

Detecção de partículas com emulsões nucleares

O emprego da placa fotográfica como detector em física nuclear é bastante antigo; foi recorrendo à placa fotográfica que H. Becquerel descobriu a radioactividade, observando o enegrecimento produzido pelas radiações provenientes de sais de urânio.

Posteriormente, várias tentativas se realizaram no sentido de registar trajectórias de partículas em emulsões fotográficas; no entanto, os primeiros resultados francamente animadores só foram obtidos em 1925, em Viena, por M. Blau e Wambacher, que conseguiram detectar trajectórias de protões.

Admitia-se, geralmente, que a placa nuclear era um bom detector do ponto de vista qualitativo; mas não quantitativo, isto é, não permitia medições rigorosas das energias das partículas; com este fim, usavam-se de preferência a espectrografia magnética, a câmara de Wilson, etc.

Esta situação mudou radicalmente quando Powell e a sua escola iniciaram, em 1939, um estudo sistemático da placa nuclear como detector de partículas. Powell começou por mostrar que usando uma disposição conveniente para leitura de placas (microscópio especialmente adaptado para esse fim), os erros cometidos pelo observador ficam consideravelmente diminuídos; a energia de uma partícula pode conhecer-se com suficiente rigor desde que se meça com cuidado o seu percurso na emulsão. A escola de Powell, numa série de publicações de real valor, conseguiu impôr a técnica das emulsões nucleares como um bom meio de trabalho, quer no domínio da física nuclear, quer no da radiação cósmica.

Do ponto de vista económico, a vantagem deste método sobre outro qualquer usado nestes estudos é bastante apreciável, podendo mesmo afirmar-se que a única despesa que comporta é a da compra do microscópio.

A escolha dum tipo determinado de placa nuclear depende evidentemente do género de investigação que se pretende realizar, visto não haver uma placa que seja igualmente sensível a todas as partículas existentes na natureza. As casas Ilford e Kodak, principais produtores de placas nucleares, fabricam os diferentes tipos indicados no quadro seguinte.

PARTÍCULAS REGISTRADAS	ILFORD	KODAK	SENSIBILIDADE
Fragmentos provenientes da fissão	D_1	<i>NTC</i>	Fraca
Protões e partículas α	E_1	<i>NT1A</i>	Média
Protões e mesões	C_2	<i>NTB</i>	Grande
Electrões	G_5	<i>NT2A</i>	Muito grande
Partículas α		<i>NTB3</i>	
Mesões		<i>NT4</i>	
Protões			

Os diferentes tipos de placas, que acabamos de enunciar, permitem a detecção de partículas num domínio bastante vasto de energias. No entanto, para que o registo da trajectória de uma partícula se possa distinguir do velado natural da placa nuclear, é preciso que seja constituído no mínimo por 3 ou 4 grãos; este facto impõe uma limitação no domínio das baixas energias à detecção de partículas por este método:

Partículas α	0,8	<i>MeV</i>
Protões	0,2	<i>MeV</i>
Electrões	0,010	<i>MeV</i>

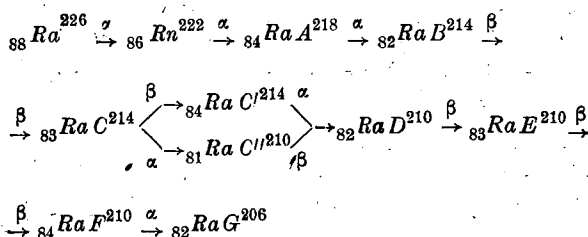
Neste primeiro artigo trataremos apenas da detecção de partículas α e de electrões (em especial electrões de conversão interna)

com emulsões nucleares; posteriormente tornaremos extensivo este estudo a outras partículas, prótons, deutões, mesões...

No estudo de esquemas de desintegração de emissores α impressiona-se a placa nuclear, quase exclusivamente, por impregnação, que consiste na introdução do corpo radioactivo na placa, mergulhando-a numa solução de um dos seus sais. A maneira de realizar esta operação reveste grande importância, pois deve assegurar-se que a substância radioactiva penetre uniformemente em toda a emulsão, o que se consegue empregando uma solução neutra ou ligeiramente ácida ($pH - 6 - 7$).

O tempo de impregnação é variável, mas em geral, não excede 1 hora.

Após a impregnação, a placa nuclear fica exposta durante certo tempo, para que a substância radioactiva nela introduzida se desintegre. O tempo de exposição é extraordinariamente variável com a substância empregada e com o género de estudo a efectuar. Assim, por exemplo, suponhamos que se imprégna uma placa nuclear com ${}_{88}\text{Ra}^{226}$. O ${}_{88}\text{Ra}^{226}$ dá origem ao ${}_{82}\text{RaG}^{206}$ de acordo com o seguinte esquema:



Nestas condições, o tempo de exposição é, evidentemente, diferente consoante se pretende estudar as partículas α do Ra^{226} ou as estrelas de 5 ramos correspondentes à desintegração sucessiva deste isótopo e dos seus descendentes; esses tempos calculam-se recorrendo às leis do declínio radioactivo e são, em geral, compreendidos

entre algumas horas e poucas semanas (1 a 3). No entanto, quando, por qualquer motivo, os tempos de exposição são da ordem do mês ou mais, é necessário tomar precauções para evitar o «fading», fenómeno que consiste no desaparecimento progressivo da imagem latente no decurso do tempo. Para atenuar os efeitos do «fading», a experiência revelou que é conveniente manter as placas, durante a exposição, numa atmosfera em que a temperatura é vizinha de 0°C e cuja humidade relativa é da ordem de 40%.

A revelação de placas nucleares é operação bastante importante e de que depende sempre o bom êxito de um trabalho; devido à sua espessura, a técnica a usar difere consideravelmente dos processos de revelação de placas sensíveis a radiações luminosas. Há que atender em primeiro lugar a que não se estabeleça um gradiente de revelação entre a superfície e as camadas mais profundas da placa, isto é, a emulsão deve apresentar-se uniformemente revelada em toda a profundidade, pois de contrário as medições vêm seriamente afectadas.

A constituição do banho revelador varia bastante com o tipo e espessura da placa utilizada; para placas Ilford $G_5 - 200\mu$, de que nos ocuparemos exclusivamente neste artigo, um revelador com a constituição seguinte dá em geral bons resultados.

Solução A

Sulfito de sódio (crist.)	25 g
Elon	3 g
Água	1000 cm ³

Solução B

Carbonato de sódio (anidro)	50 g
Bicarbonato de sódio (anidro)	50 g
Água	1000 cm ³

O processo de revelação de emulsões nucleares consta de dois estágios a tem-

peraturas diferentes. Inicialmente, mergulha-se a placa durante 30 a 45 minutos no banho revelador, constituído pela mistura em partes iguais das soluções A e B, a temperatura vizinha da do gelo fundente; a placa fica completamente embebida de revelador, mas não se efectua o processo de revelação. Em seguida, eleva-se a temperatura até $21^{\circ}C$, realizando-se então a revelação da placa durante 30 minutos.

Para fazer cessar rapidamente a acção do revelador, a placa é introduzida cerca de 30 minutos num soluto a 50% de bisulfito de sódio; alguns laboratórios usam de preferência ácido acético a 20%.

A fixação das placas realiza-se mergulhando-as em hiposulfito de sódio em solução aquosa a 50% durante 24 h a 36 h, sendo depois cuidadosamente lavadas com água e postas a secar.

O estudo de uma placa nuclear, isto é, a identificação das partículas que a impressionaram e a medição das suas energias, faz-se recorrendo a microscópios especialmente adaptados para esse fim.

Na capa desta revista reproduz-se uma fotografia do microscópio M 4005, produzido por Cooke, Troughton e Simms, pertencente ao Centro de Estudos de Física da Faculdade de Ciências de Lisboa e adquirido com um subsídio especial concedido pela Fundação Calouste Gulbenkian. Trata-se de um microscópio binocular em que a platina tem movimento em duas direcções ortogonais, comandado por dois parafusos micrométricos, permitindo leituras com a precisão de 1μ . O parafuso dos pequenos deslocamentos é também graduado. O uso do sistema binocular e de filtros convenientes, reduz grandemente o cansaço do observador.

A amplificação de 1200 é, em geral, a usual em trabalhos de medição de energias de partículas α e β ; pode, no entanto, recorrer-se a amplificações superiores (até 1800) consóante o género de investigação a realizar.

Trataremos agora, em pormenor, da detecção de partículas α e de electrões de conversão interna com placas nucleares.

A trajectória de uma partícula α numa emulsão nuclear é rectilínea, apresentando o aspecto de um traço negro contínuo, ligeiramente encurvado na parte final (fig. 1).

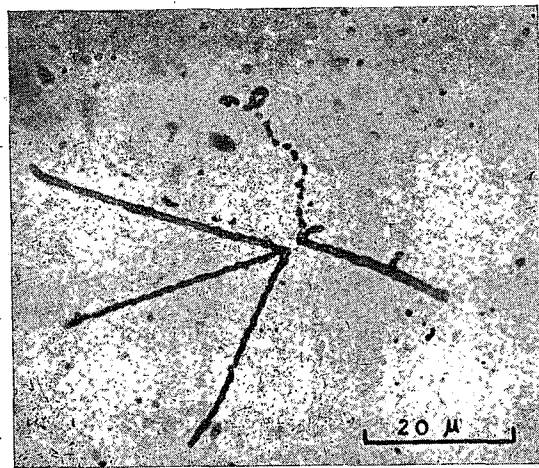


Fig. 1 — Estrela de 4 ramos proveniente da desintegração do Ac X. Vê-se nitidamente a trajectória dum electrão de conversão interna ligado à extremidade da trajectória de uma partícula α .

O conhecimento da energia de uma partícula α implica a medição rigorosa do seu percurso na emulsão. Como a trajectória da partícula tem uma orientação qualquer, a medição do seu percurso α_R faz-se recorrendo às projecções α_H e α_V (fig. 2) da tra-

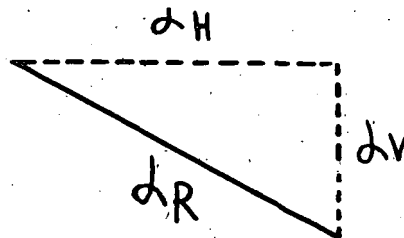


Fig. 2

jectória, numa região, suposta plana, do campo de observação do microscópio e na

direcção perpendicular a esse plano; se atendermos às reduzidas dimensões da trajectória da partícula, o erro que se comete considerando essa região como plana é desprezável. Na determinação de α_H usa-se uma ocular micrométrica, devidamente calibrada; α_V mede-se utilizando o parafuso dos pequenos deslocamentos do microscópio, havendo que atender à contracção da placa durante o processo de fixação.

A concentração em halogeneto de prata de uma emulsão nuclear é muito elevada e, portanto, a sua dissolução no fixador produz uma diminuição grande da espessura da emulsão; se designarmos por e_1 e e_2 as espessuras, respectivamente, durante a exposição e após o processo de fixação, chama-se coeficiente de contracção (shrinkage factor) à grandeza

$$\frac{e_2}{e_1}$$

Na medição de α_V há que ter em conta o coeficiente de contracção.

Conhecidos α_V e α_H , determina-se α_R a partir da expressão

$$\alpha_R = \sqrt{\alpha_H^2 + \alpha_V^2}$$

Recorrendo à curva percurso-energia para partículas α , já estabelecida para as placas consideradas, deduz-se imediatamente a energia da partícula desde que se conheça o seu percurso α_R .

O registo da trajectória de um electrão numa emulsão nuclear apresenta-se descontínuo e é constituído por um conjunto de grãos tomando as formas mais variadas (fig. 1); a identificação da trajectória de um electrão é, por isso, operação delicada e por vezes bastante difícil.

A análise microscópica de uma placa nuclear revela sempre a existência de trajectórias de electrões de origem cósmica, vulgarmente designados por «electrões de fundo», o que constitui uma dificuldade, por vezes grande, no estudo de emissores β .

O problema reveste maior simplicidade no caso de electrões de conversão interna de emissores α , visto que as trajectórias do electrão e da partícula α têm origem comum.

Alguns autores propõem métodos de rejuvenescimento das placas, isto é, procuram libertá-las do registo das trajectórias dos electrões de fundo; ultimamente parece provado que tais tratamentos diminuem bastante a sensibilidade da emulsão. É preferível usar sempre placas recentes e fazer em cada caso, um estudo cuidadoso do problema em questão, procurando expurgar das medições todos os electrões de fundo.

Pelas razões apontadas conclui-se que, para os emissores α , o rejuvenescimento das placas é absolutamente dispensável não sendo mesmo de aconselhar.

A determinação da energia de um electrão implica o conhecimento do seu percurso na placa. Alguns autores medem directamente na emulsão esta grandeza ou então, a sua projecção no campo (suposto plano) de observação do microscópio; neste último caso, determinam o percurso multiplicando essa projecção por um coeficiente que a experiência lhes sugeriu. Outros investigadores preferem contar o número de grãos que formam a trajectória de um electrão, obtendo o seu percurso mediante uma curva de calibração — número de grãos-percurso — que realizam com a própria placa em estudo. A experiência tem-nos mostrado ser mais rigoroso este último processo, dado que a medição do percurso de electrões em placas nucleares é operação evitada de muitos erros, devido à configuração das suas trajectórias; essa medição só pode efectuar-se com suficiente rigor numa pequena percentagem de electrões, que se utilizam no traçado da curva de calibração que acabámos de referir.

Conhecido o percurso de um electrão, a determinação da sua energia faz-se recorrendo à curva de calibração percurso-energia já estabelecida para as placas consideradas e abrangendo um domínio de energia bastante vasto.

Apontámos a traços gerais os processos de detecção e determinação da energia de partículas α e de electrões, com emulsões nucleares.

O conhecimento dos espectros α e de

conversão interna dum dado isótopo radioactivo contribui para o estabelecimento do seu esquema de desintegração; é este um dos problemas fundamentais da física nuclear.

JOSÉ GOMES FERREIRA

1.º Assistente da F. C. L.
Bolseiro do I. A. C.

Salomon Rosenblum

(Biografia e obra científica)

Para termos uma imagem adequada da personalidade do Doutor Salomon Rosenblum, como investigador, convirá referir as múltiplas condições e os diferentes ambientes em que, como tal, viveu.

Indicaremos pois a seguir, ainda que resumidamente, a sua actividade científica em cada um dos centros de investigação onde trabalhou: Lund (1920-22), Paris (1922-41), New York e Princeton (1941-44), Londres e Bristol (1944-46) e Paris (1946-59).

Lund (1920-22)

O estágio de S. Rosenblum no Laboratório de Física da Universidade de Lund (director: Prof. Manne Siegbahn) marca o principio da sua carreira científica.

A sua ida para a Suécia, a fim de realizar estudos científicos, havia-lhe sido sugerida pelo seu amigo Erik Hulthén (1), então assistente do professor Manne Siegbahn.

Nessa época, o objectivo principal das investigações realizadas no laboratório de Lund era o estudo dos raios X característicos. Entre as técnicas aí utilizadas, figuravam as de espectrografia cristalina dos

raios X, alta tensão, magnetismo e vácuo. S. Rosenblum realizou aí trabalhos práticos destinados a ajudar a formação dos futuros físicos experimentais.

O laboratório era frequentado por estudantes de várias nacionalidades, num clima de convívio muito favorável ao desenvolvimento da compreensão e cooperação internacional (1).

Devido a várias dificuldades no prosseguimento dos seus estudos na Suécia, S. Rosenblum projectou ir trabalhar no «Kaiser Wilhelm Institut», (2) situado em Dahlem (arredores de Berlim), onde se apresentou munido de uma carta de apresentação do Prof. M. Siegbahn. O seu pedido de admissão foi, porém, rejeitado

(1) Cf. os artigos dos Profs. E. Hulthén e J. Tandberg no livro de homenagem a «Manne Siegbahn (1886 $\frac{3}{12}$ 1951)». Uppsala 1951, p 1 — 8 e 9 — 12, respectivamente.

(2) Era um dos bons centros de investigação da época e possuía uma excelente organização. Nele trabalhavam Otto Hahn e Lise Meitner. Rosenblum lamentava por vezes o facto de não ter podido estagiar nele nessa época pois estava convencido de que a sua formação científica teria beneficiado com isso. Note-se, todavia, que não mostrava qualquer ressentimento contra o nacionalismo estreito manifestado pelos cientistas alemães responsáveis da recusa do seu pedido de admissão.

(1) O Prof. E. Hulthén é actualmente um conhecido físico que faz parte do quadro docente da Universidade de Estocolmo.