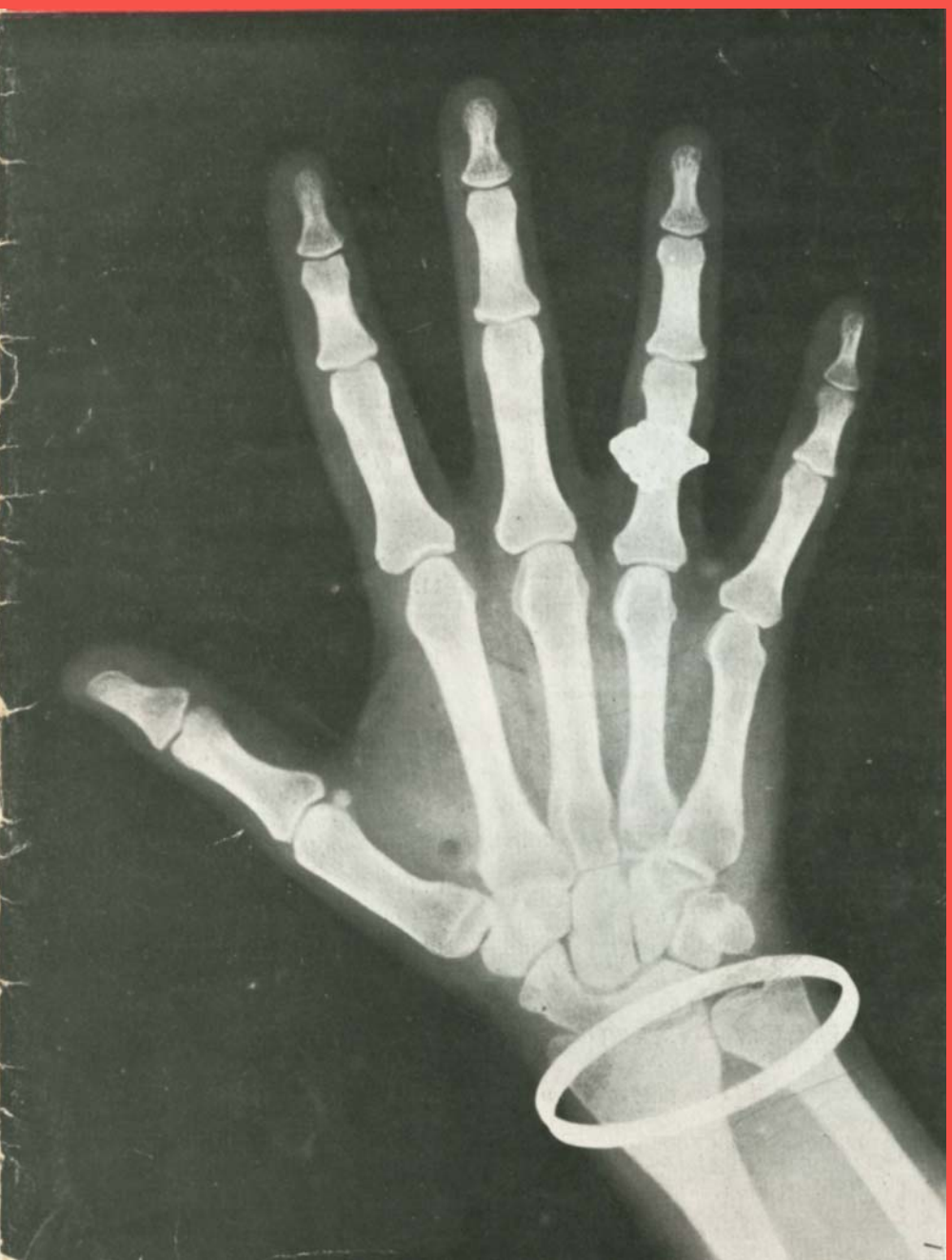
GAZETA DE FISICA

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



VOL. I, FASC. 1

OUTUBRO, 1946

RADIOGRAFIA OBTIDA NO LABORATÓRIO DE FÍSICA DA F. C. L. POR UM DOS ALUNOS DO CURSO DE FÍSICA F. Q. N.

GAZETA DE FÍSICA

Vol. I, Fasc. 1 Outubro de 1946

SUMÁRIO

1. Tribuna da Física
Em nome da Direcção por *Armando Gibert* 1
Ensino e investigação por *Armando Cyrillo Soares* 3
2. Ensino Médio da Física
Exames de Aptidão por *Rómulo de Carvalho* .
3. Ensino Superior da Física
Ensino prático da Física F. Q. N. por *Lídia Salgueiro* 6
4. Exames do Ensino Médio
Pontos de Exames de Aptidão. Resol. de *Rómulo de Carvalho* 9
5. Exames Universitários
Pontos de Exame. Resoluções de *Glaphyra Vieira* 10
7. Problemas propostos
Palavras prévias por *Amaro Monteiro* . 12
8. Divulgação e Vulgarização
Como se mediu a carga do electrão por *Rómulo de Carvalho* 13
9. História e Antologia
Engenharia atómica? por *Theodore Von Kármán* 18
Gabriel Lippmann por *Maria Helena Blanc de Sousa* 20
10. Química
Origem e objectivo desta secção por *Marieta da Silveira* 20
Nomenclatura química por *Alice Maia Magalhães* 21
Pontos de Exames de Aptidão 22
Problemas de Exames Universitários 23
11. A Física nas suas aplicações
A Física e a Engenharia Civil por *Manuel Rocha* 24
12. Informações Várias 31

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

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

NÚMERO AVULSO ESC. **10$00**
Condições de assinatura:
4 Números (1 ano) Esc. **30$00**
12 Números (3 anos) Esc. **75$00**

RESPONSÁVEIS DAS SECÇÕES

1. TRIBUNA DE FÍSICA
Armando Gibert
2. O ENSINO MÉDIO DA FÍSICA
J. Xavier de Brito
3. 0 ENSINO SUPERIOR DA FÍSICA
F. Soares David e Lídia Salgueiro.
4. EXAMES DO ENSINO MÉDIO
Rómulo de Carvalho
5. EXAMES UNIVERSITÁRIOS
Carlos Braga, João de Almeida Santos, Jose' Sarmento e *Glaphyra Vieira*
6. PROBLEMAS DA INVESTIGAÇÃO EM FÍSICA
Manuel Valadares
7. PROBLEMAS PROPOSTOS
Amaro Monteiro
8. DIVULGAÇÃO E VULGARIZAÇÃO
Rómulo de Carvalho
9. HISTÓRIA E ANTOLOGIA
Lídia Salgueiro
10. QUÍMICA
Alice Maia Magalhães, Afonso Morgenstern e Manieta da Silveira.
11. A FÍSICA NAS SUAS APLICAÇÕES
Armando Gibert
12. INFORMAÇÕES VÁRIAS
Direcção

DIRECÇÃO
Jaime Xavier de Brito
Rómulo de Carvalho
Armando Gibert
Lídia Salgueiro
SECRETÁRIO
Maria Augusta Pérez Fernández
PROPRIEDADE E EDIÇÃO:
Gazeta de Matemática, Lda.

Dep.: LIVRARIA ESCOLAR EDITORA — R. da Escola Politécnica, 68-72 -Tel. 6 4040 — LISBOA

Consulte a lista de preços dos nossos anúncios

Tipografia de Matemática, Lda.-Lisboa.

GAZETA DE FÍSICA

Fundador: ARMANDO GIBERT

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

Vol. I, Fasc. 1 *Outubro de 1946*

1. TRIBUNA DA FÍSICA

EM NOME DA DIRECÇÃO

ARMANDO GIBERT

A «Gazeta de Física» tem por primeiro e grande objectivo contribuir activamente para o desenvolvimento e elevação dos estudos de Física em Portugal em todos os graus de ensino, assim como para o esclarecimento dum público mais vasto sôbre a posição real da intervenção da Física na vida moderna e sôbre a acção do nível científico dos físicos e técnico-físicos no ritmo e na independência do progresso industrial do nosso País.

Estas palavras iniciaram a nossa primeira circular. Mais adiante, propúnhamos, na mesma, a luta pela criação dum Corpo Nacional de Físicos e Técnicos Científicos.

É isto, sem dúvida, o resumo dum programa e julgamos oportuno procurar desde já completá-lo e desenvolvê-lo um pouco mais...

Para facilitar muitos dos nossos outros objectivos, procuraremos realizar por meio da Gazeta de Física as condições, tão desejáveis no nosso meio, de coordenação de iniciativas e esforços dispersos e de colaboração entre os professores dos vários graus de ensino e os seus antigos alunos. Tentaremos também promover o maior interesse de todos pela «profissão» de físico, em particular dos nossos industriais, pelas vantagens que muitos encontrarão associando físicos às suas emprêsas (como fazem correntemente lá fóra). Lutaremos ainda por condições de vida dignas, únicas capazes de assegurar um desempenho eficiente e elevado de qualquer profissão, em particular da nossa, tão prejudicialmente inaproveitada entre nós.

Dentro dêstes moldes não deixaremos de imprimir à nossa revista uma orientação bem definida, mas agradecemos a todos os que concordem com aquêles fins que enriqueçam os nossos projectos com sugestões, que serão sempre bem recebidas, e que contribuam para tornar o nosso serviço informativo tão completo quanto possível. Desejamos também pôr as páginas da Gazeta de Física ao serviço do maior número de físicos ou amigos da Física e para defesa das idéias mais diversas, mas reservamo-nos o direito de excluir todas as contribuições que, de qualquer modo, pelo seu espírito ou pela sua forma, nos pareçam susceptíveis de contrariar os nossos objectivos fundamentais. Por vezes o nosso ponto de vista será errado, e talvez aquele que rejeitarmos seja porventura o bom. No entanto esperamos que tais êrros se dêem raramente, mas a atitude que nos leva a correr um tal

risco é a única que nos parece compatível com a eficácia da nossa acção e, por isso, havemos de a manter com intransigência. Oxalá a franqueza desta explicação evite que algum dos nossos amigos se sinta melindrado no dia em que, por fôrça da doutrina exposta, sejamos levados a não publicar um dos seus artigos ou solicitemos a supressão ou a modificação de alguma das suas partes.

Havemos de dirigir-nos, muitas vezes, a pessoas cujas relações com a Física são desconhecidas ou negadas entre nós, mas também não descuraremos a tarefa fundamental de criar uma consciência colectiva dos nossos físicos (ou daqueles que assim deveriam considerar-se). Para isso é essencial encontrarmos a coragem de pôr a nú, sem desfalecer, as verdades dolorosas que se opõem ao reconhecimento da importância da nossa profissão. O caminho será longo, e só poderemos atingir a meta se procedermos constantemente a um profundo exame de consciência profissional e se fizermos e aceitarmos todas as críticas com uma objectividade totalmente impessoal

Alguns perguntarão: mas que devemos nós fazer? não tirámos nós um curso com uma boa classificação? não procuramos desempenhar-nos o melhor possível, e com satisfação dos nossos superiores, da tarefa profissional que nos cabe?...

Desejamos acentuar, já neste primeiro número, que queremos viver com os olhos postos no futuro, que as nossas críticas ao passado serão sêcamente realistas (tendo apenas em vista evitar repetição de êrros e de modo algum culpar aqueles que os cometeram) e que não admitiremos chicanas pessoais nas nossas páginas, pois nem as pessoas nem as suas susceptibilidades nos interessam.

Por isso, em tôrno da pergunta acima formulada e das objecções interrogativas que se lhe seguem, sugerimos os seguintes motivos de meditação:

1.°) Tirámos nós, de facto, um *curso de Física?*

2.°) Existirá, efectivamente, uma relação de causa a efeito entre aquilo que ficámos sabendo para tôda a vida e as notas que os nossos exames mereceram?

3.°) Estamos nós seguros de que reunimos pouco mais do que as condições mínimas para um desempenho activo e progressivo da nossa profissão?

Se as respostas ao que precede forem negativas, podemos admitir que assim seja? não será nossa obrigação aprofundar as causas de tais negativas? como conseguir que os actuais e futuros alunos de Física possam um dia responder-lhe diferentemente?

Crêmos ter estabelecido assim um imenso programa de luta. Oxalá êle corresponda, como esperamos, às aspirações mais elevadas do maior número possível dos mais influentes dos nossos colegas. Contamos com a colaboração activa de todos, desejamos conhecer os mais variados pontos de vista e aguardamos sugestões construtivas dos que sintam, como nós, a urgência premente de realizar aquêle programa.

Mas terá êle ficado claramente posto? Insistimos:

1.°) A Licenciatura em Ciências Físico-Químicas não é um curso de Física. Queremos uma «Licenciatura em Física», independente, única capaz de dar aos nossos futuros colegas um nível profissional elevado, comparável ao dos físicos estrangeiros.

2.°) Os princípios gerais que regulam a transmissão da Ciência e a verificação do aproveitamento, nas nossas Faculdades, são falsos, regressivos, ineficientes e improdutivos. A Licenciatura em Física (como aliás todas as outras) precisa de ser organizada em bases novas, aumentando o ensino prático, reduzindo ao mínimo as aulas magistrais, criando Seminários e Colóquios, não tirando à Física que se ensina a Vida que lhe é própria e que mais naturalmente pode despertar o entusiasmo criador dos alunos, mas não descurando tão pouco o papel essencial da Hipótese nem o valor estimulante da Teoria.

3.°) Se não tirámos um curso de Física, se a Licenciatura em Físico-Químicas tem apenas 4 cadeiras de Física, uma das quais semestral, se as condições dêsse ensino reduzido estão longe de lhe dar uma eficácia máxima, se a prática experimental é uma com-

pleta ficção, como poderemos nós ter uma cultura e capacidade profissional do nível da dos nossos colegas estrangeiros e, portanto, como poderá ela ser suficiente para o desempenho activo e progressivo da nossa profissão? Não o é de facto, mas, quanto a nós, pensamos que só nos deve honrar reconhecê-lo e proclamá-lo. Mas isto não basta...

Uma vez definida a situação de inferioridade em que fomos colocados por virtude de causas estranhas à nossa vontade, é o nosso primeiro dever sacudir as algemas da comodidade e da suficiência e lançar mãos à obra de completar e elevar a nossa cultura profissional, lutando ao mesmo tempo pela criação de condições favoráveis para as gerações futuras.

É êste o nosso primeiro dever, pois só assim nos poderemos impor como classe profissional e exigir dos outros o reconhecimento da importância que nós sabemos que ela tem.

Êste trabalho não deve sofrer interrupções e cada um deverá realizá-lo de acôrdo com as tendências pessoais e as suas possibilidades, mas seria extraordinàriamente vantajoso que os esforços individuais se apoiassem em tarefas colectivas, por exemplo, em centros de de estudo ligados de preferência às Faculdades, escrevendo na Gazeta de Física sôbre temas de ensino, quer teóricos, quer práticos, colaborando em ciclos de conferências, etc.

Ventilámos assim algumas idéias que, provàvelmente, constituíam já motivo de preocupação para muitos de nós. Esperamos que à «Gazeta de Física» caiba o importante papel de ser o agente de ligação, entre cada um de nós e todos os outros, na preparação e no estudo da acção coordenada que devemos desenvolver sem tardar.

ARMANDO GIBERT

ENSINO E INVESTIGAÇÃO

ARMANDO CYRILLO SOARES

No século que decorre, não passa de uma banalidade a afirmação de que só devem considerar-se verdadeiramente civilizadas as nações que ao desenvolvimento da Ciência dedicam boa parte de suas energias e de seus rendimentos.

Na verdade, são essas nações que, àlém de criarem, para a Humanidade, riquezas e possibilidades cada vez maiores, simultâneamente tornam o Homem cada vez mais digno de gozar os respectivos benefícios.

Os esforços feitos pelos homens de ciência para descobrirem os tesoiros que a Natureza contém, procederem ao inventário e avaliação dêsses tesoiros e garantirem o domínio humano dos mesmos, visam a contínua ampliação da Ciência, como sólido alicerce para o desenvolvimento da Civilização.

Estas idéias reconhecidas universalmente como assêrtos, a tôdos os povos indicam a actividade científica como condição indispensável para poderem ser incluidos na lista das nações civilizadas e, conseqüentemente poderem, de direito e não parasitàriamente, usufruir todos os benefícios de riqueza, de poderio e de elevação da Humanidade, em quinhões tanto mais largos quanto mais valiosas forem as respectivas contribuïções para a construção científica, isto é, para o progresso da Civilização.

Em Portugal, como no resto do mundo, de há muito se estabeleceram as idéias que aí ficam, se reconheceu o sentido em que devemos marchar, como nação desejosa de dignificar-se, e se apreendeu a responsabilidade que colectivamente assumimos, se não nos aplicarmos esforçadamente a partilhar na tarefa imposta à Humanidade para seu engrandecimento próprio pelo engrandecimento da Ciência.

Assim, há muito tempo que se reconhece e se lamenta o atrazo em que nos deixamos cair relativamente a outras nações e se repetem tentativas de projectos para vencer o referido atrazo; não faltam aos nossos estudiosos, de um modo geral, as qualidades necessárias aos trabalhadores científicos que, em ambiente próprio, se revelam em medida tão boa, ou até melhor, do que aquela em que os cientistas de outros países as possuem; mas o aludido atrazo persiste, principalmente talvez, porque neste assunto, como em muitos outros, nós portugueses nos mostramos pouco dados a persistir na execução de um plano, destinado a resolver certo problema, sem o submetermos a freqüentes e amplas modificações, quer no critério orientador da execução, quer até no enunciado do problema, ou seja, na definição do objectivo a atingir; e em tais condições o rendimento das energias aplicadas é, em geral, mesquinho e desanimador.

É sabido que o desenvolvimento da Ciência se alcança pela difusão do Saber e pelo seu acrescentamento, isto é, pelo ensino e pela investigação. Que se passa em Portugal nestes campos de actividade nacional?

A curto prazo sôbre a proclamação da República, promulgou-se a reforma universitária de 1911 que trouxe ao ensino superior notável melhoria, permitindo uma maior elevação dos programas, dando ao ensino prático uma largueza e importância que nunca antes tivera tão nìtidamente marcada e impondo aos alunos, a par da concessão de grande liberdade na regulação das suas tarefas anuais, tanto no respeitante à escôlha dos cursos a seguir como no referente às provas de exame a prestar, o sentimento da própria responsabilidade na marcha e eficiência dos seus trabalhos escolares e na apreciação dos resultados obtidos.

Os laboratórios dos cursos de ciências experimentais perderam o aspecto de museus ou de depósitos de material, que muitos apresentavam na maior parte da sua extensão, e passaram a ser locais de trabalho dos alunos, iniciando-se êstes nas técnicas experimentais e desenvolvendo-se em muitos o gôsto pelas actividades científicas, quer estas visem as aplicações proveitosas imediatas, quer tomem o carácter de investigação tendente a aumentar o saber, ainda que sem aplicação utilitária imediata.

Pouco tempo depois (1915) até os laboratórios liceais adquiriam animado funcionamento com a introdução no ensino secundário dos trabalhos individuais educativos para os alunos dos cursos complementares.

O ensino científico melhorava, tanto no grau secundário como no superior; deixava de reduzir-se com demasiada freqüência à exposição oral ou escrita do professor ou do compêndio, nem sempre fàcilmente apreensíveis por falta de referências ou estabelecida relação com factos conhecidos pelo aluno como realidades por êle observadas; com efeito, o trabalho laboratorial, consistindo no contacto com realidades — porventura, algumas apenas — dá-nos, contudo, a capacidade de apreender claramente por simples descrição outros factos reais como se os observássemos.

Infelizmente os benefícios que a legislação de 1911 e 1915 trouxe ao ensino científico, em grande parte se perderam já, quer por modificações da referida legislação, quer por deficiências de instalação, de pessoal e de equipamento que não têem aumentado na proporção em que tem crescido a população das escolas. A necessidade de reforma dos ensinos liceal e superior é proclamada por todos que pelo assunto se interessam. Quando e em que sentido se efectivarão essas reformas? Oxalá que em breve e benèficamente se reforme, tendo presente que uma fértil actividade de investigação científica, actividade característica de nação civilizada, exige como base um bom ensino científico.

Em 1929, coroando esforços que de mais longe se vinham efectuando, foi criada a instituïção que hoje se designa «Instituto para a Alta Cultura», tendo como um dos seus objectivos o desenvolvimento da investigação científica no nosso país. Por esta instituïção têm sido concedidas bolsas de estudo no estrangeiro e no país e têm sido subsidiados alguns laboratórios e outros institutos científicos para aquisição de material, publicações, etc.

De um modo geral os bolseiros enviados ao estrangeiro têm cumprido a sua missão com resultado conveniente; alguns, em proporção muito notável, levaram a cabo os seus trabalhos em meios científicos de alto nível por forma verdadeiramente brilhante. O êxito dos trabalhos dêsses bolseiros, os títulos científicos alcançados por muitos, a consideração e a estima que a alguns têm sido manifestadas por cientistas da mais elevada categoria nos meios científicos em que fizeram os seus estágios, constituem a honrosa demonstração de que não será por falta de gente capaz para a obra de desenvolvimento da Ciência que Portugal se manterá no degradante atrazo que, em relação às nações civilizadas, se tem reconhecido e lamentado.

Alguns dos mais distintos bolseiros enviados ao estrangeiro, após o seu regresso a Portugal têm-se dedicado à meritória obra de instruir outros estudiosos nas técnicas modernas de investigação em que lá fora se adestraram, dando assim bom rendimento ao capital que para a sua preparação o Estado tenha dispendido. Foi por êste processo que alguns bolseiros no País conseguiram já produzir trabalhos de investigação experimental, aplicando técnicas das mais delicadas e modernas com êxito muito apreciável.

O aproveitamento da competência adquirida por êstes cientistas é o fim que se teve em vista, quando se promoveu com apreciável dispêndio de dinheiros a sua formação. Mas êsse aproveitamento que é um direito do Estado, impõe a êste o dever de garantir àqueles cientistas as condições de trabalho científico a que êles se lançarão com entusiasmo, e as condições económicas de vida sem cuja segurança não pode ter apreciável rendimento a actividade científica.

Terá o «Instituto para a Alta Cultura» possibilidade de manter em actividade científica dedicada e em condições de razoável segurança económica os investigadores cuja formação subsidiou? O contrário levaria a considerar o seu funcionamento sujeito a ter como resultado principal desperdícios de capitais e de valores que poderia tornar precária a utilidade da instituïção que tantas esperanças de progresso real nos havia trazido. Esperemos que tal não se verifique.

A. Cyrillo Soares
PROF. CATEDRÁTICO DA F. C. L.

2. ENSINO MÉDIO DA FÍSICA

EXAMES DE APTIDÃO

Rómulo de Carvalho

Pensou a Direcção da «Gazeta de Física» que deveria interessar a grande parte dos seus leitores a publicação dos pontos escritos de Física que saem nos exames de aptidão às Escolas Superiores do País. É nosso desejo que, tudo quanto respeite à Física, tenha cabimento nestas páginas.

Em particular, o assunto dos pontos de aptidão é de interêsse que supera o de muitas questões de ensino porque ilumina vivamente o lado defeituoso de algumas delas.

Tem-se tratado, incidentalmente em artigos de imprensa e freqüentemente em conversas nas escolas, desta situação de «contrasenso», de os alunos terminarem o exame do 7.° ano do liceu e serem submetidos, dias depois, a novo exame que versa as mesmas matérias. Os professores liceais sentem a honra ferida enquanto os professores universitários ficam boquiabertos com as ignorâncias que alguns alunos patenteiam nos pontos. Em nosso entender não se trata duma questão de

honra ferida mas sim dum problema de ensino.

Em qualquer assunto que se discuta todos têm a sua verdade e todos a tomam por segura. O que é, porém, seguro, é o facto. E o facto é êste: as Escolas Superiores dirigem, aos alunos que nelas desejam ingressar, perguntas tão irrisórias que nenhum professor do liceu se disporia a pô-las num exame do 7.° ano. Por exemplo estas: Como se demonstra o princípio de Arquimedes? Que é potência duma lente? Que é um calorímetro? Que é liquefacção? Chega-se a pensar que o 7.° ano do liceu é muito pouco necessário para se poder ingressar numa Faculdade. Basta o 6.° ano pois a maioria das perguntas feitas referem-se a modestíssimos conhecimentos do curso geral. Quanto aos problemas, êles são da mesma categoria das perguntas: propositadamente simples. Quem conheça o assunto que os leia e os aprecie desinteressadamente.

E depois? Que resulta de tudo isto? Um número de reprovações tão impressionante que chega, só por si, para justificar a continuação do «contrasenso» dos ditos exames.

Não está aqui, patente aos olhos de todos, um motivo de meditação?

RÓMULO DE CARVALHO
PROF. DO LICEU CAMÕES

3. ENSINO SUPERIOR DA FÍSICA

ENSINO PRÁTICO DA FÍSICA F.Q.N.

LÍDIA SALGUEIRO

Na organização do programa de trabalhos práticos do curso de Física F. Q. N., preparatório para ciências médicas e biológicas, na Faculdade de Ciências de Lisboa, tem-se procurado atender, na medida do possível, aos interêsses dos alunos para a sua vida futura.

O projecto traçado inicialmente tem sofrido algumas modificações para as quais contribuíram principalmente dois factores: conhecimento de cursos práticos análogos ministrados noutras Universidades e inquéritos feitos aos alunos no fim de cada ano.

Consultando livros de Física para estudantes que se destinam a médicos ou a biólogos verificámos que os programas seguidos em várias Universidades são em geral semelhantes.

Para concretizar vamos começar por indicar resumidamente quais os capítulos da Física a que se dedica especial atenção nas Universidades de Melbourne (Austrália), de Dijon (França) e no Physikalische Institut (Berlim).

O quadro da página seguinte facilita a comparação das matérias ensinadas nas referidas escolas.

Limitamo-nos a indicar os principais assuntos tratados não se especificando em geral dentro de cada capítulo todos os trabalhos realizados, para não tornar muito longa esta descrição.

No entanto, o leitor que deseje obter uma informação mais completa poderá consultar os livros a que nos referimos anteriormente e que são respectivamente:

Physics for medical students —J. S. Rogers.
Travaux pratiques de Physique —C. Simon.
Einführung in das Physikalische Praktikum —Christian Gerthen und Max Pollermann.

Há um facto que nos impressiona quando consultamos êstes livros: a abundância de trabalhos realizados durante cada ano e portanto a importância que naquêles países se dá ao ensino prático. Infelizmente no nosso país êste ensino é muito mais deficiente em virtude

	Trabalhos	Universidades		
Mecânica	Medida de comprimentos	Dijon	Phys. Institut	
	Medida de tempos	Dijon	Phys. Institut	
	Pesagens e densidades	Dijon	Phys. Institut	
	Tensão superficial	Dijon	Phys. Institut	
	Medida de fôrças	Dijon	Phys. Institut	
	Oscilações	Dijon		
	Pressões	Dijon		
	Viscosidade	Dijon		
	Solubilidade	Dijon		
	Osmose			Melbourne
	Pressão do sangue			Melbourne
	Estado coloidal	Dijon	Phys. Institut	Melbourne
Calor	Termometria	Dijon		
	Calorimetria	Dijon		
	Higrometria	Dijon		
	Propagação do calor	Dijon		
Óptica	Espelhos	Dijon		
	Lentes	Dijon	Phys. Institut	
	Refractómetros	Dijon	Phys. Institut	
	Aberrações	Dijon		
	Microscópio	Dijon	Phys. Institut	Melbourne
	Polarimetria	Dijon	Phys. Institut	
	Fotometria subjectiva	Dijon	Phys. Institut	
	Fotometria com fotopar	Dijon	Phys. Institut	
	Rêdes de difracção	Dijon	Phys. Institut	
	Interferência	Dijon		
	Espectroscopia do visivel	Dijon	Phys. Institut	
	Colorimetria	Dijon		
	Dupla refracção	Dijon		
	Ultravioleta			Melbourne
	Visão humana			Melbourne
	Coeficiente absorção com fotopar		Phys. Institut	
Electricidade	Medida de resistências	Dijon	Phys. Institut	
	Electrólise	Dijon	Phys. Institut	
	Galvanómetro balístico	Dijon		
	Electrómetros	Dijon		
	Fotoelectricidade	Dijon		
	Estudo de um díodo	Dijon		
	Estudo de um tríodo	Dijon		
	Correntes de alta freqüência			Melbourne
	Raios X		Phys. Institut	Melbourne
	Radioactividade			Melbourne

do grande número de alunos de cada turma e do reduzido número de aulas práticas semanais. Acresce ainda que muitas vezes somos impedidos de realizar certas experiências devido à insuficiência de meios de que dispomos.

A-pesar dêste conjunto de circunstâncias desfavoráveis conseguiu-se realizar no período de 1941-1946 a série de trabalhos que a seguir indicamos:

Óptica:

Espectroscopia do visível: (observação de espectros contínuos e de riscas; espectros de

absorção e sua importância na biologia e na medicina).

Espectrografia do ultravioleta (obtenção do espectro do vapor de mercúrio, papel dos filtros, designadamente dos vidros dos óculos usados pelos médicos para protecção do ultravioleta).

Fluorescência produzida pelo ultravioleta; luz de Wood.

Medida do coeficiente de absorção do vidro com um fotopar.

Microscópio: observação de preparações, amplificação do microscópio, determinação da distância de dois pontos numa preparação e desenhos com uma câmara clara; microfotografia.

Calorimetria:

Determinação da temperatura com um termopar.

Electricidade:

Lâmpada de dois electródios (determinação da corrente de saturação; influência da variação da corrente de aquecimento. Importância dêste trabalho para a compreensão do funcionamento dos rectificadores e de uma ampola de raios X).

Lâmpada de três electródios (papel da grelha e funcionamento como amplificador).

Electrólise: determinação da carga eléctrica do electrão.

Raios X: explicação da montagem duma instalação; radioscopia de vários objectos; influência da tensão e da corrente; variação da absorção com o número atómico; radiografia; ionização produzida com um feixe de raios X (detecção com um electroscópio); dosimetria com um par fotoeléctrico.

Radioactividade: experiências com um electroscópio de Wulf (ionização produzida por partículas alfa e determinação da corrente de saturação); observação de cintilações produzidas por partículas alfa com o espintariscópio de Crookes.

Os inquéritos a que nos referimos no começo, têm actuado principalmente no sentido de modificar a apresentação de certos assuntos de modo a produzirem maior interêsse nos alunos.

Como se vê todos os trabalhos realizados no curso de Física F. Q. N. da Faculdade de Ciências de Lisboa são também executados pelo menos numa das três Universidades citadas.

Muitas das experiências mencionadas englobam outras que não é possível executar isoladamente; assim, por ex., no estudo da electricidade os alunos adquirem algumas noções práticas sôbre transformadores e ainda sôbre medidas de correntes e tensões contínuas e alternadas; designadamente no estudo da lâmpada de dois electródios há oportunidade de ampliar as escalas de voltímetros e amperímetros, o que constitui portanto uma aplicação prática dêstes problemas; na electrólise há necessidade de se realizarem operações de pesagem, etc.

Consegue-se assim atenuar em parte as deficiências que nos são impostas pela limitação do tempo de aulas.

Acrescentemos ainda que algumas das experiências que ficam por realizar fazem parte do programa de Química F. Q. N. seguido nesta Faculdade (polarimetria, refractómetria, colorimetria e viscosidade), o que torna portanto inútil repetí-las no curso de Física.

Embora o nosso programa de ensino prático esteja muito longe de ser completo, permite no entanto, aliado a experiências realizadas nas aulas teóricas (polarização, dupla refracção, difracção, etc.), dar aos alunos uma visão geral da importância e da utilidade da Física para a vida a que se destinam.

Seria no entanto para desejar que se executassem muito mais experiências e que os alunos tomassem uma parte mais activa nos trabalhos práticos, o que só poderá conseguir-se com o aumento do número de aulas e de assistentes de Física, e com a aquisição de maior quantidade de material.

LÍDIA SALGUEIRO
ASSIST. DE FÍSICA DA F. C. L.

4. EXAMES DO ENSINO MÉDIO

PONTOS DE EXAMES DE APTIDÃO

Faculdade de Ciências

1 — O valor da velocidade de uma massa indeformável de 20,0 quilogramas em movimento de translacção passou, em dado intervalo de tempo, de 30,0 m/s para 50,0 m/s. Calcule o trabalho de tôdas as fôrças que actuaram a aludida massa no intervalo de tempo considerado e exprima o resultado do seu cálculo em joules e também em quilogrâmetros. *(R: 16000 joules).*

2 — Um utensílio doméstico, alimentado pela corrente eléctrica, suporta a seguinte inscrição: «250 W»
Que significa essa inscrição?
Calcule a potência consumida pelo referido utensílio, exprimindo-a em unidades do sistema métrico. *(R: 25,51 Kgm/s).*

3 — Sabendo-se que, na queda livre dum grave, cresce continuamente a energia cinética do mesmo, como explica que a referida queda concorde com o princípio da conservação da energia?

4 — Indique pela ordem crescente das respectivas freqüências os diversos tipos de radiações electromagnéticas que conhece, e aponte, para cada tipo, alguma das suas propriedades características ou das suas aplicações.

5 — Defina *período, freqüência* e *comprimento de onda* de uma radiação electromagnética e diga como se relacionam matemàticamente entre si estas grandezas.

Faculdade de Medicina

6 — Qual deve ser o comprimento em metros de um fio de 0,5 mm^2 de secção e de 0,004 ohms de resistência específica para que, estabelecendo-se entre as suas extremidades uma diferença de potencial de 220 volts, se desenvolvam nêle, em 5 minutos, 31680 pequenas calorias. Equivalente térmico do joule: γ=1/4,18. *(R: 1,375 m).*

7 — Enuncie o princípio de Arquimedes. Como pode demonstrar-se êste princípio?

8 — Como classifica as lentes? O que entende por potência duma lente? Dê a definição de dioptria.

9 — Enuncie a lei de Lenz e indique quais as suas conseqüências.

10 — Escreva o que sabe sôbre os raios X.

Escola Superior de Farmácia

11 — De que factores depende a evaporação de um líquido? Escreva a fórmula que traduz essa dependência.

12 — Qual a marcha dos raios luminosos nos prismas triangulares de secção recta e de catetos iguais?

13 — Que entende por calorímetro? Para que serve? Escreva a fórmula que se aplica em trabalhos com êste aparelho.

14 — Quais são as condições de máxima sensibilidade para as balanças?

15 — Que entende por agulhas astáticas? Para que servem?

16 — Escreva a fórmula que traduz a lei de Joule, em electricidade, indicando o significado das letras.

17 — Um gás tem a 10 graus centígrados a pressão de 720 mm. Que pressão terá quando aquecido a 60 graus centígrados sob o mesmo volume? *(R: 847,2 mm)*

18 — Uma lâmpada de incandescência de 125 decalúmens consome 1/2 watt por vela numa corrente de 200 volts. Qual é a resistência da lâmpada? Qual a intensidade da corrente que a atravessa? *(R: 800 ohms; 0,25 ampères).*

Escola Superior de Medicina Veterinária

19 — Um objecto está colocado a 3 metros de um espelho esférico-côncavo resultando uma imagem real e invertida situada a 30 cm do espelho. Se a imagem passar a formar-se a 60 cm do espelho, qual deverà ser a distância a que se colocou o objecto e qual o aumento da referida imagem? *(R: 50 cm; 12 vezes).*

20 — O que entende por fenómeno de liquefacção dos gases e qual a sua importância prática?

21 — Como se podem produzir os raios catódicos, quais as suas propriedades e o seu principal valor prático?

Resoluções de RÓMULO DE CARVALHO

A «Gazeta de Física» publica-se para defender os interêsses dos físicos portugueses

5. EXAMES UNIVERSITÁRIOS

PONTOS DE EXAMES

F. C. L. — Física F. Q. N. — Exame final — 20 de Junho de 1916.

1 — *a)* Indique os diferentes métodos que conhece para acelerar iões e descreva um dêles.

b) Diga que diferença há na constituïção dos átomos representados pelos símbolos ${}^{197}_{78}Pt$ e ${}^{196}_{78}Pt$.

2 — O período de semi-desintegração do Tório X é 3,64 dias. Preparam-se 0,82 mg dêste elemento e deseja-se saber passados 5 dias qual a massa de hélio que se formou por transmutação do Tório X no seu elemento descendente. O número de massa do Tório X é 224. R: *Da expressão,* $\lambda T=0{,}693$ *obtém-se* $\lambda=0{,}190$ dias^{-1}. *A quantidade* I=0,32 mg *de Tório X que existe ao fim do tempo* t=5 dias *é dada a partir de* $I = I_0\, e^{-\lambda t}$.

Atendendo ao esquema ${}^{224}_{88}\mathrm{Th\,X} \xrightarrow{\alpha} {}^{220}_{86}\mathrm{Tn} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$ *determina-se que a quantidade* $I_1=I_0-I=0{,}50$mg *de Tório X que se transmutou no elemento descendente deu lugar ao aparecimento de* 0,009 mg *de He .*

3 — Indique as aplicações à biologia e à terapia dos neutrões e as protecções que se devem utilizar contra êles.

F. C. L.—Física F. Q. N.—Exame final (2.ª chamada) — 4 de Julho de 1946.

4 — *a)* Descreva as experiências de Cockroft e Walton que constituem o primeiro exemplo de transmutação provocada por partículas aceleradas artificialmente. Indique a sua importância no estudo geral da Física. *b)* Indique como varia o número de massa e o número atómico de um elemento que se transmuta por emissão β. Justifique a sua resposta.

5 — Um elemento radioactivo transmuta-se por via α. O número de partículas, emitidas por hora por uma certa massa dêsse elemento é 240. Passados 60 dias êste número está reduzido a 80 partículas por hora. Calcule o período de semi-desintegração do referido elemento. R: *Das expressões* $I=I_0\, e^{-\lambda t}$ *e* $\lambda T=0{,}693$ *obtém-se* $T = \dfrac{0{,}693t \log e}{\log I_0 - \log I}$ =38,5 dias.

I_0 *e* I *representam aqui intensidades em vez de quantidades, em virtude de o número de partículas emitidas por uma substância radioactiva na unidade de tempo ser igual ao número de átomos desintegrados no mesmo tempo e êste número proporcional à quantidade existente.*

6 — Indique as aplicações à biologia e à terapia dos radio-elementos artificiais.

F. C. L. — Física Geral — Exame final — 4 de Julho de 1946.

7—A potência consumida num circuito sem capacidade *(R : L=314s^{-1})* quando se lhe aplica a tensão eficaz V é 49,1% da potência consumida quando se lhe aplica a tensão constante V. Calcule a frequência da tensão alternada. R: *Quando se aplica circuito a tensão eficaz* V *tem-se:*

$$P=VI\cos\varphi = \frac{V}{Z^2}R = \frac{V^2 \cdot R}{R^2 + L^2 4\pi^2 f^2} = \frac{V}{R(1 + L^2/R4\pi^2 f^2)}.$$

Quando em vez da tensão alternada se aplica a tensão V *contínua vem:* P = 0,491 P′ *em que* $P' = V^2/R$ ∴

$$\therefore 0{,}491 = \frac{1}{1 + L^2/R^2 4\pi^2 f^2}$$ *donde se tira* f = 50 s^{-1}.

8 — Uma ocular do tipo 1:2:4 tem a potência de 5 dioptrias. A que distância da primeira lente se deve colocar um objecto para obter uma imagem virtual a 40 cm da segunda lente. R: *De* $f_1:d:f_2$= =1:2:4 *e* $F = \dfrac{d - f_1 - f_2}{f_1 f_2}$ *obtém-se* f_1=0,15m, f_2=0,60m *e* d=0,30 m. *A imagem dada pela primeira lente funciona de objecto em relação à segunda lente. Logo de* $1/p_2+1/p'_2=1/f_2$ *tem-se* p_2=0,24m. *Como* $p_2=d-p'_1 \rightarrow$ $\rightarrow p'_1=d-p_2=0{,}06$ m *(posição da imagem dada pela primeira lente). De* $1/p_1+1/p'_1=1/f_1$ *tira-se finalmente* p_1= −0,10 m. *Objecto virtual a* 10 cm *da primeira lente.*

9—Um feixe de luz monocromática (λ=5000 A.U) incide sob o ângulo de 30° numa rêde de difracção (δ=12000 A. U). Determine o número de riscas que se formam. R: *A equação da rêde de difracção:* (1) δ(sen i+sem θ)=mλ. *Atendendo a que* -1 ≤ sen θ ≤1 *de* (1) *tira-se que:* -1 ≤ (mλ - δsen i)/ λ ≤1. *Logo* δ(sen i -1)/λ ≤m≤ δ(1+sen i)/λ ou -12/10≤m ≤36/10 *ou ainda* -1 ≤m≤ 3 . *Formam-se nestas condições 5 riscas que correspondem a* m=-1, m=0, m=1, m=2 *e* m=3.

10—*a*) Diga o que é a capacidade de um elemento de acumulador e como calcula a f. e. m. dum dínamo. *b)* Diga e justifique porque se faz transporte de energia eléctrica em alta tensão e diga o que é e para que serve um transformador estático. *c)* Esquema e funcionamento de um rectificador de mercúrio para corrente monofásica com rectificação total.

11—*a)* Defina coeficiente de absorção de uma substância para um dado c.d.o. e estabeleça a relação entre esta grandeza e a espessura da substância que reduz a metade a intensidade de um feixe inci-

dente. *b)* Dê a expressão relativista da energia cinética e da quantidade de movimento de uma partícula. *c)* Leis da emissão foto-eléctrica e equação fundamental da foto-electricidade.

12 — *a)* Diga quais são e o que são as amplificações de um sistema óptico centrado para um dado ponto do eixo e dê a relação entre elas. *b)* Determine gràficamente o feixe conjugado do feixe que incide com a inclinação de 30° num sistema óptico centrado no ar cujos pontos cardeais se sucedem pela ordem HF... Descreva a construção. *c)* Descreva sumàriamente as operações e cálculos a efectuar para medir uma resistência com a ponte de Wheatstone. Esquema da instalação.

F. C. L. — Física Geral— Exame final — 18 de Julho de 1946.

13—Um circuito compreende um gerador de *f. e. m. E* de resistência interior nula em série com uma resistência *R* e um galvanómetro de resistência interior *R*. Em derivação com o galvanómetro há um «shunt» de resistência R_s. Calcular o poder amplificador do «shunt» sabendo que ao retirar êste do circuito é necessário substituir *R* por 10 *R* para que o galvanómetro mantenha o seu desvio. R: *Quando se retira o «shunt» do circuito tem-se* $E = (R_a+10\ R)I$ (2.ª *lei de Kirchoff). Para o circuito com «shunt» tem-se anàlogamente* $E = (R_1+R)mI$ *em que* $1/R_1=1/R_a+1/R_s$ *portanto* $R_1 = R_a/m$ *visto que* $R_s - (R_a/m - 1)$. *Logo* $(R_a/m+R)\ mi = (R_a+10R)I$ *donde* m=10.

14—Um sistema centrado de duas lentes convergentes tem a potência de qualquer delas. Determine a posição dos seus pontos cardiais em relação às lentes. R: *Pelos dados do problema* $1/f = 1/f_1=1/f_2$ *portanto de* $1/f = 1/f_1 + 1/f_2 - d/(f_1f_2)$ e $\Delta = d - f_1 - f_2$ *tem-se que:* $1/f_1 = 2/f_1 - d/f_1^2$; $d = f_1 = f_2 = f$ e $\Delta = -f_1 = -f_2$. *Substituindo êstes valores nas relações :* $H_1F=f_1\ (1 + f_1/\Delta)$; $H_2F' = f_2(1 + f_2/\Delta)$; $H_1H = H_1F - f$ *e* $H_2H' = H_2F' - f'$ *vem* $H_1F = 0$; $H_2F' = 0$; $H_1H = -f$ e $H_2H' = -f_1$.

15—De um par de nicois paralelos emerge um feixe de luz (=6000 A U) com a intensidade I_0. Rodando o analizador de 45° emerge com a intensidade I_1. Calcular o percurso na água do feixe I_0 para que adquira a intensidade I_1 sabendo que o coeficiente de absorção da água para aquela radiação é 0,0016 cm^{-1}.

R: *A partir de* $I_1 = I_0e^{-\mu x}$ *(lei exponencial da absorção) e de* $I_1 = I_0\cos^2\alpha$ *(lei de Malus) obtem-se* $\cos^2\alpha = e^{-\mu x}$ *donde x=433 cm.*

16—*a)* Diga como calcula a f. e. m. dum alternador e dê a fórmula de Kelvin dizendo para que serve e em que condições. *b)* Diga o que são um dínamo e um magneto, o que têm de comum e o que os distingue e diga como calcula a frequência de um alternador. *c)* Diga o que é um wattímetro e qual é o seu funcionamento e como se mede a f. e. m. dum gerador com um voltímetro.

17—*a)* Defina ângulo limite para duas substâncias e fluxo luminoso de um feixe. *b)* Dê a equação geral dos dióptricos e espelhos nas condições de aproximação de Gauss e estabeleça a partir dela a equação do espelho plano. *c)* Um feixe de luz monocromática incide com a inclinação de 45° na superfície ar-quartzo normal no eixo óptico do cristal; construa os respectivos raios refractos utilizando a construção de Huygens e os valores dos índices indícados na tabela das constantes.

18—*a)* Diga o que é a luz de Wood e indique a constituição do atomo $^{27}_{13}Al$. *b)* Dê a equação de De Broglie e diga como calcula a energia cinética dum electrão no caso mais geral. *c)* Indique sumàriamente as operações e cálculos a efectuar para comparar f. e. m. pelo processo do potenciómetro. Esquema da instalação.

F. C. L. — Termodinâmica — Exame final — 13 de Julho de 1946.

19 — *a)* Estabeleça a expressão que relaciona os títulos inicial e final numa expansão adiabática reversível de um vapor húmido. *b)* Dê a representação no diagrama de Clapeyron e no diagrama entrópico e indique as diferentes fases do ciclo de Rankine com vapor saturado e com vapor sôbreaquecido (ciclo de Hirn).

20 — *a)* Defina concentração, concentração molecular e título dum soluto num dos seus constituintes e estabeleça a relação entre estas grandezas. *b)* Indique os mais importantes resultados experimentais sôbre calores específicos dos sólidos.

21—Calcular a quantidade de calor a fornecer a 10g de vapor de água de título 1/2 para o fazer passar a título constante, da temperatura de 40° C à temperatura de 80° C. R: O *título do vapor húmido é dado por* $x=m_1/m$. *Para* $x = 1/2$ *e* $m = m_1+m_2 = 10g$ *de vapor húmido tem-se* $m_1=5g$ *de vapor sêco e* $m_2=5g$ *de líquido A q. d. c.* Q a *fornecer à massa* m *de vapor húmido para o fazer passar a título constante de* T_1 *a* T_2 *compõe-se de duas parcelas, uma* $Q_1 = \int_{T_1}^{T_2} m_1c_s'dT$ *relativa ao vapor sêco mantendo-se vapor saturado de* T_1 *a* T_2 *e a outra* $Q_2 = \int_{T_1}^{T_2} m_2c_s dT$ *mantendo-se sempre líquido de saturação de* T_1 *a* T2. *Para a água entre* 0° *e* 200° C c_1=1,02 cal/g/grau *e* $c_s = c_s + 796 / T$ cal/ g / grau). *Logo* $Q = Q1 + Q2 = m_1\int_{T_1}^{T_2}(c_s - 796/T)dT + m_2c_s\int_{T_1}^{T_2} dT = -273,5 + +204=-69,5$ cal.

22 — Calcular o rendimento global de um motor de explosão a 4 tempos que absorve 320 calorias por ciclo na origem quente cuja potência é de 10 CV e que dá 3600 rot/min. R: *Como o motor é a* 4 tempos *a* 1 ciclo <> 2 rot. *O tempo correspondente a* 1 ciclo,

nas condições do problema é $t = 1/30$ s. *O rendimento económico é dado* $\eta_e = W_u/Q_c$. *Para* $Q_c = 320$ cal/ciclo e $W_u = \frac{735}{4,18 \times 30}$ cal/ciclo *vem* $\eta_e = 0,18$.

23 – Uma esfera de 10 cm² de área cuja absorvidade é 0,80 para todos os comprimentos de onda está encerrada num recinto evacuado. Calcular a potência perdida pela esfera no momento em que a sua temperatura é 227° C e a das paredes do recinto é 27° C.

R : *A variação de energia da esfera no intervalo de tempo* dt *é* $dW_p = dW_e - dW_r = a\sigma T_e^4 sdt - a\sigma T_r^4 sdt$ *em que* dW_e *é a energia emitida pela esfera, durante o tempo* dt *e à temperatura* T_e da *esfera e* dW_r a *energia emitida pelo recinto para a esfera, no tempo* dt *e à temperatura* T_r *do recinto que é igual à que seria emitida pela esfera se ela se encontrasse à temperatura das das paredes do recinto. A potência perdida pela esfera no instante considerado no problema é*

$$\frac{dW_p}{dt} = P_p = a\sigma s(T_e^4 - T_r^4) = 2,5 \times 10^7 \, J/s = 2,5 \text{ watts.}$$

($\sigma = 5,735 \times 10^{-5}$ ergs/cm²/s/grau⁴—constante de Stefan)

Resoluções de GLAPHYRA VIEIRA

PROBLEMAS PROPOSTOS

PALAVRAS PRÉVIAS

AMARO MONTEIRO

É um dos objectivos desta Revista criar e manter ou desenvolver, por todos os modos possíveis, o gôsto pelos assuntos da Física: êste é então o objectivo fundamental desta secção, a qual constitui por si mesma um daquêles modos possíveis.

De facto é um prazer espiritual encontrar a solução exacta de um problema e, daí, os numerosos cultores do género. Pedagògicamente é uma prova superior da qualidade dos conhecimentos e das aptidões de uns, o desejo de os desenvolver e melhorar para outros, senão todos. Contudo, ao passo que o problema de matemática atrai por tôda a parte numerosos cultores, reconhece-se neste particular uma certa posição de inferioridade ao problema de física; as causas serão múltiplas, mas reputamos essenciais as que seguidamente apontamos.

Um problema de física refere-se a fenómemos físicos regidos por leis e compreende grandezas e constantes físicas cujos valores numéricos podem conduzir os calculadores por vezes a operações bastante penosas. Por outro lado as leis implícitas no enunciado escondem dados e hipóteses que geralmente estariam presentes no problema matemático equivalente. Queremos assim significar que às dificuldades inerentes à subtileza do enunciado se alia a complicação proveniente da omissão, no mesmo, das leis que relacionam entre si as grandezas a que o problema se refere.

Ora nós pretendemos muitos leitores, melhor, muitos colaboradores nesta secção — provàvelmente a única que exige trabalho duro e permanente do leitor e para isso entendemos que os problemas propostos deverão ser ou literais, ou numéricos de dados simples que possam não conduzir a cálculos penosos e, ainda, baseados sempre em leis vulgares a quem tenha estudos médios ou superiores de Física. Na realidade, se a colaboração dos físicos está sempre assegurada, seja qual fôr a orientação seguida nesta Revista, cremos que só por esta via poderemos captar a dos nossos amigos matemáticos, não lhes impondo, como ócio, a pesada tarefa de dificultosos cálculos numéricos.

A *Gazeta de Física* solicita dos estimados leitores que lhe enviem problemas de interêsse subordinados ao critério exposto para serem publicados nesta secção; êstes problemas deverão ser acompanhados das resoluções respectivas e da indicação da fonte, quando não forem originais. Publicaremos

também para cada problema a resolução que julguemos mais clara e mais curta entre as que nos forem enviadas.

Num dos nossos próximos números iniciaremos a publicação de problemas resolvidos, que são problemas saídos em exames de freqüência ou finais em qualquer estabelecimento de ensino, oficial ou não, desde que sejam acompanhados das respectivas resoluções.

As obras portuguesas contendo problemas de Física não são muitas; não obstante, são numerosos os enunciados incorrectos, vulgares os problemas de solução errada. Com o objectivo exclusivo de contribuirmos para a melhoria dêste estado de coisas, publicaremos críticas a alguns dêsses enunciados e emendaremos algumas dessas soluções: a melhoria surgirá em futuras edições de tais obras.

Neste número da *Gazeta de Física* iniciaremos a publicação de duas séries de problemas, a série M baseada na Física que se estuda nos cursos médios, destinada por exemplo a alunos dos últimos anos dos cursos liceais, e a série S baseada em conhecimentos que só se adquirem em cursos superiores. E agora mãos ao trabalho, amigo leitor; e, cautela com os enunciados inocentes...

1 M — Um ascensor parte do repouso 30 m acima do solo, e executa o seu movimento de descida, primeiro com a aceleração constante de 2,0 m/s² e depois com a aceleração constante de −4,0 m/s² e atinge o solo com velocidade nula. Calcular o tempo de descida. *(Mecânica por A. Ferreira).*

1 S — Uma esfera maciça condutora com a carga eléctrica Q em equilíbrio, de raio r, está mergulhada no vácuo, sendo apenas actuada pela carga eléctrica pontual Q' à distância d do seu centro; a carga está situada no vácuo também. Calcular a fôrça que actua esta carga pontual.

AMARO MONTEIRO

8. DIVULGAÇÃO E VULGARIZAÇÃO

COMO SE MEDIU A CARGA DO ELECTRÃO

RÓMULO DE CARVALHO

§ 1. Os FLUIDOS ELÉCTRICOS

Até 1833 a interpretação dos fenómenos eléctricos assentava na existência vaga de dois fluidos que os corpos possuíam independentemente da matéria que os formava. Tinham esses fluidos os nomes de positivo e negativo e existiam normalmente em quantidades iguais nos vários corpos.

Se, por qualquer motivo, um corpo perdesse parte de um dêsses fluidos ficaria carregado com electricidade de sinal igual ao do fluido que não perdera e que, por tal motivo, ficava em excesso em relação ao do outro sinal. A causa dessa electrização poderia ser, por exemplo, o atrito. Assim, um vidro friccionado com um pano de lã ficava com excesso de fluido positivo pois a lã arrancava-lhe parte do negativo. A lã ficava electrizada negativamente e o vidro electrizado positivamente.

Dêste modo e doutros semelhantes se explicava com sedutora facilidade a electrização dos corpos e as suas manifestações eléctricas mais elementares. Quanto à natureza dêsses fluidos ninguém tinha idéias precisas porque também não as tinham àcêrca dos próprios fenómenos. O recurso ao «fluido» foi sempre, em tôda a História da Física, um recurso de urgência para resolver interpretações difíceis. A palavra, acompanhada dum gesto vago, diz tudo e não explica nada.

§ 2. O ÁTOMO DE ELECTRICIDADE

Em 1833 surgem as primeiras razões para se admitir que os fenómenos eléctricos não

são devidos a quaisquer fluidos imponderáveis, invisíveis e imateriais, mas sim a corpúsculos que juntos aos corpos ou retirados deles lhes concedem as propriedades eléctricas. Esta nova idéia de corpúsculo não explica, na verdade, o facto eléctrico mas coloca o problema numa posição totalmente diferente da anterior. Que corpúsculo é êsse? Que dimensões tem? Qual a sua massa? Como abandona os corpos? Como se introduz neles?

Um aspecto particularmente interessante desta nova idéia é o seu paralelismo com a idéia velhíssima da constituïção corpuscular da matéria. Assim como se admite que a matéria é formada por pequeníssimas partículas, assim se passa a admitir o mesmo para a electricidade. Ao lado do átomo da matéria passa a existir o átomo de electricidade, como então se disse, dando á palavra átomo o sentido de corpúsculo elementar.

Foi o físico inglês Faraday que, em 1833, nos deu a primeira suspeita da existência dum corpúsculo de electricidade. Faraday, cujo nome glorioso é bastante para envaidecer uma Ciência, estudava então o efeito da passagem da corrente eléctrica através dos solutos aquosos de substâncias minerais. O fenómeno é hoje bem conhecido e dêle resulta, em termos sumários, a libertação de metais no eléctrodo negativo do vaso que contém o soluto. A massa da substância assim libertada depende da quantidade de electricidade que atravessa o soluto e é-lhe directamente proporcional. Verificou então Faraday que uma dada quantidade de electricidade ao atravessar um soluto dum ácido mineral liberta, no polo negativo do vaso, sempre a mesma massa de hidrogénio qualquer que seja o ácido que se utilize. Anàlogamente, se uma dada carga eléctrica atravessa o soluto dum sal dum metal *M,* a massa metálica libertada é sempre a mesma qualquer que seja o sal de que se trate. Isto permite concluir imediatamente que há sempre uma certa quantidade de electricidade relacionada, seja como fôr, com as várias massas dos vários metais.

Concluiu-se da experiência que a carga eléctrica necessária para libertar 1 grama de hidrogénio era, em número aproximado, 96540 coulombs, e também se concluiu que *essa mesma carga* eléctrica libertava, no caso de o soluto ser um sal de prata, a massa aproximada de 108 gramas de prata.

O que há nestes números de mais impressionante é que êles (1 de hidrogénio e 108 de prata) correspondem às massas atómicas dêsses elementos, o que nos conduz a prever a existência de inesperada relação entre as massas atómicas dos metais e as cargas eléctricas necessárias à sua libertação.

O resultado surpreendente a que se chegou foi êste: todos os átomos-gramas de metais da mesma valência exigem a mesma carga eléctrica para se libertarem. Se a valência é 1 o valor dessa carga é, aproximadamente, a que apontámos: 96540 coulombs. Se a valência fôr 2 ou 3 a carga necessária será também 2 ou 3 vezes 96540 coulombs.

Se, por outro lado, soubermos, como está averiguado, que o átomo-grama de qualquer elemento é constituído pelo mesmo número de átomos, concluiremos que a cada átomo da mesma valência (e agora repare-se bem que falamos em átomos e não em átomos-gramas) está associada a mesma carga eléctrica.

§ 3. A TEORIA CORPUSCULAR

A primeira experiência que preparou a idéia da electricidade granular foi, como disse, realizada em 1833. As conclusões que resumimos nas linhas anteriores foram muito menos rápidas do que se poderia imaginar. Levaram algumas dezenas de anos a estabelecer-se, foram apoiadas por uns e criticadas por outros, até que se firmaram em segura base. Só bem no fim do século XIX é que se admite, sem controvérsia, a existência dum corpúsculo eléctrico relacionado com a existência do átomo. Foi só então, em 1891, que Stoney propôs que êsse corpúsculo tivesse um nome próprio e o nome proposto e aceite foi o de *Electrão.*

Encontramo-nos assim em presença de uma *unidade natural de carga eléctrica,* o electrão. A sua definição, na época, apontada, será: a quantidade de electricidade que deverá atra-

vessar um soluto para libertar no eléctrodo negativo um átomo de hidrogénio ou um átomo de qualquer outro elemento monovalente.

Terminou o século XIX convencido da existência de corpúsculos materiais (moléculas e átomos) e de grãos de electricidade (os electrões). Com estes se pretendiam explicar as propriedades eléctricas da matéria.

Começa, porém, o século XX e logo, no seu alvorecer, se alarga de maneira imprevista e soberba o conhecimento da estrutura dos corpos. O olhar arguto dos cientistas devassa a intimidade insuspeitada do mundo dos corpúsculos. O átomo deixa de ser a partícula una e indivisível para ser um pequeno universo de partículas várias que gravitam sem descanso segundo leis novas onde o arrôjo da concepção dos físicos é posto à prova mesmo sob a pena de destruirem muito saber anteriormente acumulado.

Dentro da nova idéia o grão de electricidade passa a considerar-se componente de tudo quanto existe, desde o muitíssimo pequeno até o muitíssimo grande. Agora tudo são grãos de electricidade. Todos os átomos de todos os elementos são formados por partículas que são grãos de electricidade, umas positivas e outras negativas, em número maior ou menor, consoante a natureza do átomo. Tôdas essas cargas, porém, em cada átomo, compensam os seus efeitos e o conjunto apresenta-se-nos neutro como na velha teoria dos dois fluidos quando ambos se compensavam. Se, eventualmente, entrar, ou sair dêsse pequeno universo, um ou mais grãos de electricidade, eis que o conjunto se desequilibra e aí o temos electrizado positivamente ou negativamente, conforme a mecânica do fenómeno. Assim se passam a explicar, com maior ou menor cópia de pormenores, as propriedades eléctricas da matéria. O termo electrão mantém-se através das novas concepções mas como agora há corpúsculos eléctricos de duas espécies reserva-se o nome para o corpúsculo negativo. A linguagem própria passa então a ser esta: se um átomo dum elemento perde, não importa como nem porquê, um ou mais dos seus electrões (que são negativos) fica electrizado positivamente e passa a denominar-se um *ião positivo; se,* pelo contrário, um átomo capta um ou mais electrões fica electrizado negativamente e deixa de ser um átomo para ser um *ião negativo.*

§ 4. O FUNDAMENTO DO PROCESSO DA MEDIDA DIRECTA DA CARGA DO ELECTRÃO

Se qualquer porção de matéria é constituída por corpúsculos eléctricos será possível isolar um ou mais dêles e medir-lhes a carga?

Qual o homem que não estaca de assombro perante o arrôjo desta pregunta? Pois bem. A pregunta foi feita e a resposta foi dada. Isolou-se um electrão e mediu-se-lhe a carga eléctrica, directamente, apesar de se tratar duma partícula cujas dimensões vão muito abaixo das dimensões do átomo as quais já por si são tão insignificantes que não podemos concebê-las.

O gigante da Física que mediu directamente a carga do electrão foi Robert-Andrews Millikan no Laboratório Norman Bridge do Instituto da Califórnia em Pasadena. Êste trabalho, como todos os trabalhos científicos, não surgiu esporàdicamente da mão e do cérebro dum só homem. Outros o antecederam e outros o acompanharam. Com Millikan, porém, o problema foi magistralmente resolvido, com requintes técnicos admiráveis e ao fim de muitos anos de esforços continuamente aperfeiçoados.

Eis o fundamento do processo da medida directa da carga do electrão.

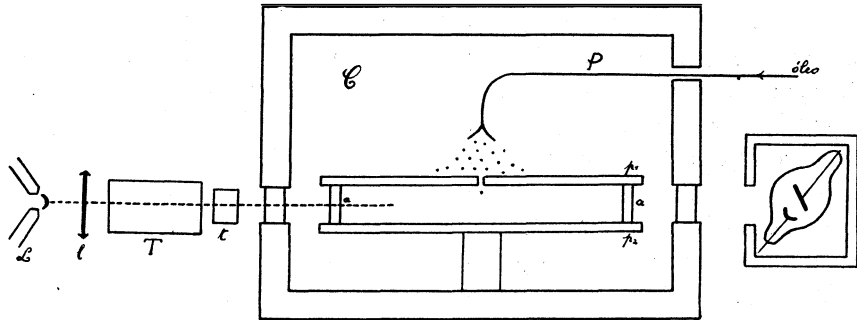
Imaginemos uma chuva de gotas muito miudinhas que caem verticalmente e serenamente. Suponhamos que é possível separar uma só gota de tôdas as outras e que, de qualquer modo, a electrizamos. Electrizá-la significa, dentro da teoria que apresentámos, que obrigamos a gota a libertar um ou mais electrões dos seus átomos ou então que a forçamos a captar um ou mais electrões existentes no espaço onde ela cai. No primeiro caso a gota ficaria electrizada positivamente e no segundo caso, negativamente.

Imaginemos agora que esta gota electrizada é obrigada a prosseguir a sua queda no intervalo entre dois pratos metálicos colocados horizontalmente e a pequena distância um do outro. Se, durante essa queda, ligarmos os pratos a um circuito eléctrico, o movimento da queda livre da gota será imediatamente perturbado. Se a gota estiver electrizada positivamente será atraída para o prato negativo e se o estiver negativamente será atraída para o positivo. Esta atracção, dirigida no mesmo sentido ou no sentido oposto da queda da gota, modificará a velocidade do movimento e será então possível conhecer o valor da carga eléctrica a partir do conhecimento da mudança que a velocidade sofreu.

Foi esta extraordinária concepção que Millikan realizou com surprendente êxito. Vejamos como.

§ 5. A TÉCNICA DO PROCESSO

Em 1916, depois de alguns anos de experiências cada vez mais cuidadosas e minuciosas, Millikan terminou o seu trabalho. A figura que se segue mostra, muito sumàriamente, o dispositivo utilizado. Nela está indicado só o que é essencial à compreensão do assunto mas, na realidade, a aparelhagem era muito mais complicada. Sigamos a ordem indicada anteriormente.



1.°. *Formação da chuva de gotas miudinhas* — O tubo *P* da figura representa um pulverizador que era accionado por pressão de ar muito bem sêco e liberto de tôdas as poeiras. Por meio dêle lançava-se azeite na câmara *C* o qual se espalhava em gotas finíssimas cujos raios eram da ordem de um milésimo de milímetro. Tóda a câmara C estava contida noutro recipiente (que a figura não representa) e completamente envolvido por 40 litros de um óleo cujo fim era o de manter constante a temperatura da câmara, condição essencial para o bom êxito da experiência.

2.°. *Isolamento duma gota—No* meio do prato circular p_1 fizera-se um orifício tão fino como se fôsse aberto por uma agulha fina que o atravessasse. Das várias gotas que caíam lentamente na câmara *C,* havia uma, de quando em quando, que caía na direcção do orifício e ficava na situação desejada entre os pratos p_1 e p_2. Mas... como ver esta gota?

Da seguinte maneira. Os dois pratos p_1 e p_2, que eram discos de latão com 22 cm de diâmetro, estavam situados a 16 mm um do outro e rodeados por um anel (*a, a*) de ebonite que fechava completamente o intervalo entre os pratos. Nêsse anel abriam-se três pequenas janelas em posições convenientes. (A figura só representa duas: *a*, *a*). Por uma delas (suponhamos a da esquerda da figura) entrava um feixe intenso de luz que ia iluminar a gota que porventura entrasse no intervalo dos pratos. Por uma das outras janelas (suponhamos a que não está indicada na figura) o observador via a gota iluminada como se fôsse uma estrêla brilhante no meio obscuro dos pratos. A luz era produzida por uma lâmpada de arco e atravessava primeiramente uma tina *T* de 80 cm de comprimento,

cheia de água, e depois outra, *t,* com soluto de cloreto cúprico, ambas com o fim de absorver os raios caloríficos da luz. Pela segunda janela indicada observava-se a gota por meio de uma luneta de curto foco e cuja ocular continha uma escala que permitia medir a velocidade com que a gota caía.

3.°. *Electrização da gota* — A electrização da gota era feita por meio dos raios X emitidos por uma ampola. É sabido que os raios X tornam os gases condutores pois descarregam um electroscópio colocado no ambiente que os raios influenciam. Quando a radiação atravessa o meio considerado expulsa electrões dos átomos que formam êsse meio. Se a radiação incidir sôbre a gota que cai, ela torna-se positiva devido à perda de electrões, e a sua carga será então igual e de sinal contrário à carga que perdeu. Saber a carga que possue é o mesmo que saber a carga que perdeu. No dispositivo de Millikan a radiação produzida em X incidia no intervalo entre os pratos passando através da terceira janela *a* (à direita da figura).

4.°. *Circuito dos pratos* — Os pratos p_1 e p_2, faziam parte dum circuito alimentado por uma bateria de 10 mil volts. Um comutador apropriado permitia dar aos pratos o sinal que mais conviesse e também pô-los em curto-circuito. Millikan conseguia observar a queda da gota electrizada durante minutos sucessivos sem sair do pequeno intervalo entre os pratos, ora fazendo-a subir, ora fazendo-a descer, ora fazendo-a parar.

5.°. A *medida das velocidades da gota* era feita por meio da luneta do observador. Na ocular da luneta estavam traçados 3 fios equidistantes cujas distâncias eram rigorosamente conhecidas. Um cronógrafo especial gravava os tempos das subidas e descidas com a precisão de centésimos de segundo.

§ 6. Os cálculos

Sabemos que fôrças de intensidades diferentes aplicadas ao mesmo corpo lhe concedem velocidades proporcionais aos valores das fôrças. Seja mg o peso da gota; v_1 a sua velocidade em queda livre; Fe a fôrça eléctrica que solicita a gota, sendo e a sua carga e F o valor do campo criado pelo circuito dos pratos no intervalo entre êles; v_2 a velocidade do movimento quando a gota está sujeita, simultâneamente, ao seu peso e ao campo eléctrico. Teremos:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{mg}{Fe \pm mg}.$$

Os sinais + e − referem-se aos casos das duas fôrças actuantes terem o mesmo sentido ou sentidos contrários.

Quanto ao valor e que se pretende conhecer, êle pode naturalmente ser a carga de 1 electrão ou de mais do que 1. Contudo, em muitíssimas experiências realizadas por Millikan, foi sempre encontrado um valor mínimo de e, o qual valor foi de $4{,}774 \times 10^{-10}$ U. Es. Q. (unidades electrostáticas de quantidade de electricidade).

A massa m da gota, que é esférica, calcula-se pela expresssão $m = 4/3\pi a^3\sigma$ em que a é o raio da gota e σ a sua massa específica.

Por seu turno o raio da gota foi calculado a partir da fórmula de Stokes que dá a velocidade da queda duma esfera polida e rígida através dum meio uniforme. Ela diz que:

$$v_1 = \frac{2}{9}\frac{ga^2}{\eta}(\sigma - \rho)$$

em que η é a viscosidade do ar e ρ a sua massa especifica.

Tôdas as constantes foram determinadas com extraordinário rigor o que exigiu pacientes e delicadíssimos trabalhos á margem do fim principal da obra.

Página imortal da Física é esta e padrão glorioso de quanto pode o génio dos homens.

Rómulo de Carvalho
Prof. do Liceu Camões

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

9. HISTÓRIA E ANTOLOGIA

ENGENHARIA ATÓMICA?

THEODORE VON KÁRMÁN

Pela terceira vez na nossa vida (o «nossa» referindo-se aos veteranos da engenharia) os físicos abriram-nos novos caminhos de actividade extremamente importantes, e o engenheiro não se encontrou apto a enfrentar tal tarefa.

Em 1887, o físico Heinrich Hertz descobriu a «telegrafia sem fios». Na verdade êle confirmou experimentalmente a existência de ondas electromagnéticas que qualquer podia reconhecer nas equações de Maxwell do campo electromagnético, isto é, qualquer que fôsse capaz de ler uma equação.

Levou ainda algumas décadas até que a rádio se tornasse um ramo de engenharia e que se tomassem medidas adequadas para incorporar os fundamentos da teoria do campo no curriculum do engenheiro.

À descoberta das ondas electromagnéticas de grande comprimento de onda seguiu-se, pouco depois, a descoberta dos raios X, isto é, de ondas electromagnéticas de muito pequeno comprimento de onda e de freqüência muito além das correspondentes ao espectro da luz visível. Deve dizer-se, em abono da engenharia, que esta se aproveitou da técnica dos raios X em vários ramos da indústria, e que o estudo e construção de montagens de raios X foram reconhecidos como uma das suas secções importantes.

Do mesmo modo, a técnica do infra-vermelho, isto é, a técnica de radiações com um comprimento de onda superior ao da luz visível, mas muito inferior ao das ondas da rádio, foi com justiça considerada como um problema de engenharia.

Contudo, no intervalo que medeia entre as duas guerras mundiais, os físicos fizeram grandes esforços para diminuir a lacuna entre ondas hertzianas e infra-vermelhas. Conseguiram produzir micro-ondas que tornaram possível a maravilhosa técnica hoje vulgarmente designada por arte do radar. Os factos físicos eram conhecidos muito antes do começo desta guerra. No entanto, foi durante ela que os físicos, com o seu conhecimento profundo da electrónica, isto é, da mecânica das partículas eléctricas, conseguiram resolver o duplo problema de engenharia de produzir e orientar as micro-ondas.

E agora, parece estarmos no patamar da nova era atómica. Não sei se isto é ou não verdade, mas certamente teremos «engenharia atómica» nos domínios da energia e dos transportes. Estaremos nós preparados para os problemas que isto envolve?

Eu pergunto: dão-se hoje ao futuro engenheiro conhecimentos fundamentais suficientes nas questões básicas da estrutura da matéria, da natureza da energia e da relação entre matéria e energia de modo a que êle fique apto a pensar inteligentemente neste novo campo, a fazer o bom juízo sabre as suas possibilidades e métodos? Haverá alguma falha na formação do nosso engenheiro? Infelizmente há.

Em primeiro lugar eu creio que temos certa tendência a restringir o nosso ensino aos conhecimentos científicos de aplicação imediata. Esquecemo-nos muitas vezes que quási tôdas as descobertas da física e da química *podem* ter aplicação na engenharia. Na verdade, esta representa a conquista da natureza, isto é, da matéria e energia, de modo a levar confôrto à humanidade, e, portanto, um engenheiro nunca pode saber de mais sôbre a constituïção interna dessa matéria cujos estados caprichosos êle combate e sôbre as leis dessa energia que êle quere desvendar e dominar.

Em segundo lugar, nós subestimamos o interêsse dos nossos estudantes pela «filoso-

fia da natureza». Temos relutância em apresentar os fundamentos da física e da química como uma ciência viva, cheia de pontos de interrogação e conceitos variantes. E porque razão uma combustão vulgar é um problema de engenharia e uma reacção nuclear um mistério de alquimia moderna?

Em terceiro lugar achamos mais importante fornecer um amontoado de conhecimentos às futuras gerações de engenheiros do que um ensino tendo por fim uma compreensão real dos fenómenos da natureza. Tentamos dar aos engenheiros um treino tal que o patrão os possa utilizar quási imediatamente após a licenciatura. Um dos meus antigos alunos estava colocado como professor numa conhecida escola de engenharia. Sugeriu algumas modificações no programa de hidráulica, no sentido da moderna dinâmica dos fluidos. O seu superior preguntou-lhe qual a vantagem em ensinar os resultados de investigadores, que êle no entanto concedia terem obtido sucessos interessantes na hidrodinâmica. Nenhum dêsses homens, dizia êle, seria capaz de desenhar um sistema de esgotos. Felizmente, os patrões mais inteligentes começam a sentir bem que o critério mais importante para um noviço de engenharia não é o da aplicação imediata. Já apreciam uma compreensão lógica dos fundamentos e não pretendem que as escolas lhes treinem o tipo de engenheiro prático, o qual — segundo o *bon mot* dum inglês de renome, também engenheiro, — perpetua os êrros dos seus predecessores.

Em quarto lugar, não quero de nenhum modo fazer um cientista de cada engenheiro, ou ainda menos um físico nuclear. No entanto tentaremos dar-lhe uma educação científica que lhe permita seguir o progresso da ciência; talqualmente como eu creio que todo o médico deve ter uma preparação suficiente para seguir o desenvolvimento da biologia, que tem produzido nos últimos tempos descobertas quási tão espectaculares como a física.

Estou convencido que tanto o conhecimento das origens mais remotas como o das limitações dos princípios não entrava o indivíduo quando da sua aplicação prática; na verdade um conhecimento real torna a aplicação mais fácil e segura. E, de facto, os estudantes de física não são nem mais nem menos inteligentes que os de engenharia.

Tenho-me afastado do assunto indicado no título. Com o pouco que sei e com o pouco que li, creio firmemente que os problemas incluídos no desenvolvimento do poder atómico, quer para fins estáticos quer para fins de transporte, são de primeira importância na engenharia e mecânica aplicada. Por outras palavras, o quadro dos processos nucleares obtido pelos físicos tem tanto de verdade, se tal coisa existe, que de futuro, as observações sistemáticas e os cálculos terão por fim soluções de ordem prática. Certamente hão-de surgir problemas atordoantes de engenharia, como o da resistência de materiais a temperaturas e corrosões extremas, e aplicações difíceis dos nossos conhecimentos sôbre difusão e transferência de calor. No entanto, e pode parecer paradoxal, creio que os processos que a engenharia atómica envolve são menos complexos que, por exemplo, os da combustão dos combustíveis sólidos e líquidos usuais; menos complexos no sentido de que, considerações simples e alguns cálculos teóricos podem levar a uma maior aproximação da realidade que no caso das reacções moleculares. Que mais pode agradar a um engenheiro científico?

Passagens extraídas do Vol. 17, n. 1 do Journal of Applied Physics.

TRAD. TEODOLINDA FREIRE

A indústria nacional só pode desenvolver-se com o auxílio de físicos e químicos portugueses

GABRIEL LIPPMANN

MARIA HELENA BLANC DE SOUSA

Fêz no dia 31 de Julho, vinte e cinco anos que morreu Lippmann.

Nascido em 1845 no Luxemburgo, foi um dos físicos mais brilhantes do seu tempo.

Foi professor de Física Experimental e de Física Matemática na Faculdade de Ciências de Paris e desempenhou até à morte o cargo de Director do Laboratório de Investigação na Sorbonne.

Dedicou-se a vários estudos sôbre Astronomia, mas a sua maior contribuição foi para o estudo da Física, deixando o seu nome ligado para sempre ao método da fotografia a côres.

Êste método baseia-se no facto de, na reflexão da luz por um espelho, os raios incidente e reflectido formarem um sistema de ondas estacionárias. Se o espelho estiver coberto por uma camada *espêssa, contínua e sem grãos* de cloreto de prata, e o iluminarmos com um feixe de luz monocromática, formam-se na camada sensível, estratos equidistantes de prata, correspondentes aos planos ventrais. A distância entre êsses estratos é de $\lambda'/2$, sendo λ' o c. d. o. da radiação no meio constituído pela camada sensível; se esta chapa fôr revelada pelos modos usuais e depois iluminada normalmente com luz branca, notar-se-à a chapa corada ùnicamente pela radiação de c. d. o. λ', isto é, pela radiação que deu origem aos seus planos nodais e ventrais, o que se explica pelo facto desta radiação ser reforçada nos estratos equidistantes de $\lambda'/2$, ao passo que, as outras radiações de c. d. o. diferentes de λ', são enfraquecidas.

Generalizando, se a chapa fôr impressionada por um feixe de luz heterocromática, cada ponto, ao ser iluminado normalmente com luz branca, reflete as radiações correspondentes às que a impressionaram.

Em 1893, Lippmann apresentava pela primeira vez à Academia das Sciencias de Paris fotografias nas quais as côres eram reproduzidas com perfeito ortocromatismo.

*

Foi eleito membro da «Royal Society» em 1908 e no mesmo ano recebia o prémio Nobel.

Morreu com 76 anos, na viagem de regresso do Canadá e dos E. U. da América, onde tinha ido como membro duma missão francesa.

M. H. BLANC DE SOUSA

10. QUÍMICA

ORIGEM E OBJECTIVO DESTA SECÇÃO

MARIETA DA SILVEIRA

Desde há muito que, no nosso País, se faz sentir a falta de uma revista em que fôsse possível tratar vários problemas, respeitantes tanto ao ensino secundário como ao ensino superior da Química, e em que, além disso, se pudesse procurar levar ao conhecimento dos estudiosos portugueses os progressos mais importantes realizados no campo da Química Moderna.

Na impossibilidade de criar simultâneamente uma *Gazeta de Física* e uma *Gazeta de Química,* procurou remediar-se a falta desta última, criando na *Gazeta de Física* uma secção de Química. Esta secção terá pois, como objectivo, preencher, embora duma maneira muito incompleta, aquela lacuna, até que seja possível a criação duma revista dedicada exclusivamente aos problemas da Química. Assim, numa única secção, procuraremos, tanto quanto possível, abordar todos os problemas, tanto os pedagógicos, como os científicos e industriais, que, de qualquer modo, possam interessar àquêles que, em Portugal, se dedicam ao ensino ou ao estudo da Química.

MARIETA DA SILVEIRA

NOMENCLATURA QUÍMICA

ALICE MAIA MAGALHÃES

É bem conhecida a importância da nomenclatura em todos os ramos da Química.

Torna-se no entanto indispensável, para que possa haver perfeita compreensão e não se suscitem dúvidas, uniformizar as regras da nomenclatura, de modo que os nomes dos compostos obedeçam à dupla condição da clareza e simplicidade.

Tal é o papel da Comissão de Reforma da Nomenclatura Química, da União Internacional de Química.

Por outro lado, convém divulgar entre nós as regras adoptadas universalmente, a fim de evitar, na designação dos compostos, divergências sempre prejudiciais.

Por êsse motivo, procurámos condensar algumas das principais regras apresentadas no relatório da citada comissão, referentes à Química Inorgânica.[1]

*

1. Tanto no nome do composto como na respectiva fórmula, o elemento ou radical electro-negativo, deve figurar em primeiro lugar.

2. A valência electro-química do elemento positivo indica-se por meio de algarismos romanos, escritos entre parêntesis, a seguir ao nome do elemento. Exemplos: cloreto de cobalto (II), Cl_2Co; óxido de ferro (II), OFe; óxido de ferro (III-II), O_4Fe_3, sulfato de alumínio (III) $(SO_4)_3Al_2$.

Esta designação da valência, muito cómoda e bem clara, procurou eliminar os inconvenientes da caracterização daquela grandeza, por exemplo pelas terminações o, *i* (ferro, ferri), e *oso, ico* (cuproso, cúprico).

Havendo mais do que um constituinte electro-positivo e um electro-negativo, êste continua a figurar no princípio, como anteriormente: carbonato de sódio e potássio, CO_3NaK; fosfato de amónio e magnésio, PO_4MgNH_4.

Havendo vários constituintes electro-negativos e um só electro-positivo, figura igualmente êste no fim, e os outros aparecem por ordem de propriedades electro-negativas decrescentes: sulfo-arsenieto de ferro, $SAsFe$; fluo-cloreto de chumbo, $FClPb$.

Note-se que «quando num radical ácido o enxofre toma o lugar do oxigénio, deve designar-se por tio e não por *sulfo*»: tiocianato de potássio, $SCNK$; tiosulfato de sódio, $S_2O_3Na_2$.

Sempre que o metal apresente, em geral, uma valência constante, torna-se desnecessária a indicação desta.

Mas a caracterização das proporções dos constituintes, num composto químico, pode ainda ser feita de outra maneira, indicando a composição estequiométrica, por meio de prefixos de origem grega aplicados aos constituintes: dissulfureto de ferro, S_2Fe; dicloreto de cobre Cl_2Cu.

Êste processo é cómodo, por exemplo para os compostos oxigenados de azoto: ON_2, monóxido diazótico ou óxido diazótico; ON, óxido de azoto; O_2N, dióxido de azoto; O_3N_2, trióxido diazótico; O_4N_2, tetróxido diazótico; O_5N_2, pentóxido diazótico.

Dêstes, o quarto e o sexto continuam a ser designados, sem inconveniente, pelos anteriores nomes de anidrido azotoso e anidrido azótico.

Sais ácidos. Os sais contendo hidrogénio ácido designam-se por hidrogeno-sais, e nos seus nomes indica-se o número de átomos de hidrogénio. Exemplos: hidrogeno-sulfato de sódio, SO_4HNa; hidrogeno-fosfato dissódico, PO_4HNa_2; dihidrogeno-fosfato monossódico, PO_4H_2Na.

Sais básicos. A existência, nestes sais, de grupos oxidrílicos, confere-lhes a categoria de

[1] *Bulletin de la Société Chimique de France* — t. 8. pg. 814, 1941.

hidroxi-sais. Exemplo: hidroxi-cloreto de cádmio, $(OH)ClCd$.

Se o metal está ligado simultâneamente a um radical ácido e a átomos de oxigénio, temos os óxi-sais. Exemplo: oxicloreto de bismuto, $OClBi$.

Complexos

1.° *Catiões complexos.* Indica-se o anião (cloreto de. . . , sulfato de. . .), a seguir os radicais que fazem parte do complexo, em ligação coordenada e os grupos moleculares nas mesmas condições, e finalmente o nome do metal, com a designação da valência, como anteriormente.

Os principais radicais naquelas condições são (pela ordem em que figuram nas fórmulas): Cl (cloro) e Br (bromo), CN (ciano), OCN (cianato), SCN (tiocianato), SO_4 (sulfato), NO_2 (nitro), ONO (nitrito), C_2O_4, (oxalato) e OH (hidroxo); os agrupamentos moleculares, de valência nula, são: OH_2 (aquo), NH_3 (amina), etc. Exemplos: cloreto de dihidroxo tetramina cobalto (III), $Cl[(OH)_2(NH_3)_4Co]$; sulfato de cloro pentaquo crómio (III), $SO_4[Cl(OH_2)_5Cr]$; brometo de dicloro diamina platina (IV), $Br_2[Cl_2(NH_3)_4Pt]$; cloreto de dibromo diamina platina (IV), $Cl_2[Br_2(NH_3)_2Pt]$.

Por vezes pode substituir-se a indicação da valência pelo emprêgo de prefixos aplicados ao nome do anião: tricloreto de hexamina cobalto $C1_3[(NH_3)_6Co]$.

2.° *Aniões complexos.* Tratando-se de sais, dá-se a terminação *ato* ao nome do metal central, precedendo-o da designação dos radicais existentes e respectivo número, e seguindo-o do nome do catião. Indica-se também a valência do metal central (e a do catião, se fôr necessário). Exemplos: hexaciano-ferrato (II) de potássio[1], $[Fe(CN)_6]K_4$, hexaciano-ferrato (III) de potássio, $[Fe(CN)_6]K_3$; exanitro cobaltato (III) de potássio, $[Co(NO_2)_6]K_3$; dinitro oxalato diamina cobaltato (III) de potássio, $[Co(NO_2)_2(C_2O_4)(NH_3)_2]K$.

Tal como anteriormente, também a nomenclatura dêstes compostos pode, em muitos casos, ser feita como segue: Para o primeiro, hexaciano ferrato tetrapotássico, etc.

Tratando-se de ácidos de anião complexo, temos: ácido hexacloro platínico (IV), $[PtCl_6]H_2$, ácido hexaciano férrico (II), $[Fe(CN)_6]H_4$ ácido hexaciano férrico (III), $[Fe(CN)_6]H_3$.

3.° *Catião e anião complexos.* Para êsse caso, não é preciso mais do que conjugar as regras apresentadas para os casos isolados: hexanitro cobaltato (III) de hexamina cobalto (III), $[Co(NO_2)_6][(NH_3)_6Co]$.

4.° *Complexos não ionizáveis.* A sua nomenclatura faz-se por um processo semelhante aos anteriores: tritiocianato triamina crómio (III), $[(SCN)_3(NH_3)_3Cr]$.

ALICE MAIA MAGALHÃES

---

[1] Parece-nos mais lógico fazer figurar na fórmula o metal do anião em último lugar, ao contrário do que apresenta o *Bulletin* de onde retirámos estas notas.

PONTOS DE EXAMES DE APTIDÃO

F. C. L. — Agôsto de 1946.

1 — Um soluto aquoso congela a −0,1°C. A que temperatura ferve à pressão normal? Dados: K_c= =1850; K_e=520. R: *De* $\Delta t=K_c/P$ *e* $\Delta t'=K_e n/P$ *vem* $\Delta t/\Delta t'=K_c/K_e$ *ou* $\Delta t'$=0,028°C. *logo* t=100,028° C.

2 — Aquecemos simultâneamente dois recipientes, um de alumínio e outro de ferro, de pêso igual. Justifique o modo como acha a relação aproximada das quantidades de calor absorvidas. Dados: *Al*=27 *Fe*=56. R: *Das expressões gerais* $Q=mc\Delta t$ *e* cA = 6,4 *e, por serem iguais as massas e as variações de temperatura, resulta :*

$$Q_{Al}/Q_{Fe} = C_{Al}/C_{Fe} = A_{Fe}/A_{Al} = 56/27 \approx 2.$$

3 —1 cm³ dum óleo, de densidade 0,9, contém

0,005 g dum ácido. Qual é a sua acidês, por cento e por litro? R: 0,56 %; 5 g/l.

4 — Calcule a densidade e o pêso de 1 litro de ozono. Justifique o cálculo. R: d_{ar} =1,67; p=2,143 g.

5 — Justifique a lei de Dalton com o sesquióxido de ferro e o óxido salino. R: A *razão das massas de ferro combinadas com a massa constante* 16 g *de oxigénio é* m/n = 8/9.

PROBLEMAS DE EXAMES UNIVERSITÁRIOS

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

1 — Esquematize uma síntese realizável do composto de fórmula $C_6H_4 \begin{matrix} COC_6H_5 \\ OH \end{matrix}$, a partir do benzeno. R : a) *Síntese do fenol, a partir do benzeno:*

$$C_6H_6 \xrightarrow{SO_4H_2 \text{ fumante}} C_6H_5SO_3H \xrightarrow{\text{fusão com OHNa}} C_6H_5ONa \xrightarrow{SO_4H_2 \text{ dil.}} C_6H_5OH.$$

b) *Formação do cloreto de benzoílo:*

$$C_6H_6 + Cl_2CO \xrightarrow{Cl_3Al \text{ anidro}} C_6H_5COCl + ClH.$$

c) *Condensação, segundo Friedel e Crafts, do cloreto de benzoílo com o fenol:*

$$C_6H_5COCl + C_6H_5OH \xrightarrow{Cl_3Al \text{ anidro}} C_6H_4 \begin{matrix} COC_6H_5 \\ OH \end{matrix} + ClH.$$

2 — Indique, esquemàticamente, como faria a síntese da benzamida, a partir do etanol. R: $CH_3CH_2OH \xrightarrow{O_2} CH_3CHO \xrightarrow{Cl_5P} CH_3CHCl_2 \xrightarrow{\text{OH alc.}} CH{\equiv}CH \xrightarrow{\text{polimeriz.}} C_6H_6 \xrightarrow{Cl_2CO} C_6H_5COCl \xrightarrow{NH_3} C_6H_5CONH_2.$

3 — Esquema da síntese dum propanoloico a partir do etanol. R : $CH_3CH_2OH \xrightarrow{O_2} CH_3CHO \xrightarrow{CNH} CH_3CHOHCN\ 2 \xrightarrow{OH_2 + ClH} CH_3CHOHCOOH.$

4 — Esquematize a síntese da glicilglicina, a partir do etano. R: $CH_3CH_3 \xrightarrow{Cl_2} CH_3CH_2Cl \xrightarrow{\text{OHK alc.}} CH_3CH_2OH \xrightarrow{SO_4H_2} CH_2{=}CH_2 \xrightarrow{Cl_2} CH_2ClCH_2Cl \xrightarrow{\text{OHK alc.}} CH_2OHCH_2 \xrightarrow{O_2} CH_2OHCOOH \xrightarrow{NH_3} CH_2NH_2COOH.$

$$2CH_2NH_2COOH \longrightarrow CH_2NH_2CONHCH_2COOH + OH_2$$

5 — Determinar os valores de P_H e K_a dum monoácido fraco, cujo soluto aquoso 0,1 N congela a −0,279° C. (constante crioscópica da água: 1850). R: *Atendendo à lei de Raoult,* $\Delta t = K\ n\ [1 + \alpha(n_1-1)]/P$ *tem-se:* $\alpha = (\Delta t.P - Kn):[Kn\ (n_1-1)] = 0{,}51$ *logo,* $P_H = -\log [H^+] = -\log n\alpha = 1{,}3$ *e* $K_a = n\alpha^2/(1-\alpha) = 0{,}053$.

6 — Sabendo que 10 mg dum elemento radioactivo perderam, em 10 anos, um décimo da sua actividade, a que conclusão chega? R: *Da expressão* $q = q_0 e^{-\lambda t}$ *conclui-se que:* $\lambda = \log (q_0/q):(t.\log e) = 0{,}0105$ anos^{-1} *e das expressões* $\lambda T = 0{,}693$ e $\theta = 1/\lambda$ *tira-se:* $\lambda = 66$ anos e $\theta = 95$ anos .

7 — Desidrata-se o carbonato de amónio. O produto sólido formado é tratado por uma solução alcalina de hipobromito de sódio, libertando-se 125 cm³ dum gás, nas condições p. t. n. Pede-se: a) Os esquemas das reacções; b) o nome do gás libertado e o do produto sólido; c) o pêso de carbonato utilizado.

R: a) — $CO_3(NH_4)_2 \longrightarrow CO(NH_2)_2 + 2OH_2$

$$CO(NH_2)_2 + 3BrONa + 2OHNa \longrightarrow CO_3Na_2 + 3BrNa + N_2 + 3OH_2$$

b) Azoto e ureia; c) 0,535 g.

8 — 0,8914 g do cloroplatinato duma amina orgânica, com 68,19 % de carbono, 7,38 % de hidrogénio e 11,42 % de azoto, deixam um resíduo de 0,2652 g. Tratados, pelo método de Zeisel, 0,5 g produzem 0,9544 g de iodeto de prata. 0,123 g deslocam, no aparelho de V. Meyer, 22,4 cm³ de ar (p. t. n.). Indicar a fórmula racional do composto.

R: $C_6H_4 \begin{matrix} OCH_3 \\ NH_2 \end{matrix}$

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

9 — 50 cm³ duma solução de carbonato e de bicarbonato de sódio foram tratados por ClH, N/40, em presença de fenolftaleína. Gastaram-se 37,8 cm³ do soluto ácido, até viragem do indicador. Adicionaram-se 2 gotas de heliantina e, para obter de novo a viragem, gastaram-se 27,9 cm³ de ClH, N/20. Indicar a composição da mistura. R: *O 1.° ensaio corresponde à transformação:* $CO_3Na_2 + ClH \rightarrow CO_3HNa + ClNa$, *donde se conclui que a quantidade de* CO_3Na_2 *em* 50 cm³ *de solução é* x=0,100 g.

O 2.° ensaio corresponde a

$$CO_3HNa + ClH \rightarrow CO_2 + OH_2 + ClNa.$$

O bicarbonato que intervém nesta reacção, é o que já existia na solução, mais o que proveio da transformação anterior. Considerando ClH, N/40, *a quantidade de* CO_3HNa, *existente em* 50 cm³ *da solução, corresponde ao volume* v=2×27,9−37,8 =18 cm³ *do soluto ácido,* e *é portanto* y=0,038 g.

10 — 75 cm^3 duma solução de permanganato de potássio são empregados na oxidação de 3,15 g de sulfato ferroso amoniacal cristalizado.

Pede-se: a) quantos cm^3 de soluto de $Mn\ 0_4\ K$ são necessários para libertar todo o iodo de 1,95 *g* de iodeto de potássio em solução ácida; *b)* que volume de hipossulfito $N/_{10}$ reduzirá êste iodo. R: a) *Estabelecidas as equivalências :*
$MnO_4K/5$ <> $(SO_4)_2Fe(NH_4)_{2,6}OH_2$ <> IK *determina-se*: v=109,6 cm^3 *do soluto de* $Mn\ O_4K$. b) A *partir das equivalências*: $S_2O_3Na_2$ <> I <> IK *tem-se*: v'=117 cm^3 *de soluto de* $S_2O_3Na_2$, $N/_{10}$.

11— Adiciona-se ácido cloroplatínico em excesso a uma solução de cloreto de amónio, calcinando-se fortemente o precipitado obtido. Sendo 0,272 *g* o pêso do resíduo depois de aquecido, determine quanto cloreto de amónio tinha a solução. Traduza por esquemas as reacções que se passam.
R: p=0,148 g de $Cl\ NH_4$.

F.C.L.—Análise Química, 2.ª parte—Julho de 1946

12 — 0,1 g dum diósido impuro, que é hidrolizável por um extrato de levedura e que reduz o licor de Fehling, é tratado com excesso de dinitrofenilhidrazina, obtendo-se um precipitado de 0,132 g. *a)* Que quantidade de hidrazina deve empregar; *b)* a que conclusões qualitativas e quantitativas chega? (Esquemas da reacção). R a) 0,037 g *de nitrofenilhidrazina.* b) *Trata-se de maltose com* 35,5 % *de impurezas.*

13 — Um soluto aquoso, de procedência bioquímica, mostrou reacção ácida, produziu azoto em presença de ácido azotos e revelou possuir propriedades redutoras. A partir de 100 cm^3 do soluto, correspondendo a 10 g de matéria orgânica, obtiveram-se, em presença dum excesso de hidroxilamina, 5 g dum derivado cristalizado do metanal, continuando o resíduo aquoso a ser ácido e redutor. Pela fervura de outros 100 cm^3 do soluto original, destilou a 98,5° C um composto ácido e redutor, mostrando coloração vermelha com $C1_3Fe$, não precipitando com $C1_2Ca$ e que foi neutralizado com 25 cm^3 de OHNa, 0,55 N. O resíduo da destilação, òpticamente inactivo, era azotado e foi titulado, após aplicação da técnica de Sörensen, com 75 cm^3 da mesma base. Qual a constituïção da mistura? R: *Em* 10 g *da mistura, existem* 3,3 g *de metanal,* 0,63 g *de metanoico e* 3,1 g *de glicocola.*

14 — O extrato etéreo de 10 *g* dum produto vegetal, com 1,6 % de azoto, pesou 0,5 g. A extracção primeiro só com água e depois a quente com ácido e alcali diluídos, deixou 1,0 *g* de resíduo sêco cuja combustão deixou por sua vez 0,1 g de resíduo. A extracção com água deu 50 cm^3 de soluto aquoso (extrato A); e a extracção com ácido e alcali diluídos deu outros 50 cm3 de soluto (extrato B). A décima parte de cada um dêstes solutos correspondeu a 70 cm^3 de licor de Fehling. No entanto, depois de tratados com ClH diluído, 5 cm^3 do extrato A corresponderam a 80 cm^3 de licor de Fehling, Que conclusões tira sôbre a composição do produto? R: *O produto contém: 0,5* g *de lipidos;* 1,0 g *de proteínas;* 0,9 g *de celulose;* 3,5 g *de glucose e ósidos-oses (expressos em gramas de glucose);* 3,15 g *de amido;* 0,475 g *de sacarose ou ósidos-ósidos; 0,1* g *de cinzas; e* 0,375 g *de outras substâncias, possivelmente água.*

11. A FÍSICA NAS SUAS APLICAÇÕES

A FÍSICA E A ENGENHARIA CIVIL

MANUEL ROCHA

Foi o desenvolvimento da Física nos séculos XVII, XVIII e XIX que creou condições para o aparecimento, nêste último século, da Engenharia cuja característica essencial, em face das antigas técnicas, é o uso que ela faz de leis naturais quantitativas.

As antigas técnicas baseavam-se na intuïção e no empirismo, sendo contudo ainda hoje fundamental o papel que êstes elementos desempenham na Engenharia, sobretudo nos ramos, como, a Engenharia Civil, derivados daquelas técnicas.

Nota-se todavia um constante regresso no recurso à intuïção e ao empirismo à medida que vai progredindo o conhecimento das leis naturais. Há já hoje muitos problemas de Engenharia relativamente aos quais o deter minismo das leis naturais à disposição do engenheiro é, felizmente, tão apertado que nenhuma margem lhe deixa para a iniciativa

pessoal. E digo felizmente porque, além de não ser de temer o marasmo que resultaria do esgotamento dos problemas a resolver, o facto da solução ser imposta por leis tem a grande vantagem de simplificar a actuação do engenheiro e, o que é ainda mais importante, simultâneamente permitir a máxima economia dentro da segurança desejada.

A Engenharia Civil só se constituiu quando a Física lhe forneceu a Mecânica dos Meios Contínuos.

Deve frizar-se, contudo, que o engenheiro não recebe do físico, por via de regra, as leis elaboradas de modo a poder aplicá-las directamente à resolução dos seus problemas. É necessária uma série de desenvolvimentos exigidos pela necessidade da sua extensão, mais ou menos legítima, a casos particulares que, não interessando ao físico, sejam importantes nas aplicações. O engenheiro tem, digamos, que vencer bolsas de resistência deixadas pela frente de avanço do conhecimento das leis naturais. Assim se constituem as ciências técnicas ou aplicadas que, como a Resistência dos Materiais, a Hidráulica, a Aerodinâmica Aplicada, a Termodinâmica Aplicada e a Electricidade Aplicada, são a pormenorização de ramos da Física que interessam especialmente à Engenharia.

A importância da Física para o engenheiro não reside só no facto dela lhe fornecer meios, as leis, para o conhecimento dos fenómenos, mas também na formação intelectual que o seu estudo confere. Efectivamente a Fisica aponta ao engenheiro a atitude mental a tomar perante um novo problema, o que é extremamente importante pois os problemas técnicos têm sempre facetas novas.

Para o ensino da Física poder atingir estafinalidade êle deverá ser conduzido por via experimental, indutivo, e não por via axiomática. Esta via dá mesmo uma formação contrária à que deve possuir o engenheiro pois êste deve estar sempre atento aos resultados das experiências e à sua interpretação, O ensino experimental da Física, como em geral o das ciências, é indispensável no nosso País onde se nota uma confiança desmedida no raciocínio: experimenta-se pouco e discorre-se demais, o que tem conduzido a um estreito cientismo livresco.

Note-se que o contacto permanente do Engenheiro com problemas humanos exige que êle possua além da formação científica, para a qual a Física lhe dá a contribuição mais importante, uma sólida formação humanístico-social. A importância da formação científica e humanístico-social no ensino superior da engenharia está bem patente nas sugestões que recentemente o «Committee on Engeneering Education» da «American Society of Civil Engeneers» fez a 114 escolas americanas de Engenharia Civil. Aconselha êsse «Commitee» que sejam dedicados ao ensino das ciências (puras e aplicadas) e às disciplinas de humanidades e assuntos sociais, respectivamente 35% e 20% da duração total do curso; sobeja portanto para o ensino das disciplinas da especialidade sòmente 45% daquela duração.

A actividade do engenheiro civil consiste em dar aos materiais de construção à sua disposição, formas e dimensões tais que lhe permitam alcançar com segurança, economia e beleza o fim em vista: transpor um vale (ponte), reter as águas dum rio (barragem), etc.

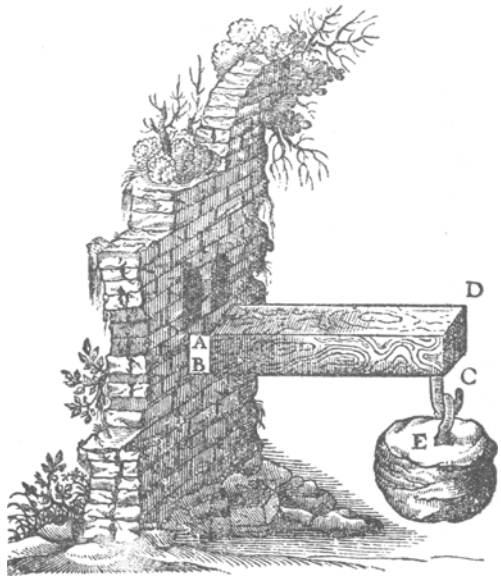
Na escolha das formas a adoptar o engenheiro civil baseia-se essencialmente em construções análogas já existentes e, além disso, na sua intuïção ou sentido mecânico. É nesta escolha que o engenheiro introduz na obra o seu poder creador.

Escolhida a forma, entre as muitas que em geral são possíveis, levanta-se o problema de prever se a construção se encontrará em boas condições de segurança, isto é, se não se dará a rotura quando a construção fôr submetida às fôrças que sôbre ela actuarão, como o pêso próprio, as devidas à acção do vento e de tremores de terra, as sobrecargas, etc.

Aqui o engenheiro tem de recorrer à Física: à Mecânica dos Sólidos Deformáveis.

Desta constituiu a Física, em primeiro lugar,

a Teoria da Elasticidade, depois dum labor de dois séculos iniciado por Galileu em 1638



Gravura, representando uma viga encastrada num extremo e submetida no outro a uma carga (pêso), extraída da obra de Galileu Discorsi e Dimostrazioni Matematiche (Leiden, 1638), onde foram apresentados os primeiros resultados com interesse para a estruturação da Mecânica dos Sólidos Deformáveis.

e rematado, pode bem afirmar-se, pelo estabelecimento das equações gerais, em 1821, por Navier.

A Teoria da Elasticidade baseia-se na noção de tensão e na lei de Hooke[1] que melhor seria designar por hipótese pois, para a maior parte das substâncias, as deformações não são proporcionais às tensões.

Aquela noção de tensão é fundamental para o engenheiro civil. Do facto, para averiguar se uma construção se encontra em boas condições de segurança êle precisa de conhecer, em todos os pontos da construção, o estado de tensão do qual se pode avaliar, pelo menos numa primeira aproximação, o perigo de rotura.

A Teoria da Elasticidade mostra que o estado de tensão num ponto é definido por um tensor simétrico de segunda ordem, e fornece para a sua determinação um sistema de nove equações às derivadas parciais de segunda ordem. É na integração dêste sistema que se encontra uma dificuldade, podemos dizer, intransponível. De facto, são raros os casos em que o sistema se pode integrar e, mesmo assim, por vezes, com desenvolvimentos analíticos muitíssimo longos o que desvaloriza a solução pois, na Engenharia, só podem interessar métodos de cálculo que exijam um trabalho cujo valor não exceda unia reduzida fracção do custo da construção.

Em virtude daquela dificuldade houve necessidade de criar um novo ramo de Mecânica dos Sólidos Deformáveis, a Resistência dos Materiais que melhor seria designar-se Resistência das Construções. E à Física que se deve o estabelecimento das suas leis fundamentais cujas conseqüências têm sido largamente exploradas, desde há um século, pelos engenheiros.

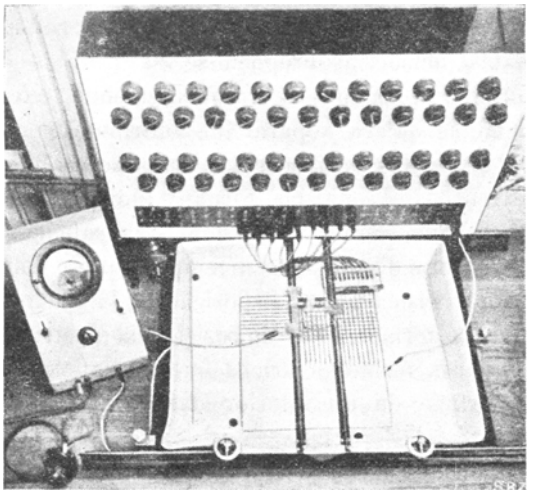
Essas leis são: a lei de Hooke, a lei de Navier-Bernoulli que afirma manterem-se planas as secções transversais duma peça prismática quando submetida à flexão, e a lei da distribuição linear das tensões tangenciais desenvolvidas na secção transversal dum cilindro submetido a uma torção. Para o engenheiro civil as mais importantes são as duas primeiras, tendo sido o estabelecimento da segunda que escorvou o enorme desenvolvimento tomado pela Resistência dos Materiais.

A Física presta ainda um auxílio precioso para vencer a dificuldade, que apontámos, de integração de certas equações diferenciais da Teoria da Elasticidade. De facto, recorrendo a outros fenómenos físicos que são regidos

---

[1] Hooke estabeleceu a sua famosa lei em 1660 e publicou-a em 1676 sob a forma dum anagrama, «ceiiinossstuu», do qual só em 1678 deu a solução: «ut tensio sie vis». Para fazer uma idéia do passo extraordinário dado por Hooke, bastará reparar numa comunicação, citada na página 4 da «History of the Theory of Elasticity» de Todhunter e Pearson, apresentada em 1674 à Royal Society por Sir William Petty. Nesta comunicação, que mostra a orientação de alguns físicos (?) da época, o autor explica a elasticidade dos sólidos por intermédio dum sistema complicado de átomos aos quais atribui «propriedades sexuais» baseando-se para isso numa passagem da bíblia que diz «macho e fêmea os creou», a qual o autor afirma que deve aplicar-se às «partes últimas» da natureza e «portanto» aos homens e aos átomos.

pelas mesmas equações diferenciais consegue-se a integração experimental por analogia. Assim, a integração experimental da equação de Laplace, que interessa não só à Teoria da



Montagem para a integração experimental da equação de Laplace a duas variáveis

Na tina coloca-se uma placa, por exemplo de ebonite, na qual ,e fez uma abertura reproduzindo o domínio de integração, e enche-se a abertura com um líquido condutor. No contôrno desta abertura estabelecem-se potenciais proporcionais aos valores que toma a função a integrar na fronteira do domínio de integração. Os potenciais do líquido no interior da abertura são proporcionais aos valores da função.

Elasticidade mas também a outros domínios, é sempre possível por intermédio da determinação dos potenciais dum campo eléctrico criado por condutores com formas e potenciais escolhidos de harmonia com as condições aos limites da equação de Laplace a integrar.

Também é possível determinar as tensões desenvolvidas numa estrutura constituída por elementos rectilíneos, como a estrutura dum edifício, a partir da medição de certas grandezas dum circuito eléctrico convenientemente escolhido, o que é conseqüência dos comportamentos da estrutura e do circuito serem regidos por certas condições de mínimo formalmente idênticas. Dum modo geral é possível resolver qualquer sistema de equações lineares a partir dum circuito eléctrico. Esta possibilidade foi recentemente aproveitada para a construção de máquinas eléctricas destinadas à resolução de sistemas de equações lineares, máquinas que terão certamente larga aplicação na Engenharia Civil onde aparecem com freqüência sistemas com tão grande número de equações que são inabordáveis pelos métodos analíticos conhecidos.

Os problemas de Resistência dos Materiais que aparecem na Engenharia Civil são geralmente estáticos. Contudo também surgem problemas dinâmicos, sobretudo relativos à vibração de meios contínuos. Assim, há necessidade de conhecer as tensões desenvolvidas numa ponte que vibra ao ser transposta por um comboio, as desenvolvidas num edifício submetido à acção dum sismo, etc. Os problemas dinâmicos só podem ainda, por via de regra, ser tratados com métodos pouco aproximados apesar do grande desenvolvimento que a teoria das vibrações tem tido nos últimos anos em virtude das necessidades da construção de máquinas.

A Resistência dos Materiais por ser constituída por um conjunto de teorias particulares, pois só são aplicáveis a sólidos com determinadas formas, não fornece muitas vezes os valores das tensões e deslocamentos com a aproximação necessária.

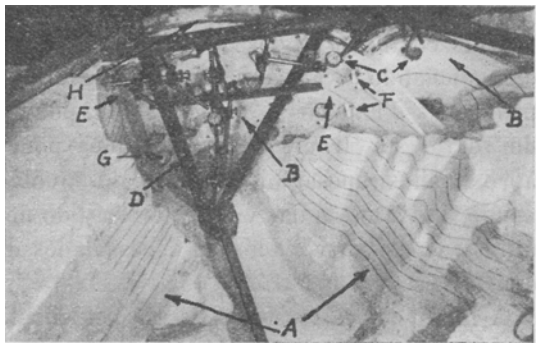
Esta deficiência, apesar dos progressos da Resistência dos Materiais, tem-se vindo acentuando com o progresso da técnica e a conseqüente crescente preocupação de economia de materiais, que acerreta a necessidade de conhecer as tensões desenvolvidas nas construções com aproximação cada vez maior.

Esta situação está obrigando, com crescente freqüência, ao recurso a métodos experimentais para a determinação de tensões, quer sôbre modelos das construções quer sôbre as próprias construções.

É ainda à Física que o engenheiro recorre — à semelhança mecânica — para a fixação das dimensões a dar aos modelos, que por vezes não são geomètricamente semelhantes às construções reais, para a escolha dos materiais dêsses modelos, que devem possuir propriedades relacionadas com as das construções, e para o transporte para as construções das tensões e deslocamentos observados sôbre os modelos quando lhe aplicamos fôrças satisfazendo a condições fornecidas ainda pela semelhança mecânica.

A determinação experimental das tensões, por meio de aparelhos designados extensómetros, faz-se a partir da medição da deformação, isto é da variação da distância entre dois pontos vizinhos, provocada pela aplicação das fôrças.

Como as deformações a medir são muito pequenas, freqüentemente da ordem de grandeza do mícron, essa determinação experimental apresenta sérias dificuldades. Até há alguns anos eram quási exclusivamente usados extensómetros constituídos por sistemas mecânicos que ampliam a deformação, mas, sobretudo nas duas últimas décadas, tem-se recorrido a extensómetros baseados na medição da variação, provocada pela deformação, de diversas grandezas físicas como, freqüência própria de oscilação duma corda vibrante, capacidade dum condensador, self duma bobine, resistência dum circuito eléctrico e permeabilidade magnética. Com o quartzo piezo-eléctrico consegue-se a medição directa de tensões exercidas na superfície dum sólido.



Modêlo da barragem de St. Luzia. Construído no Centro de Estudos de Engenharia Civil (I. A. C.), para a determinação de tensões e deslocamentos provocados pela pressão hidrostática e por variações de temperatura.

A-modêlo do terreno
B-modêlo da barragem
C-deflectómetros para medição dos deslocamentos
D-estrutura de suporte dos deflectómetros
E-cordas vibrantes
F-extensómetros mecânicos
O-pares termo-eléctricos
H-parte superior do espaço, a montante do modêlo, onde sobe o mercúrio que exerce a pressão hidrostática.

Com alguns daqueles extensómetros consegue-se mesmo fazer a determinação das tensões no interior das construções ou dos modelos, o que tem interêsse nos casos de grandes espessuras, como sucede nas barragens que chegam a ter 200 m.

Nos modelos e, sobretudo nas construções, interessa muitas vezes conhecer as tensões provocadas pelas variações de temperatura. Estas tensões sobrepõem-se às devidas às fôrças aplicadas e freqüentemente excedem-nas. Para separar a contribuïção das fôrças e das variações de temperatura para as tensões observadas, torna-se indispensável, posto que muitas vezes não seja suficiente, conhecer a distribuïção de temperaturas. Para isso, a Física põe à disposição do engenheiro civil os termómetros de resistência eléctrica e os pares termo-eléctricos que se aplicam na superfície ou no interior das construções e modelos.

Entre os métodos experimentais usados para a determinação de tensões sôbre modelos tem importância especial o baseado na Fotoelasticidade, capítulo da Física que nasceu com a descoberta de Brewster, em 1816, da birefringência acidental de corpos transparentes quando deformados.

Neste método observam-se em luz polarizada, linear e circularmente, modelos transparentes, geralmente de vidro ou de plásticos, das construções. Quando se aplicam as fôrças ao

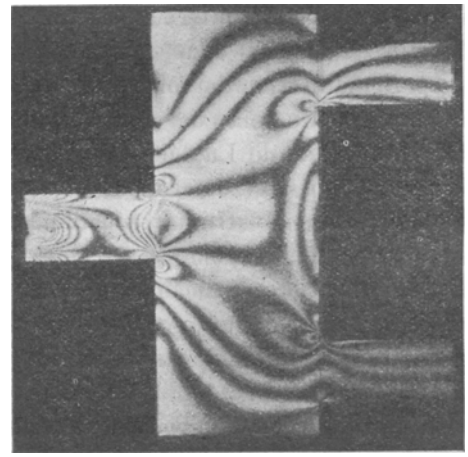


Figura de interferência obtida no estudo dum modêlo duma viga apoiada sôbre duas colunas e que recebe unia carga por intermédio doutra coluna. Estudo feito no Centro de Estudos de Engenhario Civil (I. A. C.).

modelo aparecem franjas de interferência, coloridas quando se trabalha em luz não monocromática, das quais se pode deduzir completamente o estado de tensão no modelo, no caso de se tratar dum equilíbrio a duas dimensões. Nos últimos 10 anos físicos e engenheiros têm-se esforçado, ainda sem completo sucesso, em generalizar o método da Fotoelasticidade para a determinação de tensões nos equilíbrios a três dimensões[1]. O método da Fotoelasticidade tem grande valor pedagógico em virtude de permitir um ensino visual da Mecânica dos Sólidos Deformáveis.

A Teoria da Elasticidade e a Resistência dos Materiais baseiam-se na hipótese de as deformações serem perfeitamente elásticas, isto é reversíveis, e proporcionais às tensões (lei de Hooke). Mas, por via de regra, mesmo para as tensões relativamente baixas a que os materiais estão correntemente submetidos nas construções, as deformações não são perfeitamente elásticas, isto é, são em parte irreversíveis, e não são proporcionais às tensões. Estas deformações, chamadas plásticas, são por isso duma grande importância para a Engenharia Civil.

Não se conhecem, contudo, as leis gerais da deformação plástica apesar de, depois de Tresca em 1864 ter apresentado os primeiros resultados experimentais, muitos físicos que estudam o estado sólido se terem interessado por as estabelecer.

Dado o grande interêsse que tem o assunto, também numerosos engenheiros se têm dedicado à investigação no campo da plasticidade. Porém, a orientação da investigação dos físicos e engenheiros tem sido muito diferente, como sucede sempre que atacam o mesmo problema. De facto, o engenheiro o que deseja é estabelecer as relações de interêsse imediato, em virtude das necessidades prementes das aplicações pois êle tem de construir quer conheça ou não as leis. O físico pretende ir mais fundo, para estabelecer as leis gerais do fenómeno, as relações dêste com a estrutura da matéria.

Com o estudo da plasticidade está ìntimamente relacionado outro fenómeno, o da rotura dos sólidos, cujo conhecimento é essencial para o engenheiro pois êle pretende sempre evitar a rotura das construções.

A Física do Estado Sólido tem-se ocupado sobretudo do estudo da plasticidade e da rotura nos metais, sendo de grande interêsse para o engenheiro os resultados obtidos nos últimos vinte anos, pois êles vieram esclarecer muitos fenómenos que, apesar de conhecidos, não podiam ser interpretados.

A Física consegue calcular a tensão de rotura e as constantes elásticas duma substância desde que sejam conhecidas as fôrças actuantes entre os seus átomos ou iões. Mas constata-se que, enquanto é boa a concordância entre as deformações calculadas e medidas, os valores da tensão de rotura medidos são sòmente cêrca de $\frac{1}{500}$ a $\frac{1}{1000}$ dos valores calculados[1]. Se os valores das tensões de rotura dos sólidos fossem os dados pelo cálculo, bastariam algumas cordas de piano para suportar uma ponte suspensa e uma barragem com uma centena de metros de altura bastaria que tivesse alguns centímetros de espessura.

Por aqui se poderá avaliar a extraordinária repercussão que teria a produção industrial de sólidos com tensões de rotura vizinhas das previstas pela Física. E a esperança não é vã.

De facto Joffé conseguiu obter com o sal gema, ensaiado em certas condições, tensões de rotura de 160 Kg/mm^2, muito superiores às correntemente observadas e muito vizinhas da teórica, que é de 200 Kg/mm^2.

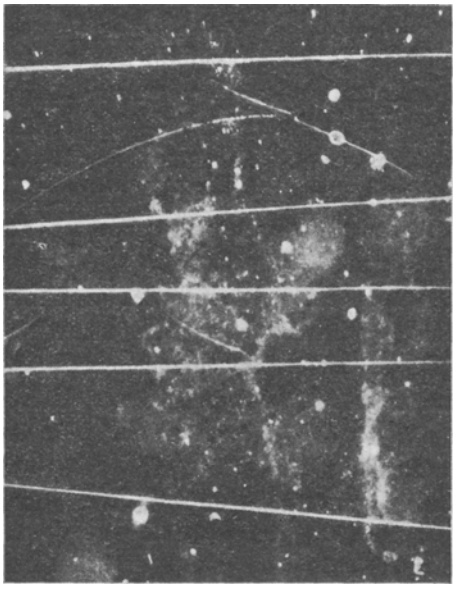
Ainda mais: com fios finos de vidro, obtidos por estiragem conduzida sem quaiquer cuidados especiais, obtêm-se tensões de rotura mais elevadas do que com o melhor aço, com a enorme vantagem para o construtor do peso

(1) Manuel Rocha, *A fotoelasticidade nos equilíbrios elásticos de revolução,* Técnica, n.° 115 Dezembro 1940.

(1) Houwink, *Elasticity Plasticity and Structure of Matter*, Camb. Univ. Press, 1937, Capítulo II.

específico do vidro ser cerca de três vezes menor do que o do aço.

Dos trabalhos dos físicos sôbre o estado sólido conclui-se que a causa do baixo valor das tensões de rotura observadas reside em defeitos da estrutura, designados por Smekal



Fissuras superficiais reveladas por meio de vapor de sódio no vidro Pirex, Resultado obtido em 1937 pelo físico inglês Costa Andrade que assim confirmou experimentalmente a hipótese, emitida muito antes, da existência de defeitos de estrutura.

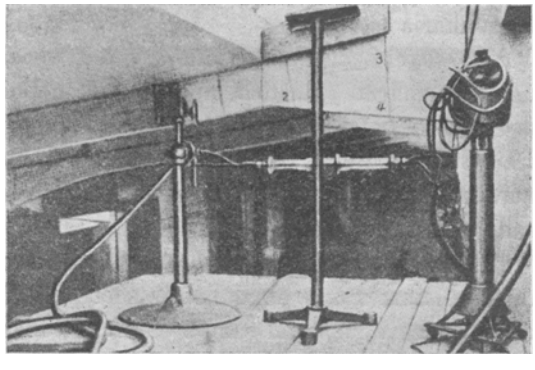
por «Lockerstellen», pequenas fissuras que determinam concentrações de tensões elevadíssimas. Portanto o problema que se põe é êste: poder-se-ão evitar êsses defeitos?

Talvez não venha longe a época em que se substitua o aço pelo vidro!

A Física do Estado Sólido tem ainda concorrido para dar coerência aos Ensaios de Materiais, disciplina cuja finalidade é a determinação das propriedades dos materiais usados nas construções, e que até há pouco era constituída exclusivamente por uma série de normas empíricas. Além disso, vários ramos da Física têm concorrido para o progresso dos Ensaios de Materiais. Assim, é hoje corrente a determinação de singularidades na estrutura dos materiais com raios X e gama[1], a detecção de pequenas fissuras em metais ferromagnético com auxílio dum campo magnético, e a determinação das constantes elásticas com auxílio de ultra-sons que, recentemente[1], foram também utilizados para a determinação da posição das armaduras numa peça de betão armado, determinacão que permite controlar a perfeição com que a peça foi executada.

Não só a Mecânica dos Sólidos, à qual nos temos vindo a referir, presta serviços na resolução dos problemas de Engengaria Civil. Também com freqüência há necessidade de recorrer à Mecânica dos Líquidos, quer para a determinação das acções dos líquidos sôbre as construções, como, por exemplo, pressão da água sôbre uma barragem, pressão das ondas sôbre o molhe, quer para a determinação das suas condições de escoamento em cursos de água, canais, canalizações, ou ainda para o estudo do transporte de materiais sólidos em suspensão ou por arrastamento.

Na Mecânica dos Líquidos a Hidráulica está, em relação à Hidrodinâmica, numa posição análoga à da Resistência dos Materiais em relação à Teoria da Elasticidade. Contudo,



Instalação de raios X colocada para a determinação da posição das armaduras numa construção de betão armado

enquanto na Mecânica dos Sólidos os problemas de maior interêsse para o engenheiro civil são estáticos, na Mecânica dos Líquidos são dinâmicos. Desta circunstância resulta uma maior dificuldade na obtenção de solu-

(1) Hahnshaw, *The technique of gamma radiography*, Engeneering n.° 4206, 23 Agosto 1946, pág. 169.

(1) Trabalho em curso no Eidgenössische Materialprüfunganstalt de Zürich.

ções satisfatórias, sendo por isso muito freqüente a necessidade de recorrer na Hidráulica a resultados empíricos.

Há um outro capítulo de Mecânica, de constituição muito recente, com grande interêsse para a Engenharia Civil. É a chamada Mecanica dos Solos que estuda os sistemas de pequenas partículas, como argilas e areias.

O seu interêsse resulta do facto das fundações das construções serem com freqüência feitas sôbre terrenos com tal contituïção e, além disso, de êles servirem como material para a construção de certas obras como as chamadas barragens de terra.

Coulomb, Navier e Rankine estabeleceram os primeiros resultados da Mecânica dos Solos, tratando-os à luz dos resultados clássicos da Mecânica dos Sólidos Deformáveis. Foi só nas duas últimas décadas, depois de um engenheiro, Terzaghi, ter feito voltar as atenções para o papel importante que desempenham os filmes líquidos que separam as partículas dos solos, que a Mecânica dos Solos entrou em franco desenvolvimento, só possível, aliás, graças aos conhecimentos fornecidos pela Física acerca dos fenómenos de superfície nos líquidos e sólidos, particularmente dos fenómenos capilares.

Vem a propósito referir que as tensões provenientes dos fenómenos capilares que se produzem nas construções de betão e nas de madeira, materiais que são atravessados por uma rede de canais capilares, são muitas vezes responsáveis pelas fracturas (fendas) que freqüentemente se observam, pois essas tensões podem ser muito mais elevadas do que as devidas às fôrças aplicadas.

Antes de acabar esta breve exposição acerca das relações entre a Física e a Engenheria Civil, não posso deixar de citar o concurso daquela ciência para a melhoria das condições de habitabilidade dos edifícios, sem o qual não teria sido possível o condicionamento automático do ar ambiente quanto a temperatura e humidade, a boa iluminação e as boas condições acústicas. Para fugir às irregularidades das condições atmosféricas, nota-se mesmo hoje a tendência para o edifício sem janelas no interior do qual as condições podem ser reguladas à vontade.

MANUEL ROCHA

ENGENHEIRO CIVIL

12. INFORMAÇÕES VÁRIAS

EFEMÉRIDES

1745—Nasceu Alessandro Volta (falecido em 1827). Em 1800 descrição da 1.ª pilha eléctrica.

1845—Nasceu, em 27 de Março, Wilhelm Conrad Röntgen (falecido em 10 de Fevereiro de 1923. Em 1895 (Novembro, 8) descoberta dos raios X.

1845—Nasceu Gabriel Lippmann (falecido em 31 de Julho de 1921).
Em 1895 primeira fotografia a côres com perfeito ortocromatismo.

1646—Nasceu Gottfried-Wilhelm Leibnitz (falecido em 1716).

NOTICIÁRIO

Cursos práticos para professores

Um dos factos que mais mais pode contribuir para o desenvolvimento do meio científico de um país é o da existência de um estreito contacto entre os professores do ensino secundário e do ensino superior. As vantagens resultantes de uma tal aproximação são tantas que em alguns países, como por exemplo na Suécia e no México, os professores do ensino secundário são pagos pelo Estado para irem, de cinco em cinco anos, passar um ano à Universidade. E não se pense que dêste contacto resultará só vantagem para um dos lados; se é certo que o professor do ensino secundário, vindo à Universidade comparticipar nos seminários e nos colóquios e realizar trabalhos práticos ou mesmo investigação, vê assim facilitada a sua tarefa de uma permanente actualização de conhecimentos, não menos certo é que, com a experiência adquirida no ensino aos mais jóvens, poderá e deverá exercer junto do professor universitário uma acção permanente no sentido de que êste tenda a modificar os seus programas com o objectivo de preencher aquelas lacunas que o professor do ensino secundário tenha reconhecido possuir na sua preparação univer-

sitária. É mesmo corrente que dêste intercâmbio resulte a passagem para o corpo docente universitário de alguns professores do ensino secundário cujas aptidões melhor poderão ser aproveitadas no grau de ensino superior.

Ora acontece que entre nós tem havido uma dissociação pode dizer-se completa entre os professores dos dois graus de ensino; e essa separação constitui, sem dúvida, um grave prejuizo para a Nação. Com o fim de, embora com um carácter restrito, contribuir para realizar uma aproximação que tão útil seria, o Laboratório de Física da Faculdade de Ciências de Lisboa organiza, no corrente ano lectivo, um curso prático em que os professores do ensino secundário terão ocasião de executar alguns trabalhos de física que muitos deles não realizaram quando freqüentaram as Faculdades.

A Gazeta de Física terá ocasião, no seu próximo número, de se referir pormenorizadamente a esta iniciativa. M. V.

Curso de Ciências Geofísicas

O decreto-lei n.° 35850, publicado no «Diário do Govêrno», 1.ª Série, de 6 de Setembro p. p. modifica o quadro das disciplinas das Faculdades de Ciências e, em particular:

1.°) Introduz as seguintes modificações na actual licenciatura em Ciências Físico-Químicas:

a) As cadeiras de Física dos Sólidos e Fluídos (anual) e de Acústica, Óptica e Calor (anual) são extintas e criam-se as cadeiras de Mecânica Física (semestral) e de Óptica (anual).

b) O Curso Geral de Física (anual) passa a ser precedência obrigatória das cadeiras de Mecânica Física, Termodinâmica, Electricidade e Óptica.

c) Extingue-se a cadeira Geografia Física e Física do Globo (anual) que será substituiria pelo curso de Geomorfologia (semestral).

2.°) Institui o «curso de Ciências Geofísicas» com 8 semestres constituido pelas seguintes disciplinas:

1:° ano : Matemáticas Gerais (ou Algebra Superior) C. G. de Física, C. G. de Mineralogia e Geologia, Desenho de Máquinas.

2.° ano: Cálculo infinitesimal, Mecânica Física, Termodinâmica, C. G. de Química, Desenho Topográfico.

3.° ano : Análise Superior, Cálculo das Probabilidades, Mecânica Racional, Electricidade.

4.° ano : Física Matemática, Óptica, Metereologia e Geofísica. A. G.

Doutoramentos

Doutorou-se, no mês de Junho, em ciências físico-químicas na Faculdade de Ciências do Pôrto o assistente de física desta Faculdade, José Sarmento de Vasconcelos e Castro. O Dr. José Sarmento apresentou como tese de doutoramento um trabalho intitulado «Estudo das riscas satélites de *Lα* do ouro»; a parte experimental dêsse trabalho realizou-a o autor, como bolseiro do Instituto para a Alta Cultura, no Centro de Estudos de Física que funciona no Laboratório de Física da Faculdade de Ciências de Lisboa.

Também recentemente se doutorou em Zürich o assistente da Faculdade de Ciências de Lisboa, Armando Carlos Gibert. O Dr. Armando Gibert apresentou como tese de doutoramento um trabalho intitulado «Effet de la température sur la diffusion neutron-proton» que realizou no Instituto de Física, da direcção do Professor P. Scherrer, da Escola Politécnica de Zürich, onde permaneceu durante quatro anos como bolseiro do Instituto para a Alta Cultura. M. V.

«Portugaliae Physica»

Será posto à venda, antes do fim do ano, o 2.° fascículo do 2.° volume da revista *Portugaliae Physica;* êste fascículo insere colaboração nacional e estrangeira.

Chamamos a atenção dos nossos leitores para o facto da comissão de redacção da referida revista ter resolvido baixar o preço de assinatura, que foi de Esc. 150$00 para o 1.° volume, para Esc. 80$00. Como o 2.° volume deverá ser publicado no biénio 1946-47 um encargo anual de quarenta escudos permitirá a todos os estudiosos portugueses contribuirem para a manutenção de uma revista que publica o seu segundo volume sem qualquer auxílio financeiro do Estado.

Dados os serviços que esta revista presta à cultura nacional — em especial ao movimento incipiente de investigação científica no domínio da física — e ainda à projecção dessa mesma cultura no estrangeiro, seria de lamentar que dificuldades de ordem financeira obrigassem à suspensão da sua publicação. M. V.

Novas unidades

Os físicos E. U. Condon e L. F. Curtiss acabam de propor as seguintes novas unidades:

1.° O «rutherford», abreviação «rd», que é a intensidade duma fonte radioactiva na qual se dão 10^6 desintegrações por segundo.

O micro-rutherford é pois uma desintegração por segundo. É uma unidade distinta, por natureza, do curie.

2.°) O «roentgen por hora a 1 metro», abreviação «r. h. m.», pronúncia «rum». É uma unidade apropriada à medição de intensidades de radiação gama.

O «National Bureau of Standards» dos Estados Unidos da América do Norte recomenda a adopção destas unidades. A. G.

Agradecimento

Ao terminar a composição do 1.° número da *Gazeta de Física,* em 22 de Outubro de 1946, a Direcção agradece a todos aquêles que confiaram no êxito da sua realização, como se prova pela inscrição de quási duzentos assinantes até esta data. X. B.

PORTUGALIAE MATHEMATICA

REVISTA DE
COLABORAÇÃO INTERNACIONAL

Preço dos volumes já publicados

Volume 1 — 300$00
Volumes 2, 3 e 4 — 250$00 cada

Para os sócios da Sociedade Portuguesa de Matemática:

Volume 1 — 200$00
cada um dos volumes seguintes: 150$00

●

Assinatura do volume 5: 150$00
e para os sócios da S. P. M. 50$00
Pedidos a: Gazeta de Matematica, Lda.

*

PORTUGALIAE ACTA BIOLÓGICA

○

Publica trabalhos originais ou revisões críticas de problemas actuais de Biologia

○

Editada como publicação do Instituto Botânico da Faculdade de Ciências de Lisboa, do Laboratório de Patologia Vegetal «Verissimo de Almeida», da Sociedade Portuguesa de Biologia

*

PORTUGALIAE PHYSICA

Revista de colaboração internacional

⊙

REDACÇÃO E ADMINISTRAÇÃO
Laboratorio de Física da Faculdade de Ciências de Lisboa

⊙

Publicados: Volume 1 (4 fascículos)
e Volume 2 (fascículo 1)
No prelo: Volume 2 (fascículo 2)
Assinatura do Volume 2: Esc. 80$00

Para os sócios da Sociedade Portuguesa de Física e Química, redução de 50%

*

* Os anúncios com êste sinal não são pagos.

Dêem o vosso apoio à investigação científica

Bausch & Lomb

INTRUMENTOS OFTÁLMICOS

Oftalmoscópios binoculares
Keratómetros
Óculos para o Sol

DIVERSOS

Binóculos · Lupas
Lentes para óculos
Lentes fotográficas

MICROSCÓPIOS E ACESSÓRIOS

Hemacitómetros -Micrótomos
Máquinas para microfotografia e acessórios

EQUIPAMENTOS DE PROJECÇÃO

Projectores de, contorno
Microprojectores—Aparelhos de projecção (Epidiascópios)

INSTRUMENTOS PARA AEROFOTOGRAMETRIA

Lentes Metrogon Aparelhagem Multiplex

INSTRUMENTOS PARA MEDIR PROPRIEDADES ÓPTICAS

Refractómetros — Polarímetros Sacarímetros — Equipamentos espectrográficos — Espectrofotómetros

BAUSCH & LOMB

BAUSCH AND LOMB OPTICAL Cº.

REPRESENTADA EM PORTUGAL PELO

INSTITUTO PASTEUR DE LISBOA