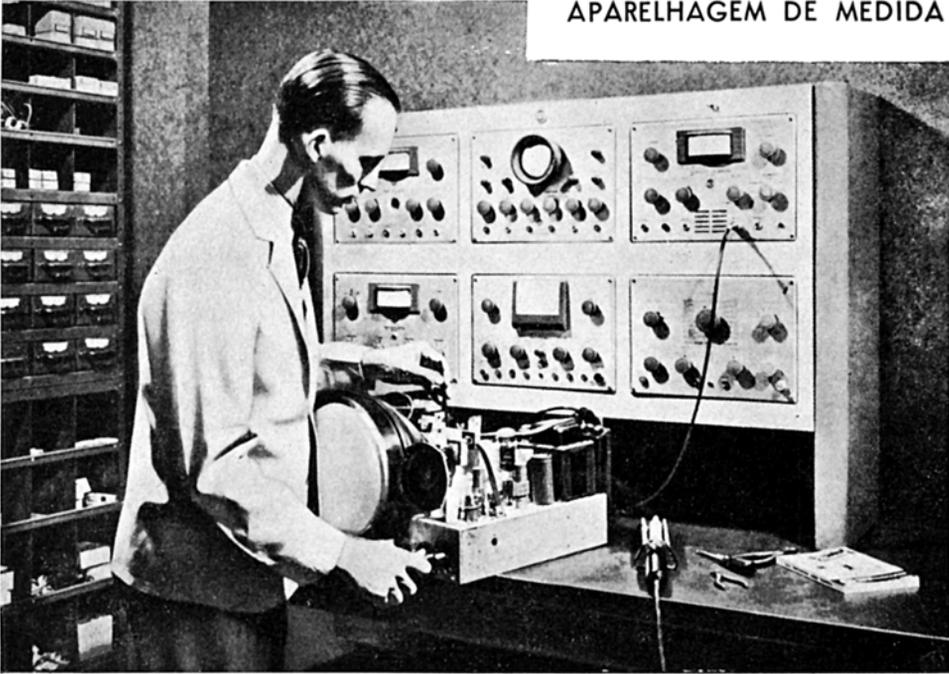
XXII Congresso Internacional de Química Industrial

De 23 a 30 de Outubro próximo, realiza-se em Barcelona este Congresso com as seguintes secções:

- 1.^a — Laboratórios e métodos de análise;
- 2.^a — Instalações fabris;
- 3.^a — Águas;
- 4.^a — Processos de fabrico;
- 5.^a — Combustíveis sólidos e gasosos;
- 6.^a — Combustíveis líquidos;
- 7.^a — Preparação de minerais e metalurgia;
- 8.^a — Matérias de construção: cal, cimento, gesso;
- 9.^a — Vidro, cerâmica, esmaltes refractários;
- 10.^a — Indústria química mineral. Adubos, terras raras, radioactivas, electroquímica;
- 11.^a — Indústria farmacêutica;
- 12.^a — Produtos intermédios, corantes. Pólvoras e explosivos;
- 13.^a — Matérias gordas. Essências e perfumes;
- 14.^a — Pinturas e vernizes;
- 15.^a — Resinas naturais. Plásticos artificiais;
- 16.^a — Celulose e papel;
- 17.^a — Têxteis. Tinturaria;
- 18.^a — Curtidos. Colas e gelatinas;
- 19.^a — Fermentos;
- 20.^a — Indústrias agrícolas;
- 21.^a — Indústrias alimentícias;
- 22.^a — Indústrias de conservação e de frio;
- 23.^a — Organização científica e técnica da investigação e do ensino. Bibliografia e patentes;
- 24.^a — Organização social. Legislação, higiene e segurança;
- 25.^a — Organização comercial, transportes e alfândegas.

⁽¹⁾ Ver: *Gazeta de Física* N.º 7, pág. 204, 1948.

APARELHAGEM DE MEDIDA



EQUIPAMENTOS RCA

PARA ENSAIOS E MEDIDAS LABORATORIAIS



AGÊNCIA GERAL RCA

LARGO DA BOA-HORA, 5-11

TELEF. 30528

LISBOA



MONITORES «AUDIO E VIDEO»

APARELHOS PARA MEDIDAS
ELÉCTRICAS

OSCILOSCÓPIOS

APARELHOS PARA ENSAIOS

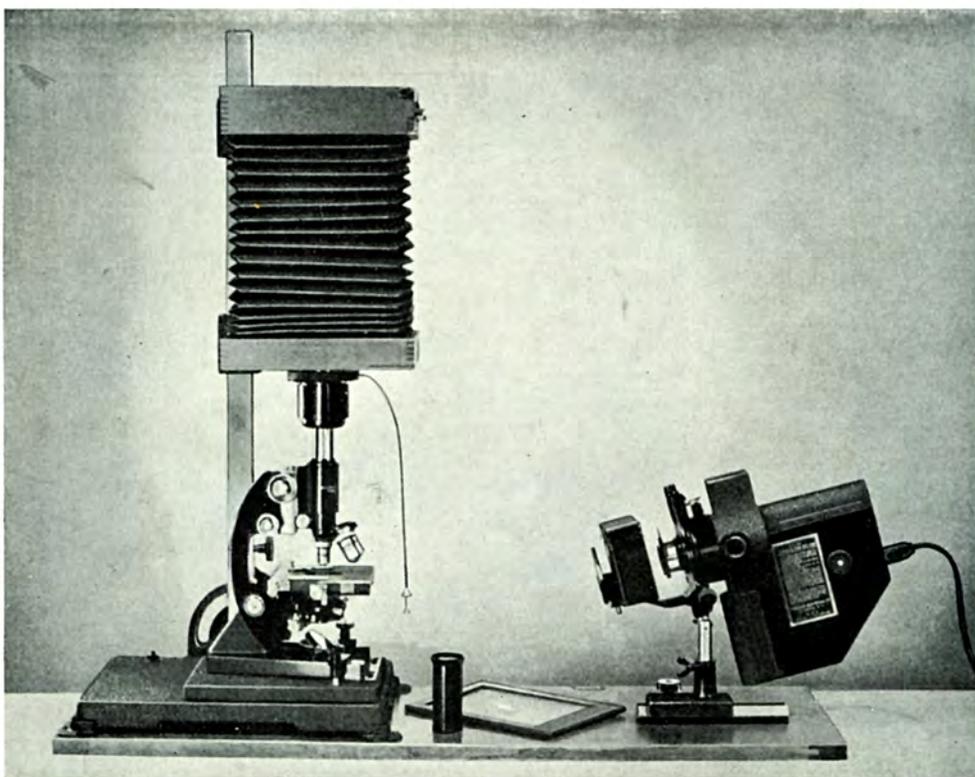
INSTRUMENTOS

ELECTRÓNICOS

PARA ENSAIOS

DE LABORATÓRIO

Dêem o vosso apoio à investigação científica



A P A R E L H O S
P A R A
M I C R O F O T O G R A F I A



BAUSCH & LOMB



REPRESENTAÇÃO
D O
I N S T I T U T O P A S T E U R D E L I S B O A