

5. Experimentação, que é a comprovação da veracidade da previsão e que é, portanto, a verificação da verdade da Teoria. (O controle pela experiência conduz muitas vezes a uma nova formulação da lei ou princípio).

Recomenda-se sempre ao estudante que tenha bem presente os passos inerentes ao seu estudo e que seja capaz, em qualquer discussão, de saber se está observando, classificando, generalizando, prevendo, ou verificando uma teoria. No livro «Como estudar», F. Sanford diz a respeito do método científico: «Pode utilizar-se melhor no estudo da física do que no estudo de qualquer outra ciência». É esta a razão por que a física se tem, desenvolvido mais rapidamente do que qualquer outra ciência. É também a razão por que o à-vontade no uso do método científico se pode adquirir mais facilmente estudando física do que qualquer outro assunto.

.....

Auto inquirição no estudo

.....

A mera memória de factos não os torna utilizáveis nem no pensamento nem na acção. Não basta conhecer; deve-se compreender, isto é, apreciar as ligações entre factos conexos. Uma tal compreensão surge mais facilmente num estudante que mantém uma actividade inquiridora em relação ao seu livro de texto.

.....

Quem estabeleça o hábito de procurar relações claras entre qualquer facto novo e o seu conhecimento prévio achar-se-á livre da maior parte do esforço de memorização.

.....

O estudo da física oferece uma oportunidade invulgarmente boa para a prática de relação do saber novo com a experiência velha...».

10. QUÍMICA

A ACÚSTICA E A QUÍMICA

Os sons quando têm frequências superiores a um determinado limite deixam de ser percebidos pelo ouvido humano. Para alguns individuos esse limite é 16000 para outros 20000 ciclos por segundo. Os sons de frequência superior chamam-se ultra-sons ou super-sons. O ramo da Física que estuda este assunto é ainda a Acústica mas pode tomar o nome de ultra-acústica.

As frequências ultra-sonoras, ou super-sónicas, podem ser produzidas mecânicamente como os sons audíveis. Por este meio, em 1876, Koenig conseguiu subir até frequências de 90000 ciclos por segundo.

Em 1926, Wood e Loomis trabalhavam já no campo dos 200 a 500 quilociclos por segundo; e comunicavam que esses ultra-sons podiam produzir emulsões, coagular precipitados, formar nevoeiros, destruir os corpus-

culos do sangue, matar bactérias, coagular a albumina do ovo, etc.

Reparou-se que as frequências de vibração mecânica eram da ordem das frequências eléctricas utilizadas em radio-comunicação e, portanto, que se poderia gerar ultra-sons por via eléctrica, se se soubesse transformar impulsos eléctricos em mecânicos da mesma frequência. Este problema foi resolvido com a descoberta da piezo-electricidade. Uma lâmina de quartzo, talhada convenientemente em relação aos elementos cristalográficos do cristal, goza da propriedade (geral para os cristais hemiédricos) de ficar com as faces carregadas de electricidade quando sujeita a uma tracção ou compressão e, inversamente, de sofrer uma deformação correspondente quando se comunicam às faces cargas eléctricas.

Este quartzo-piezoeléctrico, de maravilho-

sas aplicações, bem conhecido do ponto de vista prático dos rádio-emissores amadores, como estabilizador da frequência de emissão, constitue a chave de produção de ultra-sons de muito alta frequência.

As aplicações dos ultra-sons são numero-síssimas. Citarei rapidamente algumas das mais interessantes:

Produzem emulsões estáveis de substâncias tão imiscíveis como a água e o mercúrio. Desempoeiram os gases. Um líquido atravessado por ondas super-sónicas actua em relação à luz como uma rede de difracção. Modificam a velocidade de solidificação e correspondentemente a estrutura metalográfica das fundições em metal; simultaneamente expulsam os vapores que estejam retidos, de modo a evitar os chôchos de fundição.

As aplicações à Química são tão numerosas e importantes que se pode considerar desde já um novo ramo da Química-Física — a Sono-Química.

Há, principalmente, dois campos de grande interêsse na Sono-Química:

1) A investigação de propriedades moleculares dos fluidos, pela medição da velocidade de propagação das ondas ultrasónicas de fraca intensidade; e

2) O estudo das reacções químicas provocadas ou aceleradas por radiação ultrasónica intensa.

Ao primeiro grupo, que não nos interessa tanto por agora, pertencem as determinações de peso molecular, volume molecular, variação do grau de associação molecular com a temperatura, compressibilidade adiabática dos gases e razão dos calores específicos a pressão constante e a volume constante (para os gases), etc.

Estas determinações são possíveis porque as propriedades moleculares correspondentes são função da estrutura e esta deve afectar a velocidade de transmissão do som, dado que ela se faz por impulsão mecânica de molécula a molécula.

A velocidade de propagação do som nos líquidos pode determinar-se com suficiente precisão por meio de um interferómetro ultra-

-sónico. A escolha de frequências ultra-sonoras é determinada pelo facto de que o comprimento de onda, para um certo líquido, é da ordem de um metro para a frequência de um quilociclo e desce a um milímetro quando a frequência sobe a um megaciclo por segundo.

No aspecto que mais nos interessa, de momento, focar — o das reacções ultra-sónicas — temos por exemplo a acção da radiação ultra-sónica intensa na água carregada de oxigénio com formação de água oxigenada, a diminuição da viscosidade nas soluções de gelatina, a redução do cloreto mercúrico por oxalato, o reagrupamento estrutural da benzazida, etc.

Uma reacção que se dá com rapidez nestas condições é a da libertação do iodo duma solução de iodeto de potássio contendo uma pequena quantidade de tetracloreto de carbono. Aparentemente o mecanismo da reacção consiste na rutura da ligação cloro-carbono e oxidação subsequente do iodeto por esse cloro livre.

Outro efeito muito interessante é o da despolimerização de polímeros elevados; por exemplo, o pesa molecular do polistereno, quando dissolvido em tolueno e submetido à acção de radiações ultrasónicas desce de 300000 para 40000 em duas horas; dá-se inicialmente uma rápida degradação mas o sistema evolue rapidamente para um estado de equilíbrio.

Supõe-se que a fractura das ligações químicas resulte ou da fricção entre as macromoléculas do polímero e as moléculas do dissolvente ou da fricção que acompanha a cavitação (formação e destruição de pequenas bolhas no líquido, nas regiões da onda em rarefacção).

A casa Eimer & Amend, E U A, fornece um aparelho comercial que trabalha com um comando de botões, como o de um aparelho de telefonia, com as quatro frequências de 400, 700, 1000 e 1500 quilociclos por segundo. São estas as frequências que se revelam mais fecundas para a aplicação e pesquisa das acções provocadas pelos ultra-sons; mas uma pequena modificação no desenho do oscilador

eléctrico e a troca dos quartzos pode permitir o trabalho a outras frequências. O dispositivo consta de duas partes, uma que é o gerador eléctrico e outra que é um «vaso-laboratório» contendo o quartzo num banho de óleo. Os impulsos eléctricos de alta frequência gerados pelo oscilador são comunicados por meio dum cabo ao vaso-laboratório onde o quartzo responde mecânicamente. A oscilação é inicialmente amplificada de modo que o ultra-som pode ser gerado com 500 watt.

O leitor interessado e não iniciado pode ler com proveito o livro «Les ultrasons» da colecção «Que sais-je?».

O estudante de física poderá ver:

Actualités scientifiques et industrielles, 522 e 523 — propriétés piézo-chimiques, physiques et biophysiques des ultra-sons. Hermann; Paris; 1937.

Supersonics Robert W. Wood; Brown University Press; 1939.

Ultrasonics — Ludwig Bergmann (tradução inglesa do alemão) John Wiley & sons.

Este artigo foi respigado, em grande parte, de Journal of Chemical Education, 25, N.º 1, 1948. Laboratory, 16, N.º 2.

FERNANDO NEVES DA SILVA

LICENCIADO EM CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS

PROBLEMAS DE EXAMES UNIVERSITÁRIOS

F. C. L. — Curso geral de Química e Curso de Química
F. Q. N. — Julho, 1948.

77 — Uma substância orgânica deu à análise os seguintes resultados: 1,000 g da substância deram 1,169 g de CO₂ e 0,478 g de OH₂. A densidade do seu vapor em relação ao ar, é 3,911. 0,250 g da substância mineralizada segundo Carius dão 0,635 g de ClAg. a) Indique a fórmula molecular da substância. Escreva as fórmulas de constituição dos compostos que podem corresponder a essa fórmula global, e dê nomes aos diversos isómeros possíveis. b) Interprete por esquemas a hidrólise de cada um desses isómeros. R: *Fórmula empírica: C₃H₆Cl₂. Peso molecular: M = 28,9 × 3,911 = 113. Nomes dos isómeros possíveis: dicloro-1-propano; dicloro-2-propano; dicloro-1,2-propano e dicloro-1,3-propano. Estes, por hidrólise, dão respectivamente: propanal, propanona, propano-diol-1,2, propano-diol-1,3.*

78 — Qual deverá ser a composição centesimal de uma mistura de hidrolite e oxilite, para produzir, pela acção da água, a mistura gasosa detonante? R: 2O₂Na₂ + 2OH₂ → 4OHNa + O₂; H₂Ca + 2OH₂ → (OH)₂Ca + 2H₂. *Mistura detonante: O + H₂ → OH₂. Note-se primeiramente que O₂Na₂ = 78 g de oxilite + H₂Ca/2 = 21 g de hidrolite, dão oxigénio e hidrogénio nas proporções da mistura detonante e correspondem aproximadamente á composição centesimal. Resolvendo o sistema x+y=100; v=x·11,2/78; v'=y·22,421; v'=2v, em que x e y representam os pesos de oxilite e hidrolite, e v e v', os volumes de oxigénio e hidrogénio, obtém-se a composição pedida: x=78,8 g% de oxilite e y=21,2 g% de hidrolite.*

79 — Uma substância alifática A, com reacção ácida, deu à análise os seguintes resultados: 0,232 g da substância deram 0,528 g de CO₂ e 0,216 g de OH₂. 0,335 g do seu sal de prata deixaram por calcinação um residuo de 0,162 g. Por descarboxilação da substância A com cal sodada, forma-se uma substância B, volátil, cuja densidade de vapor em relação ao ar é 2,5. Substituindo um átomo de hidrogénio de B por um átomo de Cl, forma-se um único derivado clorado. Fórmulas e nomes de A e B. R: *Peso molecular da substância A, calculado a partir do seu sal de prata: M=116. Fórmula molecular: C₆H₁₂O₂. Peso molecular da substância B: M'=28,9 × 2,5 = 72,25. C₆H₁₂O₂ — CO₂ → C₅H₁₂ (M₁=72). A substância B é o dimetil-propano, e a substância A, um hexanóico.*

80 — Uma substância orgânica A deu à análise os seguintes resultados: C — 58,536 %; H = 7,317 %. 0,2050g da substância deram, pelo processo de Dumas, 56 cm³ de azoto, p. t. n. Por hidrogenação do referido composto obtém-se uma monamina B, cujo cloroplatinato fornece, por incineração, 38,800 % de residuo. A mesma monamina, tratada por ácido azotoso, dá uma substância C. Escreva as fórmulas racionais das substâncias A, B e C, e traduza por esquemas as duas transformações acima apontadas. R: *Fórmula empírica da substância A: C₂H₃N. Peso molecular da monamina, calculado a partir do peso molecular do cloroplatinato: 45. Fórmula racional da monamina: CH₃CH₂NH₂. Idem para a substância A: CH₃CN; e para a substância C: CH₃CH₂OH.*

Resoluções de ALICE MAIA MAGALHÃES