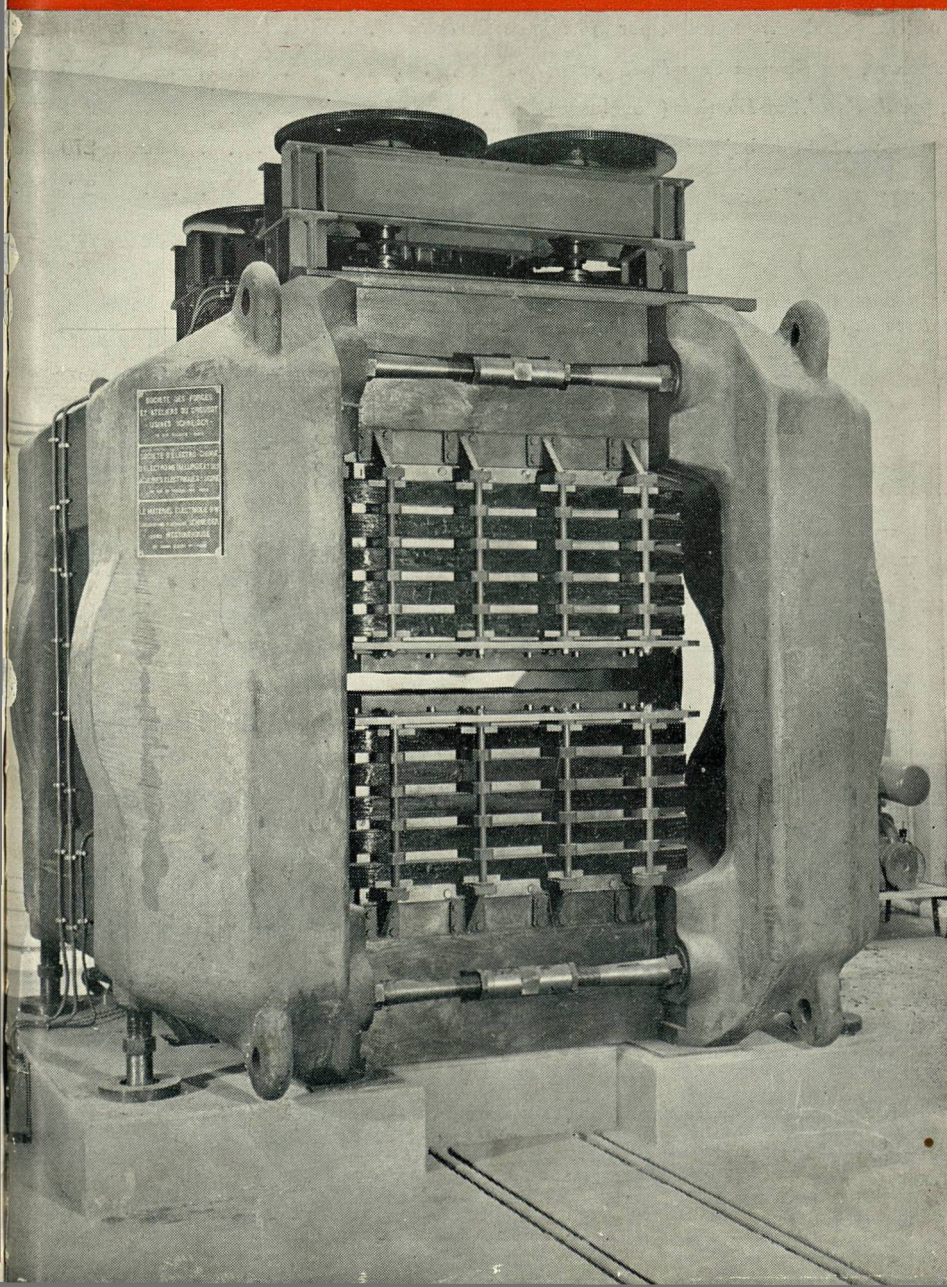


GAZETA DE FISICA

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

VOL. III, FASC. 9
JULHO, 1960



2º Grande Imã
Permanente
(Orsay, 1959)

(Ver pág. 264)

VOL. III

GAZETA DE FÍSICA

FASC. 9

PUBLICAÇÃO DESTINADA AOS ESTUDANTES DE FÍSICA
E AOS FÍSICOS E TÉCNICO-FÍSICOS POR-
TUGUESES . VOLUMES PUBLICADOS:
VOL. I — 1946 A 1948 — IX FASCÍCULOS — 288 PÁGINAS
VOL. II — 1948 A 1953 — X FASCÍCULOS — 280 PÁGINAS

JULHO — 1960

SUMÁRIO

O aperfeiçoamento do processo fotográfico para o registo do rasto de partículas nucleares, por <i>C. F. Powell</i>	245
Considerações sobre o Princípio de Arquimedes, por <i>Rómulo de Carvalho</i>	251
Interação nucleon-nucleon, por <i>Georges Yves Petit</i>	255
Salomon Rosenblum, por <i>J. Sant'Ana Dionísio</i> (Conclusão).	261
Dispositivo contador de raios beta de baixo nível, por <i>B. Schotanus</i>	270
Noticiário	273

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

COMISSÃO DE REDACÇÃO: — Rómulo de Carvalho — Armando
Gibert — Lídia Salgueiro — Maria Augusta P. Fernández —
José V. Gomes Ferreira — Maria Helena Sampaio Carepa —
F. Bragança Gil — Maria Teresa Gonçalves



PROPRIEDADE E EDIÇÃO: GAZETA DE MATEMÁTICA, L.^{DA} * CORRESPONDÊNCIA: GAZETA
DE FÍSICA — LABORATÓRIO DE FÍSICA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS DE LISBOA — RUA DA
ESCOLA POLITÉCNICA — LISBOA * NÚMERO AVULSO: ESC. 12\$50 * ASSINATURA: 4 NÚME-
ROS ESC. 40\$00 * DEPOSITÁRIA: LIVROS HORIZONTE, L.DA, RUA DAS CHAGAS, 17-1.º, D,
TELEFONE 366917, LISBOA

O aperfeiçoamento do processo fotográfico para o registo do rasto de partículas nucleares *

No progresso que se tem alcançado nos estudos de Física Nuclear, há dois tipos de instrumentos utilizados na detecção de partículas carregadas e na revelação dos rastos que as mesmas produzem ao atravessarem a matéria, que têm desempenhado um papel decisivo. São os contadores e os registadores de rastos. Neste artigo ocupar-me-ei do segundo destes tipos de instrumentos para cujo aperfeiçoamento tem sido dada uma decisiva contribuição, durante os últimos cinquenta anos, pelos laboratórios britânicos.

O instrumento desta natureza, na sua forma original, foi inventado pelo meu antigo professor, C. T. R. Wilson. No período compreendido entre os anos de 1900 e 1910, conseguiu ele demonstrar que a passagem de uma partícula carregada através de um gás saturado de vapor de água podia ser revelada por meio de uma súbita expansão do gás, imediatamente antes e imediatamente depois da passagem da partícula. O ar, em virtude da expansão, tende a tornar-se hipersaturado e o vapor de água, em condições apropriadas, começa a condensar, em pequenas gotículas, nos iões e electrões, carregados, individuais, produzi-

dos no gás pelas partículas que o atravessam.

As partículas escrevem a sua assinatura.

A grande vantagem da câmara de expansão de Wilson foi o facto de ter dado uma imagem pormenorizada da ionização em virtude das partículas individuais; em condições propícias, cada partícula escreve, por assim dizer, a sua própria assinatura, reduzindo desta maneira ao mínimo as ambiguidades na interpretação dos fenómenos.

Antes do invento, com êxito, da câmara de Wilson, muitos dos aspectos das interacções entre os núcleos de átomos e dos processos relativos à ionização de um gás por diferentes radiações, eram conhecidos apenas por ilações tiradas através de um variadíssimo número de ensaios feitos com outros aparelhos. Todavia, com a câmara de Wilson, estes processos foram postos em evidência em toda a sua riqueza e variedade.

Para uma geração que recorda o nível dos conhecimentos adquiridos pela ciência há 40 anos, quando a maioria dos mais eminentes cientistas da época pensava ser improvável que pudéssemos alguma vez penetrar na estrutura do átomo — e quando para alguns deles a própria ideia do átomo não era mais que uma ficção — as fotografias de Wilson eram quase uma revelação

* Este artigo faz parte de uma série especial de artigos escritos por proeminentes cientistas ingleses para comemorar o tricentésimo aniversário da Real Sociedade de Londres para a Divulgação das Ciências Naturais, em Julho de 1960.

mágica de um mundo novo. As fotografias de Wilson da ionização de um gás por raios X e, pouco depois, as fotografias de Blackett das colisões de partículas alfa com os núcleos e as desintegrações que as mesmas produziram, constituíram uma demonstração final de uma clareza sem paralelo que, sem sombra de dúvida, produziram em todos uma inabalável convicção.

Câmara de Wilson inteiramente automática

Para a obtenção de fotografias de ocorrências de natureza especial, foi necessário, em alguns ensaios, tornar automático o funcionamento da câmara. Assim, a zona de colisão de partículas alfa com os núcleos de átomos é tão pequeno que existe a probabilidade de apenas umas poucas partes num milhão poderem colidir com tais partículas, quando estas atravessam um gás, antes de chegarem ao ponto final do seu alcance. Para demonstrar a desintegração do azoto por partículas alfa, Blackett e os seus colegas inventaram a câmara automática de Wilson, pela qual puderam conduzir com êxito a série necessária de ensaios para fotografar os rastos. Mais tarde, Blackett e Occhialini inventaram uma câmara de Wilson com contador, na qual as partículas carregadas, em virtude da radiação cósmica, ao passarem através dos contadores Geiger, instalados por cima e por baixo da câmara, provocavam a sua expansão; a passagem das partículas produzia, assim, a sua própria fotografia.

Não obstante o facto de, em trabalhos com potentes aceleradores, a câmara de Wilson ter sido substituída por câmara de bolha, principalmente porque esta pode funcionar com hidrogénio líquido, muitas das características básicas mecânicas da câmara de Wilson de tipo automático e de contador, foram introduzidas no funcionamento dos novos instrumentos. Deve ainda dizer-se que as possibilidades que a câmara de Wilson tem de revelar os mínimos pormenores do processo de ioni-

zação não foram até agora igualadas por nenhuns outros instrumentos.

O que determinou o uso da emulsão.

A câmara de expansão de Wilson tem a desvantagem de registar os rastos, em condições normais apenas durante um cinqüentésimo de segundo. Como a preparação da máquina para nova operação leva somente um minuto, o período de tempo que dura essa operação, isto é, o tempo útil gasto no mesmo, é muito pequeno. Esta característica da câmara de Wilson fez com que se estudasse a possibilidade do emprego de emulsões fotográficas para o registo directo dos rastos, uma vez que estas teriam a vantagem de serem continuamente sensíveis durante longos períodos de tempo. Uma emulsão consiste em miríades de microcristais de um halóide de prata embebidos em gelatina. Tinha-se a impressão de que a passagem de partículas carregadas permitiria que alguns desses microcristais, penetrados pelas mesmas, se tornassem reveláveis, de maneira que o rasto observado ao microscópio, na emulsão tratada, apareceria como uma cadeia de grânulos brancos de prata revelada, como missanga preta enfiada numa linha invisível.

As primeiras experiências, incluindo as de Walmsley e Makower, bem como as de Kinoshita, que trabalhava no Laboratório de Rutherford, em Manchester, no período compreendido entre os anos de 1909-1914, demonstraram que era de facto possível registar os rastos de partículas alfa em algumas das emulsões fotográficas existentes nessa época no mercado. Contudo, o número de grânulos nos rastos era pequeno, sendo por isso os rastos extremamente tênues.

As primeiras desvantagens

Nas emulsões inicialmente utilizadas, o volume ocupado pelos cristais do halóide

de prata era de cerca de um oitavo em relação ao da gelatina em que os mesmos estavam embebidos. Em virtude deste facto, os grânulos individuais no rasto de uma partícula alfa encontravam-se muito afastados, pelo que o verdadeiro começo e o fim de um rasto eram, frequentemente, ambíguos. Além disso, os rastos de electrões e de outras partículas fracamente ionizadas, não podiam ser reconhecidos nas emulsões utilizadas, o que não permitia comparar satisfatoriamente os fenómenos registados com os efeitos produzidos por idênticos processos numa câmara de Wilson. E, finalmente, a espessura da emulsão vulgar existente era inferior a um vigésimo de um milímetro, de forma que as partículas rápidas que se produziam na emulsão saíam da mesma antes de alcançarem o ponto final do seu alcance. Assim, os seus rastos eram incompletos.

As deficiências das emulsões então existentes tiveram como resultado o facto de o método ter tido durante mais de 20 anos relativamente pouco interesse. Nos primeiros anos do decénio de 1930-40, todavia, Blau e Wambacker voltaram a considerar o uso de emulsões e demonstraram que os rastos de protões, bem como de partículas alfa, podiam ser registados em algumas emulsões comerciais. Efectuaram ensaios com os protões que recuam após o choque provocado pelos neutrões rápidos, bem como os provenientes de desintegrações nucleares, produzidos pelas partículas alfa velozes, de substâncias radioactivas.

Nessas experiências, as dificuldades encontradas também eram as mesmas: que o aparente comprimento dos rastos observados dava uma medida inexacta do verdadeiro alcance de uma partícula e, consequentemente, da sua energia inicial. Mais tarde, Blau e os seus colegas, demonstraram que era igualmente possível registar os rastos produzidos por desintegrações nas altitudes de montanhas por partículas de radiação cósmica.

As primeiras experiências.



O Prof. C. F. Powell, do Laboratório de Física de Wills, Bristol, Inglaterra.

leves tais como o lítio, o berílio e o boro. O nosso projecto inicial era utilizar a câmara de Wilson para a detecção dos protões projectados pelos neutrões, mas W. Heitler, que nessa época trabalhava em Bristol, chamou a nossa atenção para os estudos de Blau sobre as radiações cósmicas com películas fotográficas. Procedemos então a um ensaio sobre o Jungfrauoch com uma série de placas expostas com diferentes espessuras de chumbo, tentando medir o grau de absorção do componente da radiação cósmica que originou as «estrelas» observadas, nome pelo qual são conhecidas as desintegrações nucleares.

Estas experiências sobre radiações cósmicas familiarizaram-nos com os aspectos elementares do método fotográfico, pelo que decidimos utilizá-lo em substituição da câmara de Wilson, a fim de observar os prótons projectados pelos neutrões rápidos. Utilizando chapas Ilford «half-tone», verificámos que, após uma exposição de cerca de uma hora, da chapa, com a área superficial de dois centímetros quadrados, sendo a espessura da emulsão de 30 milésimos de milímetro, podíamos, depois de revelar a chapa, medir, por intermédio do microscópio, centenas de rastros produzidos pelo recuo dos prótons, no decurso de algumas horas. O espectro da energia dos neutrões assim determinado, dentro de um ou dois dias, era superior, em exactidão, ao obtido no decurso de seis meses de trabalho por experiências feitas com a câmara de Wilson. Era evidente que, para tais experiências, o método fotográfico tinha importantes vantagens.

Vantagens imprevistas.

Na ocasião em que foram feitas as experiências ainda não estávamos em dia com a literatura publicada sobre o assunto. Por um lado penso que isto foi uma vantagem porquanto, se possuíssemos os conhecimentos de todas as experiências infrutíferas que haviam sido feitas para determinar o «espectro de energia» de partículas carregadas, talvez tivéssemos desistido da nova tentativa. De facto tivemos sorte porquanto as emulsões inicialmente existentes no mercado, que eram fabricadas para variados fins, não se mostravam uniformes na sua utilização para o registo dos rastros. Além disso não se atendia ainda nessa época às falhas da imagem latente e às condições apropriadas para a sua conservação. Por mero acaso as primeiras chapas que utilizámos eram de sensibilidade relativamente alta. A segunda vantagem de que beneficiámos foi o facto de, ao contrário do sucedido com os primeiros cientistas que haviam

utilizado material radioactivo relativamente fraco para produzir desintegrações, termos conseguido raios homogéneos de grande intensidade. Demonstrámos assim, de maneira concludente, algumas das importantes vantagens do método.

Inovação técnica.

Em 1945, quando findou a guerra, havia sido estabelecido um modesto centro de estudos de Física nuclear por emulsão fotográfica mas, em virtude da ténue aparência dos rastros obtidos, tais estudos pouco haviam progredido. Fizeram-se tentativas para aumentar a sensibilidade da emulsão e a proporção da mesma, mas sem grandes resultados. Todavia, em 1945, por meio de uma inovação técnica nos métodos de fabrico, Dodd e Waller, da Ilford Ltd., de Londres, conseguiram produzir emulsões em que a proporção de halóide em relação à gelatina foi aumentada acima dos limites normais em cerca de oito vezes e, quase ao mesmo tempo, Demers, no Canadá, conseguiu idênticos resultados no seu próprio laboratório.

As vantagens das emulsões concentradas evidenciaram-se com resultados imediatos. Os rastros de partículas alfa provenientes de substâncias radioactivas assumiram quase a forma de sólidas varas de grânulos ampliados; e, mesmo quando se tratava de partículas de fraca ionização como os prótons rápidos, os rastros eram visíveis distintamente. Estes progressos vieram aperfeiçoar o método fotográfico e a exactidão das medições feitas com o mesmo, mas o alcance das suas possibilidades somente chegou a ser apreciado totalmente depois da realização de novas experiências com radiações cósmicas.

Em 1945, em colaboração com Occhialini, acabávamos de regressar a Bristol vindos do Brasil. Procedemos a ensaios de exposição com as novas emulsões em Pic du Midi, nos Pirenéus, enquanto Perkins fazia idênticas experiências sobre o

Jungfraujoch, no Colégio Imperial de Londres. Quando as chapas foram reveladas e examinadas ao microscópio, verificou-se imediatamente que havia sido posta em evidência uma nova categoria de fenómenos.

Desintegração de núcleos.

Uma das primeiras descobertas feitas independentemente por Perkins e por nós, em Bristol, foi a desintegração de núcleos por partículas depois de terem atingido o ponto final do alcance na emulsão. A massa destas partículas podia ser calculada pelas características dos seus rastros e verificou-se ser entre 200 e 300 vezes a do electrão. Julgou-se, de início, que se tratava de mesões negativos «mu», descobertos em 1936-38 por Anderson e Neddermeyer, mas logo depois foram encontrados exemplos, em Bristol, da chamada corrupção de «pi» e «mu».

Bem depressa se demonstrou a descoberta de nova partícula elementar, o mesão «pi», a qual podia existir quer com carga positiva, quer com carga negativa. As partículas positivas, quando se encontram em repouso na matéria, não podem aproximar-se de núcleos em virtude da repulsão entre cargas do mesmo sinal. Permanecem no estado livre e degeneram com uma vida média de cerca de $2,6 \times 10^{-8}$ segundos. Por outro lado as partículas negativas são atraídas pelos núcleos, com os quais estabelecem uma interacção, sendo a energia correspondente à massa, em que se encontram, fornecida para produzir a desintegração do núcleo que as sustém.

A descoberta do mesão «pi» revelou uma série de características do método fotográfico de importância capital para a sua utilização nos novos tipos de partículas elementares durante os dez anos seguintes. A sensibilidade contínua da emulsão mostrou permitir o registo de

fenómenos raros, em exposições de longos períodos de tempo.

A observação torna-se mais íntima

Em segundo lugar, a observação dos fenómenos é tão perfeita e íntima, que basta um simples exemplo do novo método para determinar o verdadeiro valor do seu alcance. Outros exemplos, que poderíamos citar, forneceram também provas concludentes.

Em terceiro lugar, a emulsão é um sólido cuja densidade é cerca de 2000 vezes maior que a de um gás à pressão e temperatura normais. Por conseguinte, uma partícula, com uma determinada energia, pára, na emulsão, após um percurso e período de tempo cerca de 2000 vezes mais curto do que na câmara de Wilson. Conclui-se, assim, que as partículas de vida média entre 10^{-8} e 10^{-10} segundos, quando produzidas por desintegrações nucleares numa emulsão, são geralmente sustadas na mesma antes de degenerarem, ao passo que num gás elas quase que degeneram invariavelmente ainda durante o movimento.

Existem vantagens importantes no estudo da degenerescência de partículas em repouso, porquanto a soma dos vectores dos impulsos das partículas secundárias deve, nesse caso, ser zero. Por outro lado, quando, como sucede no gás, elas degenerem em vôo, torna-se necessário conhecer o impulso de uma partícula primária no momento da sua degenerescência, se o princípio da conservação do impulso for aplicado à análise da transformação.

Nos dez anos que se seguiram à descoberta do mesão «pi», foi largamente utilizado o método fotográfico tanto nos estudos sobre desintegrações nucleares produzidas por partículas de radiações cósmicas, como nas pesquisas de raios rigorosamente controlados de partículas produzidas pelos grandes aceleradores quando estes foram postos em funcionamento.

Estudos com balões

Verificou-se que o método era especialmente apropriado para o estudo de radiações cósmicas com balões, porquanto era apenas necessário manter a emulsão a grande altitude durante determinado tempo, recolhendo-se depois o material para revelação e exame ao microscópio. Há, assim, ausência completa de quaisquer complicações associadas com o uso de aparelhos auxiliares. E, para um trabalho desta natureza, a sensibilidade contínua constitui uma vantagem decisiva. As mais importantes descobertas no que diz respeito a partículas elementares feitas pelo método fotográfico, no período compreendido entre 1947 e 1959, estão registadas no quadro anexo a este artigo.

Muitas das descobertas mencionadas no quadro foram largamente secundadas por dois importantes progressos técnicos, que permitiriam a revelação de rastros distintos mesmo para as mais fracas partículas ionizadas que são conhecidas, como por exemplo, os electrões rápidos. O segundo, foi o aparecimento de emulsões muito mais espessas do que as utilizadas nas chapas fotográficas clássicas e sem qualquer aditivo de vidro.

Colaboração internacional

Pela sobreposição de muitas folhas de emulsão tornou-se possível conseguir um grande volume de sensibilidade para os rastros a registar, ao passo que, anteriormente, apenas se dispunha de uma só camada de emulsão. Assim, apenas uma pequena parte das partículas carregadas provenientes de desintegrações produzidas na mesma podia ser observada até atingir o ponto final do seu alcance. Porém, com as novas condições, os rastros podem ser observados através das emulsões colocadas em pilha. O campo para a utilização do método teve, assim, um grande incremento. Conseguiu-se observar o rasto, até

ao fim do seu alcance, de partículas de muito maior energia do que a verificada anteriormente, e determinar a respectiva natureza e a energia dos gases. Enquanto as primeiras experiências sobre as radiações cósmicas, em 1947, haviam sido feitas com emulsões com o volume total de cerca de 0,1 centímetros cúbicos, já em 1955 foram utilizadas pilhas constituídas por várias centenas de folhas de espessura de 0,6 milímetros e com o volume total de 7 dm³.

Foram estes os aperfeiçoamentos que forneceram a base necessária, bem como a experiência, para uma vasta colaboração internacional no estudo das colisões nucleares com energias extremamente elevadas que actualmente se tem promovido. Estas operações implicam a exposição de pilhas, com o volume de 80 dm³, às radiações cósmicas, a uma altitude superior a 100 000 pés durante períodos de cerca de 20 horas.

A descoberta das partículas elementares

Mapa mostrando os instrumentos utilizados na descoberta de várias partículas elementares pelo Prof. C F. Powell e sua equipa, no Laboratório de Física de Wills, em Bristol, Inglaterra.

Partícula	Origem da radiação	Comportamento específico da medição	Aparelhos usados para detecção
e^-	tubo de descarga	razão e/m	alvo fluorescente
e^+	raios cósmicos	razão e/m	câmara de nevoeiro de Wilson
μ^+ μ^-	raios cósmicos	ausência de perda de radiação através de Pb (desintegração em repouso)	câmara de nevoeiro de Wilson
π^+	raios cósmicos	desintegração $\pi - \mu$ em repouso	emulsão nuclear
π^-	raios cósmicos	interacção nuclear em repouso	emulsão nuclear
π^0	acelerador	desintegração em raios γ	contadores
K^+	raios cósmicos	desintegração $K_{\pi 3}$	emulsão nuclear

Partícula	Origem da radiação	Comportamento específico da medição	Aparelhos usados para detecção
K^-	raios cósmicos	interacção nuclear em repouso	emulsão nuclear
K^0	raios cósmicos	desintegração em $\pi^+ + \pi^-$ (em movimento)	câmara de nevoeiro de Wilson
n	polónio + berílio	determinação da massa a partir de colisões elásticas	câmara de ionização
\bar{p}	acelerador	medição de e/m e detecção por aniquilação	contadores
n	acelerador	detecção por aniquilação	contadores
Λ^0	raios cósmicos	desintegração em $p^+ + \pi^-$ (em movimento)	câmara de nevoeiro de Wilson
Λ^0	acelerador	desintegração em $\bar{p} + \pi^+$ (em movimento)	emulsão nuclear

Σ^+	raios cósmicos	desintegração em repouso	emulsão nuclear
Σ^-	acelerador	desintegração em $\pi^- + n^0$ (em movimento)	câmara de difusão
Σ^0	acelerador	desintegração em $\Lambda^0 + \gamma$ (em movimento)	câmara de bolha
Ξ	raios cósmicos	desintegração em $\pi^- + \Lambda^0$ (em movimento)	câmara de nevoeiro de Wilson
Ξ^0	acelerador	desintegração em $\pi^0 + \Lambda^0$ (em movimento)	câmara de bolha

C. F. POWELL

Laboratório de Física H. H. Wills,
de Bristol, Inglaterra

Considerações sobre o Princípio de Arquimedes

É sabido que um corpo, quando mergulhado num líquido, fica sujeito a uma impulsão que, em virtude de actuar em sentido contrário ao do seu peso, o torna mais leve. O corpo *pesa* menos dentro do líquido. Ao *peso* que o corpo assim apresenta chama-se *peso aparente*.

Embora se trate de uma aparência o certo é que tudo se passa, na realidade, como se o peso do corpo fosse esse, conforme se pode verificar experimentalmente. Aqui a palavra *aparente* só tem significado quando se deseja reservar a palavra *peso*, que a antecede, para com ela denominar a intensidade da força a que o corpo estaria sujeito no campo de forças da gravidade, no vazio. Sem querermos discutir a boa ou má precisão do termo, interessa-nos considerar apenas o caso que a realidade nos apresenta: um corpo mergulhado num líquido *pesa* menos do que se estivesse no ar.

A verificação deste facto é do conhecimento de todos; recordamo-la apenas para metodizar o que estamos dizendo. Suspende-se um corpo no gancho de um dos pratos de uma balança e equilibra-se com tara colocada no outro prato. Introduce-se então o corpo no líquido contido num vaso, dispondo este de modo que não tenha qualquer acção sobre o prato da balança. Ver-se-á assim que esta se inclina para o lado da tara o que denota que o corpo está agora mais leve.

O caso é tão simples e conhecido que nem merecia ser citado se não fosse agora o interesse de o pormos em paralelo com uma outra situação de certo modo semelhante. Dispense-mos, por momentos, o auxílio da balança e pensemos num copo com o líquido, suponhamos água (incompletamente cheio para que nenhuma porção do líquido se verta quando nele se introduzir o corpo), que temos sobre a

nossa mesa, e numa pequena pedra colocada junto do copo. A pedra tem, no ar, um certo peso. Mergulhemo-la agora no líquido. A pedra passará a *pesar menos*. Certamente que não será necessária a intervenção da balança para termos a confirmação de que *pesa menos*. Já sabemos que assim é: isso o afirmou Arquimedes e a experiência o demonstra.

O que há de impressionante nesta conclusão é que o copo com a água dentro, mais o corpo fora dela, tenham, na totalidade, um certo peso, e que o mesmo copo com a mesma quantidade de água, mais o mesmo corpo, mas agora introduzido no líquido, pesem, na totalidade, menos do que pesavam. A ideia de que o peso do corpo, quando mergulhado no líquido, seja *aparente*, não chega para descansar o nosso espírito porque tudo se passa como se esse peso aparente fosse o seu verdadeiro peso, conforme a balança nos afirma.

Façamos agora esta mesma experiência mas utilizando a balança, para que o resultado seja mais sugestivo. Ponhamos, num dos seus pratos, o copo com a água, e também o corpo, fora dela, e equilibremos tudo com tara do outro lado (fig. 1). Introduza-

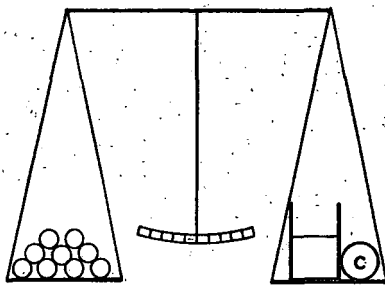


Fig. 1

mos agora o corpo na água. Desequilibrar-se-á a balança descaindo para o lado da tara? Não. A balança continuará em equilíbrio.

Mesmo sem efectuar a experiência ninguém porá em dúvida o que acabamos de afirmar. A massa total dos corpos colocados no prato da balança (copo com água e corpo) é a mesma nas duas pesadas, quer

o corpo esteja fora quer dentro do líquido. Se a massa total é a mesma, o peso total terá de ser o mesmo. Contudo uma objecção inevitável acorre imediatamente: mas então o corpo pesa ou não pesa menos quando está dentro do líquido?

As duas afirmações são simultaneamente verdadeiras: 1.^a) a balança não se desequilibra quando se introduz o corpo no líquido; 2.^a) o corpo *pesa menos* quando está mergulhado no líquido (ou, se quisermos evitar a referência a *peso*: o corpo sofre uma impulsão, dirigida de baixo para cima, quando está mergulhado no líquido, motivo por que, nessas condições, actua com uma força menor do que o seu peso sobre o prato da balança em que está colocado).

Independentemente de qualquer interpretação que possa vir a dar-se, na continuação, para conseguir harmonizar estas duas afirmações que tanto parecem opor-se, só há uma conclusão lógica a aceitar desde já, e que é a seguinte: se o peso total do sistema (copo, água e corpo) se mantém o mesmo depois de o corpo estar mergulhado no líquido, e se este corpo *diminuiu de peso* pelo facto de se encontrar mergulhado, algum outro componente do sistema teve de *aumentar de peso*, sofrendo um aumento exactamente igual à diminuição que o peso do corpo sofreu. Esse outro componente só pode ser o líquido onde se introduziu o corpo, pois o elemento restante, o copo, faz parte do sistema apenas pela necessidade de conter o líquido.

Chegamos assim à seguinte conclusão:

qualquer corpo mergulhado num líquido aumenta (aparentemente) o peso desse líquido de uma quantidade igual ao valor da impulsão que ele próprio exerceu sobre o corpo.

Este aumento, embora aparente, é tão real como é real a diminuição de peso do corpo mergulhado, e a prova da sua realidade é exactamente dada pela experiência anterior em que o copo, a água e o corpo

pesam a mesma coisa quer o corpo esteja fora do líquido quer introduzido nele.

Procuraremos então interpretar o aumento de peso que um líquido sofre quando nele se introduz um corpo.

Para tornar o raciocínio mais fácil imaginemos que introduzimos num líquido um corpo cujo peso tenha o mesmo valor do que a impulsão a que vai ficar sujeito. Nestas condições o corpo permanecerá no seio do líquido, em equilíbrio. Como o peso do corpo é exactamente compensado pelo valor da impulsão que está sofrendo, sucede que a presença do corpo dentro do líquido em nada contribui para aumentar o peso do conjunto.

Embora seja assim, alguma coisa de novo, entretanto, se está passando agora. Como se vê nas figuras 2 e 3, o corpo,

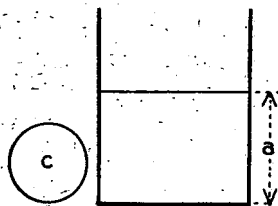


Fig. 2

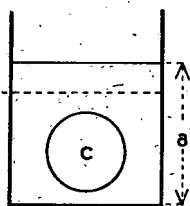


Fig. 3

ao ser introduzido no líquido, fez subir o nível deste dentro do vaso. O líquido, que ocupava no vaso a altura a , passou a ocupar a altura a' . A diferença $a' - a$ corresponde a um certo volume de líquido o qual é exactamente igual ao volume do corpo que nele se introduziu.

Este aumento de altura do líquido no vaso, deverá provocar, necessariamente, alterações nos valores de todas as grandezas que possam depender do valor dessa altura. É o caso da pressão que o líquido exerce sobre o fundo e sobre as paredes do vaso que o contém. Quando o corpo está mergulhado no líquido a pressão que este, o líquido, exerce sobre o fundo do vaso é maior do que quando o corpo está fora dele, porque a altura a' é maior do que a . A mesma massa de líquido, contida no mesmo vaso, exerce, num caso (fig. 3),

maior pressão sobre os diferentes pontos do recipiente do que no outro caso (fig. 2).

Esta afirmação ainda pode suscitar uma dúvida. Repare-se na figura 4, que corres-

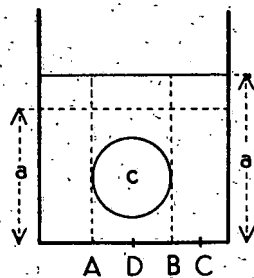


Fig. 4

ponde à mesma situação da figura 3 mas em que assinalámos uma zona, AB , no fundo do vaso, relativamente à qual poderemos perguntar se aí, nos pontos contidos nessa zona, suponhamos em D , também a pressão exercida pelo líquido terá o mesmo valor do que nos pontos fora dessa zona, como C , por exemplo. A pergunta é justificável porque um ponto como C tem, por cima dele, uma camada de líquido de altura a' , enquanto um ponto qualquer situado entre A e B , como o ponto D , tem, sobre ele, uma parte do líquido e uma parte do corpo que aí se mergulhou.

Pomos a dúvida apenas por gosto especulativo. A pressão do líquido sobre D , tem o mesmo valor do que sobre A ou B ou C . De facto, como o valor do peso do corpo é igual ao valor da impulsão que está sofrendo, tanto faz estar ali o corpo como, no lugar dele, um volume igual do líquido considerado que ocupasse o mesmo lugar que aquele ocupa. Se aí estivesse líquido em vez do corpo, o peso dessa massa de líquido teria exactamente o mesmo valor do que a impulsão que ela própria estaria a sofrer, o que torna completamente indiferente estar lá o corpo ou estar líquido em vez dele. O valor da pressão sobre o ponto D é o mesmo do que sobre o ponto C , como se, sobre D , estivesse uma coluna de líquido de altura a' .

Embora, porém, seja indiferente supor que no lugar onde está o corpo, ou está ele ou está o líquido, o certo é que a presença do corpo aí mergulhado ocasiona a subida do nível do líquido. Daqui tiramos a seguinte conclusão: que tanto faz (para o efeito da pressão exercida no interior do vaso pelo líquido que contém) introduzir um corpo num líquido como acrescentar ao vaso uma porção desse líquido cujo volume seja igual ao volume do corpo que se imergiu. Tudo se passa, portanto, como se o peso do líquido tivesse aumentado de uma quantidade igual ao peso de um volume de líquido igual ao volume do corpo que nele se introduziu.

Daqui, poderemos afirmar que:

qualquer corpo mergulhado num líquido aumenta (aparentemente) o peso desse líquido de uma quantidade igual ao peso do volume do líquido deslocado pelo corpo.

Assim se compreende o caso apresentado com a experiência da figura 1. A balança mantém-se equilibrada quer o corpo esteja fora quer esteja dentro do líquido. O corpo, mergulhado no líquido, fica *mais leve*, mas o líquido onde ele foi introduzido, fica *mais pesado* em consequência da própria introdução do corpo nele. A diminuição de peso que o corpo sofreu é exactamente igual ao aumento de peso que o líquido sofreu. Ambos esses valores (diminuição e aumento) são iguais ao peso de um volume de líquido igual ao volume do corpo.

O facto de termos suposto, para a exposição que fizemos, que o corpo ficava em equilíbrio no seio do líquido, não prejudica a generalização das conclusões apontadas, como é fácil de entender. A experiência

indicada na fig. 5 tirará qualquer dúvida que possa haver sobre isso. Equilibra-se uma balança colocando um vaso com líquido, num dos pratos, e tara no outro. Prepara-se um corpo (c), suspenso de um fio fino, e introduz-se o corpo no líquido de modo que fique todo imerso e não toque nem nas paredes nem no fundo do vaso. Pareceria, que, nestas condições, a balança continuaria equilibrada visto o corpo estar colocado de modo a não influir no prato onde se encontra o vaso. Não é isso, porém, o que sucede. O travessão inclina-se para o lado do prato

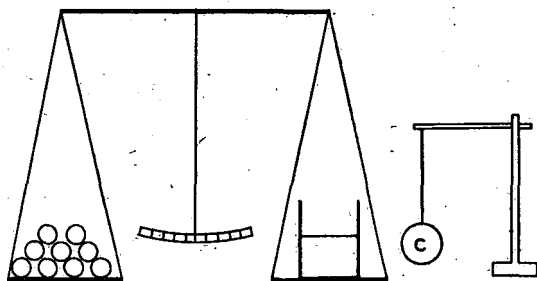


Fig. 5

porque... o peso do líquido aumentou. Procurando restabelecer o equilíbrio da balança, com o corpo assim mergulhado, verificar-se-á que aquele aumento de peso é exactamente igual ao peso de um volume de líquido igual ao volume do corpo. O peso deste em nada influi no prato da balança porque se encontra equilibrado pela tensão do fio de que está suspenso. De facto, quer o corpo usado na experiência seja de ferro, ou de cobre, ou de alumínio, ou de vidro, ou oco, ou maciço, seja do que for ou como for, o aumento de peso que o líquido sofre é sempre o mesmo desde que o volume do corpo seja o mesmo.

RÓMULO DE CARVALHO

Professor-metodólogo de Ciências Físico-Químicas
no Liceu Normal de Lisboa (Pedro Nunes)

Interaction nucleon-nucleon

I — Introduction

La physique nucléaire a principalement un double but, d'une part la recherche des lois nucléaires et d'autre part l'étude des propriétés découlant de ces lois. Comparés au reste de la physique nucléaire les phénomènes mettant en jeu deux nucléons seulement ont fait l'objet d'études très importantes (citons les articles généraux de R. PHILLIPS (1) et L. HULTHEN et M. SUGAWARA (2)). Ceci semble être dû principalement à deux causes :

- 1°) la simplicité «toute relative» des problèmes à deux corps.
- 2°) l'espoir de l'additivité de ces forces entre deux nucléons.

L'interaction nucléon-nucléon reste ainsi un problème de base et elle constitue un de nos meilleurs sujet d'étude pour la recherche de la nature des forces nucléaires.

Cette interaction a été traitée de deux façons : d'une part par une étude phénoménologique, c'est à dire par l'observation directe des principales grandeurs physiques et d'autre part par une théorie des champs de mésons qui essaye de prédire les potentiels responsables de cette interaction à partir d'une théorie quantique des champs plus générale.

II — Principales expériences

Nous allons tout d'abord exposer brièvement les résultats expérimentaux qui permettent soit de construire le potentiel dans le cas d'une étude phénoménologique soit

(1) R. J. N. PHILLIPS, Reports on progress in Physics. Vol. 22 (1959).

(2) L. HULTHEN et M. SUGAWARA, Handbuch der Physik. Vol. 39 (1958).

de le vérifier lorsqu'il est déduit de la théorie des champs de mésons.

Le système neutron-proton est un système simple, il possède un état lié : le deutéron, et un spectre continu : la diffusion. Nous pouvons distinguer trois types d'expériences : les expériences de diffusion, les passages du spectre continu à l'état lié, c'est à dire les collisions inélastiques entre les deux nucléons et l'étude du deutéron. Dans le cas de deux neutrons ou de deux protons il n'y a pas d'état lié et ne sont possibles que les expériences de diffusion.

Dans ce bref exposé nous allons distinguer d'une manière légèrement différente : 1°) l'étude du deutéron ; 2°) les mesures de sections efficaces différentielles de diffusion ; 3°) les expériences de polarisation ; 4°) Les expériences de capture neutron proton et de photo desintégration.

1°) Étude du deutéron.

Nous rappelons ces expériences déjà anciennes mais qui ont suscité l'introduction de forces non centrales.

a) *Energie de liaison.* On a pu la mesurer en recherchant le seuil de réactions photonucléaires ou encore par la mesure des chaleurs de réactions nucléaires. La valeur la plus probable est

$$\epsilon = 2,266 \pm 0,002 \text{ MeV}$$

ce qui correspond à une précision de 1/1000.

b) *Spin et moment magnétique.* Le deutéron a un spin total égal à 1 en unités 2π . L'interprétation évidente est que les spins du proton et du neutron sont parallèles dans l'état fondamental qui est ainsi décrit comme étant un état 3S_1 . En conséquence le moment magnétique du deu-

téron μ_p sera la somme du moment magnétique du proton $\hat{\mu}_p$ et du moment magnétique du neutron μ_n . Cela n'est pas tout à fait vérifié

$$\mu_D = 0,857411 \pm 0,000019$$

$$\mu_p = 2,79276 \pm 0,00006$$

$$\mu_n = -1,91304 \pm 0,00010$$

$$\mu_p + \mu_n - \mu_D = 0,02231 \pm 0,00012$$

Il est possible d'expliquer cet écart en admettant que l'état fondamental n'est pas un état 3S_1 pur mais qu'il y a un mélange d'ondes 3S_1 et 3D_1 . La différence obtenue permet évaluer à 4% la participation de l'état 3D_1 mais la précision de cette évaluation n'est pas bonne.

c) *Moment quadrupolaire électrique.* Le fait que ce moment quadrupolaire existe prouve également que l'état fondamental n'est pas un état 3S_1 pur. Il est nécessaire, pour l'expliquer, d'introduire des forces non centrales.

2°) *Mesure de sections efficaces différentielles de diffusion.*

Nous ne citons ici que les expériences qui ont été faites pour des énergies inférieures au seuil de formation des mésons π . Nous distinguons deux domaines d'énergie:

a) *Basse énergie.* Dans ce domaine dont la limite supérieure se situe entre 20 et 40 MeV suivant les auteurs on a surtout recherché les sections efficaces différentielles de diffusion.

Diffusion n - p. La section efficace différentielle $\sigma_{n,p}(\theta)$ peut s'exprimer en fonction des déphasages $\delta_0, \delta_0^1, \dots$ qui caractérisent l'onde diffusée pour les di-

verses valeurs de moment angulaire. On aura ainsi,

$$\sigma_{n,p}(\theta) = \frac{1}{4k^2} [\sin^2 \delta_0 + 3 \sin^2 \delta_0^1]$$

avec $k = \frac{EM}{h^2}$; E et M respectivement énergie et masse du nucléon.

Il est plus commode de donner le développement de ces angles de déphasages en fonction de k :

$$k \cotg \delta_0 = -\frac{1}{a_s} + \frac{1}{2} r_{os} k^2 + \dots$$

$$k \cotg \delta_0^1 = -\frac{1}{a_t} + \frac{1}{2} r_{ot} k^2 + \dots$$

On fait ainsi apparaître les paramètres a et r_0 appelés respectivement longueur de diffusion et rayon d'action effectif dans l'état singulet et l'état triplet respectivement. Le troisième terme du développement est de la forme $-Pr_0^3 k^4$ ou P est le paramètre de forme. Les deux premiers termes constituent ce que l'on appelle l'approximation indépendante de la forme.

Diffusion p - p. Le problème est un peu plus complexe car vient s'ajouter une diffusion coulombienne. La section efficace totale s'écrira:

$$\sigma_{pp}(\theta) = \sigma_c(\theta) + \sigma_{int}(\delta_0', \theta) + \frac{1}{k^2} \sin^2 \delta_0'$$

σ_c est la section efficace de diffusion coulombienne;

σ_{int} est un terme d'interférence entre la diffusion coulombienne et la diffusion purement nucléaire.

On peut également introduire le rayon d'action effectif. La quantité $k \cotg \delta$ est remplacée par

$$k' = C^2 k \cotg \delta_0' + MC^2 h(\eta)$$

$$\eta = \frac{1}{2k\rho} \text{ avec } \rho = \frac{h^2}{MC^2}$$

C^2 est le facteur de pénétration coulombienne:
$$C^2 = \frac{2\pi\eta}{e^{2\pi\eta} - 1}$$

$$h(\eta) = -L\eta - \gamma + \eta^2 \sum_1^{\infty} \frac{1}{n(n^2 + \eta^2)}$$

$$k' = -\frac{1}{a'} + \frac{1}{2} r'_0 k^2 - P' r'_0{}^3 k^4 + \dots$$

b) *Haut énergie.* Nous avons dans ce domaine un certain nombre de mesures de sections efficaces différentielles aux quelles viennent s'ajouter des mesures de polarisation dont nous parlerons par la suite.

Diffusion n-p. Aux énergies de l'ordre de 20 et 30 MeV la diffusion dans le système du centre de masse est sensiblement isotrope. A partir de 40 MeV on commence à voir apparaître un maximum pour 180°.

Diffusion p-p. Les forces coulombiennes provoquent une diffusion très forte dans un angle de 10° en avant de la direction d'incidence. Ensuite nous avons un minimum de la section efficace de diffusion ce qui correspond à une interaction destructrice entre les forces coulombiennes (répulsives) et les forces nucléaires (attractives). La section efficace différentielle de diffusion reste ensuite relativement bien constante de 20 à 90°.

3°) Mesures de polarisation.

Les études de sections efficaces de diffusion ne permettent pas de déterminer complètement la matrice de diffusion aussi actuellement on tend à compléter nos connaissances par des expériences de polarisation. Elles sont de trois types:

a) *Polarisation d'un faisceau non polarisé par une cible non polarisée.* Ces expériences nécessitent une double diffusion; la première polarisant le faisceau et la seconde permettant de l'analyser.

b) *Diffusion d'un faisceau polarisé par une cible non polarisée.* Ces expériences nécessitent une triple diffusion; la première servant à polariser le faisceau, la seconde permettant de faire la diffusion avec un faisceau polarisé et la troisième analysant le faisceau résultant. Cette triple diffusion permet de déterminer trois paramètres, D , R , A , qui interviennent dans la description de la diffusion d'un faisceau polarisé par une cible non polarisée.

c) *Diffusion d'un faisceau polarisé par une cible polarisée.* On peut étudier ainsi la corrélation de spin entre le proton diffusé et le proton de recul (la caractérisation des protons étant illusoire puisque nous ne pouvons les discerner l'un de l'autre). Il est ainsi possible de déterminer quatre nouvelles constantes C_{nn} , C_{Kp} , C_{Kn} , C_{np} , définissant cette corrélation de spin.

Chaque fois qu'il est ainsi possible de faire une expérience avec une bonne précision, le nombre de possibilités pour la détermination complète de la matrice de diffusion diminue, et il est possible de la calculer avec plus de précision et de certitude.

4°) Expériences de capture neutron-proton et de photodésintégration.

a) *Capture radioactive $n + p = \gamma + d$.* Ce procédé est négligeable comparé à la diffusion élastique sauf pour des énergies très basses. Les mesures effectuées comportant des erreurs importantes, il n'est pas possible d'en déduire des résultats précis.

b) *Photodésintégration du deuteron.* Pour des énergies proches du seuil de la réaction nous avons le processus inverse de celui que nous venons de décrire. On a mesuré la section efficace totale de la réaction et la distribution angulaire des produits de réaction.

III — Potentiels utilisés

Actuellement deux potentiels semblent être en accord sinon entre eux tout du moins avec un certain nombre d'expériences réalisées jusqu'ici. Les potentiels vérifient les propriétés générales suivantes :

— invariance par rapport aux rotations dans l'espace ;

— invariance par rapport aux réflexions dans l'espace (conservation de la parité) ;

— invariance par rapport à l'inversion du temps ;

— invariance par rapport aux rotations dans l'espace isobarique (indépendance de la charge) déjà plus discutable mais semble-t-il vérifié.

Un certain nombre de formes de puits de potentiel est été proposés et nous citerons les formes les plus connues depuis ces dernières années :

$$\text{Puits carré} \quad V(r) = \begin{cases} V_0 & r < r_0 \\ 0 & r > r_0 \end{cases}$$

$$\text{Puits gaussien} \quad V(r) = V_0 C^{-\left(\frac{r}{r_0}\right)^2}$$

$$\text{Puits Hulthéen} \quad V(r) = V_0 \left[1 - C^{-\frac{r}{r_0}} \right]^{-1} C^{-\frac{r}{r_0}}$$

$$\text{Puits de Yukawa} \quad V(r) = \frac{V_0 C^{-\frac{r}{r_0}}}{r}$$

$$\text{Puits exponentiel} \quad V(r) = V_0 C^{-\frac{r}{r_0}}$$

On a introduit de plus avec ces potentiels la notion de cœur dur, caractérisant une région infiniment répulsive.

A) Potentiel de GAMMEL et THALER.

C'est un potentiel phénoménologique qui peut s'écrire :

$$V(r) = V_c(r) + V_t(r) S_{1,2} + V_{L,S}(r) L \cdot S$$

V_c désignant la partie centrale du potentiel ;

V_t désignant la partie tensorielle ;

$V_{L,S}$ introduisant un couplage spin-orbite.

Ces potentiels ont des formes de potentiel de YUKAWA. De plus GAMMEL et THALER ont introduit un cœur dur pour expliquer les effets mésiques répulsifs à court rayon d'action. Il est ainsi possible d'éliminer les états collapses.

Les figures 1 et 2 représentent la forme des potentiels dans les différents cas qui se présentent ; sur cette même figure sont également représentées les différentes formes du potentiel de SIGNELL et MARSCHAK.

B) Potentiel de SIGNELL et MARSCHAK.

C'est un potentiel semi-phénoménologique en ce sens qu'il est composé à partir du potentiel de GARTENHAUS dérivé directement de la théorie des champs de mésons et du potentiel phénoménologique à couplage spin-orbite proposé par CASE et PAIS.

IV — Conclusion

La phénoménologie de l'interaction à deux nucléons s'explique dans son ensemble mais il reste toutefois un certain nombre de points à éclaircir :

Les résultats des mesures de sections efficaces de capture $n-p$ à basse énergie s'expliquent assez difficilement avec les potentiels actuels, les expériences ne sont toutefois pas suffisamment précises pour pouvoir trancher à coup sûr.

Le potentiel de GAMMEL et THALER repose sur une analyse de déphasages en particulier de réactions $p-p$ à 310 MeV. Il faut supposer que ces résultats sont exacts. Si cela n'est pas confirmé par des expériences ultérieures il faudra utiliser un potentiel totalement différent.

Des expériences de diffusions triples ont été réalisées à Harwell et à Harward. Le potentiel de GAMMEL et THALER n'explique

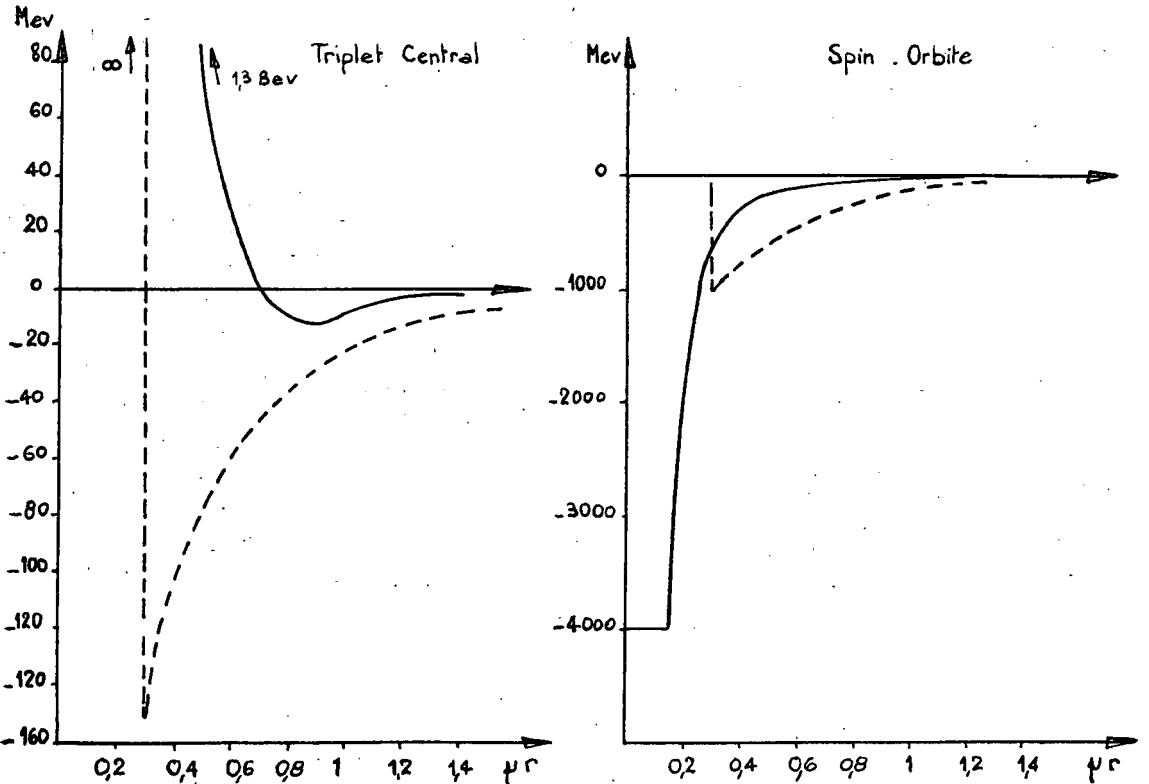
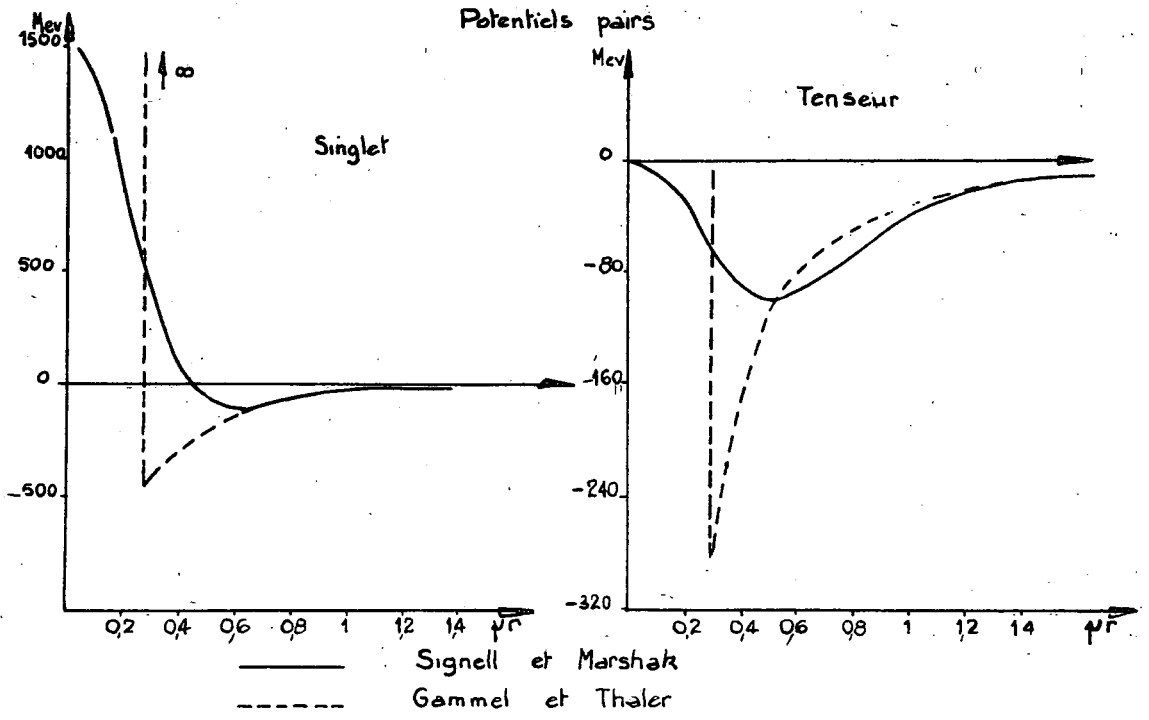


Figure 1

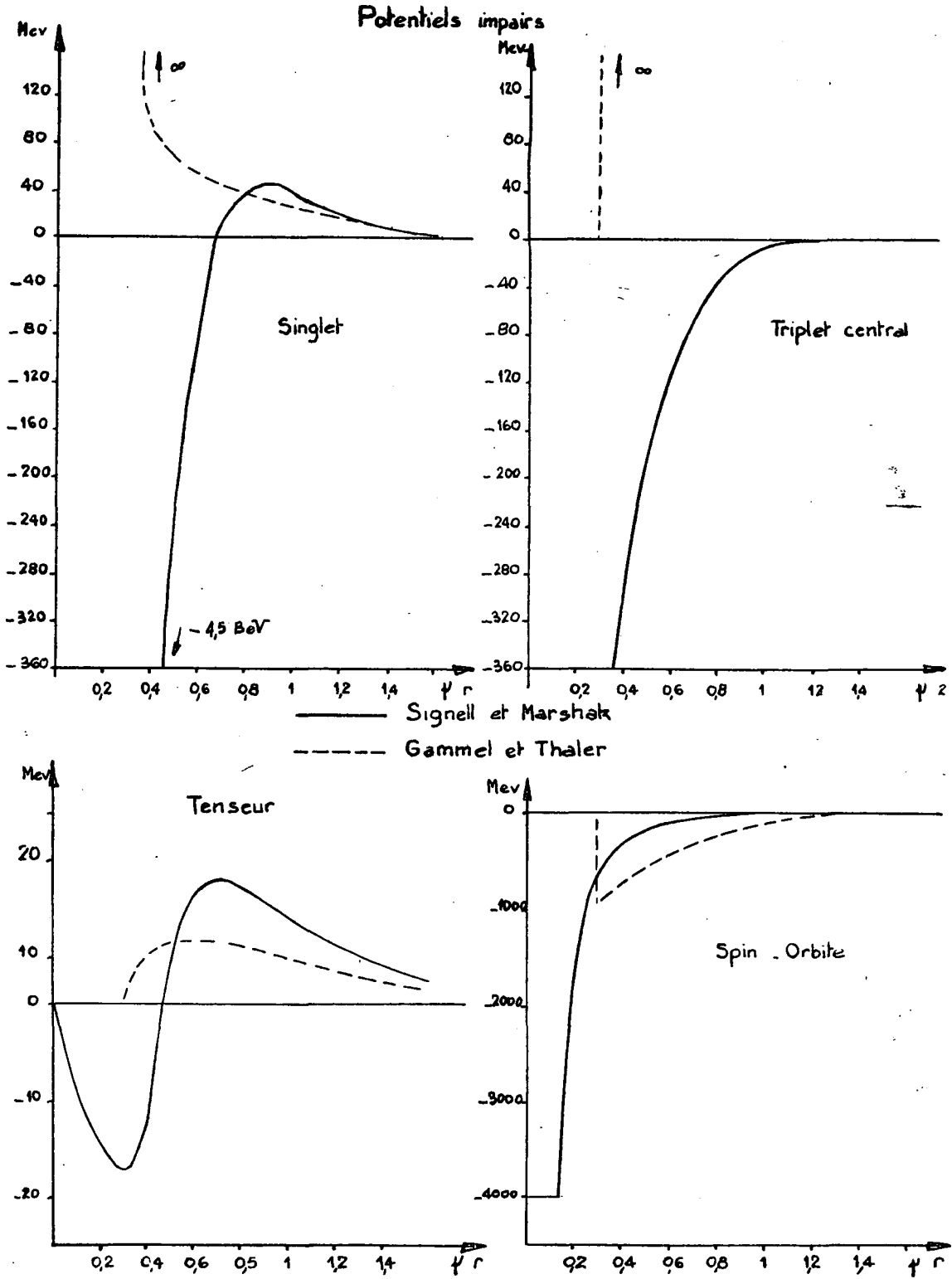


Figure 2

pas les résultats d'Harwell mais il explique les résultats d'Harward; c'est le contraire pour le potentiel de SIGNELL et MARSCHAK.

Pour expliquer des résultats de diffusion $n-p$ à 310 MeV il est nécessaire de faire varier légèrement les paramètres qui définissent le potentiel de GAMMEL et THALER. On pense que ceci est dû au fait que les potentiels physiques dépendent de la vitesse des nucléons et qu'un potentiel statique ne peut qu'en être une forme approchée. Aussi il semble inutile de rechercher d'autres formes de potentiels valables avec les mêmes paramètres dans un domaine d'énergie plus grand car il n'y a aucune raison que ces nouvelles formes de potentiels soient plus représentatives des phénomènes physiques.

Dans le cas du potentiel semi-phénoménologique de SIGNELL et MARSCHAK on peut se demander quelle est l'importance des éléments

phénoménologiques qui y sont inclus pour la description plus précise des résultats expérimentaux.

La forme asymptotique du potentiel donnée par la théorie des champs de mésons semble en bon accord avec ces résultats mais à moyen rayon d'action et à court rayon d'action le potentiel n'est plus connu suffisamment bien et la description est purement phénoménologique.

Certains physiciens pensent même que la limitation de la théorie des champs en général ne provient pas de l'outil mathématique mais de la physique inappropriée et qu'il semble nécessaire de construire une nouvelle théorie physique des particules élémentaires elles-mêmes avant de donner une description fondamentale plus détaillée des forces nucléaires.

GEORGES YVES PETIT

Salomon Rosenblum

(Biografia e obra científica) (1)

New York e Princeton (1941-44)

Referindo-se ao exílio de Salomon Rosenblum na América do Norte, durante a ocupação alemã da França, o Prof. Francis Perrin afirmou o seguinte na alocução feita junto das suas cinzas:

«A propósito deste exílio devo recordar que ele (S. R.) deveu, assim como outros cientistas franceses, a Louis Rapkine a possibilidade de partir a tempo com sua família para escapar às perseguições nazis e de continuar a trabalhar em segurança para benefício moral da França livre. Fez a viagem para Nova York, em 1941, na companhia de meu Pai, Jean Perrin, que tinha por ele afeição e grande estima, reconhecendo

nele as qualidades morais e o entusiasmo desinteressado que apreciava encontrar associados à vocação de investigador» (2).

S. Rosenblum chegou com sua família a New York, em fins de 1941, e aí permaneceu até ao Outono do ano seguinte. Durante esse tempo trabalhou em um laboratório de investigação da «Canadian Radium and Uranium Corporation».

Neste primeiro contacto com a investigação científica americana, teve ocasião de

(2) Essa viagem foi, para Rosenblum, cheia de imprevistos e dificuldades desde o princípio até ao fim: fuga da zona ocupada da França para a zona não ocupada, travessia da Espanha e Portugal, viagem no último navio norte-americano que atravessou o Atlântico antes da entrada em guerra dos E. U.

(1) Cont. do fasc. 8, vol. III, ps. 235-244.

divulgar e aplicar numerosas vezes os métodos experimentais simples e eficazes desenvolvidos e aperfeiçoados por duas gerações de físicos e radioquímicos no *Laboratório Curie*. Um exemplo disso foi a utilização dos métodos calorimétricos para a medida da actividade de fontes radioactivas muito intensas [medidas de fontes de polónio com um calorímetro de compensação dotado de grande número de termo-pares — trabalho realizado por Irving Feuer, sob a direcção de Salomon Rosenblum]. Assinale-se, porém, que, se a técnica norte-americana o impressionava pelas realizações espectaculares, o conhecimento superficial ou a ignorância total das descobertas científicas fundamentais da radioactividade e da física nuclear feitas desde os fins do século passado nos laboratórios europeus, peculiar de muitos cientistas norte-americanos dessa época, o chocavam profundamente.

No Outono de 1942 instalou-se em Princeton, onde trabalhou durante dois anos no *Palmer Physical Laboratory*, integrado na Universidade dessa cidade. Aí, de colaboração com W. Y. Chang, adaptou o electro-íman do ciclotrão existente nesse laboratório à espectrografia da radiação α e desenvolveu as técnicas de detecção das referidas partículas (1).

Durante a sua estadia nessa cidade, Rosenblum desenvolveu o estudo do seu «contador de faíscas» das partículas α que havia concebido e realizado pela primeira vez alguns anos antes no *Laboratório Curie*.

O facto, porém, talvez mais importante da sua passagem por Princeton foi o estabelecimento de relações de amizade com

Albert Einstein. É o que recorda o Prof. F. Perrin na sua citada alocução:

«No decorrer dos anos passados na América, Rosenblum permutou com Einstein uma amizade que o fortificou na sua concepção humana da Ciência e lhe fez encarar com a angústia que Einstein exprimiu tão alto as ameaças que o armamento atómico, baseado nas descobertas científicas, faz pesar sobre o mundo».

Londres e Bristol (1944-46)

No Outono de 1944, S. Rosenblum parte para Londres onde iria juntar-se ao «*Comité Scientifique de la France Libre*», existente nessa cidade. Aí permanece durante alguns meses, participando dos preparativos da libertação da França. Mais tarde, após a chegada da esposa e filhos dos Estados Unidos, desloca-se para Bristol, onde permanece até Abril de 1946.

Durante a sua estadia em Bristol trabalhou no «*H. H. Wills Physical Laboratory*», da Universidade dessa cidade. Nesse laboratório (então dirigido pelo Prof. N. F. Mott), o Prof. C. F. Powell e os seus colaboradores haviam desenvolvido muito, entre 1941 e 1944, em estreita cooperação com os serviços técnicos da *Fábrica Ilford*, as emulsões nucleares. O desenvolvimento desta técnica de detecção das partículas ionizantes (as partículas α , em particular) interessava deveras S. Rosenblum que havia acompanhado a sua evolução entre as duas guerras mundiais (1).

O *H. H. Wills Physical Laboratory* possuía então numerosos microscópios para a exploração das placas nucleares, praticada por meia dúzia de técnicos especializados.

(1) O espectrógrafo de focalização magnética semi-circular instalado no entreferro do electro-íman desse ciclotrão foi o primeiro — ao nosso conhecimento — que utilizou as placas nucleares como detectores da radiação α . Este instrumento foi descrito em uma publicação ulterior de W. Y. Chang, feita após a partida de Salomon Rosenblum — cf. «*Physical Review*», 69, 1946, 60.

(1) Acerca das emulsões nucleares cf., por exemplo, o tratado do Prof. P. Demers «*Ionographie*», Ottawa 1955-58 e o livro recente do Prof. C. F. Powell, D. H. Fowler and D. H. Perkins «*The study of elementary particles by the photographic method*» London 1959.

A experiência adquirida pelo Salomon Rosenblum no tratamento e estudo das placas nucleares ser-lhe-ia extremamente útil na organização e formação do pessoal científico e técnico do seu futuro laboratório de Bellevue. Este facto, já de si importante, foi ainda avolumado pela ajuda técnica e material dada pelo laboratório inglês ao seu correspondente francês na fase inicial do desenvolvimento deste último.

As suas relações com alguns cientistas ingleses em Manchester (Profs. Blackett et Rochester), Liverpool (Prof. Fröhlich) e Bristol (Profs. Powell et Heitler) não foram interrompidas pelo seu regresso a França. Com os dois últimos, realizaria algumas experiências sobre os raios cósmicos, a que adiante nos referiremos.

Paris (1946-59)

Em 1946, o «*Centre National de la Recherche Scientifique*» criou o «*Laboratoire de l'Aimant Permanent*», integrado no «*Groupe de Laboratoires de Bellevue*», e nomeou seu primeiro director Salomon Rosenblum.

O objectivo principal das investigações nesse laboratório é inicialmente (1945-50) o estudo da relação entre as radiações α e γ . Mais tarde (1950-59), desenvolve-se, paralelamente ao estudo da radiação α , o das radiações β e γ .

Entre os colaboradores do Doutor S. Rosenblum, no laboratório de Bellevue, contava-se inicialmente E. Cotton (filho do Prof. Aimé Cotton) (1).

Em 1947, foram admitidas no laboratório duas investigadoras: M.^{lles} J. Vial e G. Scoffier. É, porém, no ano de 1948 —

(1) Este cientista, depois de ter concluído o essencial dos trabalhos que lhe serviram para a redacção da sua tese de doutoramento, transferiu-se em 1949, para o «*Centre d'Études Nucléaires de Saclay*», do «C. E. A.».

Durante o período de instalação do «*Grand Aimant Permanent*», em 1946, o cientista B. Tsai cooperou também nessa tarefa.

com a chegada a França do Prof. M. Valadares — que o estudo da espectrografia α se amplia e se criam as condições para o estudo no laboratório das radiações β e γ .

Nos anos seguintes entram para o laboratório novos investigadores: o autor destas linhas, em 1951; o Doutor R. J. Walen (1), em 1955; J. Delesalle, em 1957 e P. Paris, em 1959.

Técnicas experimentais

Consideremos separadamente as diferentes técnicas utilizadas na realização dos trabalhos científicos feitos no laboratório durante este período:

a) Espectrografia α

O «*Grand Aimant Permanent*» é instalado em Bellevue na Primavera de 1946, iniciando-se as primeiras experiências em meados de Outubro do mesmo ano. Este instrumento era o maior do mundo no seu género e destina-se exclusivamente à espectroscopia nuclear. Graças à excelente estabilidade do campo magnético por ele criado, podem realizar-se experiências com a duração de meses sem receio nem preocupações especiais. [O mesmo não seria possível, evidentemente, com o campo magnético criado por um electro-íman].

As principais características do grande íman são as seguintes: peso total — 60 toneladas, (das quais 11,5 T. de aço magnético); entreferro — variável de 0 a 30mm, superfície das peças polares — 78×44 cm²; valor máximo da intensidade do campo magnético para um entreferro de 15 mm —

[(1) O Doutor R. J. Walen (que já colaborara anteriormente com Salomon Rosenblum durante a sua estadia no Laboratório Curie, de 1933 a 1938) regressava de Belgrado onde havia dirigido durante sete anos o Laboratório de Física do Instituto das Ciências Nucleares de Boris Kídrich, instalado em Vincha].

14.000 Oersted (valor correspondentes para um entreferro de 80 mm — 7.000 Oersted) (1).

O estudo da topografia do campo magnético criado no entreferro do «*Grand Aimant Permanent*» foi feito mais tarde (em 1950-51) pelo Doutor A. Rytz (2).

Mais recentemente desenvolveram-se no laboratório novas técnicas de focalização magnética das partículas α (3).

O método de detecção das partículas α utilizado no espectrógrafo é o registo das suas trajectórias individuais nas emulsões fotográficas (nucleares). Para assegurar que a maioria das partículas α incidindo nas placas nucleares têm toda a sua trajectória compreendida na emulsão, estas placas são em geral inclinadas relativamente à direcção do campo magnético. Este método de detecção tem várias vantagens sobre os métodos de outro tipo usualmente empregados (contadores, cintiladores, filmes, etc.): registo permanente dos espectros α ; poder de resolução muito superior; possibilidade de diferenciar partículas do feixe principal do feixe difuso pelas peças polares e as fendas de definição (atendendo às direcções das trajectórias das partículas α nas emulsões) (4).

Apesar do grande progresso na espectroscopia α com as investigações feitas no «*Grand Aimant Permanent*», o estudo rigoroso dos grupos de raios α de fraca intensidade e de energia superior a 8 MeV requeria uma íman de peças polares com maiores dimensões, susceptível de criar um campo magnético da mesma intensidade,

em um entreferro maior. Assim pareceu oportuno ao Dr. S. Rosenblum aproveitar os progressos recentes no fabrico de materiais magnéticos para construir um novo íman permanente de dimensões exteriores e peso total sensivelmente idênticos ao do íman precedente mas dotado de peças polares de maiores dimensões e capaz de oferecer um campo magnético da mesma intensidade em um entreferro maior. O estudo do seu projecto foi por ele empreendido, em 1954, inicialmente de colaboração com B. Tsai e posteriormente com H. Gondet e R. J. Walen.

A sua realização (de que foi exposta uma «maquette» na «*Exposition Universale de Bruxelles*», de 1958) ficou concluída em 1959.

As principais características do novo sistema — actualmente instalado em Orsay, para onde se transferiu igualmente o «*Grand Aimant Permanent de Bellevue*» — são as seguintes: peso total — 75 toneladas (das quais 12,5 T. de aço magnético); entreferro — variável de 20 a 100 mm; superfície das peças polares — 100×160 cm²; valor máximo da intensidade do campo magnético para um entreferro de 75 mm — 7.200 Oersted.

As medidas absolutas da intensidade do campo magnético criado por este *Grande Íman Permanente* foram feitas em 1959-60 pelo Dr. A. Rytz, utilizando o método da ressonância paramagnética nuclear (1).

Os progressos na técnica do vácuo tiveram também grande aplicação no laboratório com o emprego de bombas de maior rendimento e de instrumentos de medida mais precisos.

Os estudos sobre «o contador de fetscas» (ou «contador Rosenblum», como também é designado, em homenagem ao seu inventor)

(1) Cf. as publicações de Salomon Rosenblum acerca dos espectrógrafos α onde este instrumento é descrito em pormenor.

(2) Cf. *J. Recherches CNRS* n.º 25, 1953, 254.

(3) Cf. R. J. Walen, *Nuclear Instruments*, I, 1957, 242-250.

(4) Para maior pormenor, cf., além dos artigos do Dr. Rosenblum, a tese de doutoramento de E. Cotton «*Recherches sur la spectrographie magnétique des particules α des corps radioactifs. Application aux rayonnements du polonium et du protactinium*» in *Annales de Physique*, 6, 1951, 481-560.

(1) Simultaneamente, estudou-se a topografia do campo magnético e corrigiram-se com grande rigor as suas variações de um local para outro do entreferro, de modo a obter um campo uniforme o mais extenso possível.

foram prosseguidos durante este período por outros investigadores (A. Rytz), de cooperação com o laboratório.

Dadas as dificuldades na espectroscopia α resultantes da absorção e difusão das partículas α nas fontes radioactivas e seus suportes, o Dr. R. J. Walen, de colaboração com M.^{me} G. Bastin-Scoffier, aperfeiçoou as técnicas de preparação das fontes de vários radioelementos emissores α , o que aumentou muito o poder de discriminação do instrumento (1).

O estudo do retardamento e difusão das partículas α ao atravessarem folhas metálicas finas levou uma das colaboradoras do Doutor S. Rosenblum (M.^{me} Blandin-Vial) a desenvolver, com a ajuda dos serviços técnicos do C. E. A., a técnica de preparação e medida da espessura e folhas metálicas finas (2).

b) Espectrografia β e γ

Em 1950, Salomon Rosenblum e o Prof. M. Valadares utilizaram a carcassa de um antigo electro-ímã para construir um grande espectrógrafo β semi-circular.

Mais tarde, construíram-se no laboratório quatro pequenos ímans-permanentes para a realização de espectrógrafos β de vários tipos: um clássico semi-circular (S. Rosenblum e M. Valadares); outro dotado de um sistema de pré-aceleração (de colaboração connosco); outro análogo ao precedente completado de um sistema de post-aceleração (J. Delesalle) e outro diferente (P. Paris).

c) Radiação cósmica

S. Rosenblum utilizou, para o estudo da radiação cósmica, feito em 1948 e 1950 no «Hochalpine Forschungstation Jungfraujoch» (director: Prof. A. von Muralt) de

colaboração com o Prof. C. F. Powell, um electro-ímã construído pela casa Beaudoin. Para aumentar o desvio directo pelo campo magnético dos mesões electricamente carregados (desvio muito pequeno nos campos de intensidade usual, devido à elevada energia cinética dos mesões existentes na radiação cósmica a elevada altitude) projectou construir uma bobina sem ferro destinada a criar um campo de indução magnética da ordem de grandeza de 200.000 Gauss estável durante várias horas. Este projecto, porém, não se chegou a realizar.

Trabalhos realizados

Dada a extensão considerável da lista de todos os estudos feitos por todos os membros do laboratório durante este período, limitamo-nos a indicar os principais assuntos nele tratados e a importância actual de cada um deles:

a) Interação das partículas α com a matéria

Pelos patentes progressos, na teoria (1) como nas técnicas experimentais (2), e pela importância do conhecimento desta interação para o estudo das reacções nucleares provocadas por partículas aceleradas artificialmente, justificava-se plenamente a repetição das experiências realizadas há mais de 30 anos por S. Rosenblum. Tem sido este o tema de trabalho científico de M.^{me} Blandin-Vial.

b) Espectrografia α

A espectrografia α é hoje, juntamente com a espectroscopia β e γ , uma das fon-

(1) Cf por exemplo, o artigo de H. A. Bethe e J. Ashkin «*Passage of radiations through matter*», in «*Experimental Nuclear Physics*», ed. E. Segrè, vol. I, 1953, 166.

(2) Cf. os artigos citados precedentemente sobre a espectrografia magnética α e a técnica de preparação das folhas metálicas finas.

(1) Este trabalho prossegue com outros radioelementos emissores α .

(2) Actualmente trabalha-se no laboratório com uma instalação de fabrico industrial.

tes mais preciosas para o estudo da sistemática dos níveis dos núcleos pesados. Se a complexidade desses núcleos não nos permite no momento actual tirar do estudo dessa sistemática informações quantitativas das interações nucleares é possível verificar a partir dela a validade dos modelos da estrutura nuclear. Com efeito, a teoria da desintegração α insere-se actualmente no formalismo geral das reacções nucleares mediante a introdução dos modelos da estrutura nuclear.

c). Espectrografia β e γ

Além dos problemas especificamente nucleares que podem ser abordados pelo estudo destas radiações (nomeadamente o controle experimental dos modelos da estrutura nuclear), há outros problemas sobre os quais se podem obter informações pelo mesmo estudo (por exemplo: a interação electromagnética do núcleo com o cortejo electrónico — conversão interna e captura electrónica — e o rearranjo subsequente deste — raios X de fluorescência e efeito Auger; interações fracas e estrutura nuclear-radioactividade β).

Assinale-se, enfim, que a desintegração β e a emissão γ , verificando-se em um número de espécies nucleares muito superior ao dos emissores α , traz informações mais extensas — embora nem sempre mais precisas — sobre a estrutura nuclear do que a radioactividade α . Justifica-se assim o objectivo do laboratório, de realizar um estudo simultâneo e coordenado das radiações α , β e γ .

Obra científica

Para pôr em evidência a unidade da obra de Salomon Rosenblum e apreciar a continuidade da sua evolução, damos a seguir a lista das suas publicações científicas agrupadas segundo os temas nela abordados. Nesta classificação, distinguimos as

publicações originais (destinadas a registar uma data de publicação) dos estudos de conjunto (dando uma visão global e coordenada dos diferentes resultados obtidos), respectivamente pelas abreviaturas O. e C.

Publicações sobre:

I — Retardamento das particulas α pela matéria.

O₁ — Sur le ralentissement des rayons α par la matière — (C. R. 183 (1926) 193 — C. R. 185 (1927) 851).

O₂ — Sur les pouvoirs de ralentissement par atome relatifs aux rayons α — (C. R. 185 (1927) 1275).

C₁ — Recherches expérimentales sur le passage des rayons α à travers la matière — Thèse de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris (Masson et Cie) — Vd. ainda: (Annales de Physique 10 (1923) 403).

C₂ — Geschwindigkeitsverluste der α -Strahlen beim Durchgang durch Metallfolien — (Physikalische Zeitschrift. 29 (1928) 737).

II — Espectrografia α .

a) rádioelementos naturais.

Th (C + C' + C'').

O₁ — Sur une nouvelle détermination du rapport des vitesses des deux groupes de rayons α émis par le dépôt actif du thorium C — (C. R. 180 (1925) 1332).

O₂ — Structure fine du spectre magnétique des rayons α du thorium C — (C. R. 188 (1929) 1401).

O₃ — Structure fine du spectre magnétique des rayons α — (C. R. 190 (1930) 1124).

O₄ — Sur les rayons α de long parcours émis par le Th (C + C') et quelques déterminations de vitesses de rayons α — (C. R. 193 (1931) 848).

O₅ — Sur la structure fine des rayons α du Th C — S. Rosenblum et M. Valadares — (C. R. 194 (1932) 967).

O₆ — Sur l'existence de la raie α_5 et de la décomposition du spectre magnétique du Th C en deux séries — (C. R. 202 (1936) 943).

Ac (C + C' + C'').

O₁ — Spectre magnétique des rayons α du dépôt actif de l'actinon — S. Rosenblum et Mme Pierre Curie — (C. R. 193 (1931) 33).

c) *Progresso da espectroscopia α .*

C₁ — Recherches effectuées avec le grand électro-aimant de Bellevue sur le spectre magnétique des rayons α du Thorium C — (Recherches et Inventions de l'Office National des Recherches Scientifiques et Industrielles et des Inventions du Ministère de l'Instruction Publique, n.º 179 (1929) p. 199).

C₂ — Recherches effectuées avec le grand électro-aimant de Bellevue sur le spectre magnétique des rayons α — (Recherches et Inventions l'O. N. R. S. I. n.º 192 (1930) 341.)

C₃ — Progrès récents dans l'étude du spectre magnétique des rayons α — (Le Journal de Physique et le Radium 1 (1930) 438).

C₄ — Origine des rayons γ — Structure fine du spectre magnétique des rayons α — (Hermann et Cie, Paris, 1932).

C₅ — Discussions — «Conseil de Physique Solvay» (1934) 231.

C₆ — Récents progrès de la spectrométrie des rayons α (Grand Aimant Permanent de Bellevue) — Transactions of Instruments and Measurements — Conférence Stockholm (1947).

C₇ — Os espectros magnéticos dos raios alfa — «Gazeta de Física» I (1948) 263, Lisboa.

C₈ — Recent progress in alpha-ray spectroscopy — Nucleonics 4 (1949) 38).

C₉ — Recent progress in α -ray spectroscopy (Proceedings of the «Harwell Nuclear Physics Conference, Sept. 1950», 97).

C₁₀ — Spectres de rayons α — Conférence faite le 4 Mai 1954 au cours des réunions sur «Propriétés et structure des noyaux», sous la présidence de Monsieur Louis de Broglie — (Cahiers de Physique, 53 (1955) 38).

C₁₁ — Spectres magnétiques des particules alpha et Epilogue — (Volume du 80ème anniversaire de Lise Meitner, Otto Hahn et Max von Laue («Breitträge zur Physik und Chemie des 20 Jahrhunderts» éd. O. R. Frisch, F. A. Paneth, F. Laves, P. Rosbaud, Braunschweig (1959) 7 — 22; 283 — 285).

III — **Espectrografia β e γ** a) *rádioelementos naturais**Ra B e R Ac.*

O₁ — Sur le spectre γ du Ra B et du R Ac — S. Rosenblum et M. Guillot — C. R. 204 (1937) 1727).

Io \rightarrow Ra

O₁ — Le spectre béta de conversion interne émis dans la transmutation Ionium \rightarrow Radium — S. Rosenblum et M. Valadares — C. R. 232 (1951) 501).

O₂ — Le spectre d'électrons de conversion émis dans la transmutation Ionium \rightarrow Radium — S. Rosenblum, M. Valadares et R. Bernás — C. R. 239 (1954) 759).

RTh \rightarrow Th X \rightarrow Tn

O₁ — Spectre d'électrons de conversion interne émis dans la transmutation R Th \rightarrow Th X — S. Rosenblum, M. Valadares et M. Guillot — C. R. 235 (1952) 238).

O₂ — Spectre β de conversion interne émis dans la transmutation Th X \rightarrow Tn — S. Rosenblum, M. Valadares et M. Guillot — C. R. 234 (1952) 1767).

b) *rádioelementos artificiais**Am²⁴¹ \rightarrow Np²³⁷.*

O₁ — Sur le spectre d'électrons de conversion émis par ²⁴¹Am \rightarrow ²³⁷Np — J. Milsted, S. Rosenblum et M. Valadares — (C. R. 239 (1954) 259).

IV — **Sistematíca nuclear***Raios dos núcleos emissores α*

O₁ — Sur les diamètres effectifs des noyaux radioactifs — G. Gamow et S. Rosenblum — (C. R. 197 (1933) 1620).

O₂ — Nouvelle détermination de quelques rayons des noyaux radioactifs lourds — S. Rosenblum et M. Valadares — (C. R. 230 (1950) 384).

O₃ — Classification des «rayons» des noyaux émetteurs α en fonction de l'excès neutronique I. — S. Rosenblum et M. Valadares — (C. R. 236 (1953) 196).

Níveis nucleares

O₁ — Sur le schéma nucléaire du Th C' — (C. R. 234 (1952) 202).

O₂ — Sur le schéma de niveaux du ^{237*}Np — J. Milsted, S. Rosenblum et M. Valadares — (C. R. 239 (1954) 700).

O₃ — Sur la possibilité de l'existence de niveaux énergétiques équidistants dans les noyaux des corps radioactifs — S. Rosenblum et M. Guillot (C. R. 204 (1937) 345).

O₄ — Sur certaines régularités dans les niveaux nucléaires des atomes radioactifs — S. Rosenblum et M. Guillot — (C. R. 204 (1937) 975).

O₅ — Sur les niveaux nucléaires A (premiers états excités). — (S. Rosenblum et M. Valadares — (C. R. 235 (1952) 711).

O₆ — The Nuclear A Levels — Conférence Didcot (1952)).

O₇ — Les spins des niveaux des noyaux pairs-pairs et la théorie de l'émission α — S. Rosenblum et M. Valadares — (C. R. 234 (1952) 2359).

V — Instrumentos e técnicas nucleares.

Espectrógrafos α .

O₁ — Nouveau spectrographe magnétique à rayons α — (C. R. 191 (1930) 1004).

O₂ — Le Grand Aimant Permanent de Bellevue — S. Rosenblum et B. Tsai — (C. R. 224 (1947) 1278-80).

C₁ — Le Grand Aimant Permanent — S. Rosenblum et B. Tsai — (Journal des Recherches C. N. R. S. (n° hors de série 1946) 17).

Espectrógrafos β .

O₁ — Spectrographe magnétique avec pré-accelération pour l'étude d'électrons de faible énergie S. Rosenblum, J. Sant'Ana Dionisio et M. Valadares — (Journal de Physique et le Radium 17 (1956) 112).

Técnica das fontes radioactivas.

O₁ — Figures de distribution du dépôt actif sur les électrodes — S. Rosenblum et M. Valadares (C. R. 192 (1931) 939).

O₂ — Préparation d'une source de Ra E de très grande densité d'activité — Haïssinsky, Rosenblum et Walen — (Journal de Physique et le Radium 10 (1939) 355).

Técnica dos detectores de partículas α .

O₁ — A simple counting system for Alpha-Ray Spectra — S. Rosenblum et W. Y. Chang — (American Physical Society (1944)) — Physical Review 67 (1945) 225).

O₂ — A propos du compteur à étincelles — (Extrait du Journal de Physique et le Radium 16 (1955) 159).

O₃ — Sur le renforcement radioactif des raies spectrales — (C. R. 230 (1950) 1766).

Técnicas diversas.

O₁ — Making very thin glass-windows — S. Rosenblum et R. J. Walen — (Journal of Scientific Instruments 22 (1945) 197).

VI — Estudos diversos.

Raios Cósmicos.

O₁ — A new method for the determination of the mass of mesons — C. F. Powell et S. Rosenblum — (Nature 161 (1948) 473).

O₂ — On the spectrum of light particles produced in cosmic ray desintegration — C. Franzinetti et S. Rosenblum — (Nuovo Cimento 6, Suppl. 3 (1949) 349).

Magnetismo.

C₁ — Sur les travaux du magnétisme en U. R. S. S. — (Nuovo Cimento 4, Suppl. 10 (1953) 441).

História da Ciência.

O₂ — L'aspect historique de la découverte de la Radioactivité artificielle — (Journal de Physique et le Radium 16 (1955) 743), traduzido in «Seara Nova» número consagrado à energia atômica, n.º 1331-36; 1957, 97.

In memoriam.

C₁ — Fernand Holweck — Renaissance 2 (1944-1945) 265.

C₂ — Prof. J. F. Joliot — Nature 182 (1958), 1273.

*

*

*

Como se depreende da lista das publicações de Salomon Rosenblum, a sua obra científica caracteriza-se por se referir quase exclusivamente ao estudo da radiação α (estudos e técnicas de espectrografia) e problemas conexos (electrões de conversão interna).

No final do primeiro quartel deste século — data que marca o início das suas investigações sobre a espectrografia α — estes temas de investigação constituíam uma importante fracção da Física Nuclear. Graças à descoberta fundamental da «estrutura

«fina» do espectro magnético da radiação α , obteve-se a prova decisiva da existência dos níveis nucleares quantificados e a espectroscopia nuclear recebeu um grande impulso.

Actualmente, devido à criação de numerosos ramos de investigação em física nuclear e ao desenvolvimento dos já existentes em 1925 — em particular as reacções nucleares de que faz parte a desintegração α — a importância «quantitativa» das informações dadas pelo estudo da radiação α sobre a estrutura nuclear relativamente aos outros domínios de investigação da Física Nuclear

é muito inferior à daquele tempo. O mesmo não sucede, porém, à sua importância «qualitativa»: Com efeito, graças ao aperfeiçoamento permanente dos métodos da espectroscopia α — para cujo progresso Salomon Rosenblum deu uma contribuição notável — os dados sobre os níveis dos núcleos pesados obtidos pela espectroscopia α são muito precisos. Este facto permite-nos prever que a espectroscopia α ajudará a desvendar novos segredos da estrutura nuclear.

J. SANT'ANA DIONÍSIO

Attaché de recherches do C. N. R. S.

Paris, Janeiro de 1960.

Dispositivo contador de rayos beta de bajo nivel

SUMÁRIO

Especialmente en el sector de la física sanitaria, en que debe medirse la radiactividad del aire atmosférico, del agua, de los alimentos, los productos de deshecho, etc. sino también en el trabajo normal con indicadores radiactivos donde pueden conseguirse considerables ahorros en el tiempo de medida así como en los gastos implicados en los radioisótopos, es una necesidad el contado preciso de los rayos beta de bajo nivel. Lo mismo puede decirse de las medidas de C^{14} .

La mayor parte de los dispositivos contadores de bajo nivel son bastante voluminosos y pueden llegar a pesar hasta varias toneladas. Gracias a la introducción de un nuevo tipo de contador de guarda, una invención de los Laboratorios de Investigación Philips, se resuelven los problemas de espacio y peso. Con este tipo de aparato se puede obtener una velocidad de fondo de menos de 1,3 impulsos/minuto con el juego de tubos 18515/18517 especialmente para el trabajo con C^{14} y menos de 1,5 impulsos/minuto con el juego de tubos 18516/18518 para trabajo general de baja intensidad.

El número de aplicaciones del contado beta de bajo nivel está aumentando rápidamente. Además de su gran importancia en el vasto sector de la física sanitaria, en que la radiactividad del aire atmosférico, agua, alimentos, productos de deshecho, etc.

deben medirse usualmente sobre muestras débiles o en el campo biológico y trabajo con C^{14} , esta técnica de contado de bajo nivel resulta ventajosa en el trabajo normal con indicadores radiactivos. Importantes economías pueden alcanzarse aquí: el tiempo de medida así como la cantidad de dinero implicada en radioisótopos pueden reducirse considerablemente.

Además de esto, la mejora en cuanto a la sensibilidad del equipo de medida abrirá paso a nuevos sectores de investigación.

Para medir bajas actividades específicas, el nivel de fondo del detector debe reducirse lo más posible y, puesto que estas medidas implican generalmente largos tiempos de contado para obtener una precisión razonable, es absolutamente necesario que este nivel de fondo sea muy constante y que la velocidad de contado de fondo esté exenta de fluctuaciones distintas de las estadísticas normales. Los impulsos de fondo se deben principalmente a:

1. Los mesones para radiación cósmica.
2. La radiación gamma de los alrededores y de la radiación cósmica.
3. Las radiaciones beta e gamma de con-

taminaciones e impurezas de los materiales de que está fabricado el detector.

La mayor parte de la influencia de los mesones de rayos cósmicos se elimina rodeando el contador beta con un anillo de contadores de rayos cósmicos en anticoincidencia con el contador beta. La radiación gamma de los alrededores se reduce, entre otras cosas, apantallando el equipo completo. Esta disposición conduce a instalaciones de contado voluminosas, cuyo peso puede alcanzar varias toneladas. Introduciendo un nuevo tipo de contador de guarda, una invención de los laboratorios de investigación Philips (1), se ha encontrado una solución elegante a los problemas de espacio y peso.

Descripción del montaje del tubo

Como contador beta se emplea una versión más corta del tubo contador Geiger-Müller de ventana delgada tipo 18505, tipo 18515, o de gran ventana tipo 18506, tipo 18516. El primero se aplica en los casos en que la energía de los isótopos a medir sea baja (por ejemplo, C^{14}), el segundo para medidas generales de baja intensidad. Estas versiones difieren del diseño original en algunos puntos:

1. La longitud del cátodo se ha reducido a un tercio del original, a fin de disminuir la sensibilidad gamma.

2. Los materiales empleados se han seleccionado con vista a la ausencia de contaminación radiactiva y

3. una construcción especial de ánodo ha dado por resultado un considerable aumento de la sensibilidad en el 18505.

Ambos electrodos del contador de guarda de adaptación, tipo 18518, consisten en un

hemisferio unido a una parte cilíndrica del mismo radio; las partes esféricas son concéntricas y las partes cilíndricas son coaxiales. Mediante esta configuración geométrica se obtiene una distribución favorable del cátodo. La pendiente del «plateau» de este tubo de guarda, que tiene una alta eficiencia de rayos cósmicos, asciende al 40% por 100 V entre 800 y 1200 V.

Descripción de la torreta de plomo

El blindaje esférico alrededor del montaje del tubo consiste en 30-mm de plomo envejecido especial y 100 mm de hierro.

Por fortuna Philips pudo echar mano de una gran cantidad de plomo muy viejo que se salvó de un barco hundida en la costa holandesa hace unos 250 años.

Este plomo posee una actividad específica sumamente baja y ha resultado muy útil para el blindaje de los dispositivos de contadores de bajo nivel. La disponibilidad de este plomo nos ha permitido llegar a una construcción sencilla y segura, mediante la cual, de acuerdo con los datos provisionales de los tubos, se pueden conseguir velocidades de contado de fondo de menos de 1,5 cómputos por minuto con el tubo 18516, área efectiva de la ventana 6 cm², y menos de 1,3 cómputos por minuto con el tubo 18515, área efectiva de la ventana: 3 cm².

Debajo del tubo contador beta se ha dejado una abertura que permite introducir la muestra directamente debajo del tubo. La bandeja portamuestra de metacrilato se coloca en la parte superior de la varilla roscada que ajusta en esta abertura. Para asegurar que la geometría se conserve, pues para este tipo de medidas esto es de suprema importancia, el movimiento de la muestra se efectúa con auxilio de un pequeño electromotor de C. A., actuado con un pequeño botón, montado debajo del domo. Un acoplamiento a fricción e interruptores de seguridad posibil-

(1) Consúltese la Comunicación n.º 2343 de K. v. Duuren, W. K. Hofker y J. Hermsen presentada en la II Conferencia de las Naciones Unidas sobre los usos pacíficos de la energía atómica. Septiembre 1958, Ginebra.

tan un funcionamiento suave de este mecanismo. Con cada unidad se suministra un juego de bandejas portamuestras y dos pares de pizas para facilitar la colocación de las mismas en el portamuestras.

El circuito electrónico

Los tubos contadores Geiger-Müller obtienen su alta tensión de dos unidades de alimentación de A. T. convencionales, tales como la unidad de alimentación de A. T. y preamplificador tipo PW 4022.

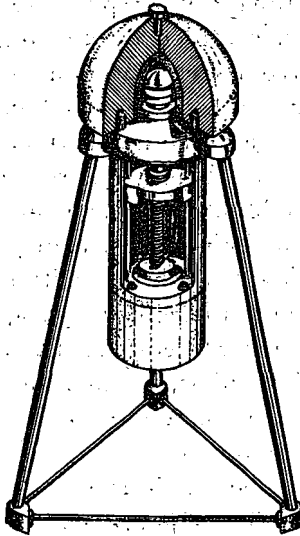


Fig. 1 - Sección del dispositivo contador de beta de bajo nivel, tipo PW 4127

Los impulsos generados por los tubos se aplican a la unidad de anticoincidencia tipo PW 4092 y los impulsos de salida del PW 4092 se aplican a su vez a un contador demultiplicador, tal como el contador demultiplicador universal PW 4032.

Este PW 4092 comprende dos partes principales: el canal contador y el canal de guarda.

Los impulsos del detector que miden la actividad de la muestra se aplican al canal contador. Este canal está formado por un amplificador de impulsos y tres formadores de impulsos. El segundo forma-

dor de impulsos proporciona un retardo de $3 \mu\text{sec}$. El último genera impulsos con una duración de $3 \mu\text{sec}$.

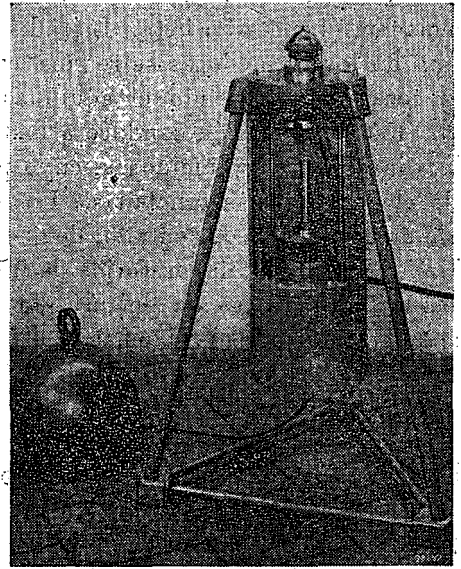


Fig. 2 - Dispositivo contador beta de bajo nivel tipo PW; el domo de blindaje ha sido retirado y puede verse claramente el montaje del tubo

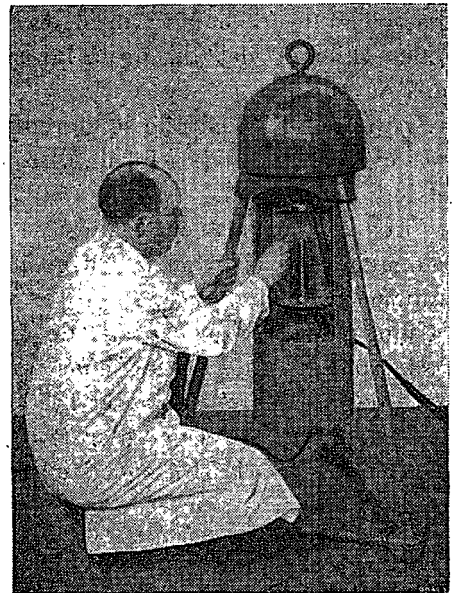


Fig. 3 - La bandeja portamuestra se lleva, sirviéndose de un par de pinzas, a la parte superior de la varilla roscada que ajusta en la abertura de debajo del tubo contador beta

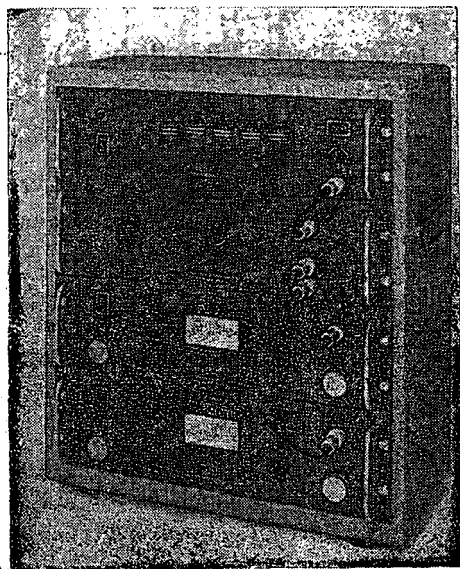


Fig. 4 — Analizador de anticoincidência que compreende duas unidades de alimentação de A. T. tipo PW 4022, a unidade universal de anticoincidência tipo PW 4092 e o contador demultiplicador universal tipo PW 4032, empregado com o dispositivo contador de radiação beta de baixo nível Philips

El canal de guarda recibe los impulsos del contador de guarda. Este canal consiste en un amplificador de impulsos y dos formadores de impulsos. La duración del impulso de salida del último formador de impulsos puede variarse en escalones alterando la capacidad de uno de los condensadores de este circuito.

Los impulsos de salida de ambos canales se aplican a un circuito diodo. Los impulsos del canal de guarda bloquean este circuito durante cierto tiempo, determinado por la duración del impulso de salida de este canal. Durante este tiempo los impulsos del contador beta no se pasan a la salida y, por consiguiente, no llegan al contador demultiplicador.

Tanto el canal contador como el de guarda tienen una salida separada de modo que se pueda observar la velocidad de contado de fondo y la velocidad de contado de la muestra más fondo.

B. SCHOTANUS

Noticiário

Jaime Xavier de Brito

Em Março do corrente ano faleceu, em Lisboa, com 67 anos de idade, o professor Jaime Xavier de Brito que durante alguns anos fez parte da Comissão de Redacção da «Gazeta de Física». O professor Xavier de Brito, que exerceu o ensino em vários liceus da capital, licenciou-se em Matemáticas, em 1915, na Faculdade de Ciências de Lisboa, e em Ciências Físico-Químicas, em 1921. Durante sete anos, de 1921 a 1928, exerceu o cargo de 2.º assistente de Física na referida Faculdade, lugar que teve de abandonar por incompatibilidade legal mantendo-se, entretanto, até 1941 como assistente contratado. Em 1938 e 1939 foi observador-chefe do serviço do Observatório Central Meteorológico Infante D. Luís.

Além do ensino, mas relacionado com ele, prolongou a sua actividade até ao estrangeiro, frequentando o Instituto Jean Jacques Rousseau, em Genebra, o Laboratório de Física da Faculdade de Ciências de Paris, e estudou, como bolseiro da Junta de Educação Nacional, os métodos de ensino da Matemática e da Física em escolas de Paris, Bruxelas e Hamburgo.

Como professor, Xavier de Brito foi uma pessoa muito competente, meticulosa em extremo, quase se diria até ao exagero, tão grande era a sua preocupação em ser exacto nas palavras e nas observações que efectuava. Ao estudar qualquer assunto descia aos mais insignificantes pormenores, explorando o conteúdo científico dos conceitos com minuciosidades em que jogavam, completando-se, os seus conhecimentos.

tos de Matemática e de Física. À margem dos seus estudos foi um veemente apaixonado pela Música, tendo sido, durante muitos anos, presidente da Direcção e da Assembleia Geral da Sociedade Nacional de Música de Câmara.

Deixou publicadas várias obras didácticas e observações científicas.

Fundação Calouste Gulbenkian

É com o maior prazer que registamos o facto de a «Fundação Calouste Gulbenkian» ter concedido ao Centro de Estudos de Física, anexo à Faculdade de Ciências de Lisboa, um subsídio de trezentos e três mil escudos (303.000\$00) destinado à aquisição de um microfotómetro Hilger, de um microscópio Cook, Troughton and Sinns para leitura de placas nucleares, e de uma instalação de Raios X e alguns acessórios.

O microfotómetro e o microscópio estão já em funcionamento.

Doutoramentos

Em Julho de 1959 realizaram-se, na Faculdade de Ciências de Lisboa, as provas de doutoramento do Licenciado José Pinto Peixoto.

A tese apresentada intitula-se: «Contribuição para o estudo da Energética da circulação geral da atmosfera».

O Doutor José Pinto Peixoto foi aprovado com a classificação de 18 valores.

★

Em Julho de 1959 realizaram-se, na Faculdade de Ciências do Porto, as provas de doutoramento da Licenciada Maria Otilde B. Pereira da Costa

A tese apresentada intitula-se: «Contribuição para o estudo das probabilidades relativas de ionização dos elementos de número atómico elevado» e foi realizada no Laboratório de Física da Faculdade de Ciências de Lisboa.

A Doutora Maria Otilde Pereira da Costa foi aprovada com a classificação de 18 valores.

★

No dia 18 de Junho prestou provas de doutoramento na Faculdade de Ciências de Paris, o Licenciado em Ciências Físico-Químicas pela Faculdade de Ciências de Lisboa, João Andrade e Silva.

O juri de doutoramento era constituído pelos professores Madame Tonnelat, J. Des-touches e Luis de Broglie que presidia. A tese apresentada pelo candidato intitula-se: «A teoria dos sistemas de partículas na interpretação causal da Mecânica Ondulatória».

O candidato foi aprovado com a menção mais elevada (muito bem) e recebeu as felicitações do juri.

O Doutor Andrade e Silva vai prosseguir as suas investigações em França no quadro dos investigadores do «Centre National de la Recherche Scientifique».

Instituto de Alta Cultura

Seminário de teorias físicas
e física nuclear

PROGRAMA PARA 1961-62

Progressos recentes na cristalografia dos Raios X (14-15 de Novembro) por L. Vaz de Sampayo.

Discussão geral sobre os problemas de terminologia científica (5 de Dezembro).

Fundamentos duma interpretação causal da Mecânica Quântica. O teorema de von Neumann e a teoria da medida. Formulação no espaço físico da Mecânica Ondulatória (19, 20 e 21 de Dezembro) por J. Andrade e Silva.

Os fundamentos e a axiomatização da Física Quântica não relativista em moldes

não deterministas (16-17 de Janeiro) por J. Sarmento de Vasconcelos e Castro.

Estado actual do problema da termo-difusão gasosa (30-31 de Janeiro) por M. Fernandes Laranjeira.

Ação das radiações sobre os sólidos (13-14 de Fevereiro) por J. de Almeida Santos.

La méthode de pompage optique. Orientation nucléaire par pompage optique. Principe des Masers et des Lasers (fins de Fevereiro) por Alfred Kastler.

Transições radiativas. Cálculo dos modelos nucleares (13-14 de Março) por J. Veiga Simão.

Problemas de estrutura nuclear, por J. Moreira de Araújo.

Alguns aspectos da estrutura de bandas (27-28 de Março) por A. Pires de Carvalho.

La structure de la matière nucléaire. L'interaction de nucléons de grande énergie avec les noyaux (fins de Abril) por Jean Teillac.

Partículas elementares e leis de simetria, por António da Silveira.

Aparelho referente à lei de Boyle

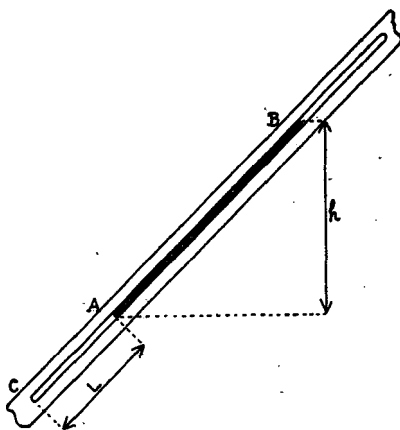
David E. Mee — Am. Journal of Phys., 26, 1958, p. 34.

O aparelho *comercial* para demonstração da lei de Boyle é relativamente caro. Por essa razão imaginámos um aparelho bastante barato e simples.

Consiste num tubo capilar de 2 mm de espessura de parede e 50 cm de comprimento (ver a figura junta) em que se introduziu uma coluna de mercúrio (A B)

de 25 cm. De um dos lados (A C) do mercúrio introduz-se argo (cerca de 4×10^{-5} g) e no outro faz-se o vácuo.

Inclinando o tubo, a pressão e o volume do argo são determinados pela medição dos comprimentos h e L . Pode-se tomar o



ponto A como origem dum sistema de coordenadas rectangulares e efectuem-se as determinações de h e de L para várias inclinações. A precisão dos resultados é bastante grande podendo-se variar a pressão total dentro de mais extensos limites do que com o aparelho comercial.

Pode-se fazer também um registo da temperatura e, utilizando a tabela conveniente, determinar o número de moléculas de gás contidas no tubo, a massa desse gás, etc. Pode-se ainda estudar a variação do volume do gás com a temperatura para valores constantes da pressão.

Para isso introduz-se o extremo do tubo, que contém o gás, num outro tubo, munido de um termómetro de glicol etilénico, que pode indicar temperaturas numa extensão de quase 200° C, a pressão constante.

Para a observação do menisco do mercúrio poderá empregar-se um catetómetro.

Quanto ao gás utilizado há vantagem em que seja o argo. O ar não convém em virtude do ozono, que o acompanha, ter tendência para reagir com o mercúrio.

Dicionário de unidades e Tabelas de conversão

Recebemos o Dicionário, cujo nome completo indicamos no título desta notícia, da autoria de Vasco Costa e Osvaldo Francês, e que é distribuído pela Associação dos Estudantes do Instituto Superior Técnico. Trata-se de uma obra de inegável utilidade não só para estudantes e professores como

para certas técnicas e indústrias. Além dos nomes das unidades das várias grandezas e dos vários sistemas usados na Ciência, na Técnica e na Indústria, também foram dicionarizados, neste trabalho, os símbolos e abreviaturas de muitas unidades que são frequentes nas línguas francesa, inglesa e alemã, o que aumenta grandemente a utilidade da obra. Completa-a ainda um vasto apêndice com 63 tabelas de conversão de várias unidades.

*Os fabricantes dos equipamentos laboratoriais mais divulgados
no mundo científico,*

« **E K C O** » Electronics, Ltd.

e

« **DYNATRON** » Radio, Ltd.

*têm certamente nas suas gamas de fabrico todos os dispositivos
de que necessita para os estudos do seu Laboratório.*

Representantes exclusivos:

Soc. Com.

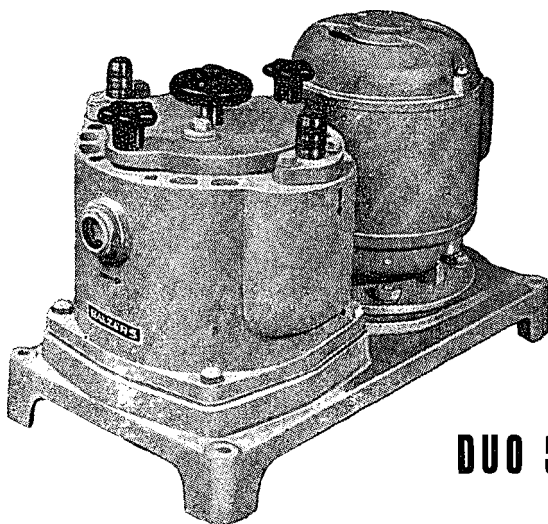
CROCKER, DELAFORCE & C.^a L.^{da}

Séde: Rua D. João V, 2-2.º — Oficinas: Rua D. João V, 29-C
Telefone 68 01 41 / 4

BALZERS

A BOMBA DE VÁCUO MAIS
APROPRIADA A TRABALHOS
DE CONTAMINAÇÃO

DESMONTAGEM, LIMPEZA
E MONTAGEM EM 30 MINU-
TOS SEM FERRAMENTAS



DUO 5

DOIS ANDARES
VÁCUO MÁXIMO: 8×10^{-3} mm Hg

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:

EQUIPAMENTOS DE LABORATÓRIO, L.DA

RUA PEDRO NUNES, 47 — TEL. 733436 — LISBOA

HILGER WATTS LTD.

APARELHOS PARA ANÁLISE ESPECTRAL

POLARÍMETROS — REFRACTÓMETROS
ESPECTROFOTÓMETROS — ESPECTRÓGRAFOS
DIFRACTÓMETROS DE RAIOS X
BIBLIOGRAFIA TÉCNICA

EDWARD'S HIGH VACUUM LTD.

TUDO PARA VÁCUO

BOMBAS E APARELHAGEM DIVERSA, UTILIZANDO
O VÁCUO
APARELHAGEM DE METALIZAÇÃO POR
VÁCUO-LIOFILISADORES

BAIRD TAFLOCK LTD.

MATERIAL E APARELHAGEM DE LABORATÓRIOS
PARA INVESTIGAÇÃO E INDÚSTRIA

ET.S BETTENDORF S. A.

MATERIAL PARA LABORATÓRIOS PSICOTÉCNICOS
E PSICOLOGIA APLICADA

ASSISTÊNCIA GARANTIDA POR TÉCNICOS ESPECIALIZADOS

REPRESENTANTES

C. SANTOS, LDA.

SECÇÃO INDUSTRIAL

AV. DA LIBERDADE, 35-1.º

L I S B O A