

## a estrutura da matéria

II

( CONCLUSÃO )

Conhecemos quatro modos principais de ligação entre os átomos: o metálico, o molecular, o hopolar e o heteropolar; e a estes correspondem quatro tipos principais de substância.

Se os átomos têm frouxamente ligados electrões, são contidos pela atracção entre aqueles electrões e o resto do átomo. Estes electrões não são mantidos individualmente conjuntamente. São livres no movimento através da estrutura e ajustam-se facilmente aos campos eléctricos ou vibrações de luz. O resultado é um sólido ou líquido bom condutor e reflector, por outras palavras, um metal. Nem tudo o que luz é ouro, mas tem de ser metal. O que vemos vulgarmente em todos os metais são os electrões livres.

Se os átomos ou moléculas têm um arranjo particularmente estável de electrões, as forças entre eles são relativamente fracas. A grande distância tais átomos atraem-se, a pequena repelem-se. A baixas temperaturas tais substâncias são pouco sólidas, mas quando a temperatura sobe, o movimento sobrepõe-se às fracas forças atractivas e fundem-se e evaporam-se rapidamente. Estas substâncias moleculares são as que consideramos mais familiarmente produtos naturais. Gorduras, óleos, essências, são todas deste carácter e também os gases vulgares do ar que só se liquefazem a temperaturas muito baixas.

Se os átomos carecem do número necessário de electrões que os tornariam estáveis, podem preencher a falta juntando-se em grupos e dividindo os electrões que tenham. Isto produz um modo firme de união que chamaremos homopolar, um dos tipos característicos de ligação química. Se o grupo é limitado, o resultado será uma molécula que actuará fracamente com outras moléculas com se descreve acima. Pelo contrário o grupo pode não ser pequeno, e, neste caso, nenhuma molécula se formará mas sim um cristal muito firmemente unido—tal como um diamante. Assim, as forças homopolares dão origem tanto às substâncias moleculares como às adiantinas. As forças, contudo, podem ligar os grupos numa direcção e não noutras, e o resultado será produzirem uma substância muito forte numa direcção, por outras palavras, uma estrutura fibrosa. As fibras naturais, as fibras dos vegetais do algodão e da madeira, as fibras animais da seda e da lã, bem como os novos materiais sintéticos e plásticos, são todas deste tipo.

Se alguns dos átomos dos grupos moleculares duma substância têm electrões ligeiramente ligados e outros falta de electrões, os primeiros podem ceder os seus electrões aos últimos e então tornam-se ambos estáveis. Mas não são independen-

tes por mais tempo, estão carregados de electricidade de sinais contrários, e, conseqüentemente, atraem-se uns aos outros. Deixam de se chamar átomos ou moléculas, mas sim iões, porque podem mover-se em campos eléctricos. Esta atracção heteropolar, a segunda principal força química, dá a formação de sais. O carácter dum sal é determinado principalmente pelas cargas eléctricas dos iões e pelo seu tamanho. Quando os iões são grandes ou fracamente carregados o sal dissolve-se facilmente e dissolver-se-á mesmo em líquidos tais como a água na qual as moléculas podem exercer forças eléctricas consideráveis. O sal comum e a soda são deste tipo. Onde os iões são pouco ou altamente carregados produzem-se substâncias muito refractárias; são deste género as pedras e os minerais que cobrem a maior parte da crosta terrestre. A areia, a pedra calcárea, a mica, o rubi e a esmeralda, são também deste tipo.

Algumas vezes encontram-se cargas positivas e negativas ambas ligadas ao mesmo grupo molecular, mas com forças de ligação eléctrica muitíssimo mais fortes. A mais simples e a, de longe, mais importante destas substâncias é a água, cujo carácter universal como dissolvente depende da carga dos seus átomos de hidrogénio e oxigénio. Os ácidos, os alcaloides, os álcoois e os açúcares, são também exemplos deste grupo. Pode ver-se que a classificação das substâncias em metais, gorduras, fibras, pedras e águas cobre quasi toda a experiência vulgar de materiais. O novo conhecimento tem uma relação com a prática muito mais estreita que o dos químicos do século XIX.

O conhecimento da estrutura da matéria não apareceu sem uma nítida relação conexa com os interesses económicos e industriais, mas o processus tem sido vagaroso e por etapas e ilustra muito claramente as dificuldades que se opõem ao avanço da ciência sob as presentes circunstâncias. Praticamente todo o trabalho fundamental na análise da estrutura tem sido realizado nas universidades e relacionado com a indústria somente pelos meios técnicos da realização do trabalho e no financiamento da própria investigação. A rapidez da análise com os Raios X depende consideravelmente da eficácia dos bons tubos. Infelizmente a natureza dos Raios X requeridos para a análise em cristais não é a mesma que a usada na prática médica onde há uma grande procura. Con-

seqüentemente o desenvolvimento dos tubos de Raios X usados para a análise de cristais tem ficado para trás do dos tubos de Raios X empregues na medicina. Sob as condições económicas presentes, é compensador produzir quaisquer artigos baratos para consumo geral em larga escala, ou pesada maquinaria para fins de produção. Os artigos de venda mais limitada são relativamente mais difíceis de produzir do que no período que precedeu a produção em massa. Só começámos a ter bons tubos de Raios X quando se estabeleceu o valor patente da análise por Raios X na indústria.

O valor técnico da análise por Raios X apareceu primeiramente no estudo dos metais, ligas e têxteis. Nestes casos é interessante notar que, embora o trabalho fundamental fôsse feito na Inglaterra, os desenvolvimentos técnicos foram no princípio exclusivamente alemães. A Companhia Kaiser Wilhem e a I. G. em Ludwigshafen foram as primeiras a aplicar o novo conhecimento aos seus problemas industriais. A razão porque estes problemas eram preferidos deve-se ao facto de ter sido aqui que os métodos químicos clássicos foram menos usados. As leis da química que tinham sido estabelecidas largamente pelo estudo das moléculas isoladas, não eram empregadas para explicar quer a composição, quer as propriedades das ligas metálicas, as quais tinham de facto leis diferentes, descobertas somente em resultado da análise por Raios X. Semelhantemente a composição duma fibra, tal como a do algodão, não explica o seu comportamento no tecer ou no tingir. Mas as aplicações industriais dos Raios X são, por enquanto, somente uma pequena fracção daquilo que podiam ser mesmo com os conhecimentos existentes. Tem-se mostrado impossível, até à data, interessar quer a indústria química na totalidade, quer indústrias mais antigas como a olaria e o curtimento de peles nos novos conhecimentos. Isto é devido, em grande parte, ao carácter implanificado da aplicação dos conhecimentos científicos e à resistência, comum a toda a empresa lucrativa na presente fase de semi-monopolização. Está já a fazer-se mais num grande país, mas nos outros, a falta de contacto cultural na parte fundamental do trabalho tem impedido a completa assimilação dos novos métodos. Não pode, contudo, haver dúvida de que, quando o novo conhecimento realmente vencer as dificuldades

da prática, terá um efeito transformador no campo técnico, como o teve no campo do conhecimento. O aspecto prático fundamental é que temos agora os meios de constituir conscienciosamente as matérias de acôrdo com as propriedades que precisamos que elas tenham. Até agora temos sido forçados a contentarmo-nos com as matérias que a natureza fornece ou que podem fazer-se pela experiência de acaso. O conhecimento da estrutura, é, deste modo, complementar do conhecimento dos processos químicos que a nova química está desenvolvendo, e os dois juntos dão-nos a possibilidade de controlar a matéria juntamente com o movimento.

Estes desenvolvimentos não são finais em qualquer sentido; as respostas que dão a alguns problemas levantam simultaneamente muitos mais. O que já se fez no século actual foi unificar completamente a física e a química. O que eram leis químicas autónomas e inexplicáveis são agora consideradas como sendo os mais altos planos das leis físicas. O passo seguinte é uma unificação similar da biologia, e isso já começou. Estudaram-se as estruturas biológicas no século XIX por duas técnicas, a do microscópio e a do tubo de ensaio. Uma proporcionou estruturas para além de 4.000 ou 5.000 vezes o tamanho dum átomo. A outra estudou as reacções dos átomos e as suas mais simples e mais íntimas relações estruturais. Havia uma grande lacuna entre estes dois métodos, e nesta lacuna reside claramente muita coisa de fundamental importância. A descoberta da estrutura do protoplasma, que o professor Haldane discutiu no último número do «Modern Quarterly», é essencialmente uma matéria de estudo neste capítulo. Agora há dois métodos de física que podem servir para isto. O domínio do microscópio tem diminuído, não só porque o uso dos raios ultra-violetas o reduziu a metade, mas também mais recentemente pelo uso das ondas de electrões que teóricamente o devem reduzir à escala de 200 átomos. Por outro lado os métodos de Raios X, operando com grandezas atómicas, podem agora ocupar-se com distâncias de 400 ou 500 dimensões atómicas. Actualmente os dois métodos têm-se empregado no estudo do vírus do «Tabaco Nosaic» e coincidem. Os grandes desenvolvimentos futuros podem observar-se na combinação destes métodos de estudo da estrutura das proteínas e outros constituintes de sistemas vitais, e a descoberta da natureza das forças que lhes permitem levar a cabo as suas funções físicas e químicas. O estudo da estrutura da matéria inanimada está virtualmente acabado, começando agora o da matéria viva.

J. D. BERNAL