

uma grande época da física moderna

de MAX PLANCK a LOUIS DE BROGLIE

A Sociedade Alemã de Física, reunida em Abril último sob a presidência de Max Planck, acaba de conceder uma das suas mais altas recompensas, e precisamente a medalha Max Planck, a Louis de Broglie. Assim, o grande físico alemão, que acaba de celebrar o seu octogésimo aniversário com a alegria de ver o prodigioso desenvolvimento da sua obra, associa à sua glória o grande físico francês, que contribuiu para o progresso da sua doutrina com uma das ideias mais originais e mais fecundas.

1. No fim do século XIX, era opinião geral entre os físicos que os princípios e leis mecânicas de Newton, prolongados pela termodinâmica, chegariam para a explicação total do mundo físico. E é certo que se tinham obtido maravilhosos sucessos: a energética, ciência geral das mudanças de estado, governava o conjunto dos fenómenos físicos e químicos; a teoria electromagnética de Maxwell, estabelecendo uma ligação estreita entre a electricidade e a luz, tinha esboçado uma síntese plena de promessas, orientando, em grande parte, os progressos da ciência física entre 1870 e 1900.

E contudo, ainda eram muitas as sombras nesta claridade. Por um lado, o éter, suporte, por assim dizer, da teoria de Maxwell, não podia ser definido de maneira coerente, e era impossível precisar o seu movimento com relação à matéria; as discussões sobre este assunto, a propósito da experiência de Michelson e Morley (1887) conduziram à construção por Einstein, a partir de 1905, da teoria da relatividade. Por outro lado, se as equações de Maxwell explicavam o campo electro-magnético e a propagação das ondas, nada nos diziam sobre as relações entre as ondas e a matéria (emissão, absorção, dispersão), entre a matéria, a electricidade e a energia. Para preencher esta lacuna da teoria de Maxwell tinha sido feito um primeiro passo pelo físico holandês H. A. Lorentz, desenvolvendo, a partir de 1895, a teoria electrónica, que explica os fenómenos eléctricos e ópticos pelo movimento de grãos de electricidade, os electrões, circulando na matéria ponderal. Por uma feliz coincidência, a construção teórica da doutrina electrónica foi constantemente apoiada no seu desenvolvimento, pelas experiências sobre os raios catódicos e os corpos radioactivos.

Prolongamento imediato da

electrodinâmica de Maxwell, a teoria de Lorentz dava uma primeira explicação das relações entre a matéria, a electricidade e as ondas electromagnéticas, domínio que estava fóra da doutrina de Maxwell; era uma brilhante continuação, nos quadros da física clássica, da síntese luz-electricidade. Com Planck, é uma física nova que vai nascer e cujo desenvolvimento se divide naturalmente em três períodos: o primeiro começa em 1900, quando Max Planck expõe perante a Sociedade Alemã de Física a sua teoria quântica da irradiação; o segundo tem a sua origem nos resultados publicados em 1913 pelo físico dinamarquês Niels Bohr sobre a mecânica do átomo e a emissão dos raios espectrais; o terceiro começa em 1924 com a tese de Louis de Broglie sobre a teoria dos quanta.

2. Entre os problemas que tinham prendido a atenção dos físicos no século passado, um dos mais importantes para as relações entre a matéria e a energia era o da irradiação integral, emitida por um corpo absorvendo todas as radiações (1), qualquer que fosse o seu comprimento de onda. Numerosas e delicadas medidas (Stefan, 1879; Wien 1890; Lummer e Pringsheim, 1899) tinham mostrado as leis experimentais da irradiação segundo a temperatura do corpo emissor, e as curvas de repartição, segundo o comprimento de onda, da energia no espectro. A energia total é proporcional à quarta potência da temperatura absoluta, e há um máximo de energia que se desloca para os pequenos comprimentos de onda, do vermelho para o violeta, quando a temperatura se eleva. A lei numérica exprime com precisão o facto de um corpo, aquecido progressivamente, se tornar primeiro vermelho escuro, depois vermelho claro, amarelo e por fim branco. Ora, todos os raciocínios baseados sobre a mecânica estatística se mostravam incapazes de conduzir à repartição espectral observada; enquanto que a curva resultante da experiência mostra um máximo fixado pela lei de Wien, a teoria electro-magnética clássica dá uma curva

(1) Chamado corpo negro. (N. do A.)

que se eleva sem limite quando o comprimento de onda tende para zero, consequência absurda, pois que conduz assim a uma energia total infinita.

Para pôr de acordo a teoria com os factos observados, Planck teve a ousadia de enunciar um postulado novo, inteiramente estranho às concepções da física clássica. Ele afirmou que as trocas de energia entre a matéria e a radiação, em vez de serem contínuas, se fazem por quantidades finitas, por quanta indivisíveis, proporcionais à frequência da radiação; o factor de proporcionalidade é uma nova constante universal, chamada agora constante de Planck, cuja importância constantemente aumentou, não somente em física, mas também em filosofia natural.

Quando foi conhecida esta hipótese audaciosa do atomismo da energia não foi considerada mais do que um meio engenhoso de aperfeiçoar a teoria dum fenómeno interessante, mas particular; contudo, depressa se compreendeu que o seu maravilhoso poder de explicação se estendia a numerosos outros domínios da física: efeito fotoeléctrico, calores específicos dos gases e dos sólidos, lei de Dulong e Petit, etc. Em alguns anos, numerosos fenómenos rebeldes às explicações clássicas eram completamente esclarecidos pela teoria dos quanta. «A genial e estranha concepção de Planck encontrava-se então, por 1913, apoiada em numerosos factos. A teoria do átomo de Bohr veio neste momento trazer-lhe uma nova e nítida confirmação, e mostrar até que ponto a nova estrutura da matéria é determinada pela existência dos quanta» (Louis de Broglie).

3. Durante os últimos anos do século XIX, a antiga concepção, que considerava os átomos pequenas bolas homogêneas, indivisíveis e indestrutíveis, tinha dado lugar pouco a pouco à convicção de que os átomos são formados de partículas mais elementares. A passagem da electricidade pelos gases rarefeitos, o estudo dos raios catódicos, tinham tornado conhecido o electrão, portador de uma carga elementar de electricidade negativa, que se revelava como um constituinte universal da matéria. A descoberta do

electrão (2) foi o ponto de partida da teoria moderna da estrutura do átomo; ela iluminou com uma luz viva as relações entre a matéria e a electricidade.

Em 1911, Rutherford, interpretando as experiências de Geiger e Marsden sobre a dispersão das partículas α atravessando pequenas lâminas de ouro, chegou, com base na física clássica, à primeira concepção moderna da arquitectura interna do átomo; para Rutherford, o átomo compunha-se de um núcleo carregado de electricidade positiva, em volta do qual gravitam electrões negativos, em número igual ao número de ordem do elemento no quadro periódico de Mendeléeff; é o átomo «planetário», grosseiramente comparável ao sistema formado pelo nosso sol e pelos planetas que giram em volta dele.

Interpretando, no átomo planetário de Rutherford, os movimentos dos electrões segundo os princípios fundamentais da teoria dos quanta, Niels Bohr, a partir de 1913, criou uma mecânica intratómica muito ousada, estranha e mesmo contrária à electro-dinâmica clássica. Segundo Bohr, os electrões gravitam em volta de um núcleo não em quaisquer órbitas, mas apenas num número limitado de órbitas determinadas pela lei dos quanta; quando estão nestas órbitas quantificadas, os electrões não irradiam nenhuma energia e o átomo diz-se em estado estacionário; ao contrário, quando um electrão passa duma órbita quantificada para outra, há um ganho ou perda de energia pelo átomo, isto é, absorção ou emissão de uma radiação.

Esta teoria de Bohr, obteve admiráveis sucessos e deu à investigação física dos anos subsequentes os seus traços essenciais; ela foi a chave que abriu o mundo atómico e permitiu a interpretação de espectros característicos que são, de certa maneira, a linguagem do átomo.

4. Colocando no interior do átomo a origem das condições de quanta, Bohr, tinha revelado a causa profunda da intervenção universal destas condições nos fenómenos físicos. Elas continuavam porém completamente misteriosas e, de certo modo, sobrepostas aos resultados da mecânica clássica sem que se apercebesse a razão profunda desta ligação: «Era necessário, evi-

(2) Feita por J. J. Thomson em 1897 (N. do T.)

(Continua na página imediata)