

consommation, le chargement d'un seul cargo suffirait à l'assurer pour un siècle.

On peut facilement calculer que l'énergie mise ainsi à la disposition de chaque habitant, utilisée sous forme mécanique, représenterait l'équivalent du travail fourni par dix hommes robustes, de sorte que chaque famille moyenne disposerait, pour satisfaire à tous ses besoins, de quarante ou cinquante esclaves, infiniment discrets et dociles, ne demandant ni nourriture, ni logements, ni soins.

Ces esclaves, animés par l'électricité, seraient représentés matériellement par des machines réparties entre les mines, carrières et

usines pour l'extraction et l'élaboration des matières premières, les exploitations agricoles et enfin l'habitation, pour ce qui concerne les usages domestiques, sans compter les moyens de transport, de plus en plus souples et de plus en plus rapides.

Cette libération matérielle rendrait la libération spirituelle, le développement de la culture, non seulement possible grâce aux loisirs qu'elle assurerait, mais encore nécessaire en raison de la nécessité pour l'homme de créer et de conduire des machines de plus en plus délicates et complexes.

P. LANGEVIN

10. QUÍMICA

SOBRE A NOÇÃO DE PESO ATÓMICO

É costume atribuir aos Gregos uma ideia de «átomo» análoga à nossa. Na verdade, foi apenas no início do século XIX que Dalton estabeleceu os alicerces da moderna teoria atômica. A sua explicação da lei experimental das proporções definidas baseou-se numa hipótese muitíssimo fecunda: existência de átomos como constituintes mínimos das várias substâncias; os átomos duma substância são todos iguais, nomeadamente têm todos o mesmo peso.

Não é necessário insistir aqui sobre a história longa e gloriosa da formulação rigorosa da teoria atômica...

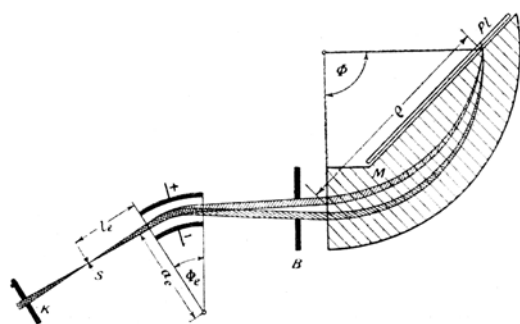
Como é do conhecimento geral, a hipótese de Dalton tornou possível a construção duma tabela de pesos atômicos relativos, isto é, dos pesos que teriam os átomos dos vários elementos químicos se a um deles (o hidrogénio) se atribuísse o peso 1. Assim, verificou-se que o peso atômico do oxigénio era, então, 16 e, a partir deste, utilizando freqüentemente os óxidos, determinaram-se os pesos atômicos de muitos outros elementos. Contudo, com o aperfeiçoamento dos métodos, verificou-se posteriormente que a razão $H:O$ era 1:15,88

e não 1:16, como se pensara. Esta circunstância obrigava, ou a modificar na proporção de 15,88:16 os pesos atômicos de todos os elementos, conservando o peso 1 para o hidrogénio, ou a manter os valores já obtidos, adoptando simplesmente 1,008 para peso atômico do hidrogénio. Preferiu-se com razão a segunda alternativa e o peso atômico de referência passou então a ser o do oxigénio, com o valor convencional 16, rigorosamente.

Por outro lado, durante algum tempo, os valores, praticamente inteiros, encontrados para os pesos atômicos dos vários elementos foram considerados como justificativos da hipótese de Prout, de que todos os átomos eram agregados de átomos de hidrogénio. Mais tarde, um maior rigor nas determinações veio mostrar que, na realidade, todos os pesos atômicos diferiam de números inteiros. Em particular, o cloro, por exemplo, com o peso atômico 35,46 apresentava um desvio que excedia largamente os erros experimentais. Havia pois, ou que abandonar a hipótese dos pesos atômicos inteiros, ou que lhe adicionar uma nova hipótese, a submeter à decisão experimental: a existência de átomos em tudo

iguais, como pensava Dalton, mas diferindo no peso. Esta última atitude aparece-nos hoje como muito ousada, mas a confiança na existência de pesos inteiros e, provavelmente também, um certo sentimento estético levaram Crookes a formular, em 1886, (*Nature*, vol. 34, p. 423) a hipótese subsidiária dos isótopos. Esta hipótese, que foi afinal extraordinariamente progressiva, encontrou a sua confirmação, em 1911, com os trabalhos de J. J. Thompson.

A breve trecho, com a rápida evolução do método de espectrografia de massa, criado por Aston, verificou-se que os isótopos exis-



Esquema do espectrógrafo de massa de Mattauch no qual se consegue uma dupla focalização, isto é, a convergência de íons movendo-se inicialmente em direcções distintas e ainda com velocidades diferentes.

tiam de facto mas que os seus pesos atômicos ou «isotópicos» também não eram inteiros. Note-se que os físicos utilizam, de preferência, e com razão, a noção de massa isotópica que é a massa dum átomo (real) de um isótopo determinado dum elemento.

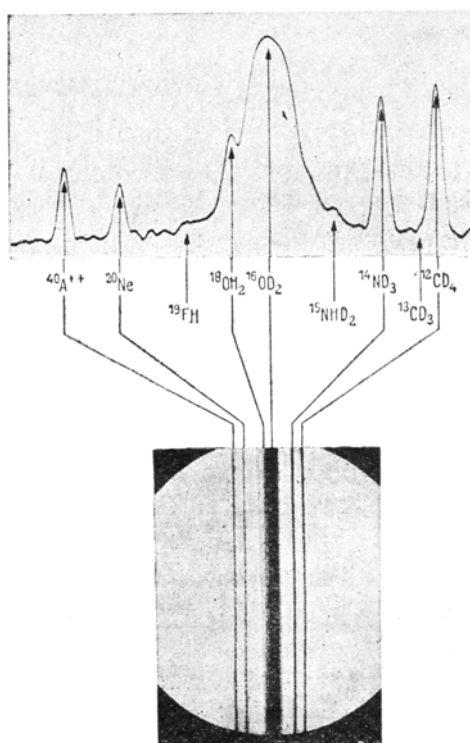
Ora, entre os elementos complexos, figurava o próprio oxigénio e este facto está na origem duma confusão que por vezes se tem arrastado lamentavelmente até aos nossos dias.

Com efeito, o oxigénio é um elemento constituído por 3 isótopos estáveis *, O^{16} , O^{17} , O^{18} com, respectivamente, 8, 9 e 10 neutrões. Estes isótopos estão associados nas proporções aproximadas de 2500:1:5.

Como era natural, os físicos adoptaram para

* Existem ainda dois isótopos radioactivos, O^{15} que é um emissor β^+ e O^{19} que é um emissor β^- .

referência da escala dos pesos atômicos de isótopos o peso atômico do isótopo O^{16} , fixado em 16, precisamente. Mas, como também parecia natural, os químicos continuaram a referir os seus pesos atômicos ao elemento oxigénio, isto é, à mistura, nas proporções atrás definidas, dos 3 isótopos estáveis do oxigénio. Este procedimento tem no entanto inconve-



Espectrograma na região em que a razão número de massa: número de cargas elementares é 1:20. A dispersão é magnífica e as várias riscas correspondem às massas isotópicas diferentes dos íons indicados na gravura.

nientes, dos quais o mais grave resulta da experiência não ter confirmado a hipótese, posta a princípio, de serem constantes as proporções dos vários isótopos dum elemento.

Seja como fôr, é importante não esquecer que existem presentemente duas escalas de pesos atômicos, devendo passar-se de uma para a outra pela equação
p. at. fis. = $(1,000275 \pm 0,000007) \times$ p. at. quím.

Esta relação deve ser utilizada, nomeadamente, quando se pretende calcular o peso atômico dum elemento a partir das massas dos seus isótopos determinadas por espectrografia

de massa, ou pelo balanço energético de reações nucleares.

Note-se a propósito que a unidade de massa adoptada em física nuclear é 1/16 da massa do átomo neutro O^{16} . Representa-se pelo símbolo $U. M.$ e têm-se as relações $1 U. M. = 1,660.10^{-24} g = 1493.10^{-3} erg = 931 Me V.$ Ao sub-múltiplo $10^{-3} U. M.$ é

que se poderia dar com propósito a designação de «einstein» já proposta para a u. m. (*Gaz. de Fís.* 1, 71, 1947), se esse termo não fosse já utilizado para uma outra unidade de massa.*

ARMANDO GIBERT

* Veja-se, por exemplo, Beadnell —Dicionário de termos científicos—Trad. port., Sá da Costa, Lisboa, 1945.

PROBLEMAS DE EXAMES UNIVERSITÁRIOS

F. C. L. — Curso Geral de Química e Curso de Química F. Q. N. — Outubro de 1946.

35 — Represente esquematicamente a síntese do glicerol a partir da carbite. R: $C_2Ca \xrightarrow{OH_2} \rightarrow C_2H_2 \xrightarrow{\text{hidrat. cat.}} CH_3CHO \xrightarrow{\text{oxid.}} CH_3COOH \xrightarrow{(OH)_2Ca} (CH_3COO)_2Ca \xrightarrow{\text{dest. sêca}} CH_3COCH_3 \xrightarrow{\text{red.}} \rightarrow CH_3CHOHCH_3 \xrightarrow{\text{desidrat.}} CH_3CH=CH_2 \xrightarrow{Cl_2} \rightarrow CH_3CHClCH_2Cl \xrightarrow{Cl_2} CH_2ClCHClCH_2Cl \xrightarrow{OHK \text{ aq.}} CH_2OHCHOHCH_2OH.$

36 — Esquema da síntese dum ácido oxibenzoico a partir do etanol. R: $C_2H_5OH \xrightarrow{\text{desidrat.}} CH_2=CH_2 \xrightarrow{Br_2} CH_2BrCH_2Br \xrightarrow{OHK \text{ alc.}} CH \equiv CH \xrightarrow{\text{Polimer.}} \rightarrow C_6H_6 \xrightarrow{SO_4H_2 \text{ conc.}} C_6H_5SO_3H \xrightarrow{OHNa} \rightarrow C_6H_5ONa \xrightarrow{\text{ac. dil.}} C_6H_5OH.$
 $C_6H_5OH + CH_3Cl \xrightarrow{Cl_3Al \text{ anid.}} C_6H_4 \begin{matrix} OH \\ \diagdown \\ CH_3 \end{matrix} \xrightarrow{\text{oxid.}} \rightarrow C_6H_4 \begin{matrix} OH \\ \diagdown \\ COOH \end{matrix}$

Resoluções de ALICE MAGALHÃES

37 — Esquematize uma síntese possível do composto $C_6H_4 \begin{matrix} CH_2COOH \\ \diagdown \\ Cl \end{matrix}$, a partir do benzeno e do etanol. R: $CH_3CH_2OH \xrightarrow{\text{oxid.}} CH_3COOH \xrightarrow{Cl_2+P} \rightarrow CH_2ClCOOH.$

$C_6H_6 + CH_2ClCOOH \xrightarrow{Cl_3Al \text{ anid.}} C_6H_5CH_2COOH \rightarrow \xrightarrow{Cl_2 \text{ cat.}} C_6H_4 \begin{matrix} CH_2COOH \\ \diagdown \\ Cl \end{matrix}$

38 — Um soluto de sulfato de cobre ($a=0,25$) é isotónico com um soluto de água oxigenada a 14 volumes. Calcule: a) a concentração em normalidade do

soluto de SO_4Cu ; b) o ponto de congelação da água oxigenada considerada ($K=1850$). R: a) *Da expressão* $[1 + 0,25(2-1)]^n = n' = 42,5/34$, sendo 42,5 o peso em gramas de água oxigenada por litro do soluto, tira-se $n=1$. O soluto de SO_4Cu é portanto 2N. b) *A aplicação da lei de Raoult dá* $t = -2,3^\circ C.$

Resoluções de M. REGINA GRADE

39 — 100 cm^3 duma água de cloro correspondem, em presença de IK, a 50 cm^3 de tiosulfato 0,1 N. Calcule o volume de halogéneo dissolvido em 1 litro de água. R: *De* $100 \times f = 50 \times 0,1$, conclui-se que a água de cloro é 0,05 N e, portanto, em 1 litro, dessa água, há 0,56 l de cloro.

F. C. L. — Análise Química, 1.ª parte — Outubro de 1946.

40 — Tratando 5,25 g duma mistura de Fe e SFe por SO_4H_2 dil., obtem-se 1,75 l duma mistura gasosa. Determinar a composição da mistura inicial e da mistura gasosa obtida. R: *O sistema formado pelas equações* $x+y=5,25$ e $v+v'=1,75$ permite calcular $x = 2,48$ g, $y = 2,77$ g, massas de Fe e SFe respectivamente, e $v = 992$ cm^3 , $v' = 758$ cm^3 , volumes de hidrogénio e de ácido sulfídrico libertados.

41 — Quantos cm^3 de água oxigenada a 10 volumes serão precisos para oxidar completamente 0,5 g de ferro, no estado de SO_4Fe , em meio sulfúrico? R: *Conhecidas as correspondências* $Fe \leftrightarrow O/2 \leftrightarrow O_2H_2/2$, calcula-se $V=5$ cm^3 .

Resoluções de ALICE MAGALHÃES

I. S. T. — Química Geral Junho de 1946

42 — No aquecimento dum forno metalúrgico, em que se pretende fundir *lingotes de ferro*, utiliza-se um óleo pesado, que se queima com um excesso de ar comburentes igual a 10%, introduzido no forno à temperatura de $500^\circ C$. A composição centesimal do