

obter amplificações úteis muito mais elevadas que com o microscópio óptico.

Realmente a R. C. A. (Radio Corporation of America) fabrica dois modelos de microscópios electrónicos que dão já uma amplificação útil de 100.000 e em casos particularmente favoráveis de 200.000. Este valor está ainda francamente abaixo da amplificação útil máxima teórica para feixes de electrões acelerados pela tensão de 30.000 volts e podemos legitimamente esperar largos pro-

gressos neste campo. Pode ainda aumentar-se o valor da amplificação útil teórica empregando potenciais aceleradores maiores. Posto que este facto apresente dificuldades técnicas é de supor que elas serão vencidas no futuro.

A fig. 2 representa uma microfotografia obtida com o microscópio electrónico com uma amplificação de 20.000.

A. MARQUES DA SILVA
EX-1.º ASSISTENTE DA FACULDADE
DE CIÊNCIAS DE LISBOA

A ARTE DE CONTAR FOTÕES

Os fenómenos luminosos acompanham por vezes certos fenómenos físico-químicos; assim, entre as reacções químicas existem as chamadas reacções fotoquímicas, ou porque em certos casos é necessário fornecer luz para que a reacção se dê, ou porque noutros a reacção produz luz.

Desta maneira, quem estuda estas reacções, possuindo um dispositivo que permitisse fazer medidas sobre a luz assim fornecida ou emitida, obteria preciosas informações sobre o seu mecanismo; saberia, por exemplo, medir a velocidade de reacção, ou ainda calcular a energia irradiada, isto é, transformada em radiação luminosa.

Ora todos sabem que a natureza da luz é dupla, ao mesmo tempo ondulatória e corpuscular, e que, com este segundo aspecto, se apresenta aparentemente formada por corpúsculos chamados fotões; seria então do maior interesse, no decurso das reacções acima citadas, poder contar o número de fotões emitidos à medida que a reacção se efectua; o número e a cadência da emissão de fotões constituiria uma informação de primeira ordem sobre o mecanismo desta, mais pormenorizada e precisa do que as medidas de doseamento químico.

Para tornar possível tal enumeração de fotões, Audubert e van Dormal (Laboratório de Electroquímica da Sorbonne) conseguiram, em 1933, realizar contadores fotoeléctricos com catódio de iodeto de cobre, de grande

sensibilidade no domínio ultra-violeta entre 2000 e 2850 Angstroms. Estes contadores são cheios de vapor de alcool à pressão de 10mm de mercúrio. O principio utilizado consiste na produção de descargas eléctricas provocadas pela chegada dos fotões ao catódio. Estas descargas são amplificadas e contadas; a aferição dos contadores é extremamente delicada; em particular, é necessário ter em conta a emissão de electrões com o aparelho em plena obscuridade, ou seja, a produção de descargas na ausência de toda a radiação luminosa, sob a influência de causas diferentes da luz mas que continuam a exercer-se quando o aparelho a recebe. Tais fenómenos necessitam de ser estudados para se determinar a sensibilidade absoluta dos fotocontadores. O seu realizador, R. Audubert, já em 1935 determinara essa sensibilidade por um método relativamente simples, mas aproximado. J. Mattler retomou em 1943 tais determinações duma maneira mais precisa: para isso mediu a 2300 Angstroms, comprimento de onda correspondente a uma grande sensibilidade dos contadores, a energia luminosa (número de fotões) saídos de um monocromatizador de quartzo. Depois de reduzido numa relação conhecida, este feixe incide sobre o catódio do contador, do qual se anota a reacção (número de descargas por minuto). Graças a um engenhoso dispositivo e a múltiplas precauções mecânicas, eléctricas, e térmicas, foi possível

determinar que o melhor dos contadores obtidos, regista em média, uma descarga por 700 fótons incidindo sobre o catódio. Tendo em conta o que foi acima dito relativamente às descargas produzidas na obscuridade, vê-se que com tais contadores é possível revelar uma radiação correspondente a 1200 fótons incidindo sobre o catódio. Assim, a mais pequena quantidade de luz revelável, que depende ao mesmo tempo da sensibilidade e da estabilidade do contador, atinge excepcionalmente 20 fótons por segundo e por centímetro quadrado, e 50 com muita frequência.

Outra característica destes aparelhos, cujo estudo é indispensável e também prossegue actualmente, é a variação do número de descargas em função do fluxo luminoso (número de fótons por segundo e por centímetro quadrado incidindo sobre o catódio). Esta variação, dificilmente explicável pois que, segundo parece, deve haver proporcionalidade entre o número de descargas e o fluxo, foi examinada por J. Mattler em 1945. Utilizando dois fotocontadores, em luz monocromática, combinou duas maneiras de proceder distintas para conseguir realizar variações fortes do fluxo incidente (1 a 150). Notou que para as variações fracas do fluxo (1 a 10) havia realmente proporcionalidade entre a intensidade e o número de descargas registadas, mas que para variações maiores isso já não acontecia; esta ausência de proporcionalidade não podia ser atribuída nem ao tempo morto do totalizador mecânico das impulsões, nem ao mau funcionamento do amplificador, nem ainda a um empobrecimento do catódio em fotoelectrões para fluxos intensos: não é pois de origem fotoeléctrica nem instrumental, e parece, de maneira definitiva, unicamente atribuível a fenómenos que se produzem no próprio interior dos contadores.

Por isso, quando os contadores fotoeléctricos são empregados como instrumentos de medição, é indispensável estabelecer antecipadamente a relação exacta entre o número de descargas e o número de fótons recebidos.

Como foi dito acima, estes contadores de corpúsculos luminosos são de grande utilidade

nos laboratórios de Química-Física, pelo estudo profundo que permitem de certas reacções. Damos a seguir alguns exemplos, escolhidos entre os trabalhos mais recentes.

Graças ao contador que realizou, R. Audubert pode determinar a acção dos gases nas reacções fotogénicas (o que quer dizer produtoras de luz) que acompanham a dissociação do azoteto de sódio sob a acção do calor. Esta dissociação, realizada no interior de um forno com janela de quartzo, emite uma certa radiação ultra-violeta, compreendida entre 2500 e 1900 Angstroms, radiação que pode ser medida por meio de um fotocontador de iodeto de cobre, cuja sensibilidade máxima anda à volta de 2300 Angstroms. Procedendo em recipiente fechado, a diferentes pressões, e produzindo a dissociação sucessivamente em diferentes gases tais como o azoto, o hidrogénio, e o oxigénio purificados, ou até no vácuo, observa-se que a emissão luminosa é nula ou extremamente fraca; pelo contrário realizando as mesmas experiências nesses diferentes gases, produzindo uma circulação no forno, a radiação ultra-violeta manifesta-se com grande intensidade, que diminui ou se anula quando se interrompe a corrente gasosa: verifica-se por outro lado que o número de fótons emitidos é tanto maior quanto mais elevada é a velocidade da circulação do gás. Deste modo, a possibilidade de contar os corpúsculos luminosos emitidos permite formular uma interessante hipótese segundo a qual a influência da circulação do gás não deve ser ligada a um fenómeno químico, mas sim ao arrastamento duma substância particularmente volátil, capaz pela sua presença de impedir a emissão de luz.

Os mesmos fotocontadores permitiram estudar a emissão de radiação ultra-violeta pela electrólise de uma solução de ácido azotídrico e azoteto de sódio (R Audubert e E. T. Verdier, 1939), e a absorpção no domínio ultra-violeta dos vapores do ácido azotídrico (T. Verdier, 1942). Neste último exemplo, a utilização dos contadores permite pôr em evidência uma emissão de luz extremamente fraca que acompanha a dissociação fotoquímica dos vapores

do ácido azotídrico, e estabelecer que esta decomposição, acelerada pelo azoto e pelo hidrogénio, é retardada pelo oxigénio.

Por outro lado, R. Audubert e Ch. Racz puderam verificar em 1940 que, ao dar-se a decomposição electrolítica de um soluto de azoto de sódio, decomposição acompanhada de emissão ultra-violeta, o azoto formado no anódio deve passar, antes de se tornar em azoto normal, por um estado intermédio chamado metaestável, isto é, pouco duradouro; chegaram a determinar a vida média desta forma de azoto.

Ch. Racz (1941) utilizou estes aparelhos para estabelecer uma teoria da cristaloluminescência. Mostrou que a cristaloluminescência que acompanha a precipitação química de certos sais como o cloreto de sódio e o cloreto de potássio se estende ao domínio ultra-violeta e é revelável pelos fotocontadores. Os efeitos mais intensos são obtidos precipitando o sal numa solução saturada pela adição do ácido correspondente. Utilizando diversos processos, Ch. Racz chegou à conclusão de que métodos diferentes de precipitação, tais como o arrefecimento brusco, a variação da solubilidade pela adição de ácido ou de álcool, dão lugar a fenómenos semelhantes, e por consequência o mecanismo da emissão da luz deve ser o mesmo em todos os casos.

Alguns metais como o alumínio, o silício, o tântalo, o magnésio, logo que funcionam como anódio em certas electrólises dão lugar a polarizações elevadas ligadas à formação de uma película de alta resistência. A passagem da corrente eléctrica através de tais condutores é acompanhada por efeitos luminosos visíveis que foram assinalados por numerosos autores mas nenhuma teoria aceitável tinha sido formulada a respeito desta luminosidade. R. Audubert fez sobre este assunto um profundo estudo por meio dos fotocontadores.

Enfim, Ch. Racz (1944) utilizou a emissão da radiação ultra-violeta produzida na combustão do carbono para aprofundar o mecanismo da oxidação do carbono, e provou quantitativamente, a altas temperaturas, a existência de transferência de energia por quantas, transferências que são o elemento essencial de propagação da reacção.

Todos estes resultados ligados à construção e aperfeiçoamento dos contadores de fotões mostram o interesse destes aparelhos que, capazes de registar a emissão de corpúsculos luminosos nos numerosos casos em que se produzem, permitem assim penetrar fenómenos físico-químicos obscuros aos quais está ligada esta emissão.

J. L. DESTOUCHES

10. QUÍMICA

ELEMENTOS TRANSURANIANOS⁽¹⁾

A importância sempre crescente dos conhecimentos que se relacionam com a descoberta dos elementos transuranianos e o facto desses conhecimentos se encontrarem dispersos por várias revistas científicas, levou-nos a pensar que seria útil fazer uma síntese do que até hoje tem sido publicado sobre este assunto.

⁽¹⁾ Este artigo constituiu o assunto dum seminário, realizado, em 17 de Março de 1948, no Centro de Estudos de Física., anexo à Faculdade de Ciências de Lisboa.

A descoberta dos elementos transuranianos pode considerar-se como uma consequência da descoberta das transmutações artificiais. Foi Rutherford quem, em 1919, ao estudar o percurso das partículas α emitidas por uma origem de rádio numa atmosfera de azoto, descobriu a primeira transmutação provocada, que pode ser interpretada pelo seguinte esquema:

