

# GAZETA DE FISICA

REVISTA DOS ESTUDANTES DE FÍSICA  
E DOS FÍSICOS E TÉCNICO-FÍSICOS PORTUGUESES

VOL. II, FASC. 5  
JANEIRO, 1951



*Reprodução de uma fotografia (câmara Wilson) da passagem de um feixe de Raios X através de um gás. Os percursos longos e delgados correspondem aos fotoelectrões e os curtos e espessos a electrões de recuo. Os percursos isolados provêm de fotões de fluorescência ou de difusão reabsorvidos. A flecha indica a direcção do feixe.*

*(Ver pág. 128)*

# GAZETA DE FÍSICA

Vol. II, Fasc. 5

Janeiro de 1951

## SUMÁRIO

1. Tribuna da Física	
O urânio em Portugal e no Mundo, por <i>C. Torre de Assunção</i> . . . . .	117
2. Questões de Ensino	
Res et Verba, por <i>Vieira de Almeida</i> . . . . .	120
3. Pontos de Exames	
Exames de ensino médio. . . . .	125
Exames universitários . . . . .	126
4. Divulgação e Vulgarização	
La mesure de rayons X par les méthodes d'ionisation, pelo <i>Dr. M. Tellez — Plasencia</i> . . . . .	128
6. Electrónica	
Instrumentos electrofónicos, pelo <i>Dr. E. G. Richardson</i>	133
11. Química	
Isótopos em bioquímica, por <i>Kurt Jacobsohn</i> . . . . .	138
Pontos de exame do ensino médio . . . . .	144
Problemas de exames universitários . . . . .	145
12. Informações Várias . . . . .	145

À matéria de cada artigo é tratada sob a inteira responsabilidade do autor.

## SECÇÕES

1. TRIBUNA DA FÍSICA
2. QUESTÕES DE ENSINO
3. PONTOS DE EXAMES
4. DIVULGAÇÃO E VULGARIZAÇÃO
5. PROBLEMAS DE INVESTIGAÇÃO
6. ELECTRÓNICA
7. FÍSICA NUCLEAR
8. BIOFÍSICA
9. A FÍSICA NA INDÚSTRIA
10. SECÇÃO LIVRE
11. QUÍMICA
12. INFORMAÇÕES VÁRIAS

## DIRECÇÃO

*Jaime Xavier de Brito*  
*Rómulo de Carvalho*  
*Armando Gibert*  
*Lídia Salgueiro*

## TESOUREIRO

*José V. Gomes Ferreira*

## SECRETARIO

*Maria Augusta Pérez Fernández*

PROPRIEDADE E EDIÇÃO: *Gazeta de Matemática, Lda.*

*Correspondência dirigida a GAZETA DE FÍSICA — Lab. de Física — F. C. L. — R. da Escola Politécnica LISBOA*

**NÚMERO AVULSO ESC. 12\$50 — Assinatura: 4 números (1 ano) Esc. 40\$00**

*Depositário: LIVRARIA ESCOLAR EDITORA — Rua da Escola Politécnica, 68-72 — Tel. 6 4040 — LISBOA*

Tipografia Matemática, Lda. — Rua Almirante Barroso 20 r/c — Lisboa-N.

# GAZETA DE FÍSICA

Fundador: ARMANDO GIBERT

Direcção: J. Xavier de Brito — Rómulo de Carvalho — Armando Gibert — Lidia Salgueiro

---

---

Vol. II, Fasc. 5

Janeiro de 1951

---

---

## 1. TRIBUNA DA FÍSICA

### O URÂNIO EM PORTUGAL E NO MUNDO

Em 5 de Fevereiro do ano corrente, a imprensa portuguesa publicou o seguinte telegrama, distribuído pela agência France Presse:

«Londres-5. O Departamento Geológico Britânico declara num relatório hoje publicado que nenhum dos jazigos de urânio ou doutros minérios radioactivos descobertos na Grã-Bretanha é explorável devido ao custo proibitivo da extracção e refinação. Aquele Departamento analisou mais de três mil amostras de minérios radioactivos provenientes de todas as partes do Mundo. Só oitocentas justificam pesquisas mais aprofundadas, em especial amostras de *torite* da Nigéria e de *dauidite*, minério muito raro de titânio e urânio descoberto em Moçambique».

Não é esta a primeira vez, no decurso dos últimos anos, que a imprensa se refere aos jazigos de urânio de Portugal. Lembremos apenas as notícias, publicadas em jornais portugueses e estrangeiros, respeitantes aos minerais uraníferos da África Portuguesa.

A exploração de minérios radioactivos, na nossa Metrópole, não constitui uma actividade recente, porque remonta, pelo menos, a 1907. Mas, se até há poucos anos esses minerais eram explorados essencialmente para a extracção do rádio, actualmente o problema assumiu um novo aspecto com a procura do urânio, como material indispensável para os estudos e trabalhos respeitantes ao aproveitamento da energia atómica.

Julgamos, por isso, de certo interesse,

incluir, nas páginas desta revista, algumas indicações, ainda que muito concisas, sobre os principais jazigos de urânio actualmente conhecidos e as possibilidades nacionais neste domínio, de importância tão capital para os físicos e, dum modo geral, para todos os cientistas.

Os jazigos urano-radíferos mais ricos são os do tipo filoniano, com pechblenda, que contém, quando pura, cerca de 80% de urânio. Este mineral associa-se principalmente a sulfuretos de chumbo, prata, cobre e ferro. Os filões de pechblenda cortam geralmente terrenos muito antigos, quer francamente cristalinos, quer sedimentares metamorfisados. O urânio pode ocorrer noutras condições, como em filões de pegmatite; tal é o caso dos niobotantalatos (samarskites e outros minerais) conhecidos em muitas regiões, entre as quais se conta a Colónia de Moçambique.

O mais antigo centro importante da produção de urânio é o de Jachymov (ou Joachimsthal) na Checoslováquia. Sujeito a uma exploração intensiva durante muitos anos, não conhecemos actualmente a sua produção exacta. Sabe-se apenas que nele trabalham, presentemente, dezenas de milhares de mineiros. Como é provável que as reservas em pechblenda estejam bastante reduzidas nesses jazigos, é-se levado a pensar que a exploração passou a incidir sobre minérios mais pobres que se encontrem disseminados no Erzgebirge e nas regiões vizinhas.

Na história da produção do rádio e do urânio destaca-se a data de 1913, ano em que foram descobertos os ricos jazigos de pechblenda de Shinkolobwe, no Alto-Katanga, que forneceram em 1945, cerca de 5000 toneladas de minério, contendo 500 toneladas de urânio metálico. É de admitir que a produção em 1950 seja pelo menos o dobro da de 1945.

Outro surto notável na produção do urânio e rádio corresponde à descoberta do jazigo também de pechblenda, em Echo-Bay, no Lago do Grande Urso (Canadá). Em 1945 extraíram-se neste jazigo umas 1600 toneladas de minério, com cerca de 400 toneladas de urânio metálico. A produção actual deve ser bem maior.

A carnotite (vanadato uranífero) tem sido explorada nos estados de Utah e do Colorado, que em 1945 produziram 2500 toneladas de minério, contendo 25 toneladas de urânio metálico.

A corrida ao urânio, actualmente em pleno desenvolvimento, faz com que as pesquisas se orientem não só para jazigos ricos, como os do Congo Belga e do Canadá, mas também para outros mais pobres, onde o teor em urânio seja 10 % ou mesmo menos. Bastará dizer, para se avaliar o que tem sido esta pesquisa intensiva dos minérios de urânio, que nos Estados Unidos se localizaram várias dezenas de jazigos, disseminados por dezenove estados. Na U. R. S. S. têm-se prospectado insistentemente numerosas regiões, como as do sector Tadjik-Pamir, no extremo sudoeste da República dos Kirghiz, e em Ferghana, na região de Leninegrado.

Em Inglaterra e seus domínios e colónias trabalha-se com o mesmo objectivo nas Cornualhas, no Rand (Transvaal) e noutros locais.

Em França e na União Francesa as pesquisas são igualmente intensivas, quer na Metrópole (como em Sâone-et-Loire, no Puy-de-Dôme e em La Crouzille, perto de Limoges), quer em Madagascar e na África Equatorial.

E apresentemos, enfim, algumas informações, ainda que limitadas pelo condicionamento imposto por circunstâncias diversas, sobre o urânio em Portugal e no seu império.

Os minérios de urânio que têm sido explorados nos últimos quarenta anos, na Metrópole portuguesa, são produtos secundários, predominantemente fosfatos, como a autunite e a torbernite. O minério primário é a pechblenda. Os depósitos urano-radíferos distribuem-se pelas províncias da Beira-Baixa e da Beira-Alta, sendo particularmente dignos de referência os concelhos de Nelas (a que pertence a mina da Urgeiriça), Sabugal e Trancoso. Estes jazigos localizam-se principalmente na região central do enorme batólito granítico que cobre grande parte das Beiras.

Entre as regiões que, segundo informações recentes, parece oferecerem possibilidades notáveis quanto à exploração do urânio, destacam-se a Austrália, a Espanha e Moçambique. A existência de minérios radioactivos nesta nossa colónia vem sido referida, com frequência, a maior parte das vezes por notícias divulgadas pela imprensa estrangeira, como é o caso do telegrama transcrito no início deste artigo. Os minerais uraníferos de Moçambique ocorrem em várias regiões. Têm sido, citados, em especial, os minérios de Tete (como os da região de Mavuzi) e os do Alto Ligonha (Província do Niassa), onde um grande filão pegmatítico (filão da Boa Esperança) encerra diversos minerais radioactivos, sendo, segundo parece, a samarskite (niobotantalato uranífero) o mais rico em urânio. Em Mavuzi encontra-se um mineral cujos caracteres permitem supor que seja o minério, afim da davidite, estudado recentemente pelo Departamento Geológico Britânico.

Não parece duvidoso que o Império português apresente largas possibilidades no que respeita à exploração e produção do urânio. Não tem este pequeno artigo outro objectivo que não seja o de fornecer algumas modestas informações sobre o assunto. Mas não queremos terminar sem formular o desejo de que o estudo e o aproveitamento da riqueza uranífera do nosso sub-solo seja feito por portugueses e para os portugueses.

Março de 1951.

C. TORRE DE ASSUNÇÃO  
PROFESSOR CATEDRÁTICO DA F. C. L.

## 2. QUESTÕES DE ENSINO

### RES ET VERBA

Na história particular de qualquer ciência, como na história da filosofia, verifica-se a acção retardadora de um obstáculo de aspecto duplo, sempre renascente, apesar da tentativa constante para sua destruição. É a cousificação (considerado o aspecto da ideia) ou a metáfora (considerado o aspecto da linguagem). Quando pura necessidade linguística, metáfora ou imagem não são prejudiciais as expressões *corda*, *arco*, *seno*, etc., esvaziadas de conteúdo imaginativo, foram e são úteis; e da de «fluxo de força» disse Poincaré ter sido um achado feliz. Mas outras, como se sabe e não vale a pena referir em especial, tiveram a influência nefasta de travar ou impedir a análise. Já no pensamento antigo, em diálogos de Platão ou na «Física» de Aristóteles, é fácil reconhecer grupos de fantasmas a barrar o caminho, ao lado de especulações penetrantíssimas, que mesmo no domínio do estudo da natureza surpreende tenham sido possíveis com tão escassos meios de observação.

Duas de essas cousificações, às vezes quase antropomórficas, ainda hoje perturbadoras — embora já quase só no raciocínio dos menos afeitos — são as de «ciência» e «filosofia», apesar de a curva evolutiva já não dever permitir o erro. Aliás, ele foi muito menor entre os gregos, pelo menos na prática; e também nos homens do Renascimento. Um Descartes ou um Leibnitz são até protesto e exemplo contra essa atitude mental.

Já relativamente à filosofia grega se notou que o «problema cosmológico» espontaneamente se dividira — segundo o aspecto predominante na investigação — em problema da substância (é o ponto de vista dos físicos gregos e sua repercussão histórica) e problema da ordem ou regularidade (é o dos pitagóricos, melhores físicos do que os anteriores). Pode notar-se que esta dupla forma de interpretação, embora sem constituir em rigor dois

domínios independentes, subsistiu até hoje; de modo geral, a tendência para o conhecimento directo do substantivo prolonga-se na chamada metafísica ontológica, e a da ordenação desemboca e amplia-se na relatividade do conhecer, diversificados os problemas, que nem por isso perdem a continuidade. Conquanto o postulado da unidade da substância, primitivamente e durante muito tempo implícito, não fosse absurdo, o aspecto grosseiramente imaginativo e a limitação pelo estreitíssimo modelo sensorial não permitiam à hipótese fecundidade apreciável; pelo contrário, no pitagorismo, embora a especulação científica se fundisse com uma concepção metafísica e religiosa, a possibilidade era incomparavelmente maior, por ser, a séculos de distância, posição problemática simétrica da de Galileu, que no século XVII foi revolucionária e escandalosa. E se aproximarmos a especulação pitagórica da crítica eleática, veremos surgir os problemas que se tem apresentado e desenvolvido na ciência e na filosofia.

O primeiro escolho para quem julgava os números essência da realidade, ou melhor, a realidade, foram os casos de incomensurabilidade, que desde logo resultava do simples teorema de Pitágoras no triângulo rectângulo isósceles, em que a hipotenusa é a diagonal do quadrado, querendo exprimi-la em função do lado. Este escolho tão elementar é o que pelos séculos fora se apresenta nos vários aspectos do problema do contínuo e do descontínuo, ou, o que é o mesmo, do conflito mental entre intuição imaginativa e análise. É claro que se o predomínio da intuição se tivesse mantido — e ele mantém-se na metafísica — nunca poderia surgir a ideia de examinar e discutir, por exemplo, princípios lógicos, ou ter por necessário demonstrar que pode sempre subdividir-se um ângulo, ou, o que é o mesmo, que a equação respectiva tem sempre uma raiz. Se os «princípios» se submeteram à aná-

lise e discussão, foi por ter chegado o tempo em que os princípios se consideraram apenas instrumentais e não absolutos; e se se julgava necessário demonstrar o que parecia evidente, é porque se compreendia que a evidência, atitude psíquica, intuitiva, precisava, para ser exacta, de passar pelo crivo da análise.

As designações diferentes de problemas radicados na mesma dificuldade inicial, por um lado provêm de aspectos de generalização ou modificações de método, que os mascaram; por outro, constituem apenas leituras diferentes ou interpretações possíveis, à semelhança do que sucede na álgebra lógica elementar, onde é possível uma interpretação dupla das fórmulas — proposicional e conceitual —. Demais, em vários domínios as fórmulas são compatíveis com interpretações diversas e até com ideias erróneas, que não alterem a relação estabelecida. Assim a fórmula  $e = vt$ , para os crentes no espaço e tempo absolutos, só podia ser — conscientemente ou não — a definição de «velocidade», pela relação entre duas realidades, ideia em que o pensamento moderno ficou um pouco aquém dos gregos e só o contemporâneo veio dar o largo passo por eles apenas entrevisto sem possibilidade de explorar as consequências. O desaparecimento dos conceitos de espaço e tempo absolutos não altera aquela relação, que os não tinha como condição suficiente, ou seja, como hipótese. Isto não impede que uma análise cuidada pudesse encontrar incompatibilidades não previstas entre aqueles conceitos e a fórmula.

A geometria analítica é a grande contribuição cartesiana para solução do mesmo problema, relacionando grandeza e posição. Para a semelhança com a tentativa pitagórica ser mais completa, igualmente se encontra em Descartes uma interpretação metafísica, uma justificação ontológica das relações da geometria e da física. A justificação cartesiana tem todo o ar de escudo para pôr a obra a coberto de ataques dos metafísicos... profissionais. De nada lhe valeu, se realmente foi esse o fim; mas em um aspecto da questão

os metafísicos se justificam; é que, como no caso dos pitagóricos ou como no dos convictos da absolutidade do espaço e do tempo, essa ideia não era necessária, nem estava ligada como hipótese à teoria científica exposta. Foi isso que Pascal reconheceu perfeitamente.

Época de extraordinária fecundidade na ciência matemática, era natural que de aí irradiasse a influência para a concepção filosófica. Esta afirmação simples, trivial e suficientemente aproximada em certos casos, está entretanto longe de satisfazer. Não se trata apenas de sugestão ocasional, mas de alguma coisa inevitável e perfeitamente consequente; uma concepção filosófica resulta sempre de certa perspectiva, e essa perspectiva é dada, e não pode ser de outra forma, por aquilo que no momento se sabe ou se julga saber. Quando o rendimento de certo domínio do saber parece extraordinário, há-de ser e deve ser em função de ele que a perspectiva se estabelece; e para o caso da matemática há ainda outras razões, a que neste momento não cumpre aqui fazer referência.

No entanto a dificuldade não surge apenas sob a influência do pensamento matemático. Encontramo-la em psicologia sob formas várias, de que é exemplo típico a chamada «lei de Weber». Claro que esta «lei», como qualquer outra relação psico-física, toma como ponto de partida o que deveria ser conclusão (e este erro é muito frequente na história): a relação entre o psíquico e o físico, postulados como realidades independentes e inter-influentes. Talvez a interpretação exacta de ela só se verificar para uma relativamente escassa zona de valores médios (anomalia que deveria ter posto de sobre-aviso os que se lhe referem) seja a de que só assim, em escala reduzida e aproximação grosseira, é possível compatibilizar a hipótese gratuita e infecunda com a verificação experimental.

Ora nessa verificação mesma reaparece a dificuldade. Já de essa verificação se traçou o seguinte esquema contraditório:

$$A=B, B=C, A<C$$

para exprimir que duas diferenças sensorial-

mente indiscerníveis, por ficarem aquém do «limiar diferencial», dão origem a uma diferença perceptível, por ultrapassar esse limiar. O esquema reproduz o resultado efectivo da experiência mas é logicamente absurdo, além de apresentar uma descontinuidade patente, onde intuitivamente se esperava encontrar uma continuidade, bem traduzida na conhecida expressão da psicologia moderna: *thread of consciousness* (S. Mill). Já no século passado Lewes notara que, considerada a sensação função do excitante, era perfeitamente compreensível que a primeira, decrescendo, viesse a anular-se ou até a atingir valor negativo, continuando o primeiro com valor positivo; assim se tornava inteligível considerar a consciência integração de estados inconscientes.

A experiência assim realizada não altera em coisa alguma o conhecimento empírico da questão, exactamente como o facto de nos servirmos de pesos graduados, como qualquer comerciante semi-analfabeto, não nos faz penetrar nas noções de peso, massa, ou campo gravífico, ou como o acto de contar os centos de frutos de um cesto não nos leva à necessidade ou à compreensão dos problemas da aritmética racional.

A primeira teoria lógica — a de Aristóteles — é também substancialista e causal, como a sua Física. E se didacticamente foi possível separar a estrita teoria do silogismo para ensiná-la independentemente, foi esse um erro que largamente contribuiu para o dessoramento da teoria, verdadeiramente inseparável para ser bem entendida, das concepções físicas e metafísicas de Aristóteles. Basta ver que no começo da Física ele se refere amplamente aos «princípios» e expõe a teoria das «causas», sem o que lhe parece absurdo abordar os problemas da «natureza». E como um dos princípios fundamentais era a oposição dos contrários, tidos como realidade (substancialismo) e como o movimento, facto capital no estudo da natureza, devia explicar-se pelas «causas», vêm os múltiplos capítulos sobre as formas diversas de movimento, a tentativa de defini-lo na sua essência, e a teoria do primeiro motor imóvel, porque era preciso achar

um começo (dada a impossibilidade de percorrer uma série infinita) ao movimento actual.

Assim também a Lógica se prende ao problema da predicação e — na parte relativa ao silogismo — é apenas uma solução do problema dos três termos, assente nas relações linguísticas e na consideração de substância e acidente.

Mas o substancialismo não é só pecado antigo; insinua-se constantemente, embora às vezes bastante disfarçado a nossos olhos, no pensamento contemporâneo e corrente. Por exemplo: Quando a biologia teve o desenvolvimento notável que lhe deu o plano de grande interesse, logo sobre ela se construíram, como se se tratasse de conquistas não só definitivas, mas totais, doutrinas da mais extravagante extrapolação. Disse-se (é certo que também se pretendeu o contrário) que a vida nunca poderia explicar-se por simples processos fisico-químicos. Sem reparar que esta afirmação supunha:

1.º A inalterabilidade do nosso conhecimento de processos fisico-químicos;

2.º A fixidez definitiva do nosso conceito de «Vida», que é apenas um conceito e pode variar de conteúdo;

3.º Que tais «processos» são apenas a nossa forma esquemática e metodológica de interpretação de processos reais, que em si mesmos não são física nem química;

4.º Que esses processos eram *simples*, afirmação destituída de sentido, por não poder aqui ter sentido um juízo de valor.

Demais, constantemente se vê assentar juízos e argumentos sobre noções científicas, necessariamente epocais, e isto da parte dos que — com razão mas trivialissimamente — afirmam a impossibilidade de a ciência nos dar visão completa do mundo (há aqui em todo caso o erro de «cousificar» a ciência) e simultaneamente se apoiam em noções científicas, para mostrar que assim é. Quer dizer, tomam como verdades definitivas, para efeito de argumentação, as relações que pretendem sem necessidade mostrar serem relativas. Dá-se então o caso cómico de os homens de ciência quebrarem o molde, já estreito para a nova

concepção... e lá se vai o argumento metafísico.

Quando *Cl. Bernard* disse que o problema da Vida não consistia nas forças postas em jogo mas na direcção que ela lhes imprimia, o que esta frase deu de rendimento! A orgia de finalidade que ela gerou! E no entanto, dizer que o «vital» não podia reduzir-se ao «físico-químico» era evidentemente dizer (e não podia nem pode ser outra coisa) que, dado o domínio e as relações de físico-químico, os fenómenos vitais parecia conterem algo específico no nosso modo de entendê-los, isto é, não podiam reduzir-se *naquele momento* ao mesmo tipo de interpretação; sem que isso implicasse carácter definitivo da concepção, quer do método, quer do domínio respectivo. Aliás e com o respeito devido a um grande investigador científico como *Cl. Bernard*, naquela sua afirmação a Vida é simultaneamente adjectivada, como problema, e substantivada, como força real orientadora.

Recorde-se por exemplo, a série de *trunfos* que tantos quiseram tirar do suposto *facto* (perigosa palavra fora do domínio muito restrito da observação vulgar) de a matéria, como se dizia e diz na velha Física compendiária, ser *essencialmente* (o advérbio não é ideia inofensiva) inerte. O que de aí se tirou para certos dualismos transcendentis dir-se-ia inesgotável. E entretanto o «essencialmente» é sempre abusivo em ciência: E agora? Há que buscar em nova ideia apoio para a mesma atitude; este já a ciência o destruiu, relacionando de outra forma «inércia», «massa» e «velocidade». Lá se foi um fantasma.

No século passado descobriu-se outra mina: foi a publicação de um livro célebre de *Boutroux*, sobre a «contingência das leis da natureza». Logo a propósito surgiu a costumada dupla posição contraditória: celebrar a ordem admirável do Universo («universo» é um conceito fixado e valorizado pelo Renascimento) onde tudo se fez com «número peso e medida», e regalar-se com a ideia de uma «contingência» das leis naturais; e ao mesmo tempo afirmar — o que de modo algum se conclue — uma como rigidez absoluta de «leis» supra-naturais. A afirmação é evidentemente livre, no sentido

de acção-permitida-pelo-Código, mas não tem sentido algum no domínio científico.

E convém notar que esta mesma palavra «lei» está a ser constantemente mal usada em ciência. A origem é metafórica também; mas perigosa, por ter sido transplantação não só da palavra mas da ideia. Leis, verdadeiramente, são apenas as leis humanas, sociais, as que supõem um legislador, e que os homens têm de *ler* para bem cumprir. De aí a ideia de que o mundo *obedecia* também a leis, que o homem depois ia descobrindo penosamente. Uma vez compreendido que em qualquer ciência não há leis neste sentido, há fórmulas, a própria ideia de contingência não tem aplicação. Dizer que essas fórmulas só são possíveis por corresponderem a leis reais, é afirmação vã; primeiro, porque cada vez mais nos afastamos, com evidente proveito, de tal concepção; segundo, porque ainda quando assim fosse, nem poderíamos cientificamente verificá-lo, nem quando pudéssemos, esse facto teria qualquer influência na marcha do nosso raciocínio e sómente pode modificar a nossa atitude.

A concepção mesma de experiência não pode ser hoje o que era ontem. Certamente, a experiência continua a ser pedra de toque de uma teoria; e se a mais elaborada teoria do calor ou da electricidade tornasse inadmissível a fervura de uma chaleira ou a luz de uma lâmpada, seria irremediavelmente posta de parte; mas o que hoje se pensa da experiência não é o que pensaram por exemplo homens de mérito, como os Académicos de Florença, para quem ela era ainda o meio de surpreender, como diria *Bacon*, *things as they are*, e portanto não só o modo de conhecer a realidade mas o seu estofo, a sua essência.

Escusado acentuar a diferença da concepção actual, sem que por isso a experiência deixe de ser ponto de aferência de qualquer teoria; mas ela é hoje fundamentalmente relação entre ideias, ponto de partida e ponto de chegada para o conhecimento relativo, que nada tem que ver com a essência das coisas. Quando a escola de Viena conclue que a matemática é exacta mas sem conteúdo e a física



tem conteúdo mas não é exacta, as pessoas pouco afeitas ao pensamento claro, e enamoradas da muita vez illusória «profundeza» de pensamento, ficam um pouco surpresas por ver na afirmação perfeitamente exacta juízos de valor que nela não se contêm. Claro que a não-exactidão da Física não impede que ela seja a mais bem estruturada das ciências do real; e a falta de conteúdo da matemática não só não impede mas é justamente a condição da sua universalidade e da sua formidável instrumentalidade. São progressos de conhecimento (ou de dúvida) que provocam ou estimulam a especulação «sem conteúdo» próprio; é o resultado das especulações sem conteúdo que leva a um conhecimento muito mais aproximado do real ou da expressão adequada de esse real, afinal móvel e constituído pelo conhecimento.

O pensamento filosófico actual, fora da metafísica ontológica, que é sempre possível pôr de parte, caracteriza-se por isso por necessidade da atenção preferente ao pensamento científico, revelando assim não ser apenas por moda intelectual que deve ter-se em conta o estado actual da ciência e explicando por exemplo por que no século XVII a matemática influíu decisivamente nas concepções dos filósofos. Não para desenvolver ou explorar diversamente as conclusões científicas — o que seria ridículo, e já *Bergson* o acentuou em comunicação a um congresso; — mas para escolher a perspectiva crítica de maior rendimento e maior aproximação, acto intelectual que não cabe a uma actividade científica circunscrita. Entretanto a mesma preocupação limitadora e cousificante julgou pela voz de pessoas sem responsabilidade que deveria separar como entidades distintas o «sábio» ou o homem de ciência do pensador ou do filósofo, como se a história não mostrasse e o raciocínio não revelasse o absurdo de tal separação. Claro que é possível e real a existência do técnico estrito, de horizonte limitado e indiferente a qualquer questão fora de sua actividade especial; mas esse é o caso da multidão, não o dos grandes investigadores em qualquer domínio. E é ao seu esforço con-

tínuo que se deve hoje a posição do problema do pensamento filosófico:

a) O sistema, tal qual foi esperançosamente compreendido no século XVII, fundado não só na pura especulação metafísica mas no conhecimento científico renovado e ampliado, é ideia que não informa nem pode actualmente informar a investigação filosófica. Verdadeiramente o que se procura é generalizar a tradução em linguagem científica dos factos múltiplos ou dos factos-tipo (aliás não rigidamente imóveis) escolhidos para base de interpretação. É evidente que se a expressão lógica de tais factos se generaliza, e permite interpretação idêntica de factos aparentemente diversos, essa diversidade, que permanece para o empirismo do senso comum, é contraprova da generalização obtida. Já ninguém hoje se admira, porque o facto entrou no domínio do conhecimento elementar, que diferentes domínios da Física viessem a exprimir-se pelas mesmas equações; mas continua a haver quem se admire de haver tentativas — em parte já frutuozas e ainda mais promissoras — para tratar certos domínios, como por exemplo a psicologia, por métodos que ditatorialmente declaram inadequados, sem ver que é isso mesmo que se discute e tem de averiguar-se; e sem receio de mais um desmentido retumbante, como tanta vez já tem sucedido, e recomeça a suceder.

b) Em consequência, atenuou-se a preocupação de conhecer pela relação causal. Isto que é simples e já vai tendo cabelos brancos, é também mal entendido, geralmente. Não pode confundir-se o determinismo físico com a causalidade metafísica, e por isso mesmo, semelhante à do senso comum. O determinismo condensa-se no problema de saber se é possível, conhecido o estado de um sistema praticamente isolado, no momento  $t$ , deduzir o estado no momento  $t_1$ . Ora um sistema praticamente isolado é aquele em que as condições não-estruturais ou se consideram constantes ou de influência desprezável, e portanto não entram como variáveis da função. E quando se estuda, como tanta vez sucede no domínio da natureza, a origem

de certas perturbações, isso mostra que primeiro se fizera um estudo geral em que essas circunstâncias se puseram de parte; e depois inversamente, que se consideraram as circunstâncias independentemente e por isso foi preciso chamar-lhes «causas de perturbações». O conhecimento causal, na prática da vida corrente e em que só atendemos a «perturbações» é evidentemente profícuo, mas não é científico; é pela mesma razão que a história com seu interesse humano, e portanto com o interesse primacial do facto, não pode ser ciência, pois nunca esse facto se desindividualiza e generaliza suficientemente; e quando isso é possível não se trata já de história. A generalização do pensamento causal para lá do domínio muito restrito do conhecimento empírico é ilegítima e infecunda.

c) A psicologia e a moral não podem sem que o espírito se condene a movimento turbilhonar em círculo estreitíssimo, prosseguir na entificação prévia, que deveria na melhor hipótese ser conclusão, nem ficar na petição de princípio constituída pelo estudo das relações psico-físicas — verdadeiras no campo do senso comum e do empirismo, mas duvidosíssimas (pelo menos) para verdadeiro e satisfatório conhecimento. Spinoza tinha razão embora os seus meios não lhe permitissem ainda a realização plena da sua ideia. Não esqueçamos que o conhecimento empírico e imediato conserva na maioria dos casos o valor que tinha. A relatividade do espaço não impede o privilégio psicológico do nosso espaço tridimensional empírico; apenas destruiu o seu privilégio como realidade. Quando Benedetto Croce observou que nunca seria possível tratar formulisticamente a história, parece que a argumentação é desnecessária, pois que a história é o fáctico e concreto e portanto não pode por definição exprimir-se em fórmulas, isto é, na generalidade do fenómeno em vez da particularidade do facto. E por isso, ainda quando considerada a evolução em conjunto, ao tratar de troços pequenos ou de episódios históricos de maior ou menor interesse, muitos historiadores falam de causas segregando do conjunto, onde evidentemente

o critério seria inaplicável, o domínio estreito de que se ocupam.

Repita-se: determinismo não é causalidade, embora haja uma região comum; determinismo é apenas funcionalidade; e o verso célebre, em que o poeta latino chamava feliz aquele que tivesse podido conhecer as causas das coisas, foi desmentido por toda a evolução científica; nem podia deixar de ser, pois que o conhecimento científico nunca pode ser de coisas. Para isso lá está a metafísica ontológica que em vez de investigar decreta.

Se no século XIII tivesse sido possível algum iluminado anunciar a possibilidade de exprimir uma curva por uma expressão algébrica, a ideia pareceria não só de um louco — o que já era mau — mas de um estúpido ignorante — o que era ainda peor. Podiam lá unificar-se na expressão duas «realidades» dispares, como a espacialidade contínua e a quantidade descontínua! O mesmo está a passar-se agora com domínios como o da psicologia, onde há pessoas que pretendem vedar *a priori* o recurso a investigações — (não a métodos; há pequena mas importantíssima diferença) — só porque entendem já saber o bastante para ter achado o caminho seguro.

É claro que, por exemplo, o cálculo das probabilidades implica sucessão, portanto tempo e determinação, mas não causalidade.

d) Assim, a investigação em qualquer campo se defronta constantemente com perspectivas que importa determinar e problemas de fronteira, que importa resolver ou equacionar. A continuidade de tais problemas não provém, como é fácil ver, da continuidade da realidade, pois que ela, ainda quando fosse conceito exacto, não teria conteúdo imóvel — sem o que não haveria evolução científica — mas da possibilidade de generalizar ou pôr de parte certas modalidades, do conhecer o que estritamente corresponde a modificar conceitos fundamentais. Nenhuma ciência mais intensamente realizou este trabalho do que a Física; e como parecia estar fora do âmbito da controvérsia ninguém se preocupou com o facto. Entretanto é em especial pelo progresso «filosófico» da Matemática, da Lógica, por ela influenci-

ada, e da Física, cada vez mais matematicamente interpretativa do real, que se operou a mudança e o abandono hoje realizado em escala muito maior da preocupação cossificante e antropomórfica, tão prejudicial no domínio da ciência como no da didáctica, onde

simultaneamente se cometem erros científicos palmares e se burla e fatiga a capacidade de apreensão de quem aprende.

VIEIRA DE ALMEIDA  
PROFESSOR CATEDRÁTICO DA F. L. L.

### 3. PONTOS DE EXAME

#### EXAMES DO ENSINO MÉDIO (FÍSICA)

**Exames de aptidão para frequência das licenciaturas em ciências matemáticas, ciências físico-químicas e ciências geofísicas, preparatórios para as escolas militares e curso de engenheiros geógrafos — 1950.**

**102 — Termodinâmica** — Princípio de Carnot. Temperaturas absolutas. Como se chega à noção do zero absoluto? A partir da expressão do rendimento teórico tire consequências que possam interessar ao funcionamento das máquinas a vapor.

**103 — Transformação de correntes.** — O que se entende por transformação de correntes? Grupo motor-generador. Transformadores estáticos. Bobina de Ruhmkorff.

**104 — Problema:** Um projectil choca com um obstáculo e penetra nele.

Pede-se o valor da força de resistência à penetração, nas unidades dos diferentes sistemas, sabendo-se o seguinte:

Massa da bala . . . . .	25 g
Velocidade . . . . .	600 m/s
Espaço andado dentro do obstáculo . . . . .	14 cm

Não entrar em conta com a energia mecânica que se transforma em calor. R:

$$Fl = \frac{1}{2}mv^2$$

$$F = \frac{mv^2}{2l} = \frac{25 \times 600^2 \times 10^4}{2 \times 14} =$$

$$= 32 \times 10^8 \text{ dynes} = 32 \times 10^3 \text{ N} = 3,3 \times 10^3 \text{ kg}$$

**Exames de aptidão para frequência das licenciaturas em ciências geológicas e ciências biológicas — 1950.**

**105 — a)** Defina movimento ondulatório, ondas longitudinais e ondas transversais e diga o que entende por ondas estacionárias.

**b)** Diga o que é comprimento de onda e deduza a

relação fundamental existente entre o comprimento de onda e o período das oscilações.

**c)** A estação emissora de rádio do Liceu Pedro Nunes, trabalha na frequência de 6000 quilociclos por segundo, aproximadamente. Calcular o comprimento de onda que corresponde àquela frequência. R:  $c$

$$c = \lambda f$$

$$\lambda = \frac{3,0000 \times 10^{10}}{6000 \times 10^3} = 5000 \text{ cm.}$$

**106 — a)** Descreva a constituição e o funcionamento dos chamados transformadores estáticos. Defina razão de transformação e rendimento de um transformador.

**b)** Diga como se faz o transporte de energia a distância e indique o papel desempenhado pelos transformadores naquele transporte.

**c)** Numa central hidroeléctrica utiliza-se uma queda de água com o caudal de 1320 metros cúbicos por hora e cujo desnível é de 30 metros. A referida queda acciona uma turbina que, por sua vez, põe em movimento um dínamo. Calcular o rendimento desta transformação de energia, sabendo-se que o dínamo produz corrente à tensão de 220 volts e com a intensidade de 392 ampéres.

$$g = 980 \text{ cm/s}^2$$

R:  $c$ )

$$\mu = \frac{P(\text{eléctrica})}{P(\text{mecânica})} = \frac{VIt}{mgh} =$$

$$= \frac{220 \times 392 \times 3600}{1320 \times 10^3 \times 9,8 \times 30} = 0,80.$$

**Exames de aptidão para frequência dos preparatórios para a Faculdade de Engenharia — 1950.**

**107 —** Defina a unidade de potência no sistema M. K. S. e deduza a sua relação com o cavalo-vapor.

**b)** Que entende por aceleração dum movimento? Os movimentos uniformes têm aceleração? Justifique a resposta.

**c)** Aplica-se uma força de intensidade constante a um corpo livre durante 3 segundos. Calcule, em

cavalos-vapor, a potência desenvolvida pelo corpo durante esse intervalo de tempo.

Massa do corpo: 2 kg; aceleração do movimento adquirido: 5 m/s<sup>2</sup>. R:

$$P = \frac{w}{t} = \frac{F \times 1}{t} = \frac{m\gamma \cdot \frac{1}{2}\gamma t^2}{t} = \frac{m\gamma^2 t}{2} = \frac{2 \cdot 25 \cdot 3}{2} = 75 \text{ W} = 0,10 \text{ C.V.}$$

- 108** — a) Defina ampere internacional.  
 b) Como se relacionam entre si, matematicamente, a força electromotriz dum gerador em circuito fechado e a força electromotriz do mesmo em circuito aberto?  
 c) Um gerador eléctrico de força electromotriz 2,5 V

e de 0,6 ohms de resistência, lança corrente num circuito em série onde está intercalado um miliamperímetro cujo ponteiro indica 800. Calcule a resistência que se deveria acrescentar, também em série, nesse circuito, para que o miliamperímetro passasse a marcar 500. R:

$$E = I(R_i + R)$$

$$E = I'(R_i + R + R')$$

Daqui, vem:

$$E = I' \left( \frac{E}{I} + R' \right) \rightarrow \frac{EI}{I'} = E + R'I$$

$$R' = 1,9 \text{ ohms}$$

Resoluções de L. SALGUEIRO

EXAMES UNIVERSITÁRIOS

**F. C. L. — Exame de Frequencia de Física Médica — 1951.**

- 248** — a) Movimento vibratório circular; velocidade e aceleração angulares neste movimento.  
 b) Enuncie o teorema das forças vivas; expressão da energia cinética de um corpo com movimento de rotação.  
 c) Movimento do centro de gravidade.  
**249** — a) Solutos; lei de Henry.  
 b) Condutibilidade calorífica de uma substância; coeficiente de resfriamento de um corpo no ar.  
 c) Propagação de vibrações transversais e longitudinais.

- 250** — a) Influência electrostática.  
 b) Efeito Oersted.  
 c) Ampliação da escala do amperímetro e do voltímetro.  
**251** — a) Olho; defeito da visão.  
 b) Polarização por refração dupla; prisma de Glazebrook.  
 c) Influência da temperatura do filamento do tubo de Coolidge na intensidade da radiação emitida, (espectro contínuo).

- 252** — a) Balança de precisão, qualidades e condições a que tem de satisfazer para que possua essas qualidades.  
 b) Deformação elástica, lei de Hooke; módulo de Young e coeficiente de compressibilidade.  
 c) Defina viscosidade, enuncie a lei de Poiseuille e dê o fundamento da medição dessa grandeza.

- 253** — a) Cálculo do trabalho das forças de pressão; aplicação à transformação isobárica do gás perfeito.  
 b) Interpretação da grandeza temperatura pela teoria cinética.  
 c) Composição de vibrações colineares, recorrendo à representação de Fresnel. Equivalência da vibração retilínea a duas vibrações circulares.

- 254** — a) Associação de condensadores; corrente de condução, corrente de deslocamento.  
 b) Fenómeno da indução electromagnética; suas leis.  
 c) Lei de Ohm da corrente alternada; circuito oscilante e ressonância.

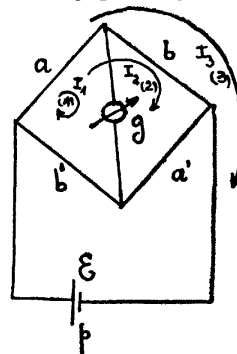
- 255** — a) Rede de difracção.  
 b) Polarização da luz por reflexão; explicação de Fresnel da actividade óptica.  
 c) Descreva uma instalação de raios X.

**F. C. L. — 2.º Exame de frequência de Electricidade — 1950.**

**256** — Dado o esquema junto (Ponte de Wheatstone) mostre que trocando os ramos da pilha e do galvanómetro, as intensidades *i* e *i'* indicadas pelo galvanómetro nos dois casos satisfazem à relação:

$$\frac{E}{i} - \frac{E}{i'} = \frac{(a - a')(b - b')(g - p)}{aa' - bb'}$$

em que *a*, *a'*, *b*, *b'*, *g*, *p*, designam as resistências



Esquema 1

totais das derivações. R: Aplicando as equações simétricas de Kirchhoff ao esquema (1), tem-se: *n.*º de malhas fechadas independentes: *n* - *k* + 1 = 6 - 4 + 1 = 3

Escolhendo essas malhas como se figura, tem-se o sistema de três equações a três incógnitas, que determinam univocamente as intensidades fictícias  $I_1, I_2, e I_3$  em função das características da rede.

$$(a) E_\alpha = \sum_1^3 R_{\alpha\beta} I_\beta; \alpha, \beta = 1, 2, 3$$

$R_{\alpha,\beta} \rightarrow$  resistência comum às malhas fechadas  $\alpha$  e  $\beta$ ,

$$E_1 = R_{11}I_1 + R_{12}I_2 + R_{13}I_3$$

$$\begin{cases} (1) 0 = (a + g + b')I_1 + (a + b')I_2 + aI_3 \\ (2) 0 = (a + b')I_1 + (a + b + a' + b')I_2 + (a + b)I_3 \\ (3) E = aI_1 + (a + b)I_2 + (a + b + p)I_3 \end{cases}$$

$$i = I_1 = \frac{\begin{vmatrix} 0 & a + b' & a \\ 0 & a + b + a' + b' & a + b \\ E & a + b & a + b + p \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a + g + b' & a + b' & a \\ a + b' & a + b + a' + b' & a + b \\ a & a + b & a + b + p \end{vmatrix}} = \frac{E}{\Delta} (bb' - aa')$$

Trocando agora o ramo da pilha com o do galvanômetro, e tirando das novas equações o valor de  $I_3$  vem:

$$i' = I_3 = \frac{\begin{vmatrix} a + p + b' & a + b' & a \\ a + b' & a + b + a' + b' & a + b \\ a & a + b & a + b + p \end{vmatrix}}{\Delta'} = \frac{E}{\Delta'} (bb' - aa')$$

em que o novo determinante  $\Delta'$  só difere de  $\Delta$  pela troca de  $g$  com  $p$  no primeiro elemento, e de  $p$  com  $g$  no último.

$$\frac{E}{i} - \frac{E}{i'} = \frac{\Delta - \Delta'}{bb' - aa'} = \frac{(a - a')(b - b')(p - g)}{bb' - aa'}$$

a) No caso particular teórico interessante de  $p = g$  vem  $i = i'$  (teorema de Kirchoff, para as redes de fios condutores em corrente estacionária).

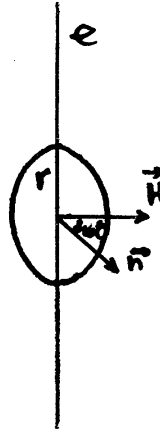
b) Se  $bb' = aa'$  vem  $i = i' = 0$  e a ponte está equilibrada, não se notando qualquer alteração na indicação do galvanômetro, quando se trocam os ramos.

**257** — Um anel de fio de cobre de 20 cm. de diâmetro e  $1\text{mm}^2$  de secção recta gira no campo magnético da Terra em torno dum eixo vertical, executando 300 revoluções por minuto. Achar a quantidade de calor de Joule libertada por segundo.

Componente horizontal do campo magnético terrestre;  $H_t = 0,18$  unidades gaussianas; resistividade do cobre:  $\rho = 1,75 \times 10^{-6} \Omega \times \text{cm}$ .

R: Como se trata de um circuito indeformável movendo-se com velocidade angular relativamente pequena ( $v \ll c$ ) em campo magnético estacionário podemos dizer que a f. e. m. induzida no anel é dada pela derivada, em ordem ao tempo do fluxo de indução magnética varrido pelo circuito que neste caso é igual ao fluxo atravez da sua área:

$$E^i = \frac{1}{c} \oint ([v, B], \delta s) = -\frac{1}{c} \frac{d\Phi}{dt}$$



$$\begin{aligned} v, B &= \omega \wedge B \\ e, \delta s &= \theta' \\ v &= \omega r' = \omega r \text{ sen } \theta \\ \theta &= \text{colatitude} \\ \cos \theta' &= \text{sen } \theta \\ \delta s &= r d\theta \end{aligned}$$

desprezando o campo magnético criado pela própria corrente que vai percorrer o anel e as suas variações

$$\begin{aligned} E^i &= \frac{1}{c} \oint v B \text{ sen } \omega t \cdot \delta s \cdot \cos \theta' \\ &= \frac{1}{c} B \cdot \omega r^2 \cdot \text{sen } \omega t \int_0^{2\pi} \text{sen}^2 \theta \cdot \delta \theta \\ &= \frac{1}{c} B \omega \cdot \pi r^2 \cdot \text{sen } \omega t \end{aligned}$$

tendo feito a integração no espaço, num dado instante, e tendo tomado para  $t = 0$  um instante em que o plano do anel é normal ao campo.

No sistema electromagnético, no vácuo, termos  $\mu_0 = 1, c = 1$ )

$$E^i = -\frac{\partial}{\partial t} (H s \cos \omega t) = H s \text{ sen } \omega t$$

se desprezarmos a self indução do anel este será percorrido, por uma corrente

$$i = \frac{E^i}{R} = \frac{H s \omega}{R} \text{ sen } \omega t$$

$$\begin{aligned} Q &= \int_0^1 R i^2 \delta t = \frac{H^2 s^2 \omega^2}{R} \int_0^1 \text{sen}^2 \omega t \delta t = \\ &= \frac{H^2 s^2 \omega^2}{2R} = \frac{(0,18)^2 \cdot (\pi \cdot 10^2)^2 \cdot (10\pi)^2}{2 \cdot 11 \cdot 10^6} \text{ erg} = \\ &= 3,4 \times 10^{-9} \text{ cal,} \end{aligned}$$

visto que:

$$\begin{aligned} R &= \rho \frac{l}{S} = 1,75 \times 10^{-6} \times \frac{2\pi \times 10}{10^{-2}} \Omega = \\ &= 11 \times 10^{-3} \Omega = 11 \times 10^6 \text{ UEmR} \end{aligned}$$

e

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times \frac{300}{60} = 10\pi \text{ s}^{-1}.$$

**258** — Estabelecimento e integração das equações de Maxwell.

## 4. DIVULGAÇÃO E VULGARIZAÇÃO

### LA MESURE DES RAYONS X PAR LES METHODES D'IONISATION

On sait que la méthode la plus courante pour mesurer l'énergie des rayonnements pénétrants (rayons X et  $\gamma$ ) se base sur l'ionisation des gaz.

Un gaz est ionisé lorsqu'il y apparaît des charges électriques libres: cet effet se produit le plus souvent par arrachement d'un électron des niveaux atomiques du gaz, plus rarement, par dissociation d'un gaz polyatomique en deux fractions ionisées. En tout cas, les photons de grande énergie, en ionisant un gaz, communiquent aux ions, et surtout aux électrons, une énergie cinétique importante qui leur permet d'ioniser à leur tour, par choc, d'autres atomes. En perdant à chaque choc un peu de leur énergie, celle-ci se répartit entre plusieurs ions, de telle façon que le nombre de charges électriques libérées à la fin du processus est proportionnel à l'énergie du premier photon absorbé: ce qui permet de mesurer celle-ci.

Pour cette mesure, on dispose le gaz dans une enceinte dans laquelle on crée un champ électrique: les ions sont attirés, suivant leur signe et les charges recueillies fournissent une mesure de l'énergie qui les a libérées.

Mais cette mesure peut se faire de deux façons:

1) *En courant de saturation* (chambres d'ionisation). Le champ électrique doit être juste assez intense pour attirer vers les électrodes la totalité des charges libérées; en outre, sa longueur doit être assez grande pour que l'énergie cinétique des électrons les plus rapides puisse s'épuiser en travail d'ionisation avant d'atteindre les électrodes: car autrement, une partie de cette énergie se perdrait à chauffer les parois.

2) *Au seuil de la décharge disruptive* (compteurs). Le champ électrique, est alors beaucoup plus intense que dans le cas précédent:

les ions secondaires produits par le choc des premiers ions, sont animés, par la force du champ, d'une énergie qui leur permet d'ioniser à leur tour d'autres atomes, lesquels, à nouveau... etc. Le processus se multiplie en cascade, et la décharge obtenue, d'une énergie beaucoup plus grande que celle du photon qui l'avait déclenchée, va actionner un numérateur qui *compte* les coups, c'est-à-dire, les photons. La seule condition est d'interrompre la décharge assez vite pour que de nouvelles décharges se produisent, distinctes, et aussi apidement que possible, à l'arrivée de nouveaux photons.

Ainsi, les chambres d'ionisation enregistrent *l'énergie* des photons, tandis que les compteurs n'accusent que leur *nombre*. Mais tous les photons ne sont pas comptés, et toute leur énergie n'est pas mesurée: il faut pour cela deux conditions: 1) qu'ils soient *absorbés* par le gaz, c'est-à-dire, qu'ils y laissent leur énergie en tout ou en partie; et 2) que l'énergie retenue se transforme en énergie cinétique des électrons arrachés aux atomes.

Or, cette absorption, et la transformation qui en résulte, peuvent se faire de plusieurs façons différentes. Comme le rendement en énergie mesurable n'est pas le même pour tous les cas, il faut tenir compte de la probabilité relative de chaque processus:

1) *Absorption photoélectrique*. Un photon, ayant une énergie  $h\nu$  ( $h$  = constante d'action de *Planck*,  $\nu$  = fréquence du rayonnement) peut être absorbé par un atome, s'il passe assez près de lui pour déclencher une interaction avec un de ses électrons périphériques. La probabilité ou *coefficient* d'absorption est désigné par la lettre  $\tau$  pour l'ensemble de l'atome; on y ajoute les indices des niveaux particuliers, K, L, M (Ces lettres désignent les niveaux électroniques, dans l'ordre de leur

proximité au noyau) pour désigner leurs probabilités d'absorption respectives. Il va de soi que  $\tau = \tau_K + \tau_L + \tau_M \dots$

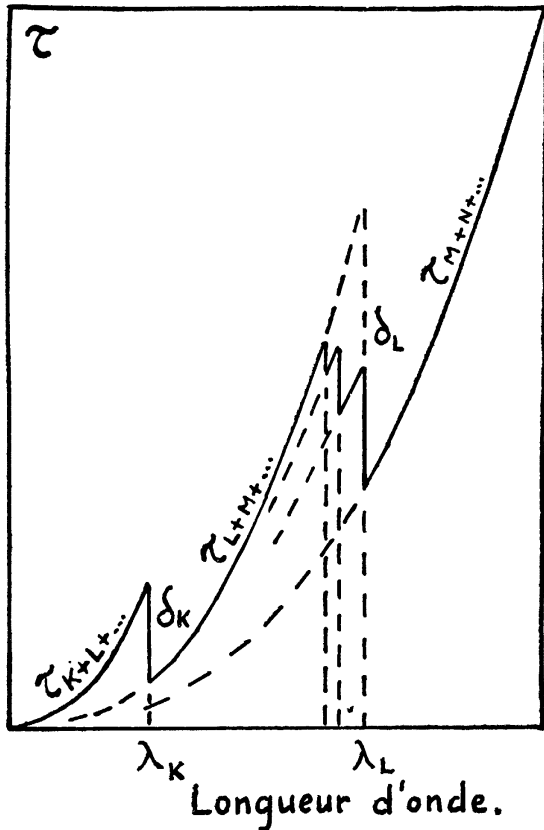


Fig. 1 (Schématique) — Coefficient d'absorption photoélectrique d'un corps, en fonction de la longueur d'onde (inversement proportionnelle à l'énergie) des rayons. Dans le premier tronçon, tous les niveaux de l'atome peuvent être excités. La discontinuité K correspond à des photons d'une énergie égale à celle du niveau K de l'atome, au-dessous de laquelle ils ne peuvent plus exciter ce niveau. Il en est de même pour le niveau L, après la discontinuité L (qui en réalité est triple, comme le niveau L lui-même), et pour les autres niveaux.

L'absorption d'un photon a pour effet d'arracher un électron au niveau intéressé (dont l'énergie propre doit être évidemment moindre que celle du photon); si l'énergie de liaison de l'électron à l'atome est  $E$ , l'énergie cinétique avec laquelle il sera éjecté doit être  $h\nu - E$ . C'est cette énergie qui sera dispensée à la production d'autres ions, par choc. Mais

l'atome qui a reçu le photon primaire reste à son tour ionisé à l'un de ses niveaux internes.

2) Retour de l'atome ionisé à l'état neutre.

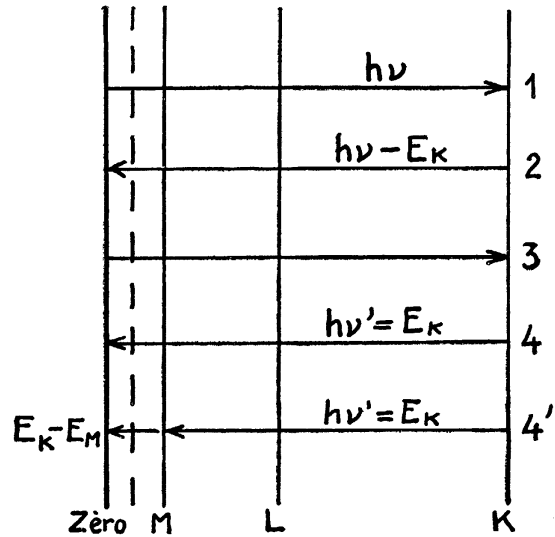


Fig. 2 — Mécanisme de l'absorption photoélectrique. Les lignes verticales représentent les niveaux de l'atome, et leur écartement de la ligne zéro (qui correspond à l'extérieur de l'atome) leurs énergies respectives. Les distances réelles sont inversement proportionnelles à ces écartements (La ligne zéro correspond donc à une distance infinie — à l'échelle atomique — du niveau K). En 1, un photon d'énergie  $h\nu$  atteint le niveau K et en arrache un électron (2) en lui imprimant une énergie  $h\nu - E_K$ ; ces deux actes sont simultanés. En 3, un électron, venant de l'extérieur (ou des niveaux extérieurs de l'atome) vient occuper la place vide dans le niveau K; ce qui est accompagné de l'émission d'un photon de fluorescence d'énergie  $E_K$  égale à celle du niveau. Ce photon peut quitter l'atome (4); ou bien (4') être absorbé par un des niveaux extérieurs (M, dans la figure), avec expulsion d'un électron, qui aura l'énergie  $E_K - E_M$ .

L'électron éjecté, en enlevant à l'atome une charge élémentaire, le laisse chargé positivement. Un autre électron, venant des niveaux extérieurs du même, ou d'un autre atome, va venir occuper sa place. Si pour faire sortir le premier électron il avait fallu dépenser de l'énergie, le retour d'un autre à sa place va restituer la même proportion d'énergie (!). Mais cette restitution peut se faire encore de deux façons:

a) *Par émission d'un photon de fluorescence.* L'électron, en «tombant» dans le niveau inoccupé, donne naissance à un photon de fréquence  $\nu$  telle, que son énergie  $h\nu$  est égale à l'énergie propre du niveau,  $E$ . Ce processus, étant un phénomène secondaire indépendant de l'ionisation primaire, sa fréquence n'est liée en rien à celle du premier photon, et ne dépend que des niveaux d'énergie de l'atome ionisé.

Pour cette raison on appelle le deuxième photon «photon de fluorescence», car, tout comme la lumière fluorescente, sa fréquence (sa «couleur») est indépendante de celle de la lumière excitatrice.

b) *par «conversion interne».* Le photon de fluorescence peut être absorbé, avant de quitter l'atome, par un des niveaux, extérieurs à celui où se passe l'effet ci-dessus (2). Un deuxième électron est alors arraché à ce niveau; ce processus est appelé «effet Auger», du nom du physicien français qui le découvrit au moyen de la chambre de Wilson.

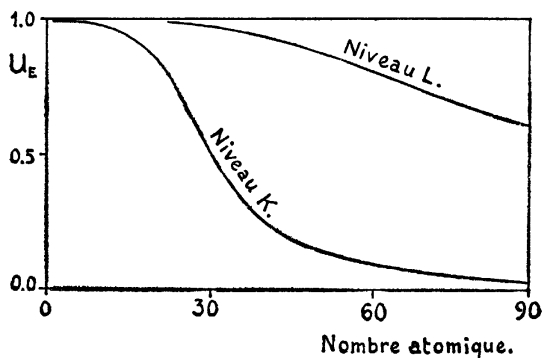


Fig. 3 — Rendement de l'effet Auger, des niveaux K et L.  $U_E$  est le coefficient de formation d'électrons Auger. On voit que cet effet est prédominant pour les atomes légers, tandis que le rendement en fluorescence  $U_S$  (complémentaire de  $U_E$ ) prédomine dans les atomes lourds.

Ainsi, l'absorption photoélectrique peut se solder, comme bilan énergétique, soit par l'émission d'un photoélectron primaire et d'un photon de fluorescence, soit par celle de deux photoélectrons, un primaire, d'énergie identique à celle du cas précédent, et un secondaire, dit «électron Auger», d'énergie proche

de celle qu'aurait eu le photon de fluorescence. La probabilité d'émission d'un photon est désignée par le symbole  $u_S$  et celle d'un électron par  $u_E$ ; la somme des deux est évidemment égale à l'unité.  $u_S$  est plus grand pour les niveaux de grande énergie (atomes lourds, niveaux internes, K et L);  $u_E$  est très proche de 1 pour les corps légers et pour les niveaux extérieurs M, N...

En tout cas, l'effet Auger augmente la quantité d'énergie électronique utilisable, donc, l'intensité de l'ionisation mesurable.

3) *Effet Compton.* — Le photon primaire, faisant partie du rayonnement à mesurer, peut céder aux atomes une partie de son énergie par un processus tout à fait différent: c'est l'effet Compton. Il se produit sur des électrons extérieurs, faiblement liés au noyau et que l'on peut considérer comme libres. Dans ces conditions, il se produit entre le photon et l'électron un véritable «choc élastique» obéissant aux principes de conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement (3).

Dans ces conditions, le photon incident, d'énergie  $h\nu$ , «frappant» l'électron, est dévié de sa direction primitive et perd une partie de son énergie; il poursuit sa route, faisant un angle avec la première et avec une énergie moindre,  $h\nu'$ ; il est appelé, de ce fait, «photon modifié». L'électron, à son tour, est lancé avec une certaine énergie cinétique,  $mv^2/2$ , et dans une direction telle, qu'elle forme avec celle du photon un angle égal à

(1) L'interaction électron-photon est donc un phénomène réversible. On peut le comparer au cas d'un projectile (image de l'électron) qui, arraché à sa position de repos par une onde de choc (image du photon) produit à son tour une autre onde de choc, lorsqu'il est brusquement arrêté.

(2) La mécanique ondulatoire donne une interprétation moins imagée de ce processus; celle que nous donnons, qui fut l'interprétation primitive émise par Auger, aide mieux à comprendre cet effet.

(3) L'effet Compton a été une des premières, des plus belles et des plus convaincantes des preuves de la nature corpusculaire de la lumière.



celui du parallélogramme des forces, de la mécanique. Il est dit, pour cela «électron de recul».

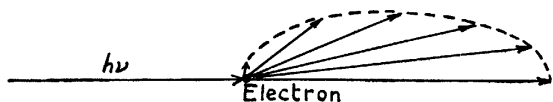


Fig. 4 — (Schématique). Energie des électrons de recul en fonction de l'angle que forme leur direction avec celle du photon  $h\nu$  qui les excite.

Si l'électron est pris «de plein fouet», sa direction sera celle du rayonnement primaire, et son énergie maximum, tandis que le photon reculera à  $180^\circ$  de sa direction d'origine, avec le minimum d'énergie. Par contre si le choc est «tangent» l'électron sera lancé à  $90^\circ$ , avec le minimum d'énergie, tandis que le photon en perdra peu et sera faiblement écarté de sa route primitive. Tous les cas intermédiaires sont possibles: ainsi, les photons modifiés auront toute une gamme de fréquences, et les électrons de recul toute une gamme de vitesses: les deux, tout une gamme d'énergies, entre un maximum et un minimum, le maximum d'énergie du photon correspondant au minimum de l'électron, et réciproquement.

Comme dans le cas des photoélectrons, seule l'énergie communiquée aux électrons de recul peut ioniser le gaz, et être mesurée. Les photons, à moins d'être absorbés à nouveau, n'ont aucun effet ionisant.

L'énergie globale des électrons de recul est définie par un coefficient  $\sigma_E$ ; celle des photons modifiés, par un autre,  $\sigma_S$ ; enfin, l'énergie totale perdue par le faisceau primaire du fait de la diffusion, par un troisième coefficient,  $\sigma_C$ . Il est évident que  $\sigma_C = \sigma_E + \sigma_S$ . Il s'agit d'une perte d'énergie, même pour les photons qui sont simplement déviés de leur direction primitive, car les mesures sont faites généralement sur un faisceau fin de rayons, et les photons déviés sont perdus pour la mesure.

\* \* \*

Les coefficients étudiés ci-dessus nous permettent d'établir une formule définissant, soit

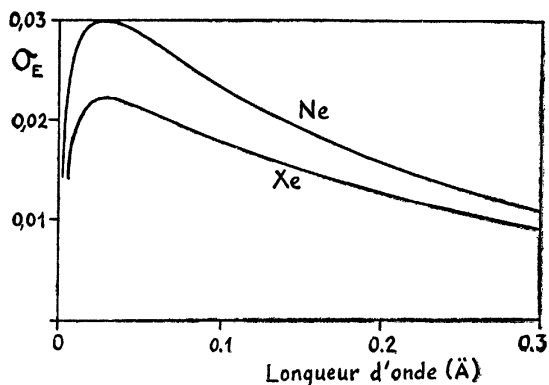


Fig. 5 — Coefficient de formation d'électrons de recul, en fonction de la longueur d'onde. Ce coefficient exprime l'énergie absorbée par la formation des électrons de recul. Il passe par un maximum vers 0,024 Angstroms, et diminue ensuite. On a représenté les courbes correspondant aux gaz Néon et Xénon. L'Argon et le Krypton donnent des courbes intermédiaires.

l'énergie  $i$  recueillie sous forme de travail d'ionisation, pour une énergie totale incidente  $I_0$  (cas des mesures d'ionisation), soit le nombre  $n$  d'actes d'absorption, pour cette même énergie (cas des compteurs).

Nous aurons, dans le premier cas, comme somme des énergies des photoélectrons primaires, des photoélectrons Auger, des électrons de recul, et des électrons libérés par réabsorption du rayonnement de fluorescence, l'expression

$$iCI_0(1 - e^{-\mu x})^{\frac{\alpha\tau + \sigma_E}{\mu}}$$

La constante  $C$  exprime la probabilité d'ionisation d'un gaz par des électrons rapides. Elle a pour expression:

$$C = \frac{300}{\epsilon}$$

$\epsilon$  est le travail moyen de formation d'une paire d'ions dans chaque gaz, et varie d'un gaz à l'autre. Il est voisin de 30 volts pour la plupart des gaz.

$\alpha$  indique la fraction de l'énergie absorbée par effet photoélectrique qui est transformée en énergie cinétique des photoélectrons de tout ordre. La fonction  $\alpha$  dépend de la pro-

portion de l'effet Auger, pour l'atome ionisé, et de la longueur d'onde, pour l'énergie des électrons Auger. Elle a la forme:

$$\alpha = \left(1 - U_{SK} \frac{\lambda}{\lambda_K}\right) S_K + \left(1 - U_{SL} \frac{\lambda}{\lambda_L}\right) S_L + S_{M,N} \dots$$

$U_{SK}$  et  $U_{SL}$  sont les rendements en fluorescence des niveaux  $K$  et  $L$ ;  $S_K$ ,  $S_L$ ,  $S_{M,N} \dots$  les fractions d'énergie absorbées par les niveaux  $K$ ,  $L$ , et par tous les autres;  $\lambda_K$  et  $\lambda_L$  sont les longueurs d'onde des discontinuités respectives, et  $\lambda$  celle du rayonnement incident.

$\tau$  et  $\alpha_E$  sont les coefficients d'absorption photoélectrique et de formation d'électrons de recul;  $\mu$  est le coefficient d'absorption globale.

Le produit  $I_0(1 - e^{-\mu X})$  exprime la différence entre l'énergie des photons à l'entrée et à la sortie de l'instrument de mesure de longueur  $X$ ; donc, l'énergie retenue dans celui-ci.

Le rapport  $\frac{\alpha\tau + \sigma_E}{\mu}$  est celui qui existe entre l'énergie utilisée sous forme de travail

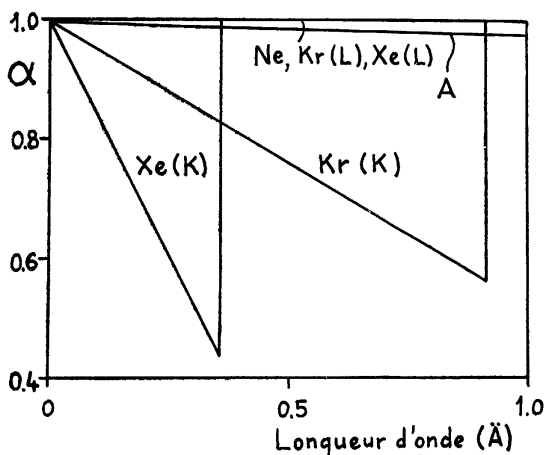


Fig. 6 — Rendement en photoélectrons ( $\alpha$ ) en fonction de la longueur d'onde. Ce coefficient  $\alpha$  a une forme linéaire, décroissante, et présente des discontinuités, pour les longueurs d'onde correspondant aux discontinuités  $K$  d'absorption. Au delà,  $\alpha$  devient égal à l'unité;  $\alpha$  est aussi égal à 1 pour les gaz légers ( $Ne$ ).

ionisant, et l'énergie totale absorbée; c'est, donc, un coefficient de rendement.

La figure 6 montre l'allure du facteur  $\alpha$  pour l'air et les gaz rares, et la figure 7 celle de la fonction complète:

$$F\lambda = (1 - e^{-\mu X}) \frac{\alpha\tau + \sigma_E}{\mu}$$

On voit que cette dernière fonction tend vers l'unité pour les grandes longueurs d'onde.

Dans le cas des compteurs, nous aurons une formule équivalente

$$n = kn_0(1 - e^{-\mu X}) \frac{\tau + \sigma_C}{\mu}$$

Le facteur  $\alpha$  de la formule précédente disparaît, parce que tout acte d'absorption photoélectrique donne au moins un photoélectron; s'il y a, en outre, un deuxième électron Auger, l'intervalle entre l'émission des deux

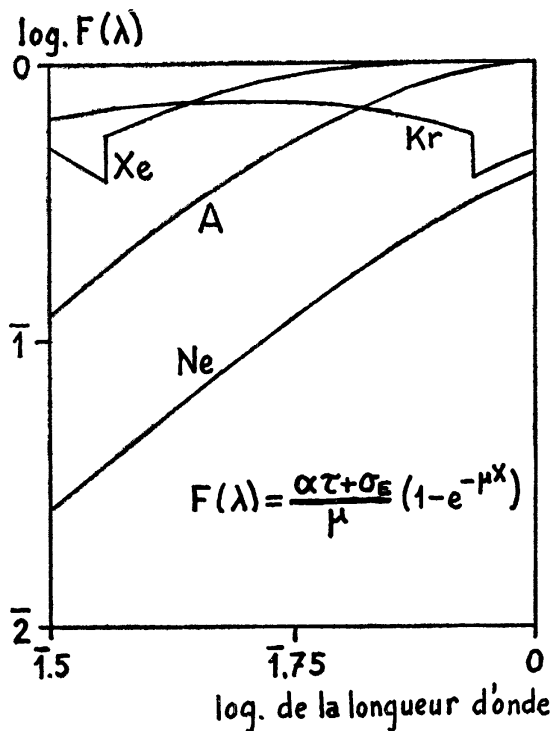


Fig. 7 — Allure de la fonction  $F(\lambda)$  pour les gaz rares, sur coordonnées logarithmiques. Elle tend vers l'unité pour l'Argon, avant, et pour le Xénon, après, la discontinuité  $K$ . La  $F(\lambda)$  permet de traduire les mesures d'ionisation  $i$ , en énergies vraies  $I_0$  en divisant les premières par  $CF(\lambda)$ . C'est un coefficient qui dépend du potentiel d'ionisation de chaque gaz.

est geralmente inferior au temps de résolution du compteur, et les deux sont comptés pour un seul, quelle que soit leur énergie.

Le nombre d'électrons de recul est égal au nombre d'actes de diffusion dont le coefficient est  $\sigma_C$ ; seul leur nombre compte, indépendamment de leur énergie.

Enfin, comme,  $\mu = \tau + \sigma_C$  la fraction est généralement égale à l'unité, et la formule ci-dessus se réduit à:

$$n = kn_0(1 - e^{-\mu x})$$

Le facteur  $K$ , qui dépend généralement

du compteur, exprime le rapport entre le nombre d'électrons libérés et le nombre de coups comptés.  $K$  varie généralement avec la cadence de ces coups, donc, avec le nombre  $n_0$  de photons incidents.

C'est grâce à des calculs de ce genre que nous pouvons déterminer correctement la signification réelle des lectures de nos instruments de mesure.

DR. H. TELLEZ — PLASENCIA

HARGE DE RECHERCHES AU C. N. R. S.  
LABORATOIRE CENTRAL DES SERVICES CHIMIQUES DE L'ETAT  
(PARIS)

## 6. ELECTRÓNICA

### INSTRUMENTOS ELECTROFÓNICOS

Entre as menos espectaculares, mas contudo, bem conhecidas aplicações da electrónica, figura a confecção de instrumentos musicais. Alguns destes pretendem substituir os dispendiosos órgãos das igrejas, outros são pequenos órgãos de câmara usados em casa dos amadores de música, enquanto que outros são instrumentos «solo» trazendo novos e inesperados timbres a violinos, bandolins, etc. Contudo os expoentes destes novos inventos não se limitam a imitar. Uma das vantagens da produção electrónica de música, é a habilidade do executante a aventurar-se em novos domínios do colorido do som com uma inexhaustível paleta.

É talvez desnecessário definir a natureza da qualidade do som, ou timbre. É bem conhecido que o que os cientistas chamam a «nota» de um instrumento de música pode desdobrar-se num número de sons simples e que é o número relativo e a intensidade destas componentes que determinam o timbre. Isto mostra-nos, por exemplo, porque é que um violino e um clarinete, quando tocados separadamente não soam da mesma forma, quando dão uma nota da mesma altura. Em muitos casos estes sons componentes pertencem à série dos harmónicos, isto é, as suas frequên-

cias estão em razões simples para a «fundamental» ou componente de menor altura, mas muitas vezes introduzem-se sons, cuja origem é devida às vibrações das partes fixas dos instrumentos tais como o tampo do violino ou o tubo metálico da trompeta e que não se alteram muito quando o executante passa de uma nota para outra. Um conhecimento deste «formant», como se chama, é muito importante para o construtor de instrumentos.

Anteriormente à valvula termiônica, aperfeiçoaram-se aparelhos para reproduzir a forma da onda dos sons musicais. O «phono-deik» foi o mais perfeito registador mecânico de ondas. Actualmente existem microfones condensadores, amplificadores e oscilógrafos de raios catódicos, para trabalhar por nós, ou ainda há a alternativa do filme sonoro.

Todos estes registadores precisam ser afe-ridos. A sua curva característica (resposta: frequência) deve ser conhecida e corrigidas as resultantes formas das ondas, se fôr necessário, pela não linearidade da resposta no analisador. O aparelho mais conveniente para este fim é um analisador eléctrico de onda. Este analisador eléctrico de onda, é, em princípio, como o conjunto de um receptor de telefonia sem fios, mas cobrindo a gama das

ondas sonoras audíveis em vez das ondas ultrasónicas que se usam para «conduzir» a música radiodifundida. Procede-se à sintonização do analisador através a sua escala de frequências desde 20 a 20 000 vibrações/segundo, registando as várias harmónicas da forma da onda e tomando nota das leituras do voltímetro que regista a intensidade de cada som componente. Este instrumento dá, de facto, uma indicação como a que se obtém muitas vezes num aparelho de telefonia para mostrar quando se alcançou o máximo de sintonização de uma estação.

A Fig. 1 mostra um exemplo desta análise para um som relativamente simples. A curva superior mostra um período completo da forma da onda como foi registada pelo oscilógrafo.

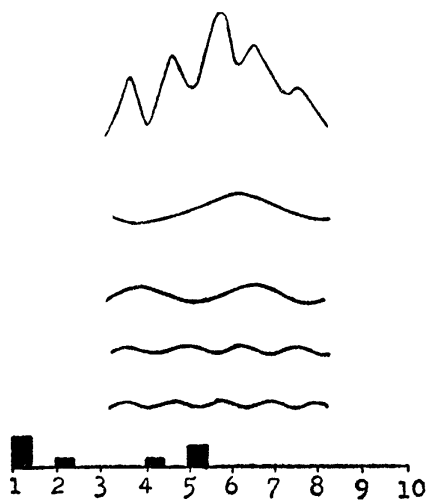


Fig. 1

Por baixo estão três ou quatro sons simples em que foi desdobrada pela máquina. Mostra-se também a sua grandeza relativa pela altura dos rectangulos pretos no «espectrograma acústico» colocado no fundo da figura. Neste caso as componentes são verdadeiros harmónicos e relativamente baixos na série. Quando se eleva a intensidade de um instrumento de música ou quando estamos tratando com sistemas complexos como um sino ou a voz humana todos os harmónicos não são tão grandes como o fundamental e, além disso, cobrem a maior parte da escala musical, de modo que a nova análise pode estender-se à

deteção de uns vinte ou mais sons parciais dentro do alcance da frequência do aparelho.

Pela combinação das componentes na sua verdadeira grandeza e frequência podemos, portanto, reconstituir o som original do produtor, ou podemos experimentar com outras combinações obter novas qualidades do som. Estes são os objectivos dos instrumentos que produzem timbres sintéticos por meios eléctricos, cujos aspectos básicos iremos enumerar. Antes de o fazermos, notaremos que falamos presentemente como se as qualidades de uma nota de um instrumento de música permanecessem imutáveis durante a sua produção, mas isto não é realmente verdadeiro para um instrumento, particularmente para «cordas» ou «metais». Devemos incluir no nosso estudo as notas transitórias que precedem ou seguem as notas sustentadas pelos instrumentos de orquestra e imitá-los em duração e características se queremos a cópia exacta das suas respectivas funções musicais.

O primeiro instrumento produzindo sons electricamente construiu-se antes da era electrónica. Em 1906 o «Telharmónio» foi inventado nos Estados Unidos. Este aparelho, como os actuais, produziam correntes eléctricas de variável frequência e intensidade por meios de elementos rotativos. Estas correntes eram lançadas na rede telefónica dos Estados Unidos e forneciam música aos subscritores em sua casa. Contudo, depois do equipamento ter sido reunido a experiência teve de ser abandonada devido a interferências e efeitos indutivos em outras linhas da rede telefónica ainda longe de perfeita naquela época, se bem que este sistema de produção contivesse todos os elementos essenciais de um órgão eléctrico.

É, porém, nas invenções da válvula termiônica e da célula fotoeléctrica que devemos procurar desenvolvimentos na moderna ciência.

Podemos assim classificar os aparelhos electrofónicos existentes:

- 1) Instrumentos dando notas simples, nas quais a capacitância de um oscilador é variada para alterar a altura.

- 2) Instrumentos contendo um número de osciladores que são postos em accção carregando em teclas e em que o timbre se muda pela interposição de filtros apropriados.
- 3) Instrumentos nos quais a produção do som é assegurada pela emissão de feixes luminosos através fendas sobre uma célula fotoeléctrica, interpondo uma fita ou um disco com convenientes desenhos em preto e branco neles inscritos.
- 4) Istrumentos de corda ou tubos vibrantes que iniciam as notas através um número de «pick-ups» e filtros apropriados.

P(1). O protótipo destes foi o arco cantante de Duddell. O arco está «shuntado» por uma bobina e um condensador cuja indutância e capacidade determinam a frequência natural do circuito. Por mudanças na indutância continuamente variáveis ou por saltos é possível tocar notas afinadas no arco. Desde então têm sido tiradas patentes de numerosos instrumentos usando válvulas osciladoras (audions), mas aqueles com teclados e um oscilador para cada nota têm provado ser muito dispendiosos tanto no custo inicial como na conservação das numerosas válvulas, para obterem carreira no mercado. Permanecem ainda os instrumentos de «solo» dos quais o «Theremin» e o «Trautonium» alcançaram produção comercial. O «Theremin» é um oscilador de frequência pulsátil no qual a capacidade controlando a frequência consiste em um olhal de cobre e uma haste segura na mão (ou algumas vezes a própria mão). A nota pulsátil quando a mão está afastada do olhal está acima do limite audível mas desce através a escala musical quando a mão se aproxima do olhal em virtude do aumento de capacidade.

No «Trautonium», assegurado pela Companhia Telefunken, da Alemanha, é ainda possível fazer «portamentos», ou pode-se passar directamente de nota para nota no próprio estilo musical. Usa-se um tubo com grelha incandescente como gerador de frequência variável. O potencial de grelha que determina a altura é controlado pelo compri-

mento da resistência de um fio obtida pelo executante carregando determinado ponto do fio sobre uma marca numa placa de metal por trás do mesmo como os filetes no braço de um banjo. Outra resistência por baixo da placa é variada pela pressão do dedo sobre a placa alterando assim a intensidade do som. É portanto possível obter uma variação tão suave ao tocar como um «virtuose» consegue de um violino pela simples gradação da pressão de um único dedo sobre o fio, incluindo efeitos tais como tocar «vibrato» e «staccato».

P(2). Este tipo origina o timbre tanto electromagnética como electrostáticamente. A Fig. 2 mostra o esquema de um órgão Hammond. Um motor síncrono comanda uma série de noventa e um geradores de som através rodas dentadas e «pinhões».

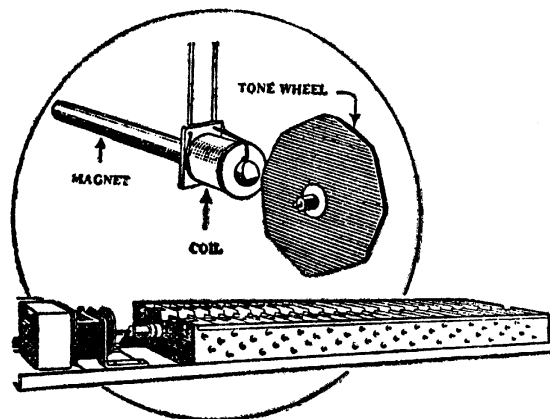


Fig. 2

A roda de som é uma chapa poligonal com o tamanho próximo de meia coroa rodando junto de um ímã permanente no qual está enrolada uma bobina. Quando um ponto saliente da roda passa junto do ímã induz-se uma pulsação de corrente na bobina. A velocidade de rotação e o número de vértices de cada roda são calculadas para que cada disco produza um dos noventa e um sons parciais usados para construir a combinação dos fundamentais e harmónicos para obter o timbre desejado. O último é assegurado no controlador harmónico onde as várias frequências são sobre-

postas e segue como uma única onda complexa para o amplificador colocado na consola.

No tipo electrostático dois electódios estão colocados no ar separados por uma pequena distância, movendo-se um relativamente ao outro. Estas duas placas constituem as duas armaduras de um condensador, geralmente colocadas a uma distância fixa. Uma variação ondulante em capacidade entre as armaduras é causada rodando uma delas sobre a qual estão gravadas fendas sinusoidais enquanto a outra se mantém fixa. Um dos discos estacionários de substância isoladora, na face do qual estão fixadas oito anéis concêntricos de substância condutora cortada em ondas sinusoidais, está indicado à esquerda da Fig. 3. O número de formas para cada anel cresce em potências de dois a partir do centro para o anel exterior o qual tem 256 ondulações. Um par destes discos estacionários fazendo face um ao outro tem entre eles um outro disco de bakelite, que roda — visto à direita da Fig. 3. O disco que roda está provido com oito anéis concêntricos de aberturas,

de válvulas com o fim de produzir os necessários sons fundamentais e as suas oitavas para cobrir a escala musical.

P(3). Há algumas variedades de órgãos fotoeléctricos. Numa, de origem francesa, um número de desenhos sinusoidais está pintado a preto sobre um disco (Fig. 4), que, é posto em rotação por um motor eléctrico de constante velocidade. Cada desenho está provido de uma fenda e de uma pequena lampada por trás dele. A intensidade da luz passando através a fenda é assim variada periódicamente, e a iluminação combinada, por meio de espelhos ou prismas, é levada para a célula fotoeléctrica, da qual a corrente amplificada é levada para o alto-falante. Assim o disco indicado, quando rodando a 50 revoluções por segundo, dá uma série harmónica de sons — até à oitava, mas omitindo a sétima — baseada na fundamental de 200 ciclos por segundo. O timbre é variado ao capricho do executante através a intensidade da corrente aplicada a cada uma de sete pequenas lampadas. Pode-se ainda pintar desenhos no

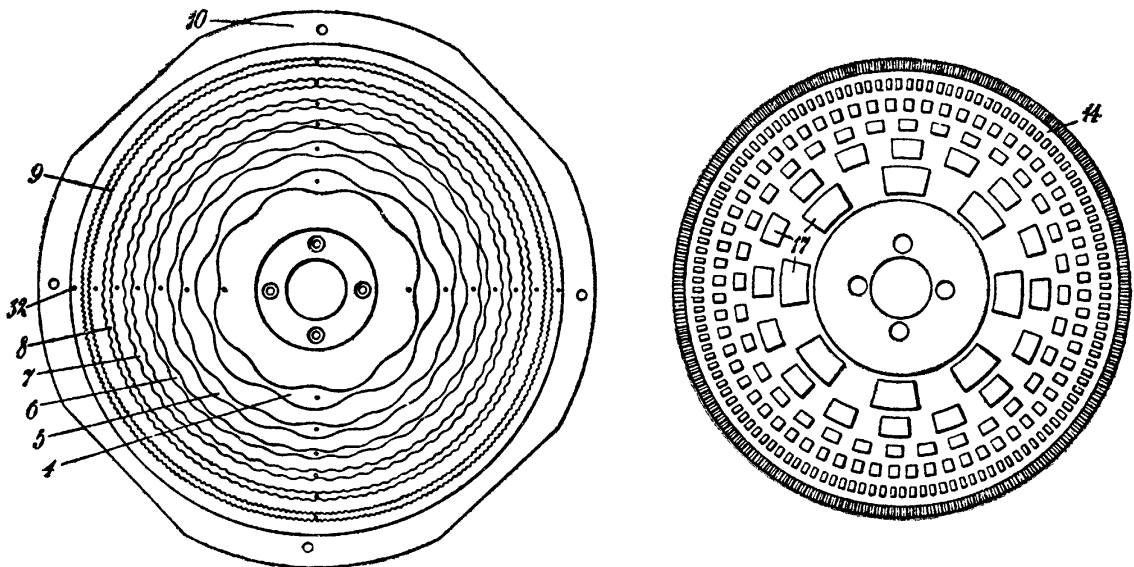


Fig. 3

cada um dos quais cobre meio comprimento de onda da correspondente onda sinusoidal. Estes condensadores de capacidade variável estão em ligação com os circuitos da grelha

disco correspondentes a timbres pre-estabelecidos.

Posto que os três órgãos descritos deem normalmente sons de intensidade fixa, não é

difícil, embora naturalmente auxiliem a sua produção, introduzir circuitos que amortecerão desde o seu começo o som de cada nota tentando assim a imitação dos sons do piano, da harpa, ou do sino, se bem que a forma da onda artificial não varie durante a atenuação da mesma maneira que o faz em alguns dos protótipos. Não está para além do espírito humano projectar circuitos que mudem a qualidade do som ao mesmo tempo que façam a nota extinguir-se. Na realidade alguns inventores conseguem sons constantes e evanescentes como os obtidos em alguma origem amortecida, por exemplo, uma lâmina percutida. Logo que o som tenha alcançado

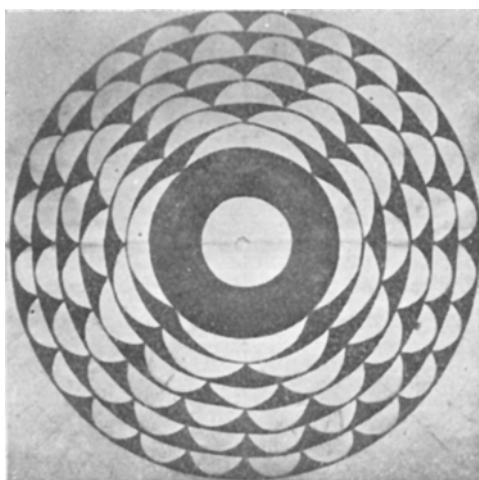


Fig. 4

o seu máximo de intensidade o «pick-up» é ligado sobre um circuito com uma constante de tempo que possa vir a dar maior ou menor amortecimento conforme se desejar, ou manter o som sem dissipação enquanto a tecla está pisada, a despeito do amortecimento no vibrador acústico; (isto necessita uma resistência negativa no circuito).

P(4). Dos tipos que usam um instrumento musical usual como o piano, a guitarra ou o violino e «pick-ups» colocados sobre as cordas, os mais famosos são o «Neo-Bechstein», um piano sem tampo harmónico, e a «Gui-

tarra Eléctrica», ambos tendo «pick-ups» por trás das cordas. Em todos estes instrumentos pode usar-se um «pick-up» magnético, quer dizer, quando a corda de aço vibra muda a indução magnética numa pequena bobina anexa; ou pode trabalhar segundo o princípio electrostático e neste caso o vibrador aproxima-se ou afasta-se de uma placa colocada por trás do fio. O fio é então carregado mantendo uma diferença de potencial superior à da placa de modo que o par constitua um condensador de capacidade variável, que pode estar ligado com o circuito de grelha de uma válvula amplificadora.

Outros instrumentos do mesmo tipo usam palhetas como vibradores acústicos. Algumas vezes estas são excitadas por martelos à maneira de uma celeste; outras vezes empregam-se palhetas mantidas por correntes de ar como no harmónio.

Deve notar-se que muitos destes instrumentos pretendem produzir uma nota uniforme de timbre constante através de toda a escala e não tentam introduzir os sons efêmeros e os «formants» o que consideramos essencial existir se os aparelhos acústicos mecânicos actuais tenham de ser imitados. Contudo, é lícito perguntar se tal imitação servil é desejável e se estes novos instrumentos não poderiam ostentar uma técnica peculiar e ter um repertório musical especialmente escrito para eles.

Já apareceu música para o órgão electrónico no qual o timbre vem expresso por números correspondentes às intensidades parciais requeridas em lugar do registo especial nas músicas para órgãos de tubos. De facto é questão saber se algumas das características implícitas na música de alguns dos mais velhos instrumentos não estão conservadas e toleradas porque é difícil aperfeiçoá-los dentro da estrutura da sua forma presente e do método da sua construção.

Dr. E. G. RICHARDSON

*A «Gazeta de Física» luta por um curso independente de Física*

## 11. QUÍMICA

## ISÓTOPOS EM BIOQUÍMICA

Ainda há poucos anos, o bioquímico viu-se diante de um problema quase irresolúvel, querendo seguir, no organismo vivo, as trocas e transformações metabólicas das substâncias alimentícias ingeridas. Confundem-se estas com os constituintes da célula viva, perdendo-se a sua pista antes da eliminação dos seus derivados, já inúteis para a economia material e energética do organismo. Revelaram-se insuficientes os métodos analíticos da bioquímica estática, grosseira a determinação de números globais, como sejam o balanço nutritivo, e do cociente respiratório. Para distinguir matérias endógenas, para identificar e dosear os produtos intermediários do metabolismo, que desaparecem tão rapidamente como se formam, em quantidades mínimas, num laboratório cujos recipientes não são de vidro, recorreu-se ainda a várias técnicas, nem sempre isentas de objecções justificadas: O método de estudar sistemas simplificados — a profusão dos órgãos isolados e os cortes de tecidos são exemplos desta técnica — não toma em consideração a multiplicidade e a coordenação das reacções biológicas, e as experiências com sistemas alterados lesam as condições fisiológicas. Sobrecarregando, por exemplo, o organismo com determinadas substâncias bioquímicas, para seguir o seu caminho pela acumulação dos seus derivados metabólicos, o bioquímico quase se torna patologista.

Para evitar estes inconvenientes, os bioquímicos procuraram métodos que permitissem assinalar as substâncias ingeridas, em qualquer altura, mediante *indicadores que marcassem* os bioelementos sem alterar as condições fisiológicas pela introdução de corpos estranhos.

A introdução de grupos —  $\text{NO}_2$  nos ácidos orgânicos, a aplicação de corantes estranhos

ao organismo, foram apenas tentativas neste sentido que deram resultados isolados e comprometidos pelas objecções apontadas.

O passo decisivo dos últimos anos, na resolução do problema posto, deve-se à descoberta dos isótopos. Isolaram-se e prepararam-se isótopos dos elementos naturais, que, mesmo em quantidades ínfimas, se distinguem destes pela análise e não lesam as condições fisiológicas.

A técnica dos isótopos-indicadores segue dois métodos fundamentalmente diferentes: Por um lado, empregam-se os *isótopos radioactivos artificiais*, preparando os chamados bioelementos «marcados» pela mistura dos radio-isótopos-indicadores, em quantidades ínfimas, com elementos fisiológicos; por outro lado, aplicam-se os *isótopos estáveis*, que são considerados igualmente como indicadores quando marcam a pleiade do bioelemento em estudo, alterando a sua massa atômica normal.

Entre os *isótopos estáveis* é particularmente importante o caso do hidrogénio. Foi Urey quem, em 1932, descobriu no hidrogénio normal partículas com a massa 2, que acompanham o isótopo leve de massa 1 na proporção de 0,02 %. Com este hidrogénio pesado ou deutério, Lewis preparou a chamada água pesada, cuja densidade é cerca de 10 % superior à da água ordinária, o que é muito, dado o rigor dos métodos densimétricos.

Na nova técnica bioquímica, o organismo a estudar é alimentado, no sentido mais vasto do termo, com os compostos hidrogenados, marcados com deutério, quer se trate de compostos minerais, como a água, quer de compostos orgânicos em que se introduziu por métodos químicos, por exemplo por hidrogenação catalítica, algum hidrogénio pesado.



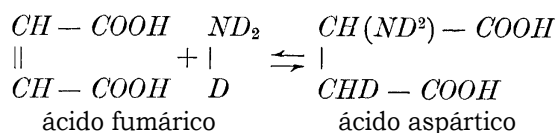
As substâncias alimentícias normais são marcadas com os compostos deuterados apenas na concentração indispensável para que seja possível a identificação posterior do hidrogénio pesado pela sua massa.

Para seguir o destino do hidrogénio ingerido, são analisados, passado algum tempo, os órgãos e excreções do organismo, onde se poderia ter instalado. Neste intuito, a água dos humores é separada por destilação cuidadosa, e a matéria orgânica submetida à combustão, que produz, do mesmo modo, água a partir do hidrogénio. A densidade destas fracções aquosas é determinada, indicando um valor superior ao da água normal a presença de água marcada, proveniente da matéria alimentícia em estudo.

As primeiras experiências com água pesada foram realizadas por Hevesy e colaboradores sobre problemas de permeabilidade de membranas à água. Segundo estes autores, são rápidas as trocas entre a água do organismo de peixe e a do ambiente. Krogh e Ussig observaram que a água penetra nos ovos retirados do oviduto da truta, mas que, ao cabo de poucas horas, estes ovos se tornam impermeáveis, ficando neste estado até que aparecem os olhos do embrião. No coelho a água marcada atravessa a membrana capilar em 40 segundos e, após 24 minutos, toda a água do organismo está diluída com a água injectada. Hevesy e Hofer mostraram que o homem só lentamente elimina o óxido de deutério ingerido; em cerca de 9 dias, só metade aparece nas urinas.

As experiências mencionadas e inúmeras outras foram realizadas com água «marcada», isto é, com água normal contendo pequena percentagem de óxido de deutério. Outros trabalhos foram efectuados com água pesada quase pura, com o intuito de estudar a acção da água como meio de reacção bioquímica. Verificámos no Instituto Rocha Cabral, já em 1935, que várias reacções enzimáticas que estudámos se realizam mesmo em água pesada pura, mas que as velocidades das fermentações não são iguais às das observadas com água normal, o que, segundo Bonhöffer,

permite conclusões cinéticas no que respeita à afinidade do enzima para com o seu substrato, ou melhor, no que respeita à constante de dissociação do complexo substrato-enzimático. Pela mesma técnica, procedemos à síntese fermentativa de vários compostos deuterados, mediante processos que compreendem reacções em que intervém hidrogénio, como sejam hidrolises, oxireduções ou hidratações. Obtivemos assim, por exemplo, ácido aspártico com hidrogénio pesado no grupo aminogénio, fixando amónia deuterada sobre a dupla ligação do ácido fumárico.



As nossas experiências cinéticas demonstram que, em solutos concentrados de água pesada, o deutério, embora quimicamente idêntico ao isótopo de massa 1, já pode produzir efeitos específicos, efeitos dependentes naturalmente da sua massa elevada. As ratas porém aguentam bem uma concentração de água pesada desde que não vá além de 25 %; em muitas plantas não se manifesta efeito algum mesmo com o óxido de deutério puro.

As experiências mais interessantes em bioquímica foram realizadas, claro está, com compostos *orgânicos* do deutério, empregados para marcar, com quantidades pequenas, substâncias fisiológicas cujo trajecto no organismo se procurava seguir.

Foram pioneiros da técnica com isótopos estáveis os americanos Rittenberg e Schönheimer; estes autores foram os primeiros a demonstrar que a desidrogenação dos ácidos gordos é um processo fisiológico e que, vice-versa, a hidrogenação enzimática de ácidos não saturados é também uma função vital do organismo dos ratos.

Na investigação dos protidos, foi estudada, por exemplo, em que medida se dá a síntese *in vivo* de aminoácidos. No organismo de ratos tratados com água pesada, todos os

aminoácidos isolados eram deuteronados, isto é, sintéticos, com excepção da lisina, o que não é surpresa, visto que a lisina sempre foi considerada um aminoácido exogéneo, indispensável à alimentação animal.

Todavia as experiências mais elucidativas da nova técnica, no domínio proteico, foram realizadas com o isótopo pesado do azoto normal, cuja pleiade contém, por cada 3000 átomos de massa 14, só um átomo do isótopo de massa 15. Têm-se empregado igualmente isótopos indicadores do enxofre, do oxigénio, e o isótopo estável do carbono, de massa 13, isótopo de importância decisiva em bioquímica.

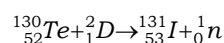
Os bioelementos marcados podem portanto ser preparados a partir das pleiades normais da Natureza e ser doseados com grande rigor, o que se confirma sobretudo para o hidrogénio, por ser a massa do deutério dupla da do isótopo leve e abundante. Mas as operações analíticas de separação são muitas vezes difíceis e prolongadas, não só para eliminar quaisquer impurezas, mas também para evitar trocas espontâneas com elementos do ambiente.

Estas dificuldades não existem praticamente com os *isótopos radioactivos artificiais*. A sua detecção talvez nem sempre atinja o rigor da densimetria da água pesada, mas os aparelhos registadores das radiações são de extrema sensibilidade qualitativa e sobretudo são muito simples as operações analíticas. No entanto, um elemento radioactivo tem muitas vezes um período relativamente curto, o que faz com que se deva trabalhar rapidamente, em síntese e análise, a não ser que se apliquem concentrações elevadas, quer dizer, prejudiciais, do radioelemento. É este, contudo, o único inconveniente dos isótopos radioactivos artificiais cuja aplicação, de preferência à dos estáveis, é cada vez mais frequente pelas facilidades analíticas que oferecem e pela simplicidade da sua preparação, pelo menos nos Estados Unidos da América e em outros países que possuem as instalações respectivas. Muitos isótopos radioactivos são hoje obtidos, em abundância, pela cisão do urânio nas pilhas atómicas.

É particularmente importante, em bioquímica,

a preparação de radioisótopos do enxofre, do iodo, do sódio, do ferro, do fósforo e sobretudo a dos radiocarbonos de números de massa 11 e 14.

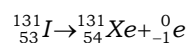
A aplicação em bioquímica de radioelementos indicadores com o intuito de marcar compostos, cujo trajecto nos organismos vivos se pretende seguir, é já anterior à descoberta da radioactividade artificial, por Joliot e I. Curie. Hevesy, em 1923, utilizou rádio D, isótopo radioactivo natural do chumbo, para seguir o trajecto deste elemento em plantas; sendo a análise radioscópica um milhão de vezes mais sensível do que a química, Hevesy pôde empregar quantidades ínfimas, evitando assim quaisquer efeitos tóxicos dos vestígios de rádio D que marcaram o chumbo. Mas o chumbo não é um elemento biogénio; o primeiro radioelemento fisiológico estudado sistematicamente, pela nova técnica, foi o fósforo, aplicado em estudos muito completos por Hevesy e colaboradores. Seguiram-se inúmeros outros trabalhos, em que se distinguiu especialmente a escola americana de Hamilton. É particularmente interessante o caso do iodo. Joliot e colaboradores descrevem como obter radioiodo  $^{131}_{53}I$  com o período de semitransformação de 8 dias, bombardeando o telúrio normal com deutões, segundo o esquema:



O telúrio normal inclui, na sua pleiade de isótopos, 33 % de  $^{130}_{52}Te$ .

Além do radioiodo indicado, formam-se outros isótopos do iodo com pequenos rendimentos ou de períodos demasiadamente curtos. Para isolar o radioisótopo preparado, o sistema bombardeado é atacado por um ácido e o radioiodo arrastado, por destilação, em presença de iodo inactivo. Em seguida, o iodo é fixado sob a forma dum sal sódico.

Este isótopo 131 do iodo transmuta-se segundo o esquema:



isto é, com emissão de electrões negativos. 3 mg de uma preparação de iodo assim mar-

cado manifestaram uma actividade de  $5 \times 10^6$  impulsos/min, medida com um contador de partículas de Geiger-Müller, sob determinadas condições geométricas.

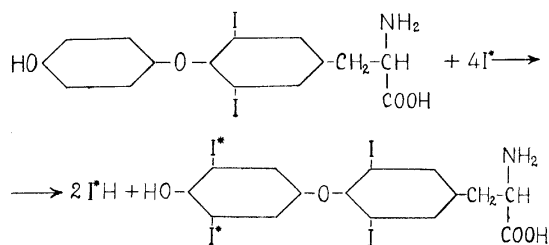
Nos estudos com radioiodo aplicam-se três técnicas usadas geralmente com os radioelementos indicadores. Em primeiro lugar, o bioquímico pode seguir *in vitro* a assimilação do elemento administrado, a sua transformação em derivados metabólicos e a sua eliminação, pela determinação quantitativa da radioactividade de amostras de tecidos retirados do organismo, mediante electroscópios e, sobretudo, mediante contadores Geiger-Müller. Em segundo lugar, a acumulação selectiva do radioelemento pode ser observada *in vivo*, medindo-se a intensidade das radiações que, atravessando o organismo, atingem um contador de Geiger-Müller, colocado em face do órgão em estudo. Em 3.º lugar, podem obter-se autoradiografias de cortes de tecidos onde o radioelemento se tenha acumulado, pois as radiações emitidas podem impressionar películas fotográficas.

O radioiodo foi empregado sobretudo no estudo da glândula tiroideia, a qual é o único tecido com a propriedade de acumulação selectiva de iodo em quantidades relativamente grandes, contendo em condições normais 1 % de iodo. Foi mediante o emprêgo de radioiodo que Herz e colaboradores demonstraram a grande velocidade com que o iodo é acumulado na tiroideia, chegando a este órgão poucos minutos depois de administrado por via bucal. Hamilton comparou, *in vivo*, a velocidade de assimilação do iodo marcado em pessoas normais e em doentes sofrendo de vários estados patológicos. Foram administrados, pela boca, solutos de iodeto alcalino contendo 14 mg de iodo marcado com o radioisótopo, cuja actividade correspondeu a 24-100 microcuries. Colocando o contador de Geiger-Müller directamente sobre o istmo da glândula, a radioactividade foi determinada e comparada com a do produto administrado. Verificou-se a rápida assimilação do radioiodo em doentes com bócios não tóxicos, feita a comparação com casos normais, o que deve atribuir-se à

falta aparente de iodo nestes doentes. Nos casos de hipertiroidismo, a rápida assimilação é seguida por perdas imediatas de  $1/2$  até  $4/5$  do iodo recebido na glândula nas primeiras horas. Esta observação faz admitir não só a avidéz da glândula para o iodo, mas também que o mecanismo da retenção do elemento deve estar perturbado. A reduzida assimilação nos doentes sofrendo de hipertiroidismo pode ser explicada pelo facto de que a glândula não está habilitada a fornecer as quantidades hormonais necessárias às exigências metabólicas, isto é, a incapacidade da assimilação do iodo deve estar relacionada com a falta de possibilidade de síntese para a hormona tiroideia.

A técnica das autoradiografias é utilíssima também em estudos embriológicos como, mais uma vez, mostra o exemplo da tiroideia. Gorbmann e Evans averiguaram em que período do desenvolvimento do embrião da rã a glândula começa a ter possibilidade de fixar iodo. Mantiveram as larvas durante uns poucos de dias em  $500\text{cm}^3$  de água contendo 150 mc de radioiodo, procedendo em seguida à obtenção das autoradiografias de preparações histológicas de cortes tecidulares. Larvas com menos de 10 mm de comprimento não revelaram evidência da acumulação de iodo, mas larvas com dimensões superiores mostraram já certa evolução morfológica, começando a ter a capacidade de acumular cada vez mais iodo.

A revolução da técnica bioquímica é posta em destaque particular pela primeira síntese duma hormona radioactiva, síntese conseguida por F. Joliot e colaboradores que obtiveram tiroxina com dois átomos de radioiodo, segundo o esquema:



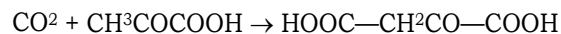
Pela aplicação de poucos mg de iodo marcado, prepararam 7 mg de tiroxina radioac-

tiva, (correspondendo a sua actividade, no início, a 700.000 impulsos /min, medidos sob determinadas condições geométricas fixas, o que permite identificar quantidades de hormona da ordem de 0,01  $\gamma$ ), que foi injectada nas veias de coelhas grávidas, sendo os animais sacrificados após 5 horas. Mediu-se a seguir a radioactividade do sangue, das urinas, da bilis, da tiroideia, da hipófise e dos embriões, comparando ainda os valores obtidos com os observados nos mesmos órgãos em animais a que foi injectado radioiodo mineral em lugar da hormona. Em alguns casos, separou-se até a tiroxina, a di-iodotirosina e o iodeto mineral. Segundo as observações dos autores franceses, a radioactividade das urinas é mais forte após ingestão de hormona do que com o radioiodo. O mesmo se passa na bilis. Verificaram mais uma vez que o ião iodeto se precipita com tropismo extraordinário para a tiroideia e que, 5 horas depois da injeção, o animal já elimina tiroxina e di-iodotirosina radioactivas, sintetizadas pelo organismo. A tiroxina injectada dirige-se mais facilmente à hipófise do que à tiroideia, o que é uma constatação importante para o estudo das funções tireotrópicas. Finalmente, permitiu a técnica radioactiva de Joliot estudar a permeabilidade da placenta que, no meio da gestação, deixa passar muito mais facilmente o ião iodeto do que a tiroxina.

Entende-se que a aplicação dos isótopos do carbono em bioquímica tem uma importância decisiva. Trabalha-se aqui não só com o isótopo estável  $C^{13}$ , mas também com os rádio-carbonos  $C^{11}$  e  $C^{14}$ , tendo o primeiro uma vida média extremamente curta de 21 minutos e o segundo, pelo contrário, um período de mil anos aproximadamente, de modo que pode ser sempre recuperado.

Marcando com estes isótopos-indicadores o anidrido carbónico, os biólogos começam a esclarecer o mecanismo da fotosíntese nas folhas verdes, sobre o qual se tem mantido, durante dezenas de anos, hipóteses completamente errôneas, como mostraram sobretudo Ruben, Kamen e outros; nos seus trabalhos com a alga *Chlorella*, nunca encontraram al-

deido fórmico marcado, mas sim grupos carboxilos de ácidos bastante complexos que se formaram segundo  $RH + CO^2 \rightarrow RCOOH$ . Além disto, verificou-se sobretudo que o próprio organismo animal é capaz de fixar directamente o anidrido carbónico marcado segundo o esquema:



Só com a técnica dos isótopos indicadores foi possível estabelecer que, mediante a reacção anterior, por 25 moléculas de  $CO^2$  eliminadas, uma é assimilada, com prolongamento da cadeia carbonada. Com o óxido de carbono contendo radiocarbono foram executados ainda estudos *in vivo* sobre as possibilidades da sua oxidação respiratória, problema que tem interesse, por exemplo, para os soldados que ocuparem tanques, aviões ou submarinos. Verificou-se que o anidrido carbónico eliminado nunca apresentava radioactividade e, portanto, não provinha do óxido de carbono ingerido.

Quanto ao metabolismo mineral, são igualmente inúmeros os trabalhos já executados. A escola de Hevesy e a de Hamilton distinguiram-se aqui particularmente.

O caso do radiofósforo, com um período muito favorável de 14 dias, é especialmente ilustrativo e de grande interesse fisiológico, por ser um elemento biogénico muito importante não só no metabolismo mineral, mas também no dos lípidos e na oxidação celular dos glúcidos. Centenas de trabalhos foram já efectuados sobre a absorção do fósforo branco e vermelho, trocas de fósforo nutritivo e endógeno, excreção pelos rins e intestinos e rejuvenescimento do esqueleto, assim como sobre a formação dos fosfolipóides do tecido nervoso, intervenção de ésteres fosfóricos no metabolismo dos glucidos etc., etc., estudos estes ligados, sobretudo, à escola de Hevesy.

A tabela apresentada a seguir, sobre a distribuição do fósforo marcado no organismo duma ratazana, mostra o desaparecimento de 98 % do sal administrado, dentro de 4 horas, que se explica sobretudo pelas trocas com o fósforo do esqueleto que, por sua vez, mobi-

liza o fósforo necessário a outras funções do organismo.

O quadro revela, de facto, não só a distribuição, numa ratazana, do fósforo marcado e o mecanismo da sua eliminação, mas também que certa parte do fósforo assimilado pelos ossos deve passar, dentro de três semanas, para os outros órgãos. Em outras experiências, confirmou-se o equilíbrio dinâmico na formação óssea, pela distribuição rápida e igual do radiofósforo sobre todo o esqueleto do individuo.

Distribuição do Fósforo marcado numa ratazana.  
(Administração oral)

Fracção	% P marcado	
	após 3 semanas	após 4 horas
Sangue .....	2,4	—
Ossos .....	48	24,8
Músculos .....	25	18,4
Trato digestivo...	10,8	—
Fígado .....	9,8	1,7
Rins .....	2,3	0,1
Baço .....	0,3	—
Pele, pelos .....	1,2	—
Cérebro .....	0,08	0,1
Urina .....	—	26,3
Fezes .....	—	31,8

Mas é curiosa a constatação de que, no homem adulto, que deve ingerir 2 g diários de fósforo, a troca de 1 % do fósforo dentário se deve efectuar em cerca de 250 dias. Demonstrou-se também, pela nova técnica, que o fósforo eliminado pelo intestino só em pequena proporção provém de fonte alimentícia directa, sendo a maior parte de origem endógena.

Na realidade, a aplicação dos isótopos radioactivos não se limita a investigações de problemas puramente científicos na química fisiológica: os radioisótopos foram empregados já com exito em prol da saúde humana; impõe-se, por um lado, a sua aplicação no diagnóstico clínico, e, pelo outro, a absorção selectiva de substâncias, dotadas de radioactividade, não pode deixar de chamar a atenção do médico sobre as possibilidades terapêuticas de irradiações eficazes *in situ*, onde os raios X ou não penetram ou não podem ser orientados de maneira concentrada.

Finalmente, deve salientar-se que a aplicação biológica dos radioelementos é só uma entre muitas; não se aludiu sequer, neste relatório dedicado à bioquímica, às aplicações vastas que os isótopos-indicadores têm em análise química, no estudo da catálise, em geologia, em agronomia e em muitos outros problemas tecnológicos e científicos.

Deviam igualmente analisar-se as possibilidades de aplicação da nova técnica no nosso país. Sendo indiscutível o grande valor científico e humanitário dos isótopos-indicadores, quer sejam estáveis quer radioactivos, convém-nos averiguar em que condições seria possível a sua obtenção em Portugal. Podemos importar os isótopos ou então produzi-los. Existem nos Estados Unidos, sobretudo, além dos centros de separação dos isótopos estáveis, vários ciclotrões e, especialmente, as pilhas atômicas, produtoras de radioelementos, e há várias organizações para a sua distribuição mundial. A Sun Oil C.<sup>o</sup> e a Houdry Process Foundation, por exemplo, distribuem gratuitamente o isótopo estável C<sup>13</sup> a quem possa justificar tal donativo... e os pedidos de radioisótopos provenientes da cisão do urânio, segundo o Manhattan Project, devem ser dirigidos a «Isótopos Branch Research Division», Manhattan District. Entre nós, no entanto, várias dificuldades vêm complicar a aquisição dos produtos; basta lembrar que muitos radioelementos têm um período de semitransformação de poucas horas ou dias para se reconhecer a utilidade duma fabricação no país, pelo menos dos radioisótopos. A instalação de um dispositivo que permitisse aumentar a energia cinética de partículas pesadas na medida suficiente para se poderem obter isótopos artificiais por bombardeamento de elementos estáveis naturais, seria sem dúvida dispendiosa, mas os sacrificios seriam largamente recompensados pelos incalculáveis benefícios científicos, humanitários e mesmo económicos que o país teria.

KURT JACOBSON

PROF. AGREGADO DA F. C. L.

(segundo um relatório apresentado ao 2.<sup>o</sup> Congresso  
Biológico Português, 1948)

## EXAMES DO ENSINO MÉDIO

**Exames de aptidão para frequência das licenciaturas em ciências matemáticas, ciências físico-químicas e ciências geofísicas, preparatórios para as escolas militares e curso de engenheiros geógrafos — 1950.**

69 — 1.º Verifique a lei de Dalton nos compostos cuja composição centesimal é:

$$A \begin{cases} P\% = 43,46 \\ O\% = 56,34 \end{cases} \quad B \begin{cases} P\% = 56,37 \\ Q\% = 43,63 \end{cases}$$

e determine as suas fórmulas empíricas.

$$(P = 31; O = 16)$$

2.º Determine o peso atômico dum elemento biatômico sabendo que 4,48 litros desse elemento, no estado gasoso e nas condições normais de temperatura e pressão, pesam 14,2 gramas.

3.º Uma solução de ácido sulfúrico contém 4,9 gramas deste ácido em 200 centímetros cúbicos de solução.

Deseja saber-se:

a) Qual o factor de normalidade desta solução:

b) Qual o volume de soda cáustica N/4 necessário para neutralizar 0,25 litros desta solução;

c) Qual o volume de anidrido carbónico, medido nas condições normais de temperatura e pressão, que se obtém quando se tratam 200 centímetros desta solução por um excesso de carbonato de cálcio.

$$(S = 32; H = 1; C = 12).$$

R: 1.º — A quantidade de oxigénio que, em cada um dos compostos, está combinada com a quantidade constante 31 g de fósforo, é, para o composto A,  $p_1 = 40,0$  g e, para o composto B,  $p_2 = 24,0$  g. A razão  $p_1/p_2 = 40,0/24,0 = 5/3$  verifica a lei de Dalton. As fórmulas empíricas dos compostos A e B são, respectivamente,  $P_2O_5$  e  $P_2O_3$ .

2.º) — Atendendo a que o átomo-grama dum elemento biatômico ocupa, no estado gasoso e nas condições normais de pressão e temperatura, 11,2 litros, deduz-se que o elemento considerado tem o peso atômico 35,5.

3.º) — a) O soluto é heminormal, isto é,  $f = 0,5$ .

b) Como o factor de normalidade da soda cáustica é 0,25, e o do soluto ácido é 0,5, de  $f \cdot v = f' \cdot v'$  tira-se:  $v' = f \cdot v / f' = 0,5 \times 0,25 / 0,25 = 0,5$  l do soluto de soda N/4.

c) Obtêm-se 1,12 litros de anidrido carbónico.

70 — 1.º Escreva as equações químicas que traduzem a acção do cobre sobre o ácido sulfúrico concentrado e acção duma solução de cloreto de sódio sobre uma solução de nitrato de chumbo.

2.º Escreva a equação química que traduz a formação dum ester.

Em que difere a reacção de neutralização da reacção de esterificação?

3.º Escreva as fórmulas dos seguintes compostos: protóxido de ferro, sexquióxido de crómio, sulfato férrico, ácido acético, álcool etílico, glicerina.

**Exames de aptidão para frequência das licenciaturas em ciências Geológicas e ciências Biológicas — 1950.**

71 — a) Definir equivalente e enunciar a lei das proporções múltiplas.

b) Um óxido de um elemento contém 23,95 por cento de oxigénio, e um cloreto do mesmo elemento 45,61 por cento de cloro. A densidade de vapor do cloreto, em relação ao hidrogénio, é 116,7. Qual será o peso atômico do elemento? Escrever a fórmula do óxido.

Os dados do problema permitirão determinar com segurança o peso atômico do elemento?

c) A densidade de vapor do cloreto diminui para o valor limite 58,4, com o aumento de temperatura. Como interpreta este comportamento?

$$(O = 16,00; Cl = 35,46).$$

R: b) Atendendo ao que se afirma na alínea c) e que só pode ser interpretado admitindo que o cloreto se dissocia pela acção do calor, não se podia calcular o peso molecular do cloreto a partir do valor da sua densidade de vapor, visto esta ser variável.

Se se admitir que o valor da densidade de vapor do cloreto, indicado na alínea b) é o que corresponde à molécula não dissociada do cloreto, então a resolução do problema será a seguinte: De  $d = M/M_H$  tira-se:  $M = d \times M_H = 116,7 \times 2 = 233,4$  (peso molecular do cloreto). A quantidade de cloro existente na molécula-grama do cloreto é:  $45,61 \times 233,4 / 100 = 106,5$ , equivalente a 3 átomo-gramas de cloro. A quantidade do elemento E, combinada com o cloro, é:  $233,4 - 106,5 = 126,9$ . A partir das percentagens do cloro no cloreto e do oxigénio no óxido, podiam determinar-se para o elemento E, os números proporcionais 42,3 e 50,8, respectivamente. A comparação destes números com o número 126,9 leva-nos a concluir que o peso atômico do elemento E é 126,9 e que as fórmulas do cloreto e do óxido são respectivamente.  $Cl_3E$  e  $E_2O_5$ .

72 — a) Definir electrólito e dar exemplos de dissociação electrolítica de substâncias em solução.

b) Indicar o mecanismo de condução eléctrica, entre eléctrodos inertes, numa solução aquosa, diluída, de cloreto de sódio.

Escrever as equações das reacções catódica, anódica e total.

c) Razão por que uma solução normal de ácido clorídrico é melhor condutor eléctrico do que uma solução equivalente de ácido acético.

### Exames de aptidão para frequência dos preparatórios para a Faculdade de Engenharia — 1950.

73 — a) Defina electrólise; enuncie as suas leis.

b) Que aplicações pode fazer de uma e de outras, na Química.

c) Considere a electrólise da água acidulada pelo ácido nítrico; indique as reacções na região catódica, na região anódica, e a reacção total que traduz a referida electrólise.

Por que será que na prática é mais conveniente alcalinizar a água do que acidulá-la, para a electrolisar?

74 — a) Peso molecular e volume molecular dos corpos simples e dos corpos compostos. Interesse do volume molecular no significado quantitativo volumétrico das equações químicas.

b) Quais são os principais métodos para a determinação dos pesos moleculares? Qual é a diferença fundamental entre os métodos físicos e químicos utilizados?

c) Uma mistura gasosa de três gases  $G_1$ ,  $G_2$ , e  $G_3$ , tem a seguinte composição centesimal volumétrica:

$V_1$  % do primeiro gás;

$V_2$  % do segundo gás;

$V_3$  % do terceiro gás.

Os pesos moleculares destes gases são respectivamente:  $M_1$ ,  $M_2$  e  $M_3$ . Achar a composição centesimal em peso da mesma mistura. R: c) Resolvendo o sistema:

$$\begin{cases} p_1 = 22,4 \times (V_1/M_1) \\ p_2 = 22,4 \times (V_2/M_2) \\ p_3 = 22,4 \times (V_3/M_3) \\ P = p_1 + p_2 + p_3 \end{cases}$$

obtem-se os valores das massas dos 3 gases contidos em 100 l da mistura e também a massa P desse volume da mistura. A composição centesimal em peso da mistura será:

$$\begin{aligned} p'_1 &= p_1 \times (100/P) \% \text{ de } G_1 \\ p'_2 &= p_2 \times (100/P) \% \text{ de } G_2 \\ p'_3 &= p_3 \times (100/P) \% \text{ de } G_3. \end{aligned}$$

Soluções de MARIETA DA SILVEIRA

## PROBLEMAS DE EXAMES UNIVERSITÁRIOS

### F. C. L. — Curso Geral de Química — Maio de 1950.

106 — Calcule o coeficiente de extinção molecular de um soluto heminormal de sulfato cúprico, sabendo que a intensidade de um feixe luminoso, que atravessou uma camada daquele soluto, com a espessura de 10 cm, foi reduzida de 1/3. R: Aplicando a expressão  $I = I_0 \times 10^{-k'cd}$  e fazendo  $I = 2/3I_0$ ,  $c = 0,25$  moles/litro e  $d = 10$  cm, deduz-se para o coeficiente de extinção molecular o valor:  $k' = 0,071$ /cm. mol.

107 — Sabendo que o polónio se transmuta por via  $\alpha$ , segundo o esquema:  ${}^{210}_{84}\text{Po} \xrightarrow{\alpha} {}^{206}_{82}\text{Pb}$ , e que o período de semi-desintegração do polónio é 140 dias, calcular a quantidade de chumbo estável acumulada a partir de 10 mg de polónio durante 2 anos. R: A quantidade de polónio ainda existente ao fim de 2 anos será  $q = q_0 e^{-\lambda t} = 10 \times e^{-(0,693/140) \times 2 \times 365} = 0,27$  mg. A quantidade de polónio que se transmutou, durante aquele tempo, será:  $q_0 - q = 10 - 0,27 = 9,73$  mg, e a quantidade de chumbo acumulado será:  $p = 9,73 \times (206/210) = 9,54$  mg.

108 — 15 g duma sacarose comercial foram dissolvidos em água até perfazer 100 cm<sup>3</sup>. A observação polarimétrica do soluto obtido indicou um desvio de 11°. Sabendo que o poder rotatório específico da sacarose é 66,7° e que o comprimento do tubo polarimétrico é de 2 dm, diga como devia proceder à dilui-

ção do soluto primitivo, para obter um soluto, cuja concentração fosse 10 g/l em sacarose pura. R: Aplicando a lei de Biot tem-se:  $A = [A]_t^D \frac{p l}{v}$  donde

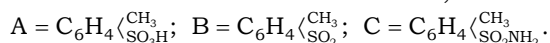
$p = A \times V / [\alpha]_t^D \times l = 11 \times 100 / 66,7 \times 2 = 2,85$  g de sacarose pura, existente na amostra analisada. Para obter um soluto com uma concentração de 10 g/l em sacarose pura, teríamos que adicionar, ao soluto dado, água destilada até perfazer o volume de 825 cm<sup>3</sup>.

109 — 8,65 g duma mistura de ClK e BrK anidros foram dissolvidos em água, perfazendo-se 100 cm<sup>3</sup>. Este soluto foi depois analisado pelo processo de Charpentier-Volhard: trataram-se 20 cm<sup>3</sup> do soluto por 30 cm<sup>3</sup> de  $\text{NO}_3 \text{Ag}$ , N, filtrou-se e, a 25 cm<sup>3</sup> do líquido filtrado, adicionou-se SCNK também normal, tendo-se gasto 4 cm<sup>3</sup>. Qual a composição da mistura primitiva? R. Resolvendo o sistema constituído pelas duas equações:  $x + y = 8,65$  e  $x \times (1000/\text{ClK}) + y \times (1000/\text{BrK}) = (30-8) \times (100/20)$ , obtem-se os valores:  $x = 7,46$  g de ClK e  $y = 1,19$  g de BrK, que nos indicam a composição da mistura primitiva.

### F. C. L. — Curso Geral de Química — Julho de 1950.

110 — 0,344 g dum ácido sulfónico A deram, na análise, 0,616 g de  $\text{CO}_2$  e 0,144 g de  $\text{OH}_2$ . O doseamento do enxofre em 0,258 g de A conduziu a 0,350 g

de  $SO_4Ba$ . Pela acção do  $Cl_{15}P$  sobre a substância  $A$  obteve-se um composto  $B$  que, reagindo com o amoníaco, deu origem à formação duma substância  $C$  de composição centesimal: 49,1 % de  $C$ ; 5,3 % de  $H$ ; 18,7 % de  $O$ ; 8,2 % de  $N$ ; e 18,7 % de  $S$ . Indique as fórmulas racionais das substâncias  $A$ ,  $B$  e  $C$ . R:



**111** — 0,300 g dum ácido orgânico  $A$  deram, na análise, 0,440 g de  $CO_2$  e 0,180 g de  $OH_2$ . 0,334 g do sal de prata de  $A$  deixaram, por calcinação, um residuo de 0,216 g de prata. Por aquecimento enérgico do sal de cálcio de  $A$  destilou um liquido  $B$  cuja densidade de vapor, em relação ao ar, é 2,01 e cuja composição centesimal é: 62,1 % de  $C$ ; 10,3 % de  $H$  e 27,6 % de  $O$ . Indicar as fórmulas racionais das substâncias

$A$  e  $B$  e as equações interpretativas das transformações efectuadas. R:



**112** — 0,256 g duma substância aromática  $A$ , cuja densidade de vapor em relação ao ar é 4,4, deram na análise 0,880 g de  $CO_2$  e 0,144 g de  $OH_2$ . Por oxidação da substância  $A$  obteve-se um ácido  $B$ , contendo 57,8 % de carbono, 3,6 % de hidrogénio e 38,6 % de oxigénio. Na neutralização de 0,166 g de  $B$  gastaram-se 20,0 cm<sup>3</sup> de  $OHNa$ ,  $N/10$ . Estabeleça as fórmulas de estrutura dos compostos  $A$  e  $B$  e indique um derivado importante do anidrido do ácido  $B$ . R:  $A = C_{10}H_8$  (naftaleno);  $B = C_6H_4 \begin{matrix} COOH \\ \diagdown \\ COOH \end{matrix}$  (ácido ortoftálico). Derivado importante do anidrido ftálico: a fenolfaleina.

Resoluções de Marieta da Silveira

## INFORMAÇÕES VÁRIAS

### NOTICIÁRIO

#### Lâmpada infra vermelha falante...

A radiação infravermelha não é afectada, durante a transmissão, pelas condições atmosféricas, salvo no caso de haver um espesso nevoeiro, ou um fumo intenso. Não é portanto de admirar que se procure utilizar os raios infravermelhos para a ligação entre barcos ou entre os barcos e a terra. Para a produção de raios infravermelhos, o Dr. Norman G. Beese utiliza uma lâmpada de vapôr de césio. As correntes são amplificadas e modulam o feixe infravermelho, cuja frequência é 350 milhões de vezes maior do que a das ondas utilizadas vulgarmente em rádio. No caso de se desejar que as conversas sejam confidenciais, adaptam-se à lâmpada de césio, filtros, que só deixem passar radiações de um comprimento de onda determinado, e que absorvem quase por completo todas as radiações visíveis capazes de fazer a comunicação.

(De *Science et Vie*)

L. S.

#### Forno para fundir o tungsténio

Na investigação para fins industriais, de elevadas temperaturas, tem-se utilizado a electricidade com bons resultados (arco eléctrico, aquecimento por indução, etc...) mas, para o estudo das propriedades dos corpos, que se conseguem fundir por este processo, é indispensável que a atmosfera em que se produz a temperatura desejada não seja oxidante nem redutora.

É vulgar utilizar o argon. Pode-se assim fundir o tungsténio, atingindo-se para isso uma temperatura vizinha de 3600°C.

(*Science et Vie*)

L. S.

### Hibernagem de Físicos:

Quatro sábios — três ingleses e um Indio — hibernaram desde Novembro de 1950, na estância de Jungfranjock (3700<sup>m</sup>), A sua permanencia ali, deve durar seis meses. Esperam obter novos elementos respeitantes às propriedades dos mesões  $\tau$ , partículas extremamente penetrantes produzidas durante a desintegração de um átomo pelos raios cósmicos. O seu trabalho tem sido dirigido (a distância) pelo professor Blachett, o mais eminente especialista inglês, no que diz respeito a investigações nucleares. Os referidos sábios enviam-lhe relatórios semanais. A missão foi precedida de bagagens: a mais difícil de transportar era um electroimã de 14 t. A pesar da altitude o observatório está perfeitamente equipado: telefone, aquecimento eléctrico, água corrente quente e fria, tudo por um preço inferior a 100 francos por dia. Pode receber 15 pessoas. Os Suíços, que puseram o observatório à disposição dos organismos científicos franceses, ingleses, belgas e austriacos, verificam que a Inglaterra, país que mais se serve do observatório, tem já uma «equipe» inquietante.

(*Science. et Vie*)

L. S.

### Blindagem interna

A protecção do organismo contra as radiações  $X$  e  $\gamma$  tem sido objecto de inúmeras investigações.

A protecção clássica consiste em ecrans de chumbo; no entanto, há alguns meses procura-se fazer a protecção por ingestão de substâncias químicas. Com efeito, observa-se que certas substâncias orgânicas como a cisteína etc. podiam ser protegidos dos efeitos destruidores dos raios  $X$ , por numerosas substâncias



cias químicas. Experiências praticadas em Harwell, sobre animais, por Mole, Philipot et Hodges, acabam de mostrar que duas dessas substâncias protectoras, a tioreia e o étanoditio fosfatado de sódio, diminuem efectivamente a percentagem de ratos mortos por uma dose de raios X de 875 r, e aumentam consideravelmente a probabilidade de cura por irradiações subletais (600 r).

Estas substâncias devem ser ministradas antes e não após a irradiação. Por outro lado, se a sua aplicação à defesa passiva contra um perigo atómico for possível, isto será preventivo, preparando os organismos para o ataque!

(S. et Vie)

L. S.

### Prémio nobel de Física:

O prémio Nobel de Física foi dado ao inglês C. F. Powell, professor na Universidade de Bristol, onde ele dirige as investigações respeitantes à física nuclear e às radiações cósmicas. O novo laureado tem quarenta e seis anos. Fez os seus estudos em Cambridge. Foi a seguir aos trabalhos de Wilkins (Universidade de Rochester, Estados Unidos), sobre os traços provocados pelas partículas carregadas, sobre as emulsões de placas especiais, que Powell se especializou nesta técnica.

Powell cercou-se não só de uma equipa de físicos de valor, como Occhialini, Cuen, Lattés, mas ainda de técnicos em assuntos microscópicos. A equipa de Powell descobriu os mesões pesados (II) na radiação cósmica.

(S. et Vie)

L. S.

### Duas novas partículas subatómicas:

O Dr. Carl Anderson acaba de confirmar a existência de duas novas partículas subatómicas, uma neutra e outra com carga eléctrica. A vida destas partículas seria da ordem de três décimos bilionésimos de segundo.

L. S.

### Congresso de microscopia

De 14 a 22 de Setembro, realizou-se o 3.º Congresso Internacional de microscopia electrónica, em que se observaram «clichés» ampliados até 90.000 diâmetros. A participação francesa foi brilhante: foi muito apreciada uma comunicação do professor Oberling e da sua equipa do Instituto de Investigações sobre o Cancro, que deu ocasião aos Congressistas de observar as proliferações granulo-filamentosas que prejudicam a observação, no sangue do homem, dos virus do cancro.

Quando da sua visita ao Congresso, M. P. O. Lapie, Ministro da Educação Nacional, apresentou o bacilo da Influenza. Outra contribuição muito notável foi a de um filme a cores (35 mm) realizado pelo professor Yves le Grand, director do museu, que mostrou as

maravilhosas possibilidades do microscópio polarizante.

Realizou-se até 30 de Novembro de 1950, uma exposição na Galeria de Botanica do Jardim das plantas.

Nesta exposição, podia seguir-se a história do microscópio, desde a invenção das lentes e apresentava-se a maior parte dos modelos actuais de microscópios ópticos e electrónicos, bem como toda a espécie de acessórios e numerosas microfotografias.

G. F.

### Aspectos médicos da Guerra Atómica

Sir E. R. Carling, conselheiro consultor dos Serviços Eventuais do Home Office, falando numa conferência à Imprensa, como pessoa adstricta à Defesa Civil Britânica contra ataques atómicos, disse:

É extremamente duvidoso que possam de facto ser distribuídos agentes biológicos de modo a produzirem os resultados desejados do ponto de vista inimigo. O desenvolvimento dos antibióticos tem avançado de tal maneira que temos hoje praticamente tratamentos eficientes para todos os agentes biológicos que possam ser usados contra nós.

Há sómente um perigo real que é a sabotagem, uma das piores formas da qual é o inquinamento das fontes de abastecimento de águas. Na última guerra todas as fontes de abastecimento de água foram fortemente cloradas, de modo a tornara se nula a vitalidade dos agentes biológicos na água.

(Discovery)

L. M.

### Pilhas atómicas fora da Lista Secreta:

Os Governos da Gran-Bretanha, Canadá e Estados Unidos, resolveram tornar livres as informações técnicas sobre as pilhas de baixo poder atómico e sobre as correspondentes constantes nucleares do urânio. Isto será de grande auxílio para a instrução e treino de técnicos e cientistas e assim contribuirá para o desenvolvimento da utilização da energia atómica para fins pacíficos. Em particular foram dadas informações acerca da Gleep (a mais pequena pilha de urânio e grafite), de Zeep, (água pesada de urânio), e da Bepo (pilha experimental britânica), a maior das pilhas de Harwell, com reagentes semelhantes aos das pilhas dos Estados Unidos e Canadá.

Os três governos esperam que estas informações não deem auxílio eficiente para o desenvolvimento de aplicações militares da energia atómica em outras nações; o baixo poder energético dos reagentes não permite utilizá-las na produção de armas atómicas.

(Discovery)

L. M.

### Centenários de alguns cientistas. Notas biográficas

G. Francis Fitzgerald — (1851 — 1901)

Este físico teórico nasceu em Dublin (Agosto de 1851). Graduou-se em 1871.

Após a graduação passou alguns anos estudando as memórias de físicos matemáticos.

Após a morte de Leslie (1881) foi nomeado Professor de filosofia natural e experimental.

Realizou um trabalho introduzindo uma correcção e desenvolvimento da teoria electromagnética da radiação. Em 1882 sugeriu o princípio do método pelo qual Hertz produziu ondas electromagnéticas em 1887 e contribuiu para o conhecimento das suas propriedades.

Tomou parte em discussões sobre electrolise e sustentou o ponto de vista de que os raios catódicos eram particulas electrizadas.

William Nicol (1768 — 1851) — Este fisico foi leitor de Filosofia Natural.

Inventou o prisma a que se deu o seu nome e dedicou-se ao exame de cavidades cheias de fluido em cristais, e à estrutura microscópica de várias espécies de madeira fossil. Preparou lentes de várias substâncias que empregava de preferência às lentes utilizadas no seu tempo.

*(Notas cedidas amavelmente pelo Instituto Britânico em Portugal).*

L. S.

### Revista «Acústica»

Esta revista com sede no Lab. von Techn. Physica Mijnbouwplein, 11, Delft, é publicada 6 vezes por ano, tendo cada número 48 páginas.

Os manuscritos em inglês devem ser de preferência enviados ao Dr. E. G. Richardson, Kings College, Newcastle, (sobre Tyne), 1. Podem contudo ser enviados directamente ao editor: Dr. C. Casten, Mijnbouwplein 11, Delft, Holanda.

Só são publicados trabalhos originais inéditos.

Os artigos devem ser escritos à máquina, com dois espaços e devem conter o nome do autor, título, laboratório, local onde trabalha e a bibliografia. Deve ser incluído um curto sumário em inglês.

Os pedidos de assinaturas devem ser feitos a Hei- zel Verlag, Clariden Laf, Gott Lasdstrane 6, Zurich, ou através de uma livraria.

### Curso breve de «Introdução à Física Nuclear»

O Centro de Estudos de Física anexo à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa vai organizar um pequeno curso de «Introdução à Física Nuclear» que se realizará no Laboratório de Física da Faculdade de Ciências de Lisboa neste periodo escolar. O professor Júlio Palácios, director do Centro, numa série de lições focará alguns dos aspectos mais impressionantes e importantes do que se sabe hoje acerca do nucleo atómico assim como dos meios experimentais utilizados para o seu estudo. O Dr. António Baptista acompanhará estas lições tratando nalgumas sessões alguns problemas relacionados, como preparação e ilustração da matéria que se fôr desenvolvendo.

A. B.

### Prémio Nobel de Química

O prémio Nobel de Química, em 1950, foi atribuído ao Prof. Otto Diels, que tem 75 anos e é professor na Universidade de Kiel, desde 1916, e ao Prof. K. Alder, discípulo do Prof. Diels e actualmente professor de Química e de Tecnologia Química na Universidade de Colónia. Esta decisão foi tomada pela sua descoberta, em 1928, da síntese *dos dienos*, hoje comumente chamada a reacção Diels-Alder.

É uma reacção de compostos não saturados que tem lugar com surpreendente facilidade, muitas vezes a temperaturas moderadas, e por vezes explosivamente.

Um exemplo típico é a combinação do butadieno com o aldeído acrílico para produzir tretrahidrobenzaldeído, ou a do isopreno com anidrido máleico para produzir anidrido metaltetrahydro ftálico. Temos assim um poderoso método de síntese de compostos orgânicos cíclicos.

A revista «Nature» salienta que este método tem contribuído para o conhecimento de processos de polimerização, pelas quais têm sido obtidas valiosas matérias plásticas, e provavelmente para a síntese de muitos compostos orgânicos vegetais.

O Prof. Diels tem produzido trabalho de primeira qualidade durante um periodo extraordinariamente longo.

L. M.

*As ideias que a «Gazeta de Física» defende e propaga tornam a sua expansão*

*do maior interesse para todos os seus leitores.*

*Tragam-nos pois novos assinantes.*

*A «Gazeta de Física» não tem intuits comerciais.*

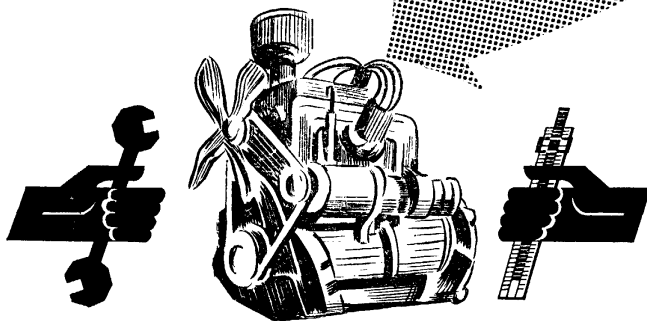
*Vive pela Ciência e para a Ciência.*

**SHELL**

**X-100**

**MOTOR OIL**

**O OLEO QUE COMPLETA O MOTOR**

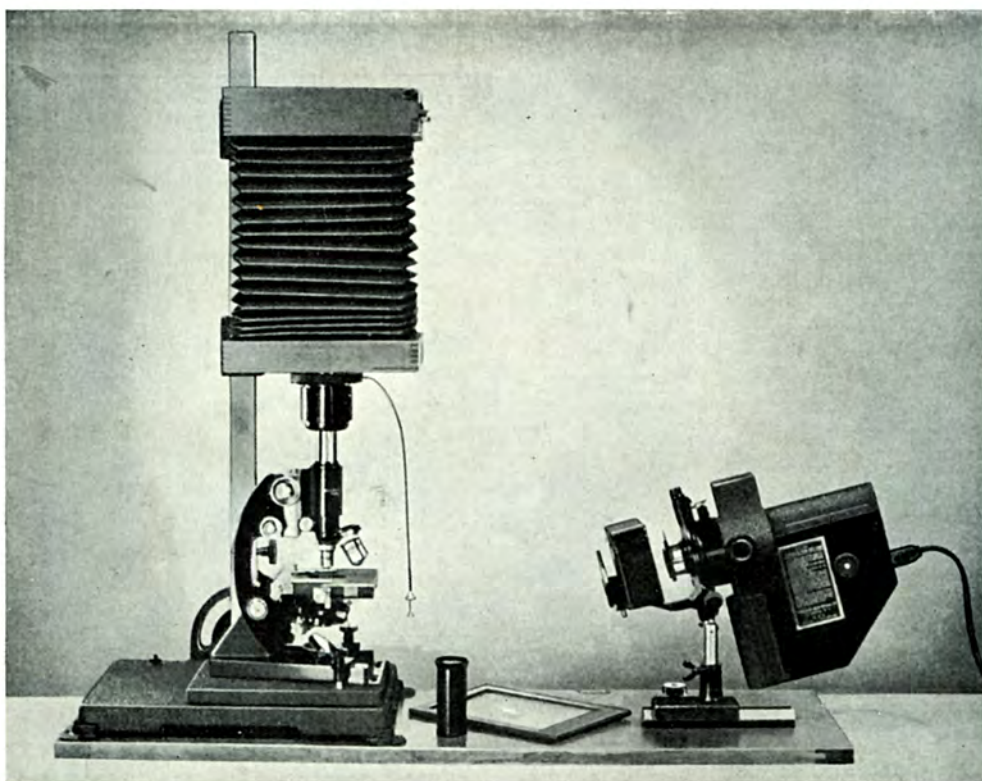


**DETERGENTE  
E S T Á V E L  
P R O T E C T O R**

01-12

**SHELL COMPANY OF PORTUGAL, LTD.**





A P A R E L H O S

P A R A

M I C R O F O T O G R A F I A



B A U S C H & L O M B



R E P R E S E N T A Ç Ã O

D O

I N S T I T U T O P A S T E U R D E L I S B O A

*Dêem o vosso apoio à investigação científica*