

GAZETA DE FISICA

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



VOL. I, FASC. 9
OUTUBRO, 1948

*MADAME CURIE
E SEU MARIDO
NA ÉPOCA DA DESCOBERTA
DO RÁDIO*

GAZETA DE FÍSICA

Vol. I, Fasc. 9

Outubro de 1948

SUMÁRIO

Madame Curie, por <i>Irene Joliot-Curie</i>	257
1. Tribuna da Física	
O Rádio: um símbolo, por <i>A. Gibert</i>	258
4. Exames do Ensino Médio	
Pontos de exames de aptidão. Resoluções de <i>Rômulo de Carvalho</i>	261
5. Exames Universitários	
Pontos de exames Resoluções de <i>Glaphyra Vieira</i>	262
6. Problemas de Investigação em Física	
Os espectros magnéticos dos raios α , por <i>S. Rosenblum</i>	263
9. História e Antologia	
Sur une nouvelle substance fortement radioactive, contenue dans la pechblende	270
Madame Curie, por <i>Manuel Valadares</i>	272
Histoire de la decouverte de la radioactivité naturelle, por <i>Raymond Gregoire</i>	277
Um semestre no Laboratório de Madame Curie, por <i>Marques Teixeira</i>	279
10. Química	
Pontos de exames de aptidão Resoluções de <i>Marieta da Silveira</i>	281
Problemas de exames universitários Resoluções de <i>Marieta da Silveira</i>	282
11. A Física nas suas Aplicações	
Curieterapia e Röntgenterapia, por <i>Carlos Santos</i>	283
12. Informações Várias	286

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

RESPONSÁVEIS DAS SECÇÕES

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

Direcção

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

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

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

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

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

NÚMERO AVULSO ESC. 12\$50 — 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. I, Fasc. 9

Outubro de 1948

MADAME CURIE

Em 26 de Dezembro de 1898 os Comptes Rendus da Academia de Ciências de Paris publicaram uma comunicação assinada por M. et M^{me} P. Curie e M. Bémont, pela qual se tornou conhecida a descoberta dum novo elemento radioactivo a que se deu o nome de RÁDIO. Entre tantas memórias que têm sido publicadas esta marca um padrão na História da Ciência e no progresso da Humanidade. Por tal motivo se tem agora comemorado, em toda a parte do mundo, o cinquentenário daquela descoberta e realçado as extraordinárias figuras dos esposos Curie. A Gazeta de Física, embora modestamente, associa-se à homenagem mundial, dedicando este número à descoberta do RÁDIO, e orgulha-se por arquivar nas suas páginas algumas palavras que Irene Joliot-Curie escreveu expressamente para nós.

La découverte de la radioactivité faite par Becquerel en 1896 et la découverte du polonium et du radium, par Pierre et Marie Curie en 1898, ont repris un intérêt d'actualité. Dès le début du siècle, les savants et le grand public ont réalisé l'importance fondamentale de ce fait nouveau l'existence d'une énergie intra-atomique, beaucoup plus considérable que les énergies qui proviennent des réactions chimiques entre les atomes. Déjà, à cette époque, l'utilisation future de cette énergie a été prévue par les savants.

Le radium, confondu par le grand public avec les radio-éléments en général, et dont les propriétés merveilleuses étaient connues hors du cadre étroit des laboratoires, a été l'objet de mainte anticipation romanesque. Il n'a fallu que cinquante ans pour que ces rêves deviennent proches du domaine de la réalité.

Pierre et Marie Curie auraient certainement beaucoup souffert s'ils avaient pu savoir que la première utilisation de l'énergie atomique serait une application destructrice. Mais nous devons avoir confiance dans l'avenir: la conquête de l'énergie atomique sera sans doute pour l'humanité une étape comparable à celle de la découverte du feu. De même que les hommes préhistoriques qui commencèrent à utiliser le feu ne pouvaient prévoir le rôle de celui-ci dans la civilisation moderne, de même nous ne pouvons même pas deviner quel sera le rôle de l'énergie atomique dans la civilisation future. Mais nous sentons qu'une ère nouvelle a commencé il y a cinquante ans avec les travaux de Becquerel et de Pierre et Marie Curie.

IRENE JOLIOT-CURIE

PROFESSEUR A LA FAC. DES SC. PARIS

1. TRIBUNA DA FÍSICA

O RÁDIO: UM SÍMBOLO

Descobrir o rádio, dois anos após a descoberta da radioactividade, bem nebulosa ainda no conceito da ciência, tal foi o notável feito de Pierre e Marie Curie que agora comemoramos. Que tal feito foi notável, todos o sabem, mesmo aqueles que não sabem mais nada a este respeito.

Mas, muito para além do seu valor científico imediato, a descoberta do rádio teve um alcance inesperado pelas suas múltiplas e profundas repercussões nalguns dos mais essenciais aspectos da vida da humanidade.

É acima de tudo por este excepcional significado que a descoberta do rádio — um símbolo — é justamente merecedora duma comemoração.

São sem dúvida muito importantes algumas aplicações bem conhecidas da radioactividade: tratamento dos cancros, em Medicina, mutações provocadas, em Biologia, radiografias, em Engenharia Metalúrgica, determinação da idade da Terra, em Geologia, etc. mas foi incomparavelmente mais decisiva, para o progresso, a aplicação da radioactividade à sua própria Ciência-mãe: a Física. Nesta, criou-se um novo ramo, a Física Nuclear, cujo desenvolvimento extraordinariamente acelerado culminou há poucos anos com a descoberta da libertação provocada e controlada das imensas reservas de energia de certos núcleos.

Entre o ponto de partida e esta meta tão espectacular, quantos «segredos» foram revelados graças à radioactividade? São tantos que só citaremos os mais genéricos: as «partículas» alfa e beta, os raios gama, a existência duma estrutura nuclear, os isótopos, as transmutações dos átomos (velhíssimo sonho dos Alquimistas que os Filósofos já tinham resolvido classificar de utópico ...), o neutrão, os raios cósmicos, o electrão positivo, a materialização de energia, a radioactividade

provocada (e o seu cortejo de novos isótopos e de novas aplicações, nomeadamente, o desenvolvimento enorme da técnica dos rádio-indicadores), as máquinas aceleradoras de iões, os isómeros, etc., etc.

Daqui já se conclui que é impossível «medir» a importância da descoberta inicial do rádio com todas as suas consequências, mesmo apenas as actuais.

De facto seria ridículo, e por aqui pode sentir-se bem a fraqueza de certos «valores» perante outros, tentar avaliá-la em grandezas materiais ou espirituais correntes. Na verdade uma descoberta fundamental é incomensurável pois são essas descobertas que asseguram o nosso progresso e que definem o sentido profundo da razão de ser da nossa evolução e dos nossos esforços.

E pode dizer-se que a humanidade bem assim o compreendeu, manifestando-se em todos os países civilizados um intenso movimento «Pro-Física» que, nas nações mais civilizadas, chega mesmo à concessão de situações privilegiadas aos próprios Físicos.

Ora, se pensarmos que os progressos da Física, durante estes últimos 50 anos, foram também notáveis noutros campos e com não menos fecundos domínios de aplicação⁽¹⁾ não será de estranhar que nos referidos países se tenha procurado dar incremento aos estudos de Física, que os Governos tenham subsidiado largamente investigadores e Institutos de Investigação, que se tenham ampliado os cursos de Física criando-se novas cadeiras para cada vez mais professores, etc.

⁽¹⁾ Raios X, ultra-violetas, infra-vermelhos, fotografia, rádio, electrónica, teoria da relatividade, mecânica ondulatória, magnetismo, piezo-electricidade, baixas-temperaturas, ultra-sons, ondas curtas e ultra-curtas, isolamento térmico e acústico dos edifícios, altas pressões, vácuo, etc., etc.

Depois do que se disse a princípio, e que é a simples verdade, aliás como todos sabem, «toda a gente» compreende a razão de ser e a justiça destas reformas.

Posto assim o problema, com uma expressão que nos esforçamos por conservar puramente objectiva, vejamos como se nos depara o panorama nacional no quadro que estamos debatendo: a Física.

1.º) No ensino liceal (não me refiro à, última reforma, por desconhecer os seus programas) a situação é tristemente decadente, não sabemos bem como nem porquê, mas sabemos, como todos da nossa geração e bem assim aqueles que nesses tempos eram nossos professores, que nós estudávamos Física pelo «Turpain», pelo «Chassagny» ou pelo «Boutaric». Isto é que ninguém pode negar, nem tão pouco o seu duplo significado: que se estudava muito mais Física e que se era capaz de estudar em francês. É claro que não estamos a fazer propaganda dos referidos livros. Estamos apenas a citá-los pelo seu nível bem conhecido e achamos que não vale a pena fazer comparações demoradas.

2.º) No ensino universitário clássico a situação não é menos surpreendente:

a) A maior parte dos lugares de professores não estão preenchidos mas, mesmo que o estivessem, 3 professores por universidade é muito pouco, em particular para populações escolares como as de Lisboa e Porto. *Os números correntes lá fora oscilam entre 10 e 30.*

b) O estudo da Física continua lamentavelmente prejudicado pela sua incompreensível associação com a Química. *Lá fora são frequentes os cursos de Física em que não há uma única cadeira de Química.*

c) As instalações laboratoriais, a duração das aulas, a grandeza das turmas, a insuficiência dos assistentes, o afastamento dos mestres são outros tantos motivos da ausência de rendimento das aulas práticas, que, conduzidas como o são, colaboram com a falta de bases oriunda do liceu no completo aniquilamento do aluno como candidato a físico.

Bem sabemos que entre nós não existe um curso de Física e que, portanto, estamos analisando o curso de Físico-Químicas que se destinava, na intenção dos seus criadores — não a formar físicos mas simplesmente a preparar professores para o ensino liceal. (Parece que naquele tempo o ensino universitário era considerado uma espécie de vocação...). Por isso, deve compreender-se que, de certo modo, as nossas considerações provam que o referido curso existente não pode servir à formação dos físicos de que o nosso país há-de precisar, como precisa de engenheiros, de médicos ou de advogados.

d) Por causa de insuperáveis limitações de tempo — se outras não houver — e por necessário respeito pela sequência lógica dos assuntos, são precisamente as questões mais modernas ou mais importantes nas aplicações científicas ou industriais que não se ensinam entre nós.

e) Num momento em que era, portanto, de esperar um impulso aos estudos de Física, estes ainda se viram privados duma parcela da sua já reduzida substância, perdendo por completo o ensino da Acústica e da Física dos Sólidos e dos Fluidos, para serem insuficientemente compensados pela criação do Curso Geral de Física e da cadeira semestral de Mecânica Física. Esta amputação da Física foi acompanhada da criação da Meteorologia e Geofísica (iniciativa em si bem de louvar) mas que, infelizmente e inutilmente, prejudica a Física. Assim, e nomeadamente, a cadeira de Mecânica Física é seguida ao mesmo tempo pelos alunos do 2.º Ano de Física (sem Física Geral sequer ainda) e pelos finalistas da Meteorologia e Geofísica (já com exame de Mecânica Racional). Foca-se assim mais um aspecto que não nos parece progressivo e que julgamos original do nosso país: dois cursos na mesma cadeira em vez de várias cadeiras tratando do mesmo assunto (mas com professores diferentes).

f) Não é só para a formação de físicos e químicos que a Física é de há muito reconhecida necessária. Ora esta situação só pode ter

sido reforçada pelo incremento extraordinário da Física nos últimos 50 anos. E assim em muitas universidades estrangeiras existem cursos especiais de Física para os estudantes de outras ciências.

A única cadeira nestas condições entre nós, a Física F. Q. N. que servia para futuros médicos e biólogos foi recentemente reduzida a semestral sem nenhuma contrapartida nos referidos cursos (o que poderia ter-se dado, por exemplo, sob a forma de criação de novas cadeiras de Física Optométrica, de Física das Radiações, de Rádio-isótopos, de Biofísica, etc.). Sem dúvida terá havido fortes razões para assim proceder mas isto não nos parece compreensível em presença da importância cada vez maior da Física e julgamos que será muito prejudicial para os alunos dos referidos cursos. Esperamos que especialistas de ambos os cursos se pronunciem e confiamos que eles não deixarão de nos dar razão.

3.º) No ensino universitário técnico, se não há situações novas, nem por isso as existentes nos parecem satisfatórias.

a) Em quase toda a parte as escolas de engenharia reconheceram as vantagens de criar uma especialidade nova: a de Engenheiro-Físico. Parece-nos prejudicial que não se faça o mesmo entre nós.

Por outro lado, dentro das próprias especialidades já clássicas (algumas das quais, é certo, também ainda faltam no nosso País) o desenvolvimento dos estudos de Física é em geral muito superior ao que tem sido considerado suficiente entre nós.

b) Em toda a parte é desenvolvido o estudo de Física nas Escolas de Agronomia. Entre nós o ensino da Física é completamente inexistente nesses cursos (por exemplo, na Universidade, da Califórnia dão-se dois anos de Física Geral e depois cadeiras de: Calor, Teoria Atômica, Electrónica).

c) Uma situação que também estranhemos pois parece possuída de contradição interna é o facto da Física ser, apesar de tudo, re-

conhecida útil para a Medicina e não ser considerada necessária para a Medicina Veterinária. Então os outros animais não utilizam tratamentos cujos fundamentos são precisamente os mesmos dos que se aplicam aos homens? Esta contradição não existe em geral lá fora, mas entre nós talvez haja, para ela, alguma justificação que desconhecemos.

4.º) Na Investigação Científica a nossa posição também nos parece merecedora de alguns reparos que deixaremos para outra ocasião. Note-se no entanto aqui que os que desejem fazer investigação científica em Física não têm outro caminho a seguir para adquirirem a sua preparação profissional que o curso de Ciências Físico-Químicas com todos os inconvenientes e deficiências que por várias vezes temos apontado. A não ser em condições excepcionais, o candidato português a físico terá pois de procurar num centro estrangeiro a conclusão da sua formação básica bem como a conseqüente iniciação na investigação científica. Isto nunca poderá ser utilmente feito em menos de 4 anos e tem sido de facto este o prazo em geral concedido pelo I A C aos seus bolseiros.

É este o panorama nacional, pelo menos assim ele nos aparece neste momento...

Esta série objectiva de factos mostra como é urgente, em Portugal, a necessidade de uma revisão do critério com que tem sido apreciado o valor cultural e social da Física. Todos nós devemos incansavelmente procurar contribuir para o esclarecimento deste problema, provocando o seu debate e argumentando com entusiasmo em defesa de direitos duramente conquistados pelos físicos nossos colegas.

Ao dedicarmos esta análise da situação do ensino da Física em Portugal, a propósito do símbolo que vemos no rádio, à comemoração do 50.º aniversário da descoberta deste elemento pelos esposos Curie, esperamos não ter fugido ao nosso propósito permanente: a defesa da Física como Ciência e como Profissão.

A. GIBERT
FÍSICO

4. EXAMES DO ENSINO MÉDIO

PONTOS DE EXAMES DE APTIDÃO

Instituto Superior Técnico e Faculdade de Engenharia — Agosto, 1948.

57 — I) Um alternador lança uma corrente de 5 amperes eficazes através de uma linha de cobre que tem 8 milímetros quadrados de secção. A corrente vai ser utilizada num circuito situado a 100 quilómetros de distância do gerador. Calcule a tensão da corrente à entrada do circuito de utilização. Tensão eficaz nos terminais do alternador: 10^4 volts. Resistência específica do cobre: 1,6 microohms-centímetro. R: *Potência correspondente ao circuito exterior:* $P_e = V_i = 10^4 \times 5$ W; *Resistência da linha de ida e volta:* $r = 2\rho c/s = 2 \times 1,6 \times 10^{-6} \times 10^7 / 8 \times 10^{-2} = 4 \times 10^2$ ohms. *Potência consumida nos cabos:* $P_c = i^2 r = 5^2 \times 4 \times 10^2 = 10^4$ W. *Potência utilizável:* $P_u = P_e - P_c = 5 \times 10^4 - 10^4 = 4 \times 10^4$ W. *Tensão à entrada do circuito de utilização:* $V = 4 \times 10^4 / 5 = 8 \times 10^3$ V = 8 kV.

58 — II) Um recipiente fechado, de 25 dm^3 de capacidade, contém oxigénio à pressão de 5 kg/cm^2 . Se essa massa de gás for transferida para um balão de 5 dm^3 , à mesma temperatura, quanto vale o aumento de pressão sofrido, expresso em milibares? R: *Pressão a que ficou o gás:* $p = 5 \times 25 / 5 = 25 \text{ kg/cm}^2$. *Aumento de pressão sofrido:* $25 - 5 = 20 \text{ kg/cm}^2$ que equivale a $20 \times 9,8 \times 10^5$ barias e a $19,6 \times 10^3$ mb.

59 — III) Quando olhamos para um objecto que está mergulhado num líquido temos a impressão que o vemos mais próximo da superfície livre do que realmente está. Explique este fenómeno.

I. S. A. — Licenciatura em ciências geológicas e ciências biológicas — Agosto, 1948.

60 — I) Acerca das transformações de energia eléctrica e mecânica em energia calorífica, responda às questões seguintes: a) Enuncie as leis de Joule, escreva a expressão matemática que traduz essas leis e refira-se ao significado da constante que figura nessa expressão. b) Uma corrente eléctrica de intensidade constante e com o valor de 2 ampères, percorreu durante 5 minutos um circuito de resistência 49 ohms. Calcular a altura de que deveria cair um corpo de 12 quilogramas, para que, ao chocar o solo, produza a mesma quantidade de calor que se libertou pela passagem da corrente no circuito a que anteriormente se aludiu. ($J = 4,18 \text{ J/cal.}$; $g = 9,8 \text{ m/s}^2$). R: *Quantidade de calor desenvolvida pela passagem da corrente eléctrica:* $Q = 0,24i^2rt = 0,24 \times 4 \times 49 \times 5 \times 60 = 14 \times 10^3 \text{ cal.}$, equivalente a $4,18 \times 14 \times 10^3 = 59 \times 10^3$ J.

Altura da queda: $e = W/mg = 59 \times 10^3 / 12 \times 9,8 = 5 \times 10^2 \text{ m.}$

61 — II) Relativamente aos movimentos vibratório e ondulatório, responda às questões seguintes: a) Definição de movimento vibratório harmónico ou simples; dedução da equação das elongações; sua representação gráfica. b) Ondas longitudinais e ondas transversais. Comprimento de onda.

Ciências matemáticas, ciências físico-químicas e ciências geofísicas, preparatórios para as escolas militares e curso de engenheiros geógrafos — Agosto, 1948.

62 — I) Uma corrente eléctrica, que tem de intensidade 12×10^9 unidades electrostáticas de intensidade, atravessa três voltâmetros contendo respectivamente solutos de azotato de prata, de sulfato cúprico e água acidulada com ácido sulfúrico. Tendo a corrente passado durante $16^m 5^s$, pretende-se saber: 1.º) A massa de prata libertada; 2.º) A massa de sulfato cúprico decomposto; 3.º) O volume do hidrogénio que se liberta (0° C. e 760 milímetros de mercúrio); 4.º) A massa de ferro que se libertaria num voltâmetro com cloreto férrico, no mesmo tempo em que a mesma corrente pusesse em liberdade 63,6 gramas de cobre, num voltâmetro contendo sulfato cúprico.

$Ag = 108$; $Cu = 63,6$; $H = 1$; $S = 32$; $O = 16$; $Fe = 56$.

Quantidade de electricidade que liberta um equivalente químico: 96.500 Coulombs . R: *A intensidade da corrente equivale a* $12 \times 10^9 / 3 \times 10^9 = 4$ amperes e *o tempo de passagem da corrente a* $16 \times 60 + 5 = 965$ s. 1.º) $m_1 = Ait / Fv = 108 \times 4 \times 965 / 96500 \times 1 = 4,32$ g; 2.º) *massa de cobre depositada* $m_2 = 63,6 \times 4 \times 965 / 96500 \times 2 = 1,27$ g; *massa de SO_4Cu decomposta:* $m_3 = 1,27 \text{ SO}_4\text{Cu} / \text{Cu} = 3,2$ g; 3.º) *massa de hidrogénio libertada:* $m_4 = 4 \times 965 / 96500 = 4 \times 10^{-2}$ g; *volume correspondente nas condições normais:* $v = 4 \times 10^{-2} \times 11200 \text{ cm}^3 = 448 \text{ cm}^3$; 4.º) *Dividindo membro a membro as equações* $m_{Fe} = A_1it / Fv_1$ e $mcu = A_2it / Fv_2$ vem $m_{Fe} / m_{Cu} = Av_2 / A_2v_1$ donde $m_{Fe} = 6,6 \times 56 \times 2 / 63,6 \times 3 = 37$ g.

63 — II) a) MECÂNICA. Um bloco de ferro tem um peso igual a um quilograma. Se o levamos para o polo Norte, o seu peso aumenta ou diminhe? Porquê? E, no equador, pesa mais ou menos? Porquê? Enun-

cie as leis em que apoia o seu raciocínio. A massa variou? Que diferença existe entre *peso* e *massa*?

64 — II) *b)* MECÂNICA — MOVIMENTO VIBRATÓRIO. Deduza a expressão que dá a elongação no movimento vibratório simples. Faça uma aplicação da fórmula obtida, com números à sua escolha.

65 — II) *c)* CALOR. A moléculagrama de um gás, ocupa, a 0° C. e a 760 milímetros de mercúrio, o volume de 22,4 litros. Se a pressão passar para 3.040 milímetros de mercúrio, mantendo-se constante a temperatura, com que volume fica o gás? E se a temperatura passar de 0° C. para 273° C., mantendo-se constante a pressão, qual é o novo volume? Enuncie as leis que aplicou. Deduza a equação dos gases perfeitos e aplique-a ao caso citado. Que entende por gás perfeito? R: *Volume ocupado pelo gás no 1.º caso:* $v = 760 \times 22,4 / 3040 = 5,6$ l; *volume ocupado no 2.º caso:* $v = v_0(1 + \alpha t) = 22,4(1 + 273/273) = 44,8$ l.

66 — II) *d)* ELECTRICIDADE. As radiações visíveis são da mesma natureza ou de natureza diferente dos Raios X, na teoria electro-magnética de Maxwell? Que têm de comum estas radiações? Em que diferem? Como se podem obter os Raios X? Quais as suas propriedades?

Faculdades de Medicina, Faculdade e Escolas Superiores de Farmácia e Instituto Superior de Medicina Veterinária — Agosto, 1948.

67 — I) Deseja-se utilizar uma queda de água para instalar uma central hidro-eléctrica. A queda lança 18 metros cúbicos de água por minuto, de uma altura de 90 metros. Calcular em cavalos-vapor e em watts a potência desenvolvida por essa queda.
R: $P = mge/t = 18 \times 10^3 \times 9,8 \times 90 / 60$ W = 27×10^4 W = 360 Cv.

68 — II) Como pode determinar o calor específico de uma substância sólida? Escreva a expressão matemática que nos dá o seu valor e diga o significado das letras que nela entram.

69 — III) O que sabe sobre a electrólise?

70 — IV) Descreva a bobina de Ruhmkorff, explique o seu funcionamento e diga alguma das suas aplicações. Como pode verificar se nela aparecem correntes de Foucault?

71 — V) Na mecânica como se pode verificar o princípio da conservação da energia?

Resoluções de RÔMULO DE CARVALHO

5. EXAMES UNIVERSITÁRIOS

PONTOS DE EXAMES

F. C. L. — Electricidade — 1.º exame de frequência — 1948.

170 — *a)* Caracterize o campo eléctrico e o potencial, no interior e à superfície de um condutor carregado e em equilíbrio electrostático. Justifique as afirmações que fizer.

b) Defina coeficiente de influência de um condutor sobre outro.

Explique por que aumenta a capacidade de um condutor carregado quando aproximamos desse condutor um outro com carga de sinal contrário.

c) Enuncie e demonstre o teorema de Coulomb.

171 — *a)* Noção do fenómeno de polarização dum dieléctrico.

b) Lei do decrescimento espontâneo do campo eléctrico num semi-condutor isotrópico; tempo de relaxação.

c) Defina permeabilidade magnética duma substância e a respectiva unidade Giorgi. Estabeleça a relação entre esta unidade e a unidade electromagnética.

172 — *a)* Acção de um campo magnético sobre um circuito percorrido por corrente eléctrica.

b) Estabeleça a equação de Maxwell-Ampère e indique o seu significado.

c) Lei de Ohm da corrente alternada.

173 — Têm-se dois condensadores carregados cujas capacidades são 0,20 μ F e 3×10^5 U. Es. C. sendo de 200 V o potencial do 2.º. Ligam-se em paralelo e o potencial do 1.º reduz-se de 20 %. Calcular as cargas iniciais dos dois condensadores e a variação de energia resultante de se ter efectuado a ligação.
R: *Determinação de Q_2 :* Dos dados do problema tira-se $Q_2 = V_2 C_2 = 200 \times 1/3 \times 10^6 = 2/3 \times 10^4$ C = $0,7 \times 10^{-4}$ C. *Determinação de Q_1 :* Depois da ligação tem-se $C_1 + C_2 = (Q_1 + Q_2)/0,80$ V₁; substituindo valores, efectuando operações e tirando o valor de Q_1 , vem $Q_1 = 0,6 \times 10^{-4}$ C.

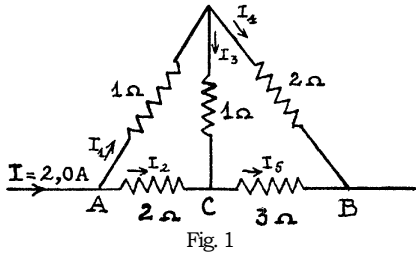
Cálculo da variação de energia:

Antes da ligação $W_i = W_1 - W_2 = (C_1 V_1^2 + C_2 V_2^2)/2 = (10^{-6} \cdot 2)(300^2 \cdot 5 + 200^2 \cdot 3) = (47 \cdot 30) \times 10^{-2}$ J.

Depois da ligação $W_f = CV^2/2$ em que $C = C_1 + C_2$ e $V = 0,80$ V₁ logo $W_f = (10^{-6} \cdot 2)(1 \cdot 5 + 1 \cdot 3) \times 240^2 = (46 \cdot 30) \times 10^{-2}$ J.

Varição de energia $W_f - W_i = (46:30 - 47:30) \times 10^{-2} \text{ J} = -10^{-2}/30 \text{ J}$.

174 — Considere-se o circuito seguinte:



A corrente na linha é 2,0 A. Pretende-se substituir todas as ligações entre A e B por um gerador de 1,5 V e 1,0 Ohms e uma resistência; associadas em série, de modo a não se alterar o regime na linha. Esquematize a nova ligação e calcule o valor da resistência. R: No esquema apresentado na prova só estava indicado o sentido e o valor da corrente I e os valores das resistências dos diferentes troços do circuito. Pela aplicação das leis de Kirchoff tem-se:

$$\begin{cases} I = I_1 + I_2 \\ I_1 = I_3 + I_4 \\ I_2 = I_5 - I_3 \\ I_1 + I_3 - 2I_2 = 0 \\ 2I_4 - 2I_5 - I_3 = 0. \end{cases}$$

A resolução deste sistema dá os valores de $I_1 = 30A/23$; $I_2 = 16A/23$; $I_3 = 2A/23$; $I_4 = 28A/23$ e $I_5 = 18A/23$.

A tensão V entre A e B é igual à tensão V_1 entre A e C mais a tensão V_2 entre C e B. Da figura 1 tira-se que: $V_1 = R_2I_2 = R_1I_1 + R_3I_3 = 32/23$ volts; $V_2 = R_5I_5 = R_4I_4 - R_3I_3 = 54/23$ Volts. Logo $V = V_1 + V_2 = 86/23 = 3,7$ Volts.

Quando se substituem as ligações entre A e B por um gerador e uma resistência R em série há a considerar os dois esquemas a) e b) indicados na figura 2.

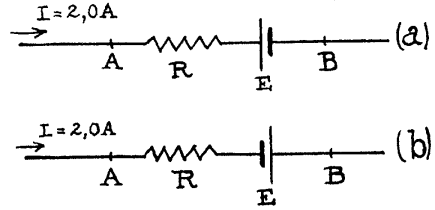


Fig. 2

No esquema a) tem-se que $V = E + R_1I$ em que $R_1 = (R_i + R)$ é a resistência total do circuito, R_i a resistência interior do gerador de f. e. m E e R a resistência a pôr em série com o gerador. Substituindo valores vem: $3,7 = 1,5 + (1,0 + R) 2,0$ donde $R = 0,1$ Ohms.

No esquema b) tem-se que $V = R_1I - E$ ou substituindo valores, $3,7 = (1,0 + R)2,0 - 1,5$ donde $R = 1,6$ Ohms.

Resoluções de GLAPHYRA VIEIRA

6. PROBLEMAS DE INVESTIGAÇÃO EM FÍSICA

OS ESPECTROS MAGNÉTICOS DOS RAIOS ALFA

As grandes descobertas surgem por vezes separadas por um intervalo de tempo correspondente à vida duma geração. Se os nossos pais foram, no fim do último século, testemunhas da descoberta dos raios X, da radioactividade e do electrão negativo, a nossa geração assistiu, entre outras, às descobertas do neutrão, da cisão atómica e do mesão, nos meados do século corrente. É talvez interessante observar as reacções dos contemporâneos de algumas destas grandes descobertas.

Se a descoberta da desintegração espontânea dum átomo transtornou as noções bem adquiridas pelos nossos pais que acreditaram na imutabilidade dos elementos, sempre estáveis e semelhantes a si próprios, nós sofremos

um choque psicológico do mesmo género quando soubemos que os núcleos atómicos podiam não só emitir partículas α (ou núcleos de Hélio) mas até separar-se em duas partes quase iguais. Como estamos longe da noção de átomo eterno e estável!

Temos átomos, que não só evoluem gradualmente, como se cindem em dois à semelhança das células biológicas. Esta noção era de tal maneira imprevisita que Hahn numa das suas memórias dizia aproximadamente:

«Isolámos, no Urânio *bombardeado* por neutrões, um elemento que tem todas as propriedades do Bário; como químico, diria que é Bário, mas como físico sei que isto é contrário a todas as teorias admitidas; trata-se portanto sem dúvida dum novo elemento pe-

sado, análogo ao Bário no que diz respeito às suas propriedades químicas». Só muito mais tarde ele se convenceu de que se tratava efectivamente de Bário e de que o átomo de Urânio se tinha partido em duas partes quase iguais, como o faria uma gota líquida.

Festejamos o cinquentenário da descoberta do Rádio e parece-me divertido recordar como reagiu um contemporâneo quando teve conhecimento da descoberta do Rádio.

Augusto Strindberg, o célebre escritor sueco, estava em Paris na época dos primeiros trabalhos dos Curie. A. Strindberg tinha feito estudos muito dispersos em quase todos os domínios da Ciência. Entre outras coisas, durante uma época da sua vida, tinha-se ocupado muito de química.

Nas memórias de Strindberg encontra-se uma passagem relativa à descoberta do Rádio. Eu cito, de cor «Os jornais estão actualmente cheios de notícias sobre a descoberta sensacional dum jovem casal de sábios franceses, os Curie. Pretendem eles ter isolado um elemento milagroso que denominam Rádio. Este elemento tem todas as propriedades do Bário, mas, segundo eles, não é Bário. Sou suficientemente químico para não acreditar nestas histórias dos jornais. Se um elemento se comporta quimicamente como o Bário, é Bário com certeza». Notemos, entre parêntesis, que este Strindberg tão céptico perante a descoberta do Rádio, supunha poder fabricar ouro por processos puramente químicos. Em Lund, uma velha senhora, em casa de quem ele vivera como estudante, mostrava, ao que parece, há alguns anos, um pedaço de metal de grande brilho que Strindberg tinha deixado em sua casa e que ele pensava ser o metal tão procurado pelos alquimistas.

Se os Curie não tinham fabricado o ouro, a descoberta do Rádio era contudo o primeiro elo da cadeia de milagrosas descobertas, que nos mostram que os átomos que constituem os elementos radioactivos evoluem lentamente e podem modificar radicalmente as suas propriedades químicas.

O Rádio, por exemplo, é um metal sólido, no estado puro tem brilho metálico, trans-

forma-se, sempre com a mesma cadência, em dois gases inertes, espontânea e independentemente das ligações químicas e do meio: um, é o Radão ou Emissão de Rádio; o outro é o Hélio. O Radão é o gás inerte, ou nobre, mais pesado, e o Hélio é o gás nobre mais leve, que, como se sabe, é empregado em virtude da sua pequena densidade e inércia química para encher os dirigíveis. A razão entre as massas do Hélio e da Emissão é de cerca de 50.

Quando o Rádio, libertando uma energia muito notável, se transforma em Hélio e em Radão, o átomo de Radão adquire uma velocidade muito mais pequena do que o núcleo de Hélio. A velocidade de projecção do átomo de Hélio é de tal modo grande que ele é observado sob a forma de uma partícula penetrante que se designa pelo nome de partícula α ou helião. Com efeito, os heliões são os núcleos dos átomos de Hélio desprovidos dos dois electrões que normalmente os envolvem e que os neutralizam sob o ponto de vista eléctrico. Logo que a partícula perde a sua força viva, num meio gasoso ou sólido, por choques sucessivos com os constituintes da matéria, transforma-se num átomo normal de Hélio.

A emissão de raios α é uma característica quasi geral da radioactividade natural e o estudo desta emissão apresenta um certo interesse teórico. Poderia pensar-se que a velocidade de emissão α é constante para cada elemento emissor; a cada elemento corresponderia uma única velocidade e vice-versa, e cada velocidade caracterizaria assim um único elemento. Com efeito, os raios α emitidos por um mesmo elemento são a maior parte das vezes estrictamente monocinéticos.

Parece-me interessante dar aqui, por ocasião do cinquentenário da descoberta do Rádio, um resumo dos progressos realizados ultimamente sobre o estudo dos raios α que foram, como o seu nome indica, os primeiros a ser descobertos. A sua verdadeira natureza foi nitidamente posta em evidência pelo método do desvio eléctrico e magnético de E. Rutherford. As radiações β e γ foram descobertas

um pouco mais tarde. A ordem alfabética indica a ordem cronológica da sua descoberta.

Conseguí mostrar em 1929 que a opinião geralmente admitida, deveria ser corrigida. Se um grupo monocinético caracteriza em geral um único elemento radioactivo, um mesmo elemento pode emitir vários grupos monocinéticos de raios α de intensidades geralmente decrescentes e separados por intervalos energéticos fracos em relação à energia do grupo mais rápido. Designei este fenómeno por estrutura fina do espectro magnético dos raios α .

A primeira estrutura fina descoberta foi a do Th C. O período desta substância é de 50 minutos, quer dizer, ao fim de 50 minutos metade dos átomos do Th C, que é um isótopo do Bi, isto é, quimicamente idêntico ao bismuto ordinário, transformou-se em igual número de átomos de Tálcio e de átomos de Hélio.

Ao fim de alguns períodos de 50 minutos quasi todo o Th C se transformou e a radiação (emitida em núcleos rápidos de Hélio) é portanto relativamente intensa mesmo para quantidades de matéria imponderáveis.

Os períodos dos corpos emissores variam entre grandes limites; o Rádio, por exemplo, tem um período da ordem de 10^{11} segundos, enquanto que o Th C' é da ordem de 10^{-7} segundos. Se se quiser estudar o rádio, por exemplo, são necessárias poses muito longas com as origens praticamente realizáveis. Os raios α perdem e sofrem variações de velocidade ao atravessar espessuras de matéria, de alguns microns apenas!...

Pareceu-nos portanto interessante construir um grande imã permanente para poder estudar mais cómodamente, prolongando os tempos de pose que, em certos casos, podem ser da ordem de 1 mês, os elementos de longos períodos.

O grande imã permanente de Bellevue

O «Centre National de la Recherche Scientifique de France» concedeu os créditos necessários e, de colaboração com Monsieur Tsai, começámos em 1937 a execução do projecto

dum grande imã permanente, mas a sua realização foi retardada por causa da guerra e é só desde 1947 que o «Laboratório do Grande Imã permanente» funciona de maneira satisfatória.

A carcassa do imã é constituída por dois grandes aneis de ferro macio de 4,20 m de diâmetro exterior, de 2,70 m de diâmetro interior e de 0,25 m de espessura, colocados verticalmente em frente um do outro e cujos eixos distam de 1,85 m. Estão encaixados nas extremidades dum mesmo eixo por dois blocos rectangulares de ferro macio de 1,60 m \times 1,20 m de secção trapezoidal que suportam os núcleos polares prolongados por peças polares em forma de tronco de cone e rodeados pelas bobines de excitação.

O entreferro está assim situado no centro da caixa formada pelos dois grandes anéis que fecham o circuito magnético e ao qual se tem acesso por quatro lados. Um dos blocos está fixo e o outro pode deslizar radialmente para regular o entreferro que pode variar de 0 a 30 cm. Todo o imã repousa sobre um pedestal o que permite dar ao eixo dos núcleos polares, a inclinação desejada fazendo rolar os aneis sobre estes rolamentos.

Os núcleos polares são formados por dois cilindros de 1.200 mm de diâmetro, 760 mm de comprimento e 10 mm de espessura de ferro magnético encaixados interiormente e fechados por dois discos de aço macio de 100 mm de espessura.

O interior de cada cilindro está cheio com 5.750 kg de barras de aço próprio para imãs com 21 \times 62 \times 380 (mm) empilhadas em duas camadas e calçadas com madeira e gesso.

Cada peça polar é constituída por um bloco de aço macio de base circular de 1,20 m de diâmetro, de 30 mm de altura prolongado pelo volume comum a um tronco de cone de $D=1.200$, $d=896$, $h=220$ e um tronco de pirâmide quadrangular de 1.200 \times 1.200; 440 \times 780 e $h=220$, coaxiais e com os mesmos planos de base e terminado por uma parte prismática de 440 \times 780; $h=120$ (mm).

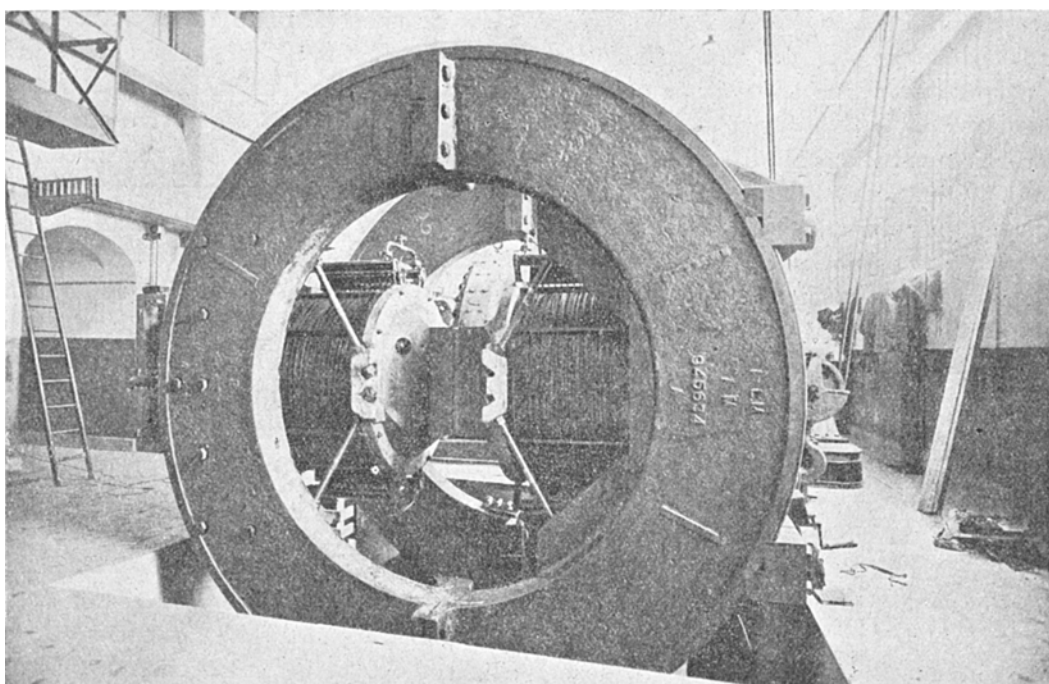
O enrolamento de excitação é formado por 116 tubos de cobre electrolítico, associados

dois a dois, de secção recta quadrada de 8 milímetros de lado e de 90 metros de comprimento, ligados em paralelo para a circulação de água de arrefecimento e em série para a corrente eléctrica. Está dividido em duas bobinas de 1,30 m de diâmetro e de 0,75 m de altura e comporta, no total, 145 voltas. Alimentado por uma corrente de 2.100 A sob

um entreferro de 20 mm, de 17.000 Gauss para 11 mm e de 7.000 Gauss para um entreferro de 80 mm.

É o entreferro de 2 cm que é correntemente utilizado para a espectrografia dos raios α , o que permite estudar estes raios quando o produto $H\rho$ não excede 400.000 G. cm.

É bem conhecido que a detecção individual



O grande imã permanente de Bellevue (França)

uma tensão de 300 V, fornece os 300.000 ampère-voltas necessários para a magnetização das barras de aço especial, o que se faz em alguns segundos.

O aparelho, que pesa 70 toneladas, está instalado num fosso de um metro de profundidade para colocar o entreferro a uma altura (1,20 m) facilmente acessível, no interior de uma construção em cimento armado munido de uma ponte rolante de 10 toneladas para facilitar as manobras de mudança de peças polares e de inclinações do entreferro. Uma divisória de madeira de parede dupla com lâ de vidro protege ainda o aparelho contra as grandes variações de temperatura.

O campo é de cerca de 12.500 Gauss para

das partículas rápidas fez grandes progressos graças aos aperfeiçoamentos trazidos à confecção e à revelação das placas fotográficas. Era pois natural recorrer a estas novas placas na espectrografia dos raios α , realizada com o grande imã permanente.

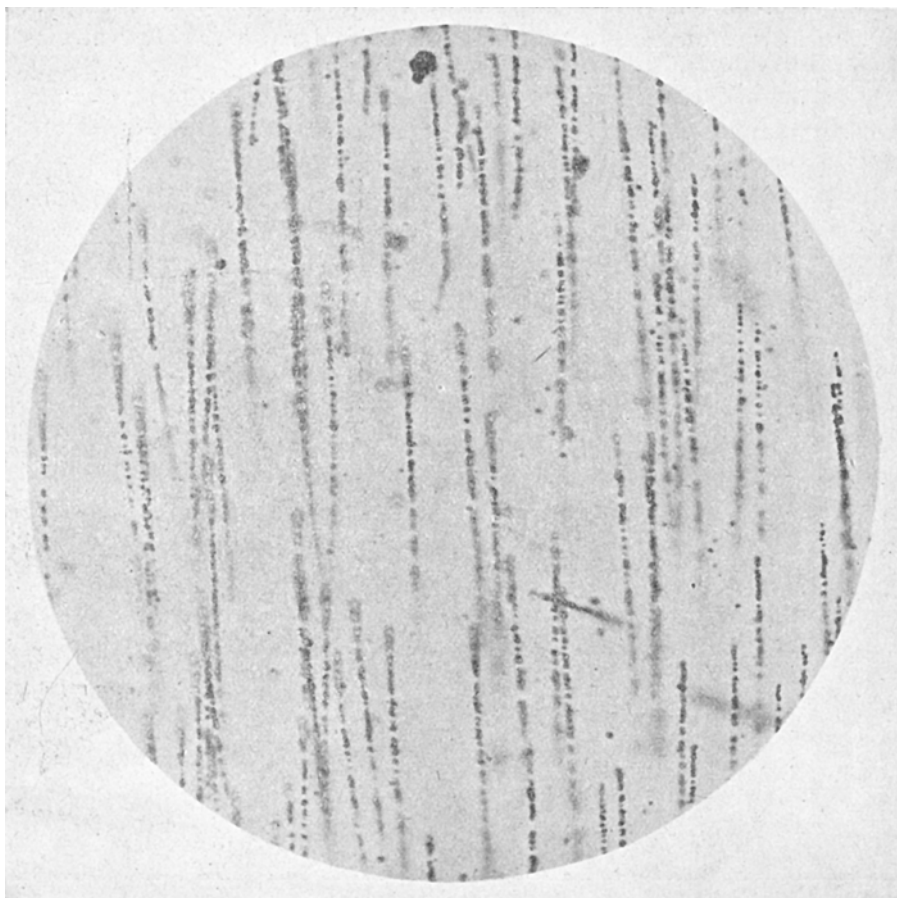
Determinação da energia das partículas α

Para uma dada intensidade de campo magnético, o raio da circunferência descrita é proporcional à velocidade da partícula α . Se se considerar que as partículas canalizadas saiem da mesma origem pontual e se encontram no mesmo plano, verificar-se-á que, qualquer que seja a sua velocidade, elas voltarão ao seu ponto de partida ao mesmo tempo.

Um espírito filosófico poderá talvez tirar daí algumas consolações ou algumas regras para a sua conduta na vida.

Os raios alfa rápidos tendo percorrido uma

são sempre bastante grandes, da ordem de várias dezenas de centímetros e isso necessita a criação de um campo magnético ao mesmo tempo extenso e forte.



Microfotografia das trajetórias de partículas α na emulsão fotográfica

distância maior e as partículas lentas descrevendo sobre circunferências mais pequenas, voltam ao mesmo tempo ao ponto de partida. A determinação do diâmetro da circunferência permite, pois, medir com precisão a velocidade e, por consequência, a energia das partículas.

Basta para isso registrar, por exemplo sobre uma placa fotográfica, a chegada das partículas ao ponto diametralmente oposto à origem emissora dessas partículas. As circunferências descritas pelas partículas nos campos magnéticos tecnicamente realizáveis

Rastos dos raios pesados na emulsão fotográfica

Sabe-se que as partículas pesadas, como as partículas α ou os fragmentos nucleares resultantes da cisão dos núcleos pesados, ou ainda os prótons, impressionam a placa fotográfica de maneira particular.

Contrariamente ao que se passa, em geral, para os fótons, este enegrecimento da placa fotográfica não se apresenta sob a forma de grãos isolados enegrecidos quando se examinam os clichês ao microscópio. As partículas pesadas fortemente ionizantes provocam, com efeito, na gelatina, na qual penetram sob

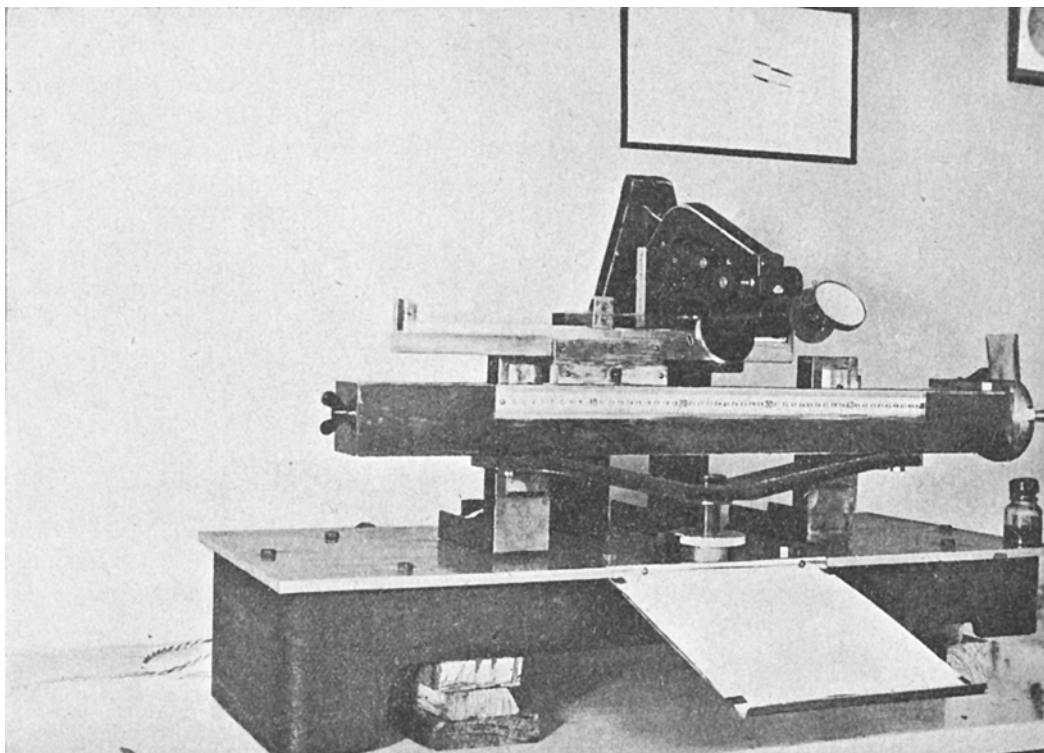
incidência rasante, rastros de pontos negros perfeitamente alinhados.

Cada rasto de pontos negros corresponde à acção de uma única partícula. A densidade dos grãos e o seu número, ou ainda o comprimento das trajectórias, permitem distinguir as partículas pesadas conforme a sua energia e a sua natureza. As partículas provocam

fico com o grande poder separador devido ao imã.

Raios alfa e gama

Colocam-se placas ligeiramente inclinadas em relação às trajectórias dos raios que percorrem, num espaço vazio de gás, as trajectórias circulares correspondentes às suas velocidades. Expressando o número de riscas dos



Instalação de microscópio para o exame de placas de física nuclear

assim trajectórias cheias de 5 microns para mais de um milhão de electrões volts, apresentando-se ao microscópio como as trajectórias correspondentes que se obtêm na câmara de Wilson. A placa fotográfica actua em relação às partículas pesadas como uma infinidade de câmaras de Wilson microscópicas alinhadas, sempre prontas a registar a chegada das partículas pesadas (ver os clichés 1 e 2).

A técnica de registo individual das partículas pesadas por placa fotográfica fez grandes progressos recentemente e os estudos realizados no Laboratório do Grande Imã Permanentemente combinam o registo individual fotogrâ-

raios alfa contados por fração de mm^2 da placa fotográfica em função da sua distância à origem emissora das partículas, pode traçar-se o espectro de velocidade ou de energia, emitido por uma quantidade dada de uma substância radioactiva.

Obtém-se assim ao mesmo tempo a distribuição de energia pelos grupos de diferente velocidade e a sua intensidade. Foi possível mostrar que as diferenças energéticas correspondentes aos diferentes grupos de velocidade são, com uma ligeira correcção, iguais aos quanta gama emitidos simultaneamente pelos elementos examinados, cujas energias se po-

dem determinar por processos bem conhecidos.

A repartição das velocidades pelos diferentes grupos, dá, portanto, directamente os esquemas dos níveis nucleares. Os trabalhos preliminares efectuados com o auxílio do Grande Imã Permanente mostraram que a complexidade dos espectros de emissão alfa é maior do que antes se supunha. Novas complexidades para substâncias não estudadas anteriormente foram postas em evidência. Segundo as Teorias actuais a complexidade dos espectros alfa explica-se sumariamente da forma seguinte:

Os raios alfa podem libertar-se dos núcleos com toda a sua energia (ausência de estrutura fina) ou então, libertar-se, mas deixando os núcleos em estados mais ou menos excita-

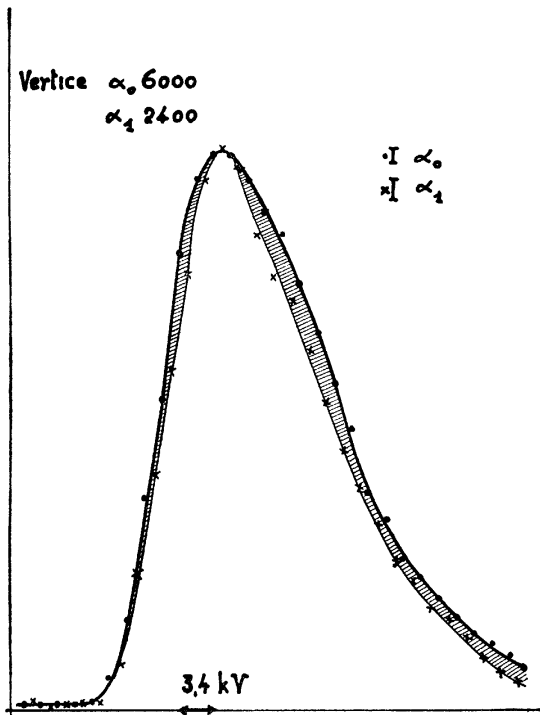
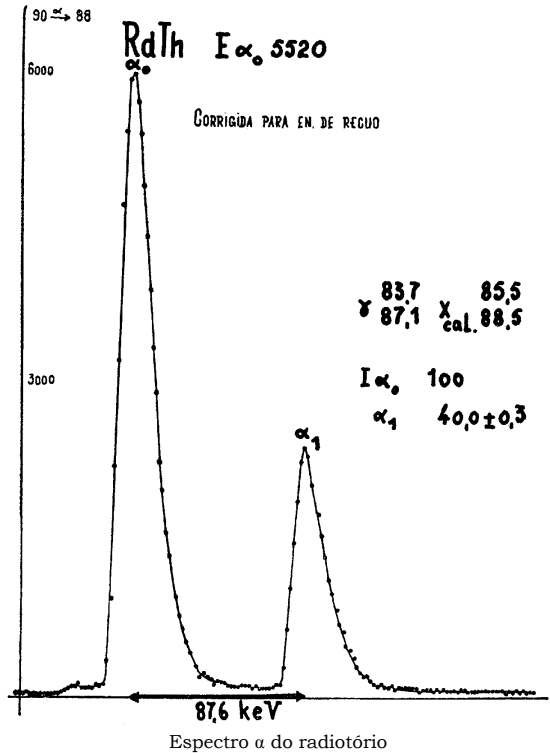


Gráfico comparativo da largura das riscas α_0 e α_1 do espectro de Ra Th

dos. As componentes alfa que tenham contribuído para a excitação dos núcleos sairão com menores energias e a massa correspondente à excitação dos núcleos é, quase simultaneamente, emitida sob a forma de raios gama.

Alguns exemplos de estrutura fina recentemente estudados

Para mostrar as possibilidades do método damos aqui, a título de exemplo, alguns espectros estudados recentemente no Laboratório do Imã Permanente.



Espectro α do radiotório

No caso do Iónio (ver figura) foi possível pela primeira vez medir pelo desvio magnético a energia das partículas emitidas por esta substância e descobrir a complexidade do seu espectro de emissão. Notemos que os tempos de exposição para o Iónio foram de 21 dias. Vemos aparecer no espectro do Iónio um pequeno grupo mais rápido que corresponde à acumulação de Ra neste corpo há 3 anos aproximadamente. O facto de se ter podido dosear o Ra no Iónio mostra que actualmente se podem já estudar substâncias, cuja vida seja da ordem de 10^9 anos. O trabalho sobre o Iónio foi realizado em colaboração com M. Valadares e M.^{elle} Vial.

No caso do Ra Th (em colaboração com M. Valadares e M.^{elle} Perey) conseguimos determinar exactamente a intensidade dos grupos principais e ainda pôr em evidência um pe-

queno alargamento da risca alfa do Ra Th. O estudo do Ra Th permitiu igualmente descobrir uma estrutura fina do Th X. Com efeito, o Th X forma-se a partir do Ra Th.

Temos a esperança de que o estudo dos raios alfa que, nas mãos de Rutherford contribuiu tão poderosamente para a exploração do átomo, permita talvez ainda lançar alguma luz sobre a constituição interna dos núcleos

atômicos e que um estudo mais pormenorizado e rigoroso dos espectros alfa permitirá talvez encontrar num futuro não muito afastado, leis simples ligando as energias destas emissões ao número de massa e de carga dos elementos emissores e talvez aos seus spins.

S. ROSENBLUM

DIRECTEUR DE RECHERCHES AU C. N. R. S.
DIRECTEUR DU LABORATOIRE DE L'AIMANT PERMANENT

9. HISTORIA E ANTOLOGIA

SUR UNE NOUVELLE SUBSTANCE FORTEMENT RADIOACTIVE, CONTENUE DANS LA PECHBLENDE ⁽¹⁾

Transcrição da *Memória* de Pierre Curie, Madame Curie e G. Bémont, apresentada por Becquerel e publicada nos *Comptes Rendus* da Academia de Ciências de Paris — Tomo CXXVII, n.º 26 — 1898 — 2.º semestre — pág. 1215.

«Deux d'entre nous ont montré que, par des procédés purement chimiques, on pouvait extraire de la pechblende une substance fortement radio-active. Cette substance est voisine du bismuth par ses propriétés analytiques. Nous avons émis l'opinion que la pechblende contenait peut-être un élément nouveau, pour lequel nous avons proposé le nom de *polonium*⁽²⁾».

«Les recherches que nous poursuivons actuellement sont en accord avec les premiers résultats obtenus; mais, au courant de ces recherches, nous avons rencontré une deuxième substance fortement radio-active et entièrement différente de la première par ses propriétés chimiques. En effet, le polonium est précipité en solution acide par l'hydrogène sulfuré; ses sels sont solubles dans les acides et l'eau les précipité de ces dissolutions le polonium est complètement précipité par l'ammoniaque».

«La nouvelle substance radio-active que nous venons de trouver a toutes les apparences chimiques du baryum presque pur: elle n'est

précipitée ni par l'hydrogène sulfuré; ni par le sulfure d'ammonium, ni par l'ammoniaque; le sulfat est insoluble dans l'eau et dans les acides, le carbonate est insoluble dans l'eau, le chlorure, très soluble dans l'eau, est insoluble dans l'acide chlorhydrique concentré et dans l'alcool. Enfin cette substance donne le spectre du baryum, facile à reconnaître».

«Nous croyons néanmoins que cette substance, quoique constituée en majeure partie par le baryum, contient en plus un élément nouveau qui lui communique la radio-activité et qui d'ailleurs est très voisin du baryum par ses propriétés chimiques».

«Voici les, raisons qui plaident en faveur de cette manière de voir:

1.º — Le baryum et ses composés ne sont pas d'ordinaire radio-actifs; or l'un de nous a montré que la radio-activité semblait être une propriété atomique, persistante dans tous les états chimiques et phisiques de la matière⁽³⁾. Dans cette manière de voir, radioactivité de notre substance n'étant pas due au baryum doit être attribuée à un autre élément».

«2.º — Les premières substances que nous avons obtenues avaient, à l'état de chlorure

(1) Ce travail a été fait à l'École municipale de Physique et Chimie industrielles.

(2) M. P. Curie et M^{me} P. Curie, *Comptes Rendus*, t. CXXVII, p. 175.

(3) M^{me} P. Curie, *Comptes Rendus*, t. CXXVI, p. 1101.

hydraté, une radio activité 60 fois plus forte que celle de l'uranium métallique (l'intensité radio-active étant évaluée par la grandeur de la conductibilité de l'air dans notre appareil à plateaux). En dissolvant ces chlorures dans l'eau et en en précipitant une partie par l'alcool, la partie précipitée est bien plus active que la partie restée dissoute. On peut, en se basant sur ce fait, opérer une série de fractionnements permettant d'obtenir des chlorures de plus en plus actifs. Nous avons obtenu ainsi des chlorures ayant une activité 900 fois plus grande que celle de l'uranium. Nous avons été arrêtés par le manque de substance, et, d'après la marche des opérations, il est à prévoir que l'activité aurait encore beaucoup augmenté, si, nous avions pu continuer. Ces fait peuvent s'expliquer par la présence d'un élément radio-actif, dont le chlorure serait moins soluble dans l'eau alcoolisée que celui de baryum».

«3.° — M. Demarçay a bien voulu examiner le spectre de notre substance, avec une obligeance dont nous ne saurions trop le remercier. Les résultats de son examen sont exposés dans une Note spéciale à la suite de la nôtre. M. Demarçay a trouvé dans le spectre une raie qui ne semble due à aucun élément connu. Cette raie, à peine visible avec le chlorure 60 fois plus actif que l'uranium est devenue notable avec le chlorure enrichi par fractionnement jusqu'à l'activité de 900 fois l'uranium. L'intensité de cette raie augmente donc en même temps que la radio-activité et, c'est là, pensons nous, une raison très sérieuse pour l'attribuer à la partie radio-active de notre substance».

«Les divers raisons que nous venons d'énumérer nous portent à croire que la nouvelle substance radioactive renferme un élément nouveau, auquel nous proposons le donner le nom de *radium*».

«Nous avons déterminé le poids atomique de notre baryum actif, en dosant le chlore dans le chlorure anhydre. Nous avons trouvé des nombres qui diffèrent fort peut de ceux obtenus parallèlement avec le chlorure de baryum inactif; cependant les nombres pour

le baryum actif sont toujours un peu plus forts, mais la différence est de l'ordre de grandeur des erreurs d'expérience».

«La nouvelle substance radioactive renferme certainement une très forte proportion de baryum; malgré cela, la radio-activité est considérable. La radio-activité du radium doit donc être énorme».

«L'uranium, le thorium, le polonium, le radium et leurs composés rendent l'air conducteur de l'électricité et agissent photographiquement sur les plates sensibles. A ces deux points de vue, le polonium et le radium sont considérablement plus actifs que l'uranium et le thorium. Sur les plaques photographiques ou obtient de bonnes impressions avec le radium et le polonium en une demi-minute de pose; il faut plusieurs heures pour obtenir le même résultat avec l'uranium et le thorium».

«Les rayons émis par les composés du polonium et du radium rendent fluorescent le platino-cyanure de baryum; leur action, à ce point de vue, est analogue à celle des rayons Röntgen, mais considérablement plus faible. Pour faire l'expérience, on pose sur la substance active une feuille très mince d'aluminium, sur laquelle est étalée une couche mince de platino-cyanure de baryum; dans l'obscurité, le platino-cyanure apparaît faiblement lumineux en face de la substance active».

«On réalise ainsi une source de lumière, à vrai dire très faible; mais qui fonctionne sans source d'énergie. Il y a là une contradiction tout au moins apparente, avec le principe de Carnot».

«L'uranium et le thorium ne donnent aucune lumière dans ces conditions, leur action étant probablement trop faible⁽¹⁾».

(1) Qu'il nous soit permis de remercier ici M. Suess. Correspondant de l'Institut, Professeur à l'Université de Vienne. Grâce à sa bienveillante intervention, nous avons obtenu du gouvernement autrichien l'envoi, à titre gracieux de 100 Kg, du résidu de traitement de pechblende de Joachimsthal, ne contenant plus d'urane, mais contenant du polonium et du radium. Cet envoi facilitera beaucoup nos recherches.

MADAME CURIE

A personalidade de Madame Curie quer a apreciemos pela obra científica realizada quer por aquela que impulsionou e orientou ofere-nos campo vasto de admiração.

Será precisamente, sob este duplo aspecto — qual deles mais importante — de investigadora e de chefe de trabalhos que sucessivamente focaremos a actividade científica de Maria Curie.

O nome de Madame Curie fica, na história da ciência, de par com o de Pierre Curie, ligado à descoberta de novos elementos dotados de propriedades radioactivas. Descoberta fundamental de que hoje é quasi difficil abarcar todas as consequências. Com efeito, é preciso percorreremos toda a fisica dos últimos quarenta anos para bem compreender a contribuição que ao seu progresso trouxe a radioactividade. Seja-me permitido, por facilidade de exposição, marcar a diferença fundamental que existe entre a fisica do último meio século e a fisica anterior.

Durante muito tempo os fisicos estudam os fenómenos, deduzem leis, criam teorias independentemente de qualquer idea sobre a constituição da matéria; em dado momento porém, teem necessidade, principalmente por razões de ordem teórica, de estabelecer uma hipótese sobre a constituição da matéria e admitem então a hipótese atômica. Chegamos assim às proximidades de 1900 sem que cousa alguma se averigue ou hipóteses se pretendam estabelecer sobre a constituição interna do átomo. É este o problema que ocupa dominantemente toda a fisica do século XX: — o estudo da estrutura do átomo. Assim, por exemplo, a análise dos espectros visiveis de emissão no que respeita aos comprimentos de onda das suas riscas constituintes estava feita de há muito; tinha sido mesmo possível agrupar as diferentes riscas segundo várias séries; não se havia porém estabelecido uma explicação qualquer para a existência dessas

relações simples. Foi esse precisamente o desideratum da fisica moderna: — constituir um modelo mecânico de átomo que permitisse interpretar as analogias numéricas notadas, isto é, estabelecer por via teórica as mesmas fórmulas que haviam sido deduzidas a partir dos resultados experimentais. É por todas estas razões que se pode classificar a fisica deste último meio século sob a designação de fisica atômica. Ora, no campo experimental duas descobertas se encontram na base de toda a fisica atômica: a do raio X e a da radioactividade. E poderemos mesmo dizer que elas se completaram. Com efeito, o estudo do desvio sofrido pelas partículas alfa ao atravessarem a matéria fornece a Rutherford a base para o seu modelo de átomo e os resultados experimentais obtidos no campo do raio X conduzem Bohr a formular, apoiado na hipótese quântica de Planck, os seus célebres postulados sobre o movimento dos electrões nos átomos e sobre a emissão das radiações. Assim se constitue o modelo de átomo de Rutherford e Bohr que desempenhou na evolução da fisica moderna um papel primordial. E ainda que hoje não se encontre interpretação fácil para certos fenómenos tomando como base este átomo o que é certo é que ele é, até agora, o único modelo espacial, a única configuração dinâmica de que dispomos para imaginar a constituição do átomo.

Seria porém ilusório pensar que a contribuição da radioactividade se limitou a fornecer indicações para a constituição dum modelo de átomo, base de toda a fisica atômica. Em verdade, na elucidação das questões mais importantes da fisica intervem a radioactividade. Assim quando se pretendeu verificar experimentalmente se o coeficiente de inércia dum corpo, vulgarmente dito, a sua massa, variava com a velocidade, como previa a teoria da relatividade restrita, foram os electrões

emitidos pelas substâncias radioactivas, porque animados de velocidades que no laboratório não era possível atingir, que permitiram realizar esse controle. E indirectamente o estudo destes mesmos electrões — raios β — fornece-nos uma outra indicação importante

sem nunca a atingirem. O valor de 300.000 km/s aparece-nos assim, de facto, como um limite máximo imposto à velocidade dos corpos. Foi ainda a radioactividade até há pouco o único meio de que se dispoz para estudar o núcleo atómico; a sua contribuição nesse

<u>Aurinite</u>			
500	38"	$J = 13.2$	
200	57.5	$i = 3.8$	$\frac{i}{J} = 0.29$
alium. 0.01			
<u>Orangeite</u>			
200	23.4	$J = 8.5$	
100	27.5	$i = 3.55$	$\frac{i}{J} = 0.42$
alium. 0.01			
<u>Sulfate de Thorium</u>			
200	54.0	$J = 3.7$	
50	30"	$i = 1.43$	$\frac{i}{J} = 0.38$
36"			
35"			
<u>Oxide de Thorium</u>			
200	23	$J = 8.8$	
100	29.5	$i = 3.4$	$\frac{i}{J} = 0.385$
29.0			
alium. 0.01			
<u>Chalcite artificielle</u>			
100	24.8	$J = 4.03$	
20	22.4	$i = 0.86$	$\frac{i}{J} = 0.213$
22.0			
alium. 0.01			
<u>Chalcite naturelle</u>			
500	31"	$J = 16.4$	
200	40.6	$i = 4.92$	$\frac{i}{J} = 0.3$
41.4			
40.0			
sans alium. 31"			
<u>Uranium Moissan</u>			
500	44.8	$i = 11.15$	
<u>Effet des rayons X</u>			
Petit condensateur plateau & cur. d'ion.			
distance plateau			
<u>Uranium</u>			
200	35.2		
35.0			
on met les rayons X à travers plomb épais			
sans plomb 35.2 ils ne font rien			
avec uranium			
200	35.2		
plomb mince rayons X seuls rien			
avec uranium sans			
37.4			
avec rayons X et plomb mince			
36.8			

Páginas do livro de notas de M.^{me} Curie. Pertencem à época da descoberta do rádio e referem-se a medidas realizadas com substâncias radioactivas.

(Fotocópia cedida por Irene Joliot-Curie)

para a teoria da relatividade; como se sabe Einstein admite que a velocidade da luz no vácuo é uma velocidade limite, uma velocidade que corpo algum pode ultrapassar. Ora o estudo dos electrões emitidos pelas substâncias radioactivas permite verificar que as suas velocidades estendendo-se por uma longa gama aproximam-se muito da velocidade da luz (conhecem-se partículas β cuja velocidade é 95 centésimos da da luz) mas

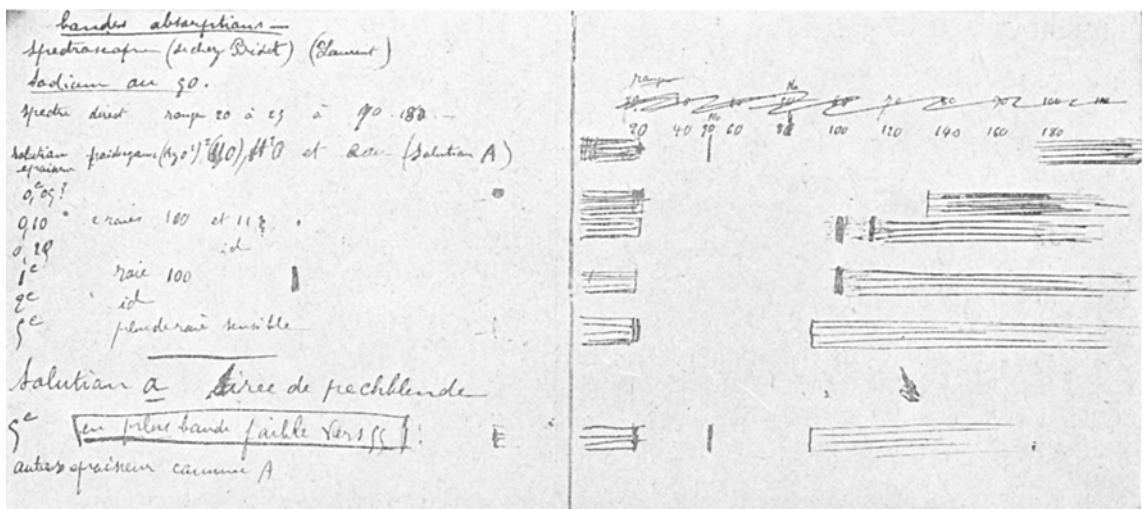
domínio é importantíssima sob qualquer aspecto, experimental ou teórico, que se encare.

Finalmente, nas mãos dum Rutherford, as partículas alfa das substâncias radioactivas permitiram pela primeira vez a realização dum dos mais antigos sonhos da humanidade: a transmutação artificial dos elementos.

Creio ter apontado, ainda que a traços necessariamente muito esparsos, alguns dos

problemas que a radioactividade permitiu resolver ou contribuiu a esclarecer. Voltemos agora à actividade científica de Madame Curie. Descoberto o rádio nem por isso Madame Curie conhece repouso. Perdido Pierre Curie, Madame Curie continua a trabalhar infatigavelmente e contribue duma maneira pessoal importantíssima para o desenvolvimento da radioactividade. É este um ponto que convém acentuar; há quem pense que a sua obra científica como investigadora se resume à descoberta do rádio: — é um erro profundo, um erro lamentável que só mostra

Curie; essa obra coloca-o sem favor na primeira fila dos investigadores e dos experimentadores de que a França se orgulha. A obra de Madame Curie realiza-se quase toda após a morte de seu marido. Há um traço comum nas obras científicas dos dois: é a descoberta do rádio. Só quem nunca investigou em conjunto ignora como é difícil ao findar um trabalho saber na justa medida o que pertence a cada um dos colaboradores. As ideias sugeridas por um são afinal, até certo ponto, réplicas às ideias emitidas pelo outro. A actividade de cada um é função da



Páginas do livro de notas de Pierre Curie, referente a experiências realizadas sobre o espectro do rádio

(Fotocópia cedida por Irene Joliot-Curie)

a ignorância daqueles que não conhecem o trabalho de ordem pessoal vastíssimo que Madame Curie publicou ao longo de toda a vida, designadamente no *Journal de Physique*, no *Journal de Chimie-Physique* e no *Comptes Rendus da Academia de Ciências de Paris*. E não se faz esta afirmação sem uma intenção bem defenida: faz-se para objectar ainda que indirectamente àqueles que pretendem que a descoberta do rádio é obra exclusiva de Pierre Curie. O problema é delicado, razão de mais para o abandonarmos franca e abertamente. A obra de Pierre Curie foi por trágico destino, uma obra realizada, em grande parte, antes de conhecer Madame

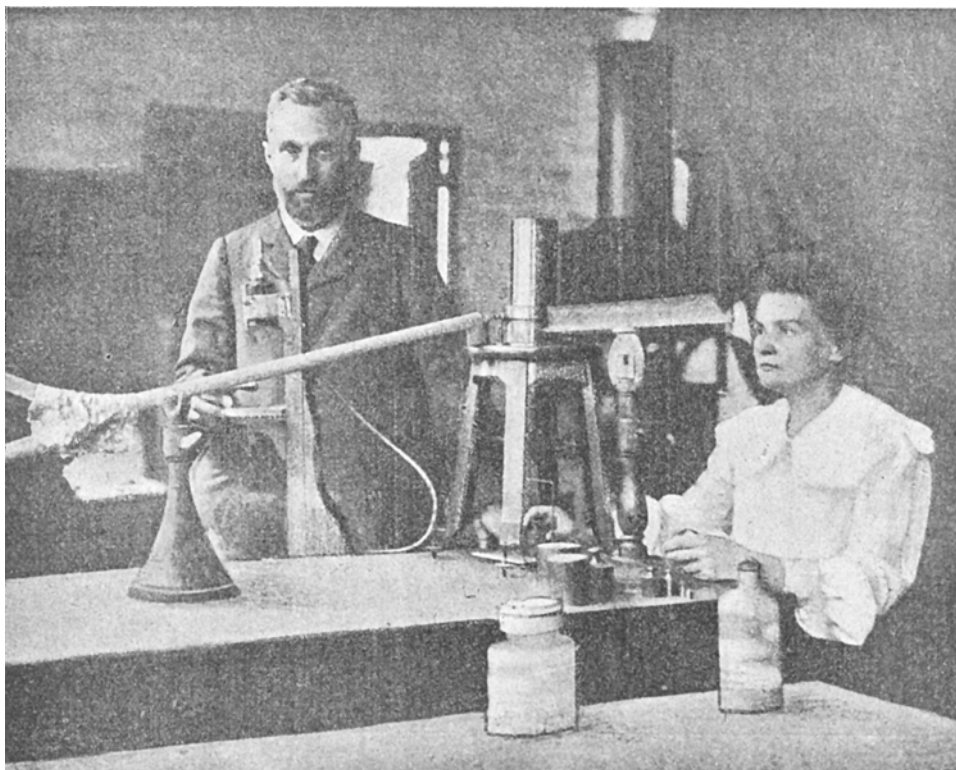
actividade do seu auxiliar: o trabalho progride porque há um esforço comum a impulsioná-lo. Henri Poincaré teve, sob a descoberta do rádio, esta crítica luminosa: «Na obra dos Curie há que admirar, mesmo acima do seu altíssimo valor científico, a sua admirável unidade moral».

É caso mesmo para divagando nos preguntarmos se qualquer deles isoladamente teria sido capaz de realizar tal descoberta ainda que dadas as suas admiráveis qualidades experimentais. Talvez não seja audacioso pensar que não. Com efeito o isolamento do rádio deve ter dado a cada um deles muito momento de cansaço, possivelmente de desâ-

nimo e nesse instante deve ter sido o outro que terá fornecido por si só o esforço necessário à continuação da obra.

Pensando que o desenvolvimento e o progresso do laboratório cuja direcção lhe tinha sido confiada exigia um completo afastamento

grave Madame Curie havia decidido não ir. Porém alguém veio dizer-lhe que a sua ausência dessa reunião — a primeira que se realizava após a trágica aventura alemã que não hesitara em atacar rudemente alguns dos mais altos valores da ciência moderna, recu-



Pierre Curie e M.^{me} Curie no laboratório

de quaisquer lutas sociais, Madame Curie manteve-se durante toda a vida voluntariamente alheia a manifestações públicas de credos políticos ou religiosos. Este afastamento voluntário, por julgado necessário, poderá levar alguns a pensar que os problemas de ordem social não interessavam Madame Curie. Ao contrário, em Madame Curie havia uma ânsia profunda de humanidade que por vezes chegava mesmo a quebrar a sua aparente e forçada indiferença. Algumas recordações pessoais me permitirão mostrá-lo.

Em 1933 reuniu em Madrid a comissão de cooperação intelectual da Sociedade das Nações. Sofrendo então de doença bastante

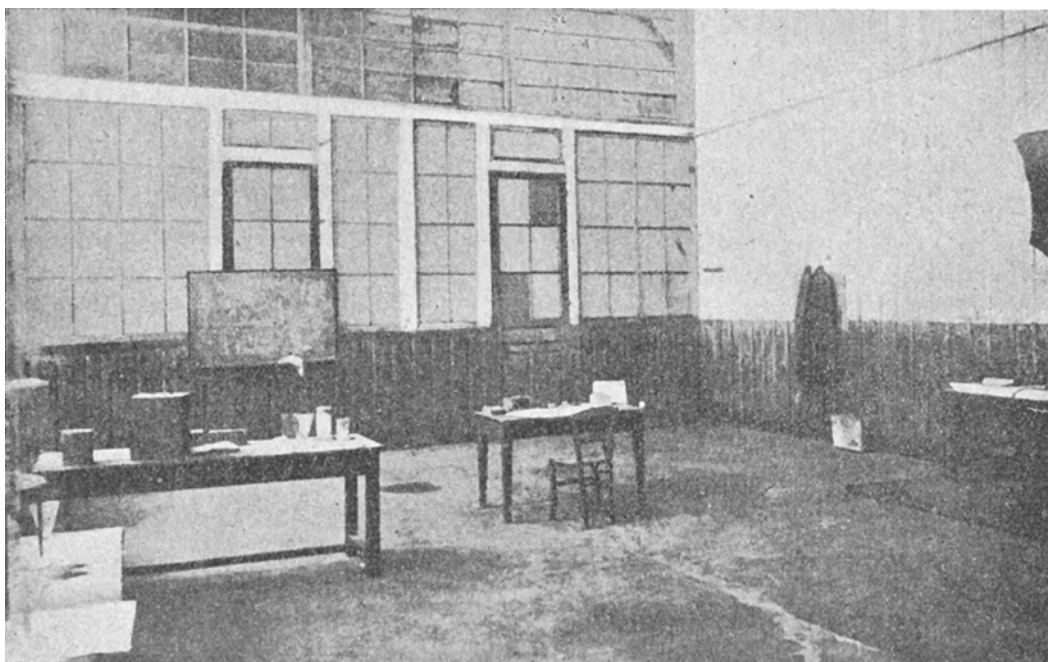
sando às Universidades o direito fundamental da liberdade de pensar — que a sua ausência, dizia eu, poderia significar ou deserção ou aceitação complacente de factos consumados. Madame Curie, embora doente, tomava, no dia seguinte, o combóio para Madrid.

Outro facto, e aliás em condições completamente diferentes, me permitiu avaliar o interesse, a simpatia que a Madame Curie mereciam as questões sociais. No Laboratório trabalhava, em química, um rapaz chinês, esplêndido rapaz e esplêndido trabalhador. Um dia, em conversa de acaso, encontro de corredor, entre Madame Curie e dois de nós veio a geito falar-se do nosso camarada

chinês. Madame Curie começou por louvar as suas qualidades de investigador para acabar a dizer-nos: «Mas principalmente o que eu nele admiro é o entusiasmo com que fala em, quando voltar à China, pôr todo o seu esforço, tudo quanto aprendeu aqui ao serviço da melhoria das condições de vida de tanto desgraçado que por lá há. Ah! Il est

pria a fazer todas as extracções sabendo bem que assim encurtava seguramente a sua vida: a anemia que a vitimou deve ter sido, em grande parte, uma consequência do altruísmo com que, durante os anos de guerra, se dedicou ao trabalho de preparação de agulhas de radão destinadas a aplicações em doentes.

Um outro aspecto não menos interessante



Interior do barracão anexo à Escola do Física e Química, na Rua Lhomond, onde P. Curie e M.^{me} Curie trabalharam na descoberta do rádio

vraiment sympathyque!». O entusiasmo com que Madame Curie nos falou nesse instante não era inferior ao do próprio Tchang.

Outro facto. Durante a grande guerra — essa guerra que o egoísmo de alguns concebeu e a ineptia mental e moral de muitos permitiu — Madame Curie viu surgir em determinado momento a necessidade de suspender o serviço de extracção de emanação de rádio porque todo o pessoal do laboratório estava mobilizado ou ocupado em serviços que à guerra se referiam. Iam deixar pois de se efectuar os tratamentos de muitos doentes cancerosos que só já depositavam confiança de cura na aplicação da emanação. Madame Curie não hesitou: passou ela pró-

da vida social de Madame Curie seu interesse pela cultura física. Até ao fim da vida procurou sempre realizar a prática de desportos; nadava, patinava, fazia sky ainda nos últimos anos com verdadeiro entusiasmo. Recorda-me de ter visto patinar Madame Curie no lago de Versailles então gelado; e era verdadeiramente simpático ver que as figuras descritas por Madame Curie se cruzavam com as traçadas no gelo por uma das suas alunas que por acaso nesse dia havia também ido patinar para Versailles. Não me parece descabida esta referência, ao entusiasmo com que Madame Curie praticava a cultura física designadamente num meio como o nosso em que todos aqueles que ensinamos

ou procuramos ensinar, parecemos ter esquecido que uma boa actividade mental tem a mais segura base numa boa actividade física e permitimos assim que não existam nas faculdades da Universidade de Lisboa um único court de tennis, uma única piscina, um único campo de jogos!

E finalmente para dar ideia do espírito de perfeita comunhão em que se trabalhava no Laboratório Curie contarei o seguinte episódio. Na passagem do ano de 32 a 33 um dos trabalhadores do laboratório teve a ideia de organizar uma reunião de todos nós. Transformou-se o laboratório grande numa sala para festas — colocaram-se mesas em volta de toda

a casa e na noite de 31 de Dezembro todos nós nos reunimos para cear nessa sala, e sentámo-nos à mesma mesa, indistintamente, Madame Curie, os chefes de trabalhos do Laboratório, todos os investigadores, todos os operários da oficina do Instituto, a porteira, até o próprio guarda da noite!

E comemos, e bebemos, e dançámos até alta hora da noite na mais admirável das camaradagens!

MANUEL VALADARES

MAITRE DE RECHERCHES
BELLEVUE (PARIS)

(Extracto de uma palestra dirigida aos alunos da Faculdade de Ciências de Lisboa em Dezembro).

HISTOIRE DE LA DÉCOUVERTE DE LA RADIOACTIVITÉ NATURELLE

La découverte de la Radioactivité n'est pas due au hasard. Elle fait partie des travaux de recherche effectués à la fin du siècle dernier par des savants qui s'intéressaient aux rayons de Röntgen.

En étudiant le passage du courant électrique dans des gaz de plus en plus raréfiés, Crookes était arrivé à une pression du gaz (vide cathodique) telle qu'un rayonnement était émis par la cathode. Jean Perrin signala le 30 Décembre 1895 à l'Académie des Sciences de Paris que ces rayons étaient porteurs d'électricité négative. Röntgen travaillant avec un tube de Crookes ne possédant pas d'anticathode métallique remarqua que les plaques photographiques de son laboratoire se voilaient quand le tube fonctionnait. Les rayons cathodiques ne pouvant parcourir que quelques millimètres dans l'air à la pression atmosphérique, il y avait là une incompatibilité. Il approcha du tube en fonctionnement enfermé dans du papier noir, une autre feuille de papier imprégné d'une substance fluorescente.

Cette technique était justifiée par le fait qu'un tube de Crookes sans anticathode métallique, est lui même fluorescent. Le nouveau papier devint également fluorescent. Le

rayonnement émis par le tube de Crookes était donc capable d'impressionner les substances fluorescentes et les plaques photographiques à travers du papier, du carton, du bois. Ces rayons furent appelés «Rayons X» par Röntgen.

Des plaques photographiques impressionnées par ces rayons X furent présentées à l'Académie des Sciences le 20 Janvier 1896. Henri Poincaré, le grand mathématicien remarqua que la partie de l'ampoule de Crookes qui émet des rayons X est également celle qui est fluorescente sous l'influence des rayons cathodiques. Henri Becquerel écoutant la remarque de Henri Poincaré, pensa que la substance devait être fluorescente parce qu'elle émettait des rayons X.

Sous la suggestion de Henri Poincaré, Henri Becquerel qui possédait une collection importante de minéraux fluorescents allait essayer de justifier cette hypothèse.

Il exposa à la lumière, pour les rendre fluorescents, du sulfure de zinc phosphorescent et du sulfure de calcium; les substances rendues ainsi fluorescentes, n'étaient pas capables d'impressionner les plaques photographiques à travers du papier noir, l'hypothèse de Becquerel était fautive, il n'y avait pas de

lien entre la fluorescence et l'émission des rayons X. Mais il savait que la fluorescence de ces deux corps était due à des impuretés, puisque ces corps purs n'étaient pas fluorescents. Il refit la même expérience avec un sel d'uranium, le sulfate double d'uranium et de potassium, dont la fluorescence était due à l'uranium et non à une impureté. Il exposa à la lumière du soleil ces cristaux pour les rendre fluorescents et observa un résultat positif. Le sel d'uranium rendu fluorescent par la lumière émettait des rayons analogues aux rayons X de Röntgen. Mais un jour, il constata que l'exposition préliminaire à la lumière du soleil n'était pas nécessaire et que les rayons émis par les sels d'uranium n'étaient pas liés à sa fluorescence. Tous les composés contenant de l'uranium y compris l'uranium métallique, jouissaient de la même propriété; que ces composés soient fluorescents ou ne le soient pas. Le 2 Mars 1896, Henri Becquerel dans une note à l'Académie des Sciences signala que même dans l'obscurité absolue, l'uranium émet une radiation capable d'impressionner les plaques photographiques à travers le papier, tout comme les rayons X du tube de Crookes. Les «rayons uraniques» avaient ainsi une existence certaine.

Il observa également que ces rayons rendaient conducteurs de l'électricité les gaz, comme l'avait déjà signalé Jean Perrin pour les rayons cathodiques.

L'émission des rayons uraniques est spontanée, constante, et indépendante des conditions extérieures telles que la température, la pression, l'éclairement.

Les expériences étaient arrivées à ce stade quand un nouvel expérimentateur, Marie Curie, s'intéressa aux rayons uraniques. Pierre Curie professeur à l'École de Physique et de Chimie de la Ville de Paris, avait épousé en 1895 une polonaise qui était deux fois licenciée et même agrégée. Pierre Curie avait été mis au courant des nouvelles propriétés de l'uranium par Henri Becquerel lui-même. Marie Curie décida de prendre comme sujet de thèse de Doctorat ce nouveau phénomène.

Immédiatement, étudiant systématiquement tous les minéraux appartenant à des collections diverses, elle signala en 1896 simultanément avec G. Schmidt que les composés du thorium poussaient des mêmes propriétés et l'expression «rayons de Becquerel» remplaça celle des «rayons uraniques». Au lieu d'employer le noircissement des plaques photographiques pour détecter ces rayons, elle utilisa la conductibilité des gaz sous l'influence de ces mêmes rayons.

Pierre Curie qui avait découvert avec son frère Jacques, les propriétés piézoélectriques du quartz, imagina un montage utilisant un électromètre permettant de mesurer quantitativement l'activité des composés d'uranium et de thorium. Cette activité étant proportionnelle au courant électrique traversant le gaz rendu conducteur par les rayons de Becquerel. C'est la méthode du quartz piézoélectrique pour la mesure des faibles intensités de courant.

Marie Curie prit comme étalon d'activité, celle de l'uranium métal et constata que les composés de l'uranium avaient une activité proportionnelle à leur teneur en uranium. Mais certains minerais contenant de l'uranium, tels que la pechblende (oxyde d'uranium), la chalcolithé (phosphate de cuivre et d'uranium) avaient une activité anormale.

Elle eut l'intuition que cette activité supplémentaire était due à la présence dans les minerais d'uranium d'un ou de plusieurs éléments nouveaux. Pierre Curie, à la suite de cette observation, consacra tout son temps à la recherche des corps hypothétiques nouveaux et travailla en commun avec sa femme.

L'analyse chimique des minéraux d'uranium et de thorium avait été faite depuis longtemps déjà, mais comme les analyses étaient faites le plus souvent à un ou deux pour cent près, il n'était pas impossible que ces corps soient passés inaperçus. Pierre et Marie Curie essayèrent d'isoler les nouveaux corps, mais comme on ne connaissait aucune de leurs propriétés chimiques, on ne pouvait les suivre que par leur activité mesurée à l'électromètre.

Les savants travaillèrent sur la pechblende de Saint Joachimstal composée en majeure partie par de l'oxyde d'urane, mais contenant également de la silice, de la chaux, de la magnésie, du fer, du plomb et en quantité moindre du cuivre, du bismuth, de l'antimoine, des terres rares, du baryum, de l'argent. L'analyse de ce mineral faite par la nouvelle méthode électrométrique, montra que le bismuth et le baryum extraits de la pechblende par les méthodes chimiques habituelles montraient une activité spécifique bien supérieure à celle montrée par l'uranium. Le bismuth et le baryum ordinaires ne jouissaient pas de cette propriété.

Par une note à l'Académie des Sciences en Juillet 1898, ces deux savants signalèrent que l'activité qui se concentrait dans le bismuth était due à un nouveau corps qu'ils appelèrent le «POLONIUM». L'activité pouvait être séparée du bismuth par des traitements chimiques tels que la précipitation fractionnée des sulfures ou des sous nitrates.

En décembre de la même année, une nouvelle note portant les noms de Pierre Curie, Marie Curie et Gustave Bémont montra que l'activité qui se concentrait dans le baryum pouvait se séparer de ce dernier par cristallisation fractionnée des chlorures. Ils donnèrent le nom de «RADIUM» à ce nouveau corps.

L'hypothèse de Marie Curie à propos de nouveaux éléments se trouva justifiée, mais la proportion de ces nouveaux corps fut

trouvée bien inférieure à celle attendue. Les minerais riches contenaient environ 50 milligrammes à la tonne de Radium. Pour le Polonium, la proportion est encore beaucoup plus faible.

Pour donner plus de poids à l'existence de ces nouveaux éléments caractérisés seulement par leur activité et quelques propriétés chimiques, Demarçay soumis à l'analyse spectrale un échantillon de sel de baryum contenant du radium et il signala l'existence de nouvelles raies optiques appartenant au radium. La masse atomique du radium fut déterminée entre Novembre 1899 et Juillet 1902. Cette masse atomique assigna une place encore inoccupée au radium dans la classification périodique des éléments.

André Debierne isola en 1899 avec le lanthane un autre corps radioactif trivalent qu'il appela «ACTINIUM».

Les premiers fondements d'une nouvelle partie de la physique étaient posés, c'est cette partie que l'on désigne sous le nom de RADIOACTIVITÉ.

Des prix Nobel consacrèrent le mérite des savants qui contribuèrent à ces découvertes:

Henri Becquerel, Pierre et Marie Curie reçurent le prix Nobel de Physique en 1903 pour la découverte de la Radioactivité.

Marie Curie reçut en 1911 le Prix Nobel de Chimie pour la découverte des nouveaux éléments: le Polonium et le Radium.

RAYMOND GREGOIRE
MAITRE DE CONFERENCES ADJOINT
A LA FAC. DES SC. (PARIS)

UM SEMESTRE NO LABORATÓRIO DE MADAME CURIE

Recordações pessoais de Madame Curie?! Apesar do tempo decorrido — frequentei o laboratório de Madame Curie de Fevereiro a Junho de 1914 elas são abundantes e bem nítidas porque são gratamente saudosas. Mas é impossível acrescentar algum pormenor àquilo que foi escrito pela Filha desta Ilustre

Senhora naquele maravilhoso livro⁽¹⁾ em que nos conta as lutas de Marya Sklodowska e as vitórias de Madame Curie, e que é todo ele uma epopeia de amor: de amor da liberdade;

⁽¹⁾ *Madame Curie* — Eve Curie, vingtième édition, Paris.

amor da família; amor da ciência; amor da humanidade.

Os seus olhos cendrados e ternos; a sua voz grave e monocórdica, mas aliciante; o seu perfil delicado apenas notável pela altura da testa e pela prolongação do mento; a fricção constante da cabeça do dedo polegar com as pontas dos outros dedos, gesto muito parecido com o de migar o pão e que tanto impressionava os meus nervos ainda selvagens — tudo isto está dito por Eve Curie, por Jean Hesse e por muitos outros biógrafos.

A amabilidade com que me recebeu, quando do nosso primeiro encontro em que lhe solicitei a admissão no seu laboratório, ainda então na rua *Cuvier*; a mágua que manifestou por não ter espaço para poder montar um electrómetro e um quartzo piezoeléctrico, para meu uso exclusivo; o seu interesse pelo trabalho dos discípulos, a ponto de refazer os cálculos da minha companheira de trabalho, para lhe provar que nada havia de anómalo nos resultados obtidos, porque se tratava dum simples erro de contas — são factos que se repetiram com todos os trabalhadores que passaram pelos seus laboratórios e que devem contar-se por milhares. No laboratório de física, porque a química das substâncias radioactivas fazia-se noutro compartimento, encontrei-me com uma belga, aldeã da Flandres; uma parisiense, grande pedagoga; um russo catastrófico que, de vez em quando, passeava e assobiava na exígua sala, prejudicando as observações e concitando as maldições dos camaradas; e um romeno lealíssimo que me informava com frequência do resultado das suas investigações e tentava convencer-me de que a língua romena estava mais próxima do latim do que a portuguesa.

Nesse modesto laboratório trabalhei com o já clássico electrómetro Curie e quartzo piezoeléctrico, fazendo a aprendizagem do levantamento do peso com o traçado de curvas de saturação. Apanhado o geito, fiz o estudo da evolução da emanação do rádio; a dosagem do rádio pela emanação desenvolvida; o traçado das curvas de desactivação do depósito activo do actínio e do rádio; e ainda, como trabalho original, o traçado de curvas

de desactivação do depósito activo formado pela emanação do rádio em solução.

As outras experiências e medidas de radioactividade que fazem também parte da dissertação ⁽¹⁾ com que me apresentei ao concurso de assistente de física, foram realizadas no laboratório de química e física de Jean Perrin, por não haver no laboratório de Madame Curie espaço para as respectivas montagens.

O curso de Madame Curie na Sorbonne, curso que segui interessadamente, teve início no dia 2 de Março de 1914. Consistiu a lição, admirável lição, numa síntese dos fenómenos radioactivos. Da enumeração dos corpos radioactivos mais importantes, passou Madame Curie ao enunciado das suas propriedades, acompanhando as suas afirmações de experiências executadas pelo seu assistente, o malgrado Fernand Holweck. Era fácil naquele anfiteatro passar do dia para a noite, e, assim, o público que o enchia, pôde ver a descarga do electroscópio, a fosforescência do platinocianeto de bário, as cintilações do sulfureto de zinco, a marcha dos iões na câmara de condensação de Wilson. Infelizmente não nos foi dado ver a bela luminosidade das preparações de rádio, porque o Bem e o Mal são inseparáveis, e os malefícios do rádio estavam patentes: «... *les doigts nerveux irrités par de nombreuses brûlures de radium, se frottent les uns contre les autres, en un mouvement obsédant, irrépressible.*»⁽²⁾

Nas 25 lições de que constou o curso, Madame Curie, apesar da sua timidez e do seu frágil aspecto físico conseguiu expor aos seus alunos os métodos de estudo dos fenómenos radioactivos e apresentar-lhes todas as famílias radioactivas então conhecidas fazendo, concomitantemente, a exposição daqueles conhecimentos que estavam relacionados com as questões da Radioactividade, como a electrólise, a descarga eléctrica nos gases, a teoria da ionização, a teoria cinética dos gases,

(1) *Manipulações do radioactividade*, Porto, 1914.

(2) *Madame Curie* — Eve Curie, pág. 214.

a teoria de Bravais sobre a constituição dos cristais, as equações de Maxwell, o princípio da Relatividade, etc. Todas as lições eram acompanhadas de experiências de demonstração, em que se ensinavam factos elementares como, por exemplo, carregar um electros-cópio de folha por contacto e por indução.

A propósito da preparação do cloreto de rádio a partir do tratamento de muitas toneladas de residuos de pechblenda, lê-se a páginas 101 da dissertação «Manipulações de

radioactividade»: «Difícilmente creio que haja na história da ciência uma descoberta que exija tanta paciência e método de trabalho». Esta paciência é a *longa paciência*, marca do génio. E Madame Curie foi, na verdade, um génio da humanidade, porque a sua imaginação, a sua inteligência e a sua pertinácia deram à humanidade um novo mundo:

A RADIOACTIVIDADE.

M. MARQUES TEIXEIRA
PROFESSOR CATEDRÁTICO
DA FAC. DE CIEN. DO PORTO

10. QUÍMICA

PONTOS DE EXAMES DE APTIDÃO

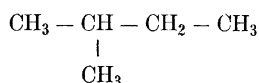
Licenciaturas em Ciências Matemáticas, Ciências Físico-Químicas e Ciências Geofísicas, Preparatórios para as Escolas Militares e Curso de Engenheiros Geógrafos — Agosto de 1948.

37 — Uma amostra com 1,5 gramas de sulfato de cobre cristalizado, pesou depois de ter perdido a água de cristalização 0,96 gramas.

Calcular o número de moléculas-gramas de água de cristalização por molécula-grama de sulfato de cobre ($S = 32$; $Cu = 64$). R: *Admitindo que se trata do sulfato cúprico, se 1,5 g. do sal cristalizado contém 0,54 g. de água de cristalização, a molécula-grama do sal ($SO_4Cu, nOH_2=160+18n$) conterá 18 ng de água, donde se deduz $n = 5$.*

38 — 1.º) Qual o volume ocupado, nas condições normais de pressão e temperatura, por 71 gramas de cloro. ($Cl=35,5$).

2.º) Da fórmula do metil-butano



derive as fórmulas dos dois alcoóis primários, do álcool secundário e do álcool terciário que lhe correspondem.

3.º) Formule o processo de preparação do cloro fazendo reagir o ácido clorídrico com o bióxido de manganésio.

I. S. A. — Licenciaturas em ciências geológicas e ciências biológicas — Agosto de 1948.

39 — a) Definir elemento, número atómico e peso atómico. b) 1 g dum elemento combina-se com 0,3425 g de cloro; o seu calor específico a 20º é 0,031 cal./g.

Calcular o seu peso atómico. ($Cl=35,457$). R: *Se 0,3425 g de cloro se combinam com 1 g do elemento; 35,457 g de cloro combinam-se com 103,52 g do elemento. De $A \times 0,031 = 6,4$ tira-se $A = 206,45$. Logo o peso atómico do elemento é: $2 \times 103,52 = 207,04$.*

c) Descrever uma experiência que prove que a água não é um elemento.

40 — a) Quais são as diferenças nas estruturas dos hidrocarbonetos saturados e insaturados? b) Escrever as fórmulas de estrutura de todos os isómeros do pentano. c) Escrever as equações químicas que representam as reacções de preparação dum sabão. d) Escrever a equação química da esterificação do álcool metílico com ácido acético. Em que difere esta reacção da neutralização do ácido acético com soda cáustica.

I. S. T. — Preparatórios para a Faculdade de Engenharia — Agosto de 1948.

41 — Os *carburantes*, combustíveis usados nos motores de explosão, são constituídos, essencialmente, por hidro-carbonetos das várias séries que foram estudadas na *Química orgânica*. Pretende-se, em geral, realizar, num motor, a combustão completa do combustível e, para isso, costuma usar-se quase sempre um excesso de *ar comburente*. Traduza por uma equação química geral a reacção de combustão completa de qualquer dos hidro-carbonetos componentes dos carburantes, efectuada com excesso de ar comburente e diga por que é conveniente a combustão total do combustível, nos cilindros dos motores de explosão.

42 — Haverá alguma diferença no modo de reagir da água, nas reacções de *hidratação* e de *hidrólise*?

Dê um exemplo de cada um destes tipos de reacções e indique algumas das vantagens, e alguns dos inconvenientes de umas e de outras.

43 — Pretendemos preparar no laboratório os seguintes compostos: *cloreto de zinco, sulfureto de cobre, sulfato de bário e nitrato ferroso*; e dispomos de: *carbonato de zinco, sulfato de cobre, cloreto de bário e sulfureto de ferro*. Indique os reagentes que é preciso empregar, precise as condições experimentais em que devem realizar-se as reacções de preparação desejadas, para obter bons rendimentos, e diga como se separaram os produtos obtidos.

Faculdade e Escolas Superiores de Farmácia — Agosto de 1948.

44 — Determine o número de gramas de ácido clorídrico contidos num litro duma solução dessa substância, sabendo-se que 25 c. c. dessa solução são neu-

tralizados por 30 c. c. duma solução de soda cáustica à concentração de 0,045 g por centímetro cúbico. ($H=1$; $O=16$; $Na=23$; $Cl=35,5$). R: O soluto de ácido clorídrico contém 47,93 g/l.

45 — a) Enuncie a lei de Dalton e exemplifique-a utilizando os compostos oxigenados do azoto. b) Que entende por variedades alotrópicas? Cite exemplos e diga como explica a alotropia. c) Num tubo de ensaio contendo um pouco de enxofre, lançou-se ácido azótico concentrado e aqueceu-se. Em seguida lançaram-se no tubo algumas gotas dum soluto de cloreto de bário. Diga o que se observa nas duas fases desta experiência e explique os fenómenos observados. d) Escreva as fórmulas dos seguintes compostos: óxido salino de crómio; sulfito de sódio; nitrato básico de bário; acetato de etilo; nitro-glicerina; cânfora.

Resoluções de MARIETA DA SILVEIRA

PROBLEMAS DE EXAMES UNIVERSITÁRIOS

F. C. L. — Curso Geral de Química — Janeiro de 1948.

83 — O calor da reacção do bromo com o arsénio em pó, em suspensão na água, é de 83,7 C, sendo a reacção traduzida pela equação: $5 Br + As + 4 OH_2 = 5 BrH aq + AsO_4H_3 aq + 83,7 C$. Sabendo que: (Br, H) aq = 28,4 C; (O, H₂) liq = 68,4 C; e que o calor de dissolução do ácido arsénico é 0,4 C, indicar: a) qual o calor de formação do ácido arsénico dissolvido; b) qual o calor de formação do ácido sólido.

R: a) 21,5,3 C; b) 214,9 C.

84 — A solubilidade do cianato de prata, a 18° C, é 8×10^{-3} moles/l. Qual o seu produto de solubilidade? Que quantidade de sal precipitará se a 1 litro do soluto saturado se adicionar 10 cm³ de soluto normal de nitrato de prata, supondo que os sais se encontram completamente dissociados?

R: O produto de solubilidade do cianato de prata é: $P = [CNO^-] \cdot [Ag^+] = 6,4 \times 10^{-5}$. A quantidade do cianato que existe na solução, depois da adição do nitrato de prata, é dada pela equação: $x(x + 0,01) = 6,4 \times 10^{-5}$, que conduz a $x = 4 \times 10^{-3}$ moles; e, portanto a quantidade de sal que precipita é: $(8-4) \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-3}$ moles, ou seja, 6×10^{-1} g.

85 — Calcular, a 27° C., a constante de dissociação e a pressão osmótica, em atmosferas, duma solução de um monoácido 0,04 N, cujo P_H é 2,398.

R: De $P_H = -\log [H^+]$, tira-se $[H^+] = 4 \times 10^{-3}$, e, como o número de iões H⁺ existentes no soluto é igual

ao número de moléculas dissociadas, o grau de dissociação do ácido será $\alpha = 4 \times 10^{-3} / 4 \times 10^{-2} = 0,1$. Entrando com este valor nas expressões: $K_a = n\alpha^2 / (1 - \alpha)$ e $PV = n[1 + \alpha(n-1)]RT$ acha-se, respectivamente, $K_a = 4,4 \times 10^{-4}$ e $P = 1,08$ atm.

F. C. L. — Curso Geral de Química — Maio de 1948.

86 — Tendo o polónio o período de semi-transformação igual a 140 dias, calcular a sua constante radioactiva e o tempo necessário para que uma certa quantidade deste elemento se reduza a 1/10.

R: De $\lambda T = 0,693$, tira-se $\lambda = 4,95 \times 10^{-3}$ dias⁻¹. Conhecido o valor de λ , a aplicação da expressão $q = q_0 e^{-\lambda t}$, dá-nos, para $q = 0,190$, $t = 465$ dias.

87 — Na obtenção de 100 Kg de soda Solvay, supondo um rendimento de 100 %, que quantidades de calcáreo a 98 %, cloreto de amónio suposto puro e cal viva a 95 % são necessárias? R: Atendendo a que as matérias primas para a obtenção do carbonato de sódio pelo processo Solvay, são o anidrido carbónico e o amoníaco, e a que estas substâncias se podem obter, respectivamente, a partir da calcinação do carbonato de cálcio e da reacção do cloreto de amónio com o óxido de cálcio, verifica-se, depois de estabelecidas as respectivas equivalências, que, para a preparação de 100 kg de soda Solvay, são necessários: 193 kg de calcáreo a 98 %; 101 kg de cloreto de amónio, suposto puro; e 56 kg de cal viva a 95 %.

Resoluções de MARIETA DA SILVEIRA

11. A FÍSICA NAS SUAS APLICAÇÕES

CURIETERAPIA E RÖNTGENTERAPIA

Quis a *Gazeta de Física* associar-se à homenagem que por toda a parte se presta nesta altura aos esposos Curie. Homenagem é essa sobremaneira justa, pois, na marcha brilhantíssima da física moderna, a descoberta do Rádio marca um escalão dos mais importantes. Tal descoberta foi realizada no meio das maiores dificuldades de ordem material, o que faz destacar ainda mais o altíssimo valor, a grande energia moral dos seus autores. Assim a presente homenagem, ao mesmo tempo que celebra uma das mais gloriosas datas da história da física moderna, envolve igualmente um preito justíssimo de admiração pelo entusiasmo científico dos autores do achado notabilíssimo e pelas suas qualidades excepcionais de abnegação e sacrifício.

As radiações que Röntgen descobriu no final de 1895, em produção artificial nos tubos de Crookes e Becquerel poucos meses depois na sua emissão espontânea pelos produtos rádio-activos têm para todos nós o maior interesse, não só pelos seus aspectos físicos, como muito particularmente pelas suas propriedades biológicas.

As células dos organismos vivos submetidas à sua acção sofrem grandes modificações, que vão desde alterações da contextura do protoplasma, ou transformações profundas dos núcleos, até à morte celular.

Conforme forem mais ou menos intensas essas alterações, conforme for mais ou menos extensa a região atingida pelas radiações e ainda conforme seja tal ou tal a sede dos tecidos onde essas modificações se passem, assim será diferente a importância que tais fenómenos representam para o organismo onde se produzirem.

Nuns casos, esses efeitos irão traduzir-se em mutações na evolução da espécie atingida,

noutros haverá, por exemplo, a morte do organismo experimentalmente utilizado, noutros, finalmente, poderá dar-se a destruição praticamente selectiva das células de natureza patológica e consequentemente a cura clínica do indivíduo doente.

Se os fenómenos que mencionámos em primeiro lugar interessam o biologista nos seus trabalhos de experimentação, estes últimos são particularmente importantes para a terapêutica, nas suas aplicações práticas à vida clínica.

Desde que se encontrou a acção biológica das radiações, tem-se utilizado o Rádio bem como outros produtos rádio-activos com fins terapêuticos, ao mesmo tempo que com intenção semelhante se empregam os raios de Röntgen produzidos artificialmente nas aparelhagens respectivas.

Seria impossível desenvolver aqui pormenorizadamente os vários aspectos sob que pode ser encarada a aplicação do Rádio e substâncias afins em terapêutica, suas indicações, formas de as aplicar, etc. Aliás nem tal desenvolvimento corresponderia à índole desta revista, nem eu próprio teria competência profissional para o fazer, porquanto, se é verdade que tenho feito desde há muitos anos Röntgenterapia, nunca tive ensejo de aplicar convenientemente a Curieterapia. Limitar-me-hei por isso a tratar apenas, aliás numa maneira muito geral e esquemática, alguns aspectos fundamentais das diferenças que na prática se encontram entre o Rádio e os Raios X nas suas aplicações à terapêutica.

O Rádio (tomemos esta substância como padrão) emite raios α , β e γ e as ampolas Röntgen emitem apenas Raios X. Na prática eliminam-se para o caso do Rádio os raios α e β por meio de filtros adequados, pelo que o confronto vem apenas a estabelecer-se

entre os raios γ e os raios X. Dado o estado actual da técnica, a diferença entre uns e outros é apenas quantitativa e encontra-se nos seus comprimentos de onda. Utilizam-se na terapêutica habitual raios X cujo comprimento de onda oscila (em numeros redondos) para as aplicações habituais entre 0,1 e 0,3 Å, ao passo que os raios γ do Rádio descem até 0,0006 Å.

Debateu-se durante muito tempo o problema de saber se os raios de diferentes comprimentos de onda teriam acções biológicas diversas. Actualmente pensa-se em geral que isso não é assim. Considera-se que o efeito biológico é proporcional à quantidade de energia radiante absorvida pelos tecidos independentemente do comprimento de onda das radiações. Assim, se num dado caso fizermos absorver pelos tecidos uma determinada dose de raios X e num caso semelhante aplicarmos no mesmo lapso de tempo a mesma dose de radiações γ os efeitos biológicos serão inteiramente comparáveis. É esta, pelo menos, a conclusão a que parece dever chegar-se pelos trabalhos mais recentes.

Na prática, porém, as condições de aplicação do Rádio e dos raios X não são comparáveis, donde resultam diferenças nos resultados obtidos. Os tubos de Rádio ou de Radão que se utilizam na clínica constituem fontes de irradiação de pequenas dimensões que podem trazer-se ao contacto da pele, ou que facilmente se introduzem nas cavidades naturais do corpo. Por mais anfractuosas que estas sejam é sempre possível colocar um tubo de Rádio ao contacto da zona que quisermos tratar. Pode mesmo ainda fazer-se a introdução cirúrgica de tubos com substâncias rádio-activas no interior dos tecidos doentes. As ampolas de raios X têm no geral dimensões tais que só podem actuar do exterior, ficando o foco emissor colocado a uma certa distância d zona doente. Era esta, pelo menos, a situação tal como se apresentava até há alguns anos. Mais recentemente empregam-se ampolas cujo foco de emissão se encontra perto da extremidade

duma haste de reduzida espessura, por forma tal que facilmente se introduz no recto ou na vagina, por exemplo. Assim o foco emissor de raios pode colocar-se quase ao contacto da zona que devemos tratar. Este tipo de aplicação a chamada terapêutica de contacto já se aproxima bastante (pelo menos sob este ponto de vista) das condições práticas de aplicação do Rádio.

A situação, num e noutro caso, é a seguinte: A intensidade da irradiação nos tecidos tratados decresce na razão inversa do quadrado da distância a que a zona irradiada se encontra do foco emissor. Assim, se tivermos que tratar uma lesão situada — digamos — à superfície da pele, que atinja apenas 3 mm de profundidade e se pudermos colocar o foco emissor de raios a 2 mm da pele teremos que a distância máxima a que se encontram do foco os tecidos que pretendemos tratar é de 5 mm. Se chamarmos I a intensidade atingida nesses pontos, basta que nos afastemos até 1 cm de distância do foco de irradiação para que a intensidade fique reduzida a $1/4$; a 1,5 cm já a intensidade será apenas de $1/9$; a 2 cm será de $1/16$ etc. Poderemos, portanto, irradiar os tecidos doentes com uma dose tal de raios que os destrua por completo, todavia os tecidos sãos que ficam por detrás deles serão muito pouco atingidos e não perderão portanto as suas faculdades de regeneração e cicatrização; assim, mesmo que cheguemos a aplicar doses muito elevadas, depois de produzida a necrose e a eliminação das zonas doentes, poderemos ver dar-se rapidamente a cicatrização das feridas produzidas e com ela a cura clínica do caso.

Nestas condições, uma das características fundamentais das aplicações de Rádio (compartilhada aliás pela Röntgenerapia de contacto nos casos em que uma e outra possam aplicar-se) consiste na possibilidade de trazer o foco de radiação até muito perto da zona a tratar poupando largamente os tecidos vizinhos. Se os tecidos doentes atingem uma certa profundidade, já essa terapêutica não será aplicável ou só virá a sê-lo sob a forma da introdução cirúrgica de agulhas rádio-activas no seu in-

terior. Esta terapêutica tem as suas indicações e as suas limitações e não caberia na índole deste trabalho ponderá-las aqui.

Há uma outra característica fundamental das aplicações de Rádio que as distingue essencialmente dos tratamentos correntes pelos raios X. Os aparelhos de Curieterapia que se usam na prática utilizam apenas diminutas fracções de grama de Rádio-elemento. Nestas condições a intensidade da irradiação é muito fraca e as aplicações têm que prolongar-se durante muitas horas ou mesmo dias seguidos para se poder atingir a dose necessária. Os doentes, com os aparelhos aplicados, que ocupam um volume pouco maior que um simples penso, podem mover-se, distrair-se, mudar de posição, dormir com os aparelhos colocados e apesar de tudo a aplicação continuará durante todo esse tempo. Com os raios X, os doentes têm que estar imobilizados durante a aplicação, pelo que não é prático prolongá-la além dum número razoável de minutos. É impossível fazer aplicações que durem horas ou dias, que abranjam o período nocturno do repouso do doente, etc. É portanto necessário concentrar a dose que queremos aplicar durante um tempo muito mais curto do que aquele que se usa para os tratamentos com o Rádio. Isto é, num caso teremos tratamentos de fraca intensidade, prolongados durante muito tempo. No caso dos raios X teremos tratamentos com intensidades muito maiores, aplicados em tempos muito mais curtos.

Essa diferença é fundamental sob o ponto de vista biológico. De facto, quando nós irradiamos um tecido qualquer, ao mesmo tempo que os raios vão actuando, produzindo nos tecidos as alterações características, esses tecidos por sua vez reagem e pelas suas defezas naturais neutralizam, compensam e em parte anulam a acção, dos raios.

Ora acontece que tal capacidade de recuperação, de defesa, é variável conforme os tecidos. Há alguns, para os quais essa acção é muito lenta e, portanto, pouco eficaz. Por exemplo, quando os raios actuam sobre os bulbos pilosos com uma certa intensidade,

durante algum tempo, produzem a sua atrofia e a queda, pelo menos temporária, dos cabelos da região. Se aplicarmos raios de grande intensidade (digamos, da ordem de grandeza de 500 r por minuto) a dose total necessária para produzir a epilação é de 300 r ; se a intensidade for 1000 vezes mais fraca (de 0,5 r por minuto) a dose total necessária é de 500 r , isto, é apenas 5/3 da dose anterior. Para os bulbos pilosos, a capacidade de reagir, de neutralizar o efeito das radiações é muito fraca.

Vejam agora a produção de eritema — de inflamação da pele. Se aplicarmos raios intensos, a 500 r por minuto, a dose total necessária para produzir um eritema é precisamente de 500 r , o eritema obter-se-há assim com 1 minuto de aplicação. Se aplicarmos raios 1.000 vezes menos intensos, à razão de 0,5 r por minuto, teremos que utilizar uma dose total de 2.200 r para produzir o mesmo eritema, ou seja 225 da dose anterior, mais de quatro vezes a dose empregada anteriormente. Isto é, para os tecidos da pele, a capacidade de regeneração é muito activa. Se a aplicação é intensa, é rápida, essa capacidade de regeneração não tem tempo de se manifestar e o efeito de eritema é atingido com uma dose total relativamente pequena. Se a aplicação é suave, demorada, a capacidade de regeneração tem tempo de sobra para exercer a sua acção e assim é necessário chegar a uma dose total muito maior para conseguir produzir o eritema.

Ora acontece que a capacidade de regeneração ou recuperação dos tecidos normais é no geral maior que a dos tecidos neoplásicos, dos tumores. Portanto, se as aplicações forem de fraca intensidade, mas muito prolongadas, poderemos atingir doses totais elevadíssimas que são altamente lesivas para os tumores sem chegarem a produzir efeitos destrutivos sobre os tecidos sãos.

Nas aplicações de Röntgenterapia utiliza-se largamente esta circunstância, numa , ordem de ideias inteiramente semelhante. A maior parte dos tumores hoje em dia trata-se com doses fraccionadas — repetidas em dias: suces-

sivos durante algumas semanas. Atingimos assim doses totais de milhares de r que seriam incomportáveis para a pele se fossem aplicadas numa sessão mas que, fraccionadas pela forma que indicamos, são perfeitamente toleradas pelos tecidos sãos. Essas doses são em muitos casos suficientes para destruir as células cancerosas que, precisamente, não conseguiram reagir ao agente lesivo tão completamente quanto as células sãs.

Para certas formas tumorais parece que os factos se passam por forma diametralmente oposta, isto é, para esses tumores seria a sua capacidade de recuperação mais eficaz do que a dos tecidos sãos. Para êsses, deveria então, pelo contrário, dar-se a dose necessária no mínimo de tempo, numa sessão única de forte intensidade.

Para os tumores que se comportam segundo a reacção mais habitual, compreende-se que aquele efeito — digamos, de suavidade de acção — é particularmente sensível com as aplicações de Rádio e dos corpos rádio-activos, para os quais a intensidade de aplicações (número de r por minuto) é muito pequena e que podem utilizar-se durante horas e dias seguidos sem incómodo para o doente.

São estes, vistos muito rapidamente, por uma forma absolutamente esquemática, os traços mais característicos que se encontram na base da distinção entre as aplicações terapêuticas do Rádio e dos raios X. São modalida-

des terapêuticas que se completam umas às outras, competindo ao médico escolher estas ou aquelas conforme as situações que se lhe apresentam.

Continuará o Rádio a desempenhar o grande papel que ainda hoje lhe cabe na terapêutica? Serão mais frequentes as situações em que convenha empregar antes raios X, á medida que se torna mais maleável a sua aplicação? Irão os modernos corpos artificialmente rádio-activados substituir o Rádio nas suas aplicações práticas? São perguntas estas a que é impossível responder desde já.

Seja qual for a evolução que o futuro venha a trazer para este assunto, foi tal a importância que teve o Rádio em terapêutica nestes 50 anos que é apenas da mais elementar justiça que os aspectos da sua aplicação biológica sejam mencionados neste momento em que por toda a parte se celebra a sua descoberta com a maior solenidade. Por esse motivo, foi com o maior prazer que acedi ao pedido da direcção desta revista para me associar a ela, prestando, conforme disse de entrada, o meu preito de admiração e homenagem á obra admirável, ao espírito paciente e seguro de investigação, ao critério correctamente científico, ao entusiasmo e, coragem moral desses dois investigadores de génio que se chamaram Marya Skolodowska Curie e Pierre Curie.

PROF. CARLOS SANTOS
MÉDICO RADIOLOGISTA

12. INFORMAÇÕES VÁRIAS

NOTICIÁRIO

Uma carta do Brasil

Em fins de Abril deste ano, um dos nossos directores recebeu uma carta do nosso colaborador Dr. J. Leite Lopes, professor catedrático na Universidade do Rio de Janeiro, da qual transcrevemos a seguinte passagem que dará aos nossos leitores uma ideia da actividade dos nossos colegas brasileiros e que certamente os interessará muito.

As nossas Faculdades de Filosofia, Ciências e Letras recebem agora o nome de Faculdades de Filosofia — uma simplificação que não acho boa. Lutamos

ainda pelo desdobraamento em Faculdades de Filosofia e Letras.

As duas mais importantes são a Faculdade de Filosofia da Universidade de S. Paulo e a Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil (Rio de Janeiro). A primeira, a mais importante, foi criada em 1934; a segunda em 1939.

Em S. Paulo, o grupo foi organizado e inicialmente dirigido pelo Professor Gleb Wataghin, cuja influência, entusiasmo e capacidade de trabalho foram decisivos para a formação do actual grupo de físicos. Actualmente, este grupo é formado de: Mario Schönberg (Prof. de Mecânica); Marcelo Damy de Souza

Santos (Prof. de Física Geral); Gleb Wataghin (Prof. de Física Teórica e Matemática); Cesar M. G. Lattes (Prof. de Física Superior); Walter Schutzer (Assist. de Mecânica); Jayme Tiomno e Sonia Aschauer (Assists. de Física Teórica); P. T. Bittencourt e Oscar Sala (Assists. de Física Geral); H. Stammreich (Espectroscopista), todos de S. Paulo.

No Rio, o grupo é menor; lutamos com falta de verba para manter assistentes e os vencimentos são muito baixos comparados com os de S. Paulo. Por isto, muitos dos nossos jovens terminam por ir para S. Paulo... O nosso grupo é agora formado de: Costa Ribeiro (Física Geral); P. S. Rocha (Mecânica); J. L. L. (Física Teórica). Alguns dos nossos jovens estão este ano em S. Paulo, com bolsa, pois não os podemos nomear aqui: Paulo Sérgio (Física Teórica) e Elisa Frota Pessoa (Física Experimental).

Vou tentar obter informações (que já estejam impressas) sobre a nossa Faculdade para lhe enviar. Mandar-lhe-ei também o nosso currículo com os programas.

Inicie um curso pós-graduado sobre fundamentos da mecânica quântica e dou um curso ordinário sobre equações diferenciais da física, com particular referência à teoria das ondas. Está também funcionando um seminário sobre física nuclear, além de outro, semanal, sobre trabalhos recentes, no qual discutimos as mais importantes memórias (sobre física nuclear, radiação cósmica e problemas correlatos) que trazem os periódicos que recebemos.

Um dos nossos colaboradores, Hervasio de Carvalho está estudando o efeito da temperatura sobre as emulsões fotográficas (Kodak e Ilford) para registro de corpúsculos ionizantes. Outro colaborador, o Capitão-Tenente Gabriel de Almeida Fialho, está construindo circuitos para contadores. Actualmente estou interessado em alguns cálculos relativos à secção de choque de produção de mesons e á produção de «estrelas» nucleares por colisão de mesons neutros com núcleos atômicos. Devo também começar a trabalhar num laboratório sobre o estado actual da teoria das forças nucleares, para uma reunião da Associação Física Argentina a se realizar em Maio próximo, em Tucumán.

A. G.

Universalidade

A propósito de superioridade racial, a edição francesa das Selecções do «Reader's Digest» de Maio 1948, cita um interessante resumo do dia do homem moderno.

«Ao acordar ele está em pijama (veste de origem malaia). Olha para o relógio (invenção europeia da idade média) e vai para a casa de banho (porcelana da China, escova de dentes inventada na Europa no século XVIII, sabão dos Gauleses, «W. C.» imaginado por um romano original, navalha de barba: liga de ferro e carvão descoberta na Índia).

O pequeno almoço recorda-lhe inovações de outros

povos e de outras épocas: o garfo (criação italiana da idade média), o café (planta da Abissínia descoberta pelos árabes), o açúcar (descoberto nas Índias), as filhozes (escandinávias), a manteiga (na origem, um cosmético oriental), o «bacon» (suínos comestíveis do Sudeste asiático, fumados segundo um processo em uso na Europa setentrional).

Depois, no combóio (invenção inglesa), instala-se a fumar um cigarro (herança mexicana), lê o jornal (impresso em caracteres criados pelos Semitas, graças a um processo alemão, sobre uma matéria inventada pelos chineses), etc, etc».

E, acrescenta o articulista das selecções (edição francesa):

«Temos hoje um dever imperioso: ajuizar, segundo os seus méritos e sem parcialidade, das várias raças e das várias nações do mundo. Os dois biliões de homens que nós somos só podem viver em boa harmonia, num globo cada vez mais reduzido, se estudarmos as leis das Relações Humanas tão aturadamente como as da Física. Orgulhemo-nos, não de nos julgarmos — erradamente — superiores a um povo qualquer, mas, antes, de sermos capazes de conhecer e de compreender todos os outros povos da Terra». A. G.

Múltiplos e sub-múltiplos

Nos Comptes Rendus de la 14^{ème} Conférence da União Internacional de Química (Julho de 1947) indicam-se os seguintes prefixos como destinados a representar os múltiplos e sub-múltiplos das unidades, assim como os respectivos símbolos:

T	tira-	10^{12}	×
G	giga-	10^9	×
M	mega-	10^6	×
K	kilo-	10^3	×
d	deci-	10^{-1}	×
c	centi-	10^{-2}	×
m	mili-	10^{-3}	×
μ	micro-	10^{-6}	×
n	nano-	10^{-9}	×
p	pico-	10^{-12}	×

R. C.

COMUNICAÇÕES

Boletim bibliográfico

Novas revistas que trocam com a «Gazeta de Física»

Anais da Academia Brasileira de Ciências, Caixa Postal, 229, Rio de Janeiro. N.º recebido: 2, Tomo XX (1948) — *Revista de Economia*, Apartado 142, Lisboa. Fascículos recebidos: I, II, III, vol. I (1948) — *Revista do Sindicato Nacional dos Engenheiros Auxiliares, Agentes Técnicos de Engenharia e Condutores*, R. Jardim do Regedor 37, 2.º. Lisboa. N.ºs recebidos: 33-34, ano III (1948) — *Boletim da Sociedade de Estudos da Colónia de Moçambique*, Caixa postal 1138, Lourenço Marques. N.ºs recebidos: 53 e 54 (1947) —

American Scientist, The Society of the Sigma XI Yale University, New-Haven (Conn). N.ºs recebidos: 3-4, vol. 36 (1948) — *Science Progress*, Edward Arnold and CO., 41 Maddox St. London W. 1. N.º recebido: 144, vol. XXXVI — *The Marconi Review*, Marconi's Wireless Telegraph Company Ltd., Electra House, Victoria Embankment, London W. C 2. N.ºs recebidos: 1, 2, 3, vol. XI (1948) — *Bulletin de l'Institut International du Froid*, 9, Avenue Carnot, Paris (17^e). N.ºs recebidos I, II, III, vol. XXVIII (1948) — *Matematisk-Naturvetenskaplig a Biblioteket*, Stockholms-Högskola, Stockholm (6^o). Recebemos as 3 separatas seguintes: *Determination of Orbits in the Field of a Magnetic Dipole with Applications to the Theory of the Diurnal Variation of Cosmic Radiation*, by Karl Gustav Malmfors (1945) — *On the band spectra, of the hydrides and deuterides of Cu, Ag, Au, Al*. Experimental investigations by Bengt E. Nilsson (1948) — *Investigations of the band-spectrum of beryllium oxide*, by Albin Lagerqvist (1948) — *Pro-Metal*, Fonderie Boillat S. A. Reconvilier (Suíça). N.ºs recebidos: 3, 4, 5 (1948).

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

Civil Engineering, n.ºs 502 a 508 (1948) — *Monthly Science News*, n.º 3 (1947) — *Journal of Mathematics and Physics*, n.º 4, vol. XXVI (1948), n.ºs 1 e 2, vol. XXVII (1948) — *The General Radio Experimenter*, n.ºs 9 a 12, vol. XXII (1948), n.ºs 1 a 5, vol. XXIII (1948) — *Ericsson Review*, n.ºs 1, 2, 3 (1948) — *Ericsson Technics*, n.ºs 46, 47 (1948) — *Bulletin Oerlikon*, n.ºs 268 a 270 (1947), 271, 272 (1948) — *Suíça Técnica*, n.ºs 1 e 2 (1948) — *Technisch-Wetenschappelijk Tijdschrift*, n.ºs 2 a 10 (1948) — *L'Athénée*, n.ºs 2, 3, 4 (1948) — *Société Royale Belge des Ingenieurs et des Industriels*, n.ºs 1, 2, 3, Série B (1948), 2, 3, 4, Série A (1948) — *Bulletin Technique de l'Union des Ingenieurs sortis des Écoles Spéciales de Louvain*, n.º 2 (1948) — *Bulletin de la classe de Sciences*, Koninklijke Vlaamsche Academie voor Wetenschappen, n.º 7, ano VIII (1946), 1 a 8, ano IX (1947), 10 e 11 (1947), 9, 12, 13 (1947) (da coleção Mededelingen); n.ºs 19, 20 (1946), 22 a 25 (1947) (da coleção «Verhandelingen») «Saarboek» de 1946 e de 1947 — *Revue d'Optique*, n.ºs 4 a 10 (1948) — *Science et Vie*, n.ºs 367 a 373 (1948) — *Revue pratique du froid*, n.ºs 5 a 10 (1948), 1 (Outubro 1948) — *Toute la Radio*, n.ºs 125 a 129 (1948).

Publicações de trabalhos feitos no *Institut de Physique de la Faculté des Sciences à Strasbourg* — 4 separatas do *Journal de Physique* — *Deux procédés nouveaux de photographie infrarouge*, I-II par E. Heintz (1946) — *Paramagnétisme de quelques composés du man-*

ganèse, par M.^{elle} A. Serres (1947) — *La notion quantique de mélange et ses applications*, par Jacques Yvon (1947) — 3 separatas de *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences* — *Chimie Physique. Une méthode de détermination des constantes optiques d'une macromolécule en solution*, de M. Roger Cerf (Fevereiro 1948) — *Mécanique des fluides. Mouvement et déformation d'une particule élastique sphérique dans un écoulement visqueux à gradient de vitesse constant*, de M. Roger Cerf. (Maio 1948) — *Microscope électronique. Étude des sols de V₂O₅ au microscope électronique*, de M. Jean-Baptiste Donnet (Agosto 1948) — 2 separatas de *Cahiers de Physique: Sur la théorie cinétique des ondes d'agitation thermique dans les liquides* par Jacques Yvon (cahier n.º 14, Maio 1943) — *Sur la thermodynamique statistique des transformations «ordre-désordre» dans les réseaux cristallins*, par Jacques Yvon (cahier n.º 28, Setembro 1945) — *Euclides*, n.ºs 84 a 88 e 91 a 93 (1948) — *Gazeta de Matemática*, n.ºs 35 e 36 (1948) — *Agros*, n.º especial (Jan-Dez 1948), n.ºs 1 a 4 (1948) — *Técnica*, n.ºs 181 a 185 (1948) — *Revista da ordem dos Engenheiros*, n.ºs 51 a 57 (1948) — *Revue Technique Philips*, n.ºs 5 a 10 (1947-48) — *Philips Research Reports*, n.º 1, vol. 2 (1947) *Máquinas e Metais*, n.ºs de Dezembro (1947) e todos os de Janeiro a Setembro (1948).

Outras publicações recebidas

Revue des Roulements à Billes n.ºs 4 (1946) e 1-2 (1947).

Recebemos os 4 folhetos seguintes enviados pelo autor, Emile Guarini (16, R. de l'Aurore, Bruxelles). *La récupération des chaleurs perdues. La pompe de chaleur* — *Théorie et bilan thermique* — *Machine à vapeur surchauffée* — *Improvements in «Superheated vapor heat engines»*.

Livros

O Método de Redução ao Absurdo, por Maria Teodora Baptista Alves — *Mecánica Cuántica*, de Ramón Ortiz Fornaguera — *Reconstruction de la Physique Theorique* (Theorie photonique) por A. S. Bernardes de Miranda — *O Embalsamamento Egípcio*, pelo Dr. Rómulo de Carvalho.

Estes 4 livros foram-nos oferecidos gentilmente pelos seus autores.

Low Temperature Physics, L. C. Jackson — *British Engineering Societies*, L. St. L. Pendred — *British Lighthouses*, J. P. Bowen — *Lord Kelvin*, A. P. Young — *James Clerk Maxwell*, R. L. Smith-Rose.

Recebidos por intermédio do Instituto Britânico em Portugal.

FIM DO VOL. I



Nem mesmo dois cavalos selvagens podem separá-los

DURANTE muito tempo, os industriais encontraram-se perante um problema aparentemente insolúvel relativamente aos magnetes.

Para se conseguir um coeficiente suficientemente alto de atracção magnética, tinha de se empregar uma proporção tão elevada de metal que isso era muitas vezes impossível.

Veio depois a invenção do Ticonal, a liga magnética hoje tão famosa, criada pela Philips. É tão grande o poder de atracção do Magnete Ticonal, que ele pode suportar 3.500 vezes o próprio peso. E dois pequenos

Magnetes Ticonal, pesando apenas duas libras, quando juntos, não se separam um do outro mesmo quando puxados em direcções opostas por dois cavalos possantes.

Hoje, muitas das maiores empresas industriais usam já os Magnetes Ticonal. No futuro, os engenheiros e cientistas da Philips desenvolverão ainda mais a sua incessante investigação dentro das aplicações industriais do magnetismo. Os Laboratórios de Investigações Philips trabalham constantemente pelo aperfeiçoamento das técnicas industriais.



PHILIPS

AJUDA A CONSTRUIR O MUNDO DE AMANHÃ

ELECTRÓNICA * LÂMPADAS * RECEPTORES DE RÁDIO * VALVULAS DE RÁDIO * APARELHOS DE MEDIDA *
APARELHOS DE RAIOS X * GERADORES DE ALTA FREQUÊNCIA * EMISSORES * POSTOS DE SOLDADURA * LÂM-
PADAS FLUORESCENTES * AMPLIFICADORES * EQUIPAMENTOS DE CINEMA * TELEVISÃO.

(65)

Dêem o vosso apoio à investigação científica



A gravura mostra a silhueta do Dr. Lewis J. Neelands, engenheiro do Laboratório de electrónica da General Electric, de Schenectady, New York, ajustando a antena usada para a recepção de informações emitidas por um dispositivo ultra leve que transmite de um foguetão animado de uma velocidade de 3800 milhas por hora, 28 indicações em cada 1/35 de segundo. O equipamento, que foi experimentado pela primeira vez no centro de experiências de vôo da General Electric, em Schenectady, fez a sua primeira subida à estratosfera na parte anterior de um projectil «V-2».

A General Electric sob a orientação do «U. S. Army Ordnance Department» dirige a montagem e lançamento das «V-2» em White Sands, Novo México.

PARA AQUISIÇÕES DE APARELHAGEM ELECTRÓNICA CONSULTE A:

GENERAL  ELECTRIC

PORTUGUESA

S. A. R. L.

RUA DO NORTE, 5
Tels. 2 8135/6 - 3 2916/7

L I S B O A

Anunciar na «Gazeta de Física» é contribuir para a sua prosperidade