

## 7. PROBLEMAS PROPOSTOS

Encontrou uma aceitação que reputamos muito razoável esta secção. Tínhamos pedido soluções e problemas destinados a serem publicados — e de tudo isto obtivemos alguma coisa; mas nem tudo na vida pode ser bom, pois de contrário o próprio bem nos era desconhecido temos de confessar aos nossos estimáveis leitores a existência em nós de um apreciável *beijo!* «É que o inocente problema *1 S* foi até agora completamente engeitado pelos numerosos amigos da «Gazeta de Física»; nem um simples comentário, nem ao menos uma daquelas doces descomposturas a que estão sujeitos os autores de questões rebarbativas! Pois tende paciência, amigos, que enquanto houver um problema sem resolução vossa, a questão continua.

Os problemas publicados neste número são ambos de «Larica» pseudónimo que esconde um espirituoso colaborador o qual compensa segundo nos diz «as deficiências alimentares que vim encontrar em Lisboa, provenientes do racionamento, com o alimento espiritual que a *Gazeta* me ministrou.» Pois foi pena que não saboreasse a sôbremesa, o problema *1 S...* e deve ter conhecimento para isso!

Mas aconselhamos L. A. Ricca (como também se assina) a dizer-nos em que séries

coloca os seus problemas: só sabemos que é um de cada série; e, não podemos estudar ainda as soluções que nos enviou. Por este motivo, pedimos aos nossos solucionistas o favor de nos dizerem qual deles será da série *M*.

Sobre a solução de *1 M* escolhemos entre umas duas dúzias a excelente solução de PEME, adaptada à nossa notação e às justas exigências do grau de desenvolvimento a que essa série se destina.

Sejam  $j_1$  e  $j_2$  as acelerações do elevador,  $t$  o tempo total da descida,  $t_1$  o tempo em que o móvel teve a aceleração  $j_1$  e  $l$  o espaço percorrido pelo referido móvel. Tem-se:

$$l = j_1 t_1^2 : 2 + j_1 t_1 (t - t_1) + j_2 (t - t_2)^2 : 2$$

$$0 = j_1 t_1 + j_2 (t - t_1) \therefore t = \sqrt{\frac{2l(j_2 - j_1)}{j_1 j_2}}$$

Substituindo valores encontra-se  $t = 6,7s$ .

E, por último, seguem os dois problemas de «Larica»:

**2 ?** — Uma esfera homogênea é abandonada, em repouso, num plano inclinado. A esfera desce pela linha de maior declive, escorregando sem rolar. Calcular a sua energia cinética quando o centro da esfera tem a velocidade  $V$ .

**2 ?** — Uma esfera homogênea é abandonada, em repouso, num plano inclinado. A esfera desce pela linha de maior declive, rolando sem escorregar. Calcular a sua energia cinética quando o centro da esfera tem a velocidade  $V$ .

AMARO MONTEIRO  
1.º ASSISTENTE DA F. C. L.

## 8. DIVULGAÇÃO E VULGARIZAÇÃO

### DIFICULDADES DE INTERPRETAÇÃO DA RADIOACTIVIDADE $\beta$

A interpretação actual da radioactividade  $\beta$ , que se admite consistir na expulsão de um electrão por um núcleo atómico, apresenta duas dificuldades graves: 1.<sup>a</sup> — a não existência, hoje aceite, de electrões nos núcleos; 2.<sup>a</sup> — a distribuição contínua da energia dos raios  $\beta$  emitidos por um elemento radioactivo.

Neste artigo pretendemos apenas ocupar-

-nos desta última; lembraremos, no entanto, como se procurou resolver a primeira.

Admite-se hoje que os núcleos atómicos são constituídos por protões e neutrões; um neutrão nuclear é susceptível de se transformar num protão e num electrão, sendo este expulso sob a forma de um raio. Esta interpretação não é satisfatória; por razões que exporemos

em outro artigo, mas é a única possível actualmente.

Os raios  $\beta$  emitidos por um radioelemento formam um espectro contínuo de energia, ou, por outras palavras, são emitidos com energias de todos os valores até um máximo, que é diferente segundo o elemento considerado. Como é muito difícil a detecção de electrões de muito pequena energia não se pode afirmar se o valor mínimo desta é ou não nulo.

Mas, se de átomos que são perfeitamente idênticos entre si, se passa para novos átomos também idênticos entre si, e, se nessa passagem, a energia libertada não é sempre a mesma, isso significa que o princípio da conservação da energia não é aplicável ao fenómeno da radioactividade  $\beta$ .

Ora, o princípio da conservação da energia constitui de algum modo a espinha dorsal da Física e não é fácil encarar a sua supressão.

Para harmonizar os factos experimentais citados com o princípio da conservação da energia, Pauli sugeriu a hipótese de que, no fenómeno da radioactividade  $\beta$ , havia emissão simultânea de duas partículas: o electrão, realmente observado, e uma partícula até então desconhecida.

Como está experimentalmente verificado que a emissão de uma partícula  $\beta$  por um elemento dá origem a um elemento cujo número atómico é superior de uma unidade ao do elemento emissor, é-se levado a admitir que a nova partícula é electricamente neutra e daí o nome de *neutrino* que lhe foi atribuído.

A soma das energias das duas partículas seria constante e igual à energia máxima do espectro. Electrões muito enérgicos seriam emitidos conjuntamente com neutrinos pouco enérgicos e vice-versa.

Uma outra característica do neutrino podia ser imediatamente estabelecida: que ele possui um momento cinético de rotação (spin) de  $h/4\pi$ . Com efeito, uma vez que o núcleo emissor e o núcleo resultante têm o mesmo número de partículas (o último resultando do primeiro simplesmente pela transformação dum neutrão em protão), eles têm de obedecer à mesma estatística quântica, o que implica

que os respectivos spins (expressos na unidade  $h/4\pi$ ) difiram de um número inteiro. Como o electrão possui um spin  $h/4\pi$  é indispensável que o neutrino tenha um spin igual (mais geralmente igual a um número ímpar de vezes  $h/4\pi$ ).

Para caracterizar completamente a nova partícula seria necessário conhecer a sua massa. A partir da teoria de Fermi sobre a radioactividade  $\beta$  pode deduzir-se, teoricamente, a forma da curva que representa o espectro contínuo na parte correspondente às energias elevadas, em função da massa do neutrino. A uma massa igual à do electrão corresponde uma curva admitindo uma tangente vertical; a uma massa nula corresponde uma curva admitindo uma tangente horizontal. Posto que as curvas experimentais não tenham uma precisão suficiente para permitir atribuir um valor determinado à massa do neutrino, é seguro que ela é extremamente pequena e não superior a  $1/5$  da do electrão.

Temos assim postulada a existência de uma, nova partícula de que conhecemos as seguintes características: massa inferior a  $1/5$  da do electrão, carga nula, spin igual a um número ímpar de  $h/4\pi$ .

Esta hipótese recebeu uma confirmação indirecta: na bifurcação do  $Th C$  por  $Th C'$  para  $Th D'$  ou por  $Th C''$  para  $Th D$  são os valores máximos da energia dos espectros  $\beta$  que é necessário tomar para obter o mesmo balanço energético.

Mas era evidentemente da mais alta importância verificar experimentalmente a existência (ou não existência) da referida partícula. O problema era extraordinariamente difícil em virtude da sua pequena massa e da ausência de carga eléctrica.

Ela podia ser absorvida num choque não-elástico por um núcleo dum elemento estável que por esse facto se tornaria radioactivo, o que permitiria a sua detecção; mas a probabilidade dum tal choque é tão pequena que um neutrino devia em média atravessar  $10^{16}$  km (!) de matéria sólida para ele se dar.

Havia uma outra maneira possível de detectar o neutrino. Ele poderia possuir em vir-

tude do seu movimento de rotação um momento magnético, o que lhe conferiria a propriedade de ionizar os átomos ao atravessar a matéria. A teoria não permite afirmar a existência ou inexistência deste momento magnético e menos ainda calcular quantitativamente o seu valor.

Vários experimentadores procuraram, sem resultado, pôr em evidência esta ionização, concluindo que não é produzido um único par de iões num percurso equivalente a 300.000 km de ar N. T. P. Daí se deduz que se o momento magnético do neutrino não é nulo, é pelo menos inferior a 1/5000 do momento magnético do electrão.

Outra via pela qual se tentou pôr em evidência a existência do neutrino foi a seguinte: medir a quantidade de movimento de um raio  $\beta$  emitido por um núcleo atômico e a quantidade de movimento do respectivo átomo de recuo. Se estas fossem diferentes isso provava que, além do electrão outra partícula tinha sido emitida.

Podia esperar-se obter êstes dados fotografando, numa câmara de Wilson a pressão reduzida, as trajectórias do raio  $\beta$  e do átomo de recuo. Infelizmente, dada a enorme desproporção das massas, o recuo do átomo é tão pequeno, mesmo para os raios  $\beta$  mais enérgicos, que a sua trajectória se reduz praticamente a um ponto. No entanto Crane e Halpern, em 1938, estudando à câmara de Wilson os átomos de recuo do radiocloro e do radiofósforo, obtiveram resultados a favor de uma impulsão suplementar devida ao neutrino.

Devemos no entanto reconhecer que a existência do neutrino se não pode até hoje considerar como experimentalmente constatada.

Não queremos terminar este artigo sem nos referirmos, posto que muito brevemente, a uma recente tentativa de explicação do espectro contínuo, que, sem recorrer à hipótese do neutrino, permite a esperança de o enquadrar no princípio da conservação da energia.

Com efeito Proca em 1934 («Portugaliae Physica», vol. I, pags. 59-65), mostrou que a equação relativista de Dirac admitia como solução uma partícula de carga e spin constantes, mas cuja energia seria variável e dependia da *idade* da partícula, isto é, do intervalo de tempo entre o momento da sua criação (por transformação dum neutrão nuclear em protão) e o momento da sua expulsão do núcleo. O espectro contínuo  $\beta$  seria imediatamente explicado e o máximo de energia correspondia a um electrão emitido no próprio instante da sua criação.

É no entanto claro que o princípio da conservação da energia não se applicaria ao electrão, pelo menos considerado isoladamente. Note-se em todo o caso que o resultado de Proca foi obtido utilizando a teoria da Relatividade restricta. O autor sugere a possibilidade de que no quadro da Relatividade geral se pudesse encontrar uma compensação, de ordem gravitacional por exemplo, de forma a que o princípio da conservação fôsse satisfeito.

A. MARQUES DA SILVA  
1.º ASSISTENTE DA F. C. L.

## 10. QUÍMICA

### FERMENTO CONTRA VITAMINA

No mundo bioquímico despertou grande interesse a identificação dum sistema fermentativo que inactiva, por hidrólise, a aneurina, ou seja, a vitamina  $B_1$ .

Com efeito, últimamente, numa herdade do Canadá, onde se procedia à criação de raposas,

observaram-se, nestes animais, sintomas de paralisia, semelhantes aos que se manifestam no caso duma avitaminose. O caso chamou a atenção, porque a alimentação fornecida aos animais era rica em vitaminas; no entanto, depois de várias investigações, descobriu-se