

166 — Faça um esquema, indicando como é possível obter a partir da energia cinética de uma queda de água a energia eléctrica destinada a obter luz numa localidade distante. O que é preciso fazer para que o transporte de energia seja económico. Justifique convenientemente a resposta.

167 — O que entende por rendimento teórico industrial de uma máquina térmica? De que depende o

trabalho realizado no interior de um cilindro? Obtenha a expressão e apresente um exemplo numérico, com números à sua escolha, referente à passagem do êmbolo de um extremo ao outro.

168 — De que depende a energia de rotação. Obtenha a expressão que dá a energia cinética de rotação.

L. M.

No primeiro centenário de Lorentz

Comemora-se, no corrente ano, o primeiro centenário do nascimento de Lorentz (1853-1928), uma das figuras mais relevantes do moderno panorama científico. A obra do notável físico holandês, professor da Universidade de Leyden, representa a ponte de passagem entre o caminho frondoso, mas acanhado, da Física clássica e a vastidão perturbadora da Física relativista. Na linha dos grandes construtores da Ciência, Lorentz dá a mão a Maxwell, no passado, e a Einstein, no presente. Dele escreveu um historiador da Física: «Assim como na lenda grega a esfera terrestre repousa sobre os ombros de Atlante, assim a prodigiosa construção da nova Física assenta nas ideias do investigador de Leyden» (D. Papp).

Maxwell, ao iniciar o processo mental que o conduziu ao famoso sistema de equações conhecido pelo seu nome, comparara o éter de Fresnel com o fluido indutor de Faraday. Para Fresnel a luz era consequência da vibração das partículas de um meio hipotético que preenchia o próprio vazio (o éter), à semelhança do som que resulta também de uma vibração de partículas, mas materiais. Noutro campo da investigação, então totalmente distinto do anterior, Faraday suposera que as acções, quer eléctricas, quer magnéticas, seriam manifestadas a distância, por intermédio de certo agente a que chamou «fluido indutor». Maxwell teve a ideia fecunda, e atrevida, de imaginar que o fluido indutor, electromagnético, de Faraday, e que o éter luminoso de Fresnel, seriam ambos o mesmo

meio. Por outras palavras: a transmissão das ondas, quer luminosas, quer electromagnéticas, seria efectuada segundo o mesmo mecanismo. A origem da onda luminosa seria, dentro deste pensamento, uma perturbação electromagnética do éter.

Segundo a teoria electromagnética de Maxwell (1873) seria, portanto, possível provocar oscilações eléctricas de elevada frequência que lançassem no espaço uma onda cujas propriedades fossem as das ondas luminosas. Coube a Hertz (1888) a glória de provar, experimentalmente, a verdade da asserção de Maxwell. O físico alemão, ao provocar a descarga entre condutores electrizados, obteve uma sucessão de faíscas que mudavam de sentido com grande rapidez (descarga oscilante de alta frequência) e que originavam uma onda (hertziana) cuja velocidade de propagação era a da luz, que se reflectia e que se refractava segundo as mesmas regras da Óptica, e na qual soube distinguir a presença de uma vibração eléctrica e de outra magnética, perpendiculares entre si, tudo consoante Maxwell previra.

Se a onda luminosa for, realmente, de natureza electromagnética, a sua produção será devida a uma causa comparável à descarga oscilante que provoca a onda hertziana. Maxwell, porém, não se pronunciou sobre esta questão fundamental.

No respeitante aos fenómenos eléctricos, o sistema das equações de Maxwell (que consegue sintetizar, num conjunto impressionante, a indução de Faraday, as leis de

Coulomb, as de Ohm e as de Ampère) mostrou-se impotente para interpretar os fenómenos observados na electrólise. Faraday reconheceu, pelo estudo quantitativo desses fenómenos, que a quantidade de electricidade necessária para depositar no cátodo o equivalente-grama dos metais, era uma quantidade constante, facto este que conduziu os físicos à aceitação de um novo



Hendrik Antoon Lorentz nasceu em Arnheim, em 18 de Julho de 1853. Aos 25 anos, em 1878, foi nomeado professor de Física Teórica da Universidade de Leyden. Em 1902 recebeu o Prémio Nobel. Em 1905 Ingressou na *Royal Society*. Em 1908 recebeu a *Rumford Medal* e em 1918 a *Copley Medal*.

e fundamental conceito: o da estrutura granular da electricidade.

Nas equações de Maxwell, assentes no conceito de onda, nada poderia revelar a existência de um grão de electricidade. Ou se conseguia sujeitar as leis da electrólise a um esquema interpretativo fundamentado na existência das ondas electromagnéticas ou as equações de Maxwell deixavam

a descoberto uma incapacidade, muito perigosa, de interpretação.

Coube a Lorentz o difícil papel de solucionar a crise, introduzindo, no sistema de equações de Maxwell, o novo conceito da descontinuidade estrutural da electricidade. Na constituição de todos os corpos existirão, segundo Lorentz, partículas de ínfimas dimensões (os electrões), electrizadas negativamente. A sua presença, ou o seu estado de movimento, explicarão todos os fenómenos eléctricos, magnéticos e ópticos. Essas partículas individuais, independentes do éter e móveis em relação a ele, constituirão o elo entre esse mesmo éter hipotético e a matéria ponderável, elo de cuja ausência enfermava a teoria de Maxwell. Para Lorentz o éter já não é, como para Fresnel, um meio forçadamente imaginado, para servir de suporte à propagação de certos fenómenos; é o próprio espaço dotado de propriedades particulares.

É claro que a hipótese da existência dos electrões negativos força a aceitação da hipótese da existência de corpúsculos positivos, para que a matéria, no seu conjunto, se apresente neutra. Contudo, serão os electrões os responsáveis pelos fenómenos ópticos e electromagnéticos.

A hipótese electrónica de Lorentz recebeu, logo um ano depois de ter sido proposta, a bela confirmação experimental conseguida por Zeeman. Se esses electrões existem, corpúsculos móveis, electrizados, animados de grandes velocidades, equivalerão, nos seus efeitos, a correntes eléctricas que deverão ser influenciadas por magnetes. Um campo magnético deverá, portanto, modificar a trajectória dos electrões e a frequência da sua vibração.

Zeeman, hábil físico experimental, também holandês, discípulo de Lorentz, deu a confirmação das ideias do mestre. Colocando a chama do sódio num campo magnético de grande intensidade, verificou que a risca amarela *D* do espectro desse elemento aparecia desdobrada no espectrógrafo: em duas, quando se observava o es-

pectro na direcção das linhas de força do campo; em três, na direcção perpendicular e essa.

Esta admirável experiência, e as que se lhe seguiram com o mesmo fim demonstrativo, permitiram calcular a relação e/m entre a carga eléctrica do electrão e a sua massa. Os valores obtidos foram confirmados pelas medidas posteriores relativas à descarga eléctrica nos gases rarefeitos. Como disse Langevin: «a introdução do grão de electricidade na teoria de Maxwell, fecundou-a como a semente que se lança à terra...».

A hipótese de Lorentz permitiu reunir, no mesmo corpo de doutrina, a interpretação de muitos fenómenos que pareciam independentes uns dos outros. Por exemplo: quando um electrão se desloca com movimento rectilíneo e uniforme, transporta consigo o seu campo electromagnético sem que haja emissão de energia. Porém, se for sujeito a qualquer variação de velocidade, passará a constituir um emissor de uma radiação electromagnética, transversal, que se propagará com a velocidade da luz. Deste modo se explicava então a emissão das radiações. Haveria absorção de radiação quando um feixe luminoso cedesse aos electrões uma parte da sua energia, provocando-lhes movimento ou variação de movimento.

Lorentz, a partir da sua hipótese, reencontrou também as leis de Kirchhoff, de Planck e de Wien relativas ao poder emissivo e absorvente e que tinham sido descobertas com fundamento na Termodinâmica.

De todo este soberbo quadro ressaltou, porém, uma grave discordância: a incapacidade de interpretar o resultado «negativo» da famosa experiência de Michelson. Este fisico, como é sabido, verificou experimentalmente que a luz proveniente de uma fonte luminosa, à superfície da Terra, se propaga com velocidade constante, quer a direcção da sua propagação seja a mesma do movimento da Terra em relação ao lugar

da experiência, quer lhe seja perpendicular, resultado este considerado «negativo» porque se esperava que a velocidade de propagação da luz dependesse da sua direcção, relativamente à direcção do movimento da Terra.

Para solucionar a dificuldade, sem modificar a cinemática newtoniana, Lorentz e Fitzgerald admitiram a hipótese de que as dimensões do corpo em movimento dependiam da direcção dessas dimensões em relação à do movimento. Assim, um dado comprimento cuja direcção fosse normal àquela em que se deslocasse, contrair-se-ia de uma certa fracção do seu comprimento se passasse a mover-se na própria direcção do movimento. Essa contracção seria $\sqrt{1-v^2/c^2}$ do comprimento referido à direcção normal à do deslocamento, em que v representa a velocidade do móvel e c a da luz. Uma esfera, em repouso, deixaria de o ser se estivesse em movimento. O diâmetro que se mantivesse normal à direcção do movimento, conservaria a sua dimensão. O diâmetro contido na direcção do movimento ficaria menor. A esfera tornar-se-ia um elipsoide de revolução.

Outra noção que se deve a Lorentz é a de «tempo local». Dois observadores, A , e B , pretendem acertar os seus relógios, um pelo outro. Um deles, (B), enviaria ao outro, (A), um sinal luminoso, num dado instante H . Como a luz gasta certo tempo t para ir de B a A , enquanto A , ao receber o sinal, marcaria o momento H no seu relógio, o de B marcaria já $H + t$. Se o sinal chegado a A fosse imediatamente reenviado para B , chegaria aí no instante $H + 2t$, em relação a B , o qual seria $H + t$ no relógio de A . Se então B , atrasasse, no seu relógio, metade do intervalo de tempo ($2t$) que mediara entre o envio e a recepção do seu primitivo sinal, ambos os relógios ficariam sincronizados e marcariam $H + t$.

Esta conclusão só pode ser válida se a luz gastar tanto tempo para ir de B a A como para ir de A a B , o que pareceria ser evidente. Se os observadores estiverem

imóveis, assim será. Mas, se ambos estivessem animados do mesmo movimento de translação, então um dos observadores recuará perante a luz que provinha do outro, e este avançaria para a luz proveniente do primeiro. Os relógios não ficariam sincronizados mesmo depois de feita a correcção anterior. Haverá, pois, um tempo próprio para cada observador. É o seu «tempo local».

A noção de «tempo local» e o estabelecimento do valor $\sqrt{1-v^2/c^2}$ foram duas das mais fecundas contribuições de Lorentz para a Física do nosso século. Einstein, mais revolucionário de que Lorentz, prefe-

riu abandonar as leis da cinemática clássica para interpretar a experiência de Michelson, mas fê-lo colocando-se na continuação da obra de Lorentz.

Em 1928, em Haarlem, quando o grande físico holandês se foi a enterrar, seguiam atrás do carro mortuário, vindos de lugares distantes, Einstein, Langevin, Marie Curie, Rutherford e muitos outros. Esse triste acompanhamento, de tão distintas personalidades, é o melhor documento sobre o altíssimo valor da obra científica de Lorentz.

RÓMULO DE CARVALHO
Professor do Liceu D. João III (Coimbra)

INFORMAÇÕES VÁRIAS

NOTICIÁRIO

Missão britânica de isótopos a Portugal

Entre os dias 20 e 27 de Janeiro de 1953, um grupo de cientistas britânicos visitou Portugal realizando uma série de conferências, seguidas de demonstrações, sobre isótopos radioactivos.

Os membros que constituíam esse grupo eram os seguintes:

Dr. Henry Seligman — Director da Divisão de Isótopos de Harwell; Dr. R. J. Walton e Dr. W. K. Sinclair, respectivamente radioterapeuta e físico de isótopos do Real Hospital do Cancro, de Londres; Dr. J. E. Johnston — Director da Escola de Isótopos, de Harwell; Miss R. J. Millett e Sr. K. D. Outeridge, respectivamente química e físico da Escola de Isótopos que, juntamente com o Sr. R. G. Powell da Divisão Electrónica de Harwell, completam o grupo.

Reproduzimos o programa das referidas conferências, bem como a fotografia da primeira pilha europeia para produção de isótopos cuja fotografia inserimos na capa deste número.

20 de Janeiro (em Lisboa) — às 11 e 30 — Sessão de abertura «Vantagens do uso da Energia Atómica» (em francês), pelo Dr. Henry Seligman; às 21 e 30 «Produção de Materiais Radioactivos», pelo Dr. J. E. Johnston — 21 de Janeiro (em Lisboa) — às 11 horas — «Entrega e Medição de isótopos num Hospital» pelo Dr. W. K. Sinclair; às 18 e 30 — «Usos dos Rádio-isótopos», pelo Dr. Henry Seligman; às 21 e 30 — «Aplicações médicas dos Rádio-isótopos», pelo Dr. R. S. Walton — 22 de Janeiro (em Lisboa, — às 11 horas — «Os isótopos na indústria», pelo

Dr. J. E. Johnston; às 21 e 30 — «Curso sobre aplicações médicas dos Rádio-isótopos» pelos Drs. R. J. Walton e W. K. Sinclair — 23 de Janeiro (no Porto) — às 21 e 30 — «Aplicações médicas dos Rádio-isótopos», pelos Drs. R. J. Walton e W. K. Sinclair — 24 de Janeiro (em Lisboa) — às 11 horas — «Produção e uso dos Rádio-isótopos», pelos Drs. H. Seligman e J. E. Johnston — 26 de Janeiro (em Coimbra) — às 21 e 30 — «Produção e uso dos Rádio-isótopos», pelos Drs. H. Seligman e J. E. Johnston — 27 de Janeiro (em Lisboa) — às 11 horas — «Aplicações médicas dos Rádio-isótopos», pelos Drs. R. J. Walton e W. K. Sinclair.

Cursos de Física Nuclear em Lisboa

Realizou-se nos meses de Novembro e Dezembro, do ano findo, no Instituto Português de Oncologia, organizado pelos *Centros de Estudo da Energia Nuclear*, recémcreados, um Curso Breve de Física Nuclear, que é o primeiro de uma série dedicada a estes assuntos.

O curso foi constituído por uma parte teórica, com a duração de 3 horas semanais, de que se encarregou o Professor Dr. Julio Palacios, da Faculdade de Ciências de Lisboa, que dirigiu o curso, e por uma parte de prática laboratorial com a duração de 13 horas semanais, dirigida pelo Dr. António Baptista, assistente de Física da mesma Faculdade. Os trabalhos práticos foram realizados com o indispensável auxílio material da Secção de rádio-isótopos do Instituto Português de Oncologia, o que permitiu rendimento satisfatório.