comissões técnicas, fábricas do Estado, indústrias, institutos biológicos, agrícolas e outros, é, pura e simplesmente, ignorado, designadamente sem dúvida por aqueles que desempenham, por vezes com petulante arrogância, as funções que lhe deveriam caber.

É claro que o engenheiro, por exemplo e por ser o mais corrente «ersatz» de físico, pode estudar e aprender física, mas também um enfermeiro poderia aprender medicina, e nem por isso o Estado consente que se exerça a profissão de médico sem um curso profissional — o de Medicina e a consagração da corporação dos profissionais — a Ordem dos Médicos.

Do mesmo modo devemos esperar que, em breve, a profissão de físico tenha o seu defeso simultâneamente com o seu viveiro: um Curso de Física.

A. GIBERT
FÍSICO

3. PONTOS DE EXAME

EXAMES UNIVERSITÁRIOS

F. C. L. — Física médica — Exames facultativos — Março 1950. — PONTO n.º 1

211 — *a*) Trabalho; trabalho das forças de pressão. *b*) Balança de precisão. *c*) Módulo de Young e coeficiente de Poisson.

212 — *a*) Solutos; lei de Henry. *b*) Teoria cinética, dos gases. *c*) Composição de vibrações colineares; batimentos.

213 — *a*) Propriedades do condutor em equilíbrio electrostático. *b)* Lei de Ohm da corrente contínua; *c) L*ei das acções electromagnéticas.

214 — *a*) Lei de Kirchhoff da emissão por incandescência. *b*) Rede de difracção. *c*) Polarização da luz por reflexão.

PONTO N.º 2

215 — *a*) Trabalho; trabalho das forças de pressão. *b*) Atrito entre corpos sólidos. *c*) Deformações; lei de Hooke.

216 — *a*) Viscosidade dos fluidos. *b*) Transmissão da energia calorífica. *c*) Composição de vibrações circulares

217 — *a*) Condensadores; associação de condensadores. *b*) Amperímetros e voltímetros *c*) Lei de Ohm da corrente alternada.

218 — *a*) Lei de Kirchhoff da emissão por incandescência. *b*) Olho humano. *c*) Influência da temperatura do filamento (tubo de Coolidge), na intensidade do espectro contínuo da radiação X.

PONTO N.º 3.

219 — *a*) Classificação de forças. *b*) Movimento do centro de gravidade. *c*) Módulo de Young; coeficiente de Poisson.

220 — *a*) Tensão superficial; lei de Jurin. *b*) Mudanças de estado de agregação; lei de Raoult da ebulioscopia. *c*) Representação de Fresnel.

221 — *a*) Influência electrostática. *b*) Lei de Ohm da corrente contínua. *c*) Indução electrostática.

222 — *a*) Leis de Wien. *b*) Rede de difracção. *c*) Esquema e descrição de uma instalação de raios X.

F. C. L. — Física Geral — 2.º Exame de Frequência 1948-49.

223 — *a*) Deformação, com potenciais constantes, de um sistema de condutores; electrómetro absoluto. *b*) Momento magnético do ìmã; energia do ìmã num campo magnético uniforme. *c*) Indução electromagnética; equações da teoria de Maxwell.

224 — *a*) Lei de Ohm da corrente alternada; método dos imaginários. *b*) Estabeleça as dimensões de *resistência* e estabeleça a relação da sua U. G. com a U. Es. e U. Em. *c*) Diga como carrega um condensador com a bobina de Rhumkorff; efeito piezoeléctrico.

225 — *a*) Medição de resistência com amperímetro e voltímetro. *b*) Medição da componente horizontal do campo magnético terrestre pelo processo dos senos. *c*) Prove que o coeficiente de dilatação superficial de um sólido isótropo é duplo do seu coeficiente de dilatação linear à mesma temperatura.

226 — Descarrega-se um condensador para uma resistência de 1,00 mega-ohms, durante l0,0 s e. a tensão nas armaduras passa de 271,8 V para 100,0 V. Calcule a capacidade do condensador. R: *Medindo as tensões* V_1 e V_2 *nas armaduras de um condensador* C *que se descarrega através duma grande resistência* R *no intervalo de tempo* t *é possível determinar* R *ou* C a-partir da expressão $\int_{V_1}^{V_2} dV/V = t/RC$ *ou* $\text{Log}\, V_1/V_2 = t/RC^{(1)}$. *Tirando em* (1) *o valor de* C *e passando de* Log *neperianos para decimais e substituindo valores vem* $C = 10^{-5}$ *Farads.*

F. C. L. — Mecânica Física — Exame de Frequência — Junho de 1949.

227 — Demonstrar que todos os tensores simétricos são invariantes nas expressões:

$$\Sigma S_{ii} = S_1 + S_2 + S_3$$

$$S_{22}S_{33} + S_{33}S_{11} + S_{11}S_{22} - S^2_{23} - S^2_{31} - S^2_{12} = $$
$$= S_2S_3 + S_3S_1 + S_1S_2$$

$$\Delta = S_{11}S_{22}S_{33} + 2S_{12}S_{23}S_{31} - (S^2_{23}S_{11} +$$
$$+ S^2_{31}S_{22} + S^2_{12}S_{33}) = S_1S_2S_3$$

228 — Demonstrar que em qualquer campo vectorial $\overline{v}$ se verifica a expressão:

$$d\overline{v}/dt = d\overline{v}/dt + \frac{1}{2}\text{grad}\,\overline{v}^2 - \overline{v}\,\text{rot}\,\overline{v}$$

expressões a utilizar:

$$da_i - (\nabla\overline{a})_{ji}dx_j + (da_i : dt)dt$$

$$d\overline{a}/dt = d\overline{a}/dt + (\overline{v}\nabla)\overline{a}$$

$$da_i/dt = da_i/dt + (\nabla\overline{a})_{ji}v_j$$

$$(\overline{v}\nabla)\overline{v} = \frac{1}{2}\text{grad}\,v^2 - [\overline{v}\,\text{rot}\,\overline{v}]$$

229 — Relações entre a impulsão e a energia cinética. Demonstrar que em mecânica relativista entre a impulsão p e a energia cinética E_c de uma partícula existem as relações:

$$(1) \quad E_p/p = c\left(1 - \sqrt{1-\beta^2}\right)/\beta;$$

$$E_c = c\left(\sqrt{p^2 + m_0{}^2c^2} - m_0c\right) \quad (2)$$

e deduziu que:

$E_c/p \sim v/2$ se $v = \beta c \sim 0$, $E_c/p \sim c$ se $v \sim c$

R: *Tem-se que:*

$$(a)\ldots E_c m_0 c^2\left[\left(1 : \sqrt{1-\beta^2}\right) - 1\right] \quad e$$

$$p = m_0\beta c/\sqrt{1-\beta^2} \cdots (b)$$

Dividindo ordenadamente (a) *e* (b) *obtém-se* (1) *e eliminando* β *entre* (a) *e* (b) *obtém-se* (2). *Se* $v \sim c$, $\beta \sim 1$ ∴ *de* (1) *vem imediatamente* $E_c/p \sim c$. *Se* $v = \beta c \sim 0$, *isto é, se* β *é muito pequeno comparado com a unidade tem-se:*

$$E_c/p = \frac{c}{\beta}\left(1 - 1 + \frac{1}{2}\beta^2\right) = \frac{1}{2}c\beta = \frac{1}{2}v$$

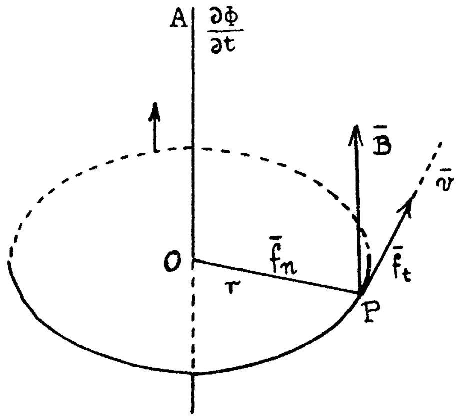
230 — Electrão num campo magnético. Sabendo que num campo magnético de intensidade $\overline{B}$ um electrão que se move com a velocidade $\overline{v}$ está submetido à força de Lorentz $\overline{f}_n = e[\overline{v}\overline{B}]$ demonstrar, que o raio de curvatura da trajectória quando $\overline{v}$ e $\overline{B}$ são perpendiculares entre si toma o valor:

$$r = (1:e)m_0 : \left(\sqrt{1-\beta^2}\right)(\beta c : B) = p : eB$$

R: *Quando* $\overline{v}$ *é normal a* $\overline{B}$; $f_n = evB$ *por outro lado tem-se que* $f_n = ma$ *em que* $m = m_0/\sqrt{1-\beta^2}$ *e* $a = v^2/r$; *substituindo vem* $evB = m_0v^2/r\sqrt{1-\beta^2}$, *donde se tira imediatamente:*

$$r = (1:e)\left(m_0 : \sqrt{1-\beta^2}\right)(\beta c : B)$$

231 — Betatrão: *a*) Força tangencial num campo magnético variável. No betatrão aceleram-se os electrões mediante um campo magnético variável simétrico em relação a um eixo *OA* como indica a figura.



Utilizando a equação de Maxwell:

$$\text{rot}\,\overline{E} = -\partial\overline{B}/\partial t$$

demonstrar que um electrão situado em *P* se encontra submetido a uma força perpendicular ao plano determinado por *P* e por *OA* cujo valor é

$$f_t = (-e : 2\pi r)(\partial\Phi : \partial t) \text{ onde } \Phi = \int_0^r 2\pi rB\,dr$$

é o fluxo magnético rodeado pela circunferência referida. Que relação há-de haver entre o sentido de $\overline{B}$ e o sinal de $\partial\Phi/\partial t$ para aumentar a velocidade do electrão? *b*) Ímpeto adquirido pelo electrão. Demonstrar que a impulsão adquirida pelo electrão desde que o fluxo passa do valor zero ao valor Φ, quando a trajectória é circular toma o valor $p = (e:2\pi r)\Phi$. *c*) Órbita de equilíbrio. Demonstrar que a trajectória descrita pelo electrão será uma circunferência de raio *R* se em qualquer instante se dá a condição $\Phi = 2\Phi_R$, onde $\Phi_R = \pi R^2 B_R$ é o fluxo que rodearia tal circunferência se o campo fosse homogéneo e tivesse o valor B_R correspondente a $r = R$. *d*) Energia cinética adquirida pelo electrão. O campo magnético supõe-se sinusoidal $B = B_{max}$ sen ωt que actua sobre o electrão durante o quarto de período em que *B* passa de zero a B_{max}. Demonstre que:

$$p = R(B_R)_{max}e$$

e que

$$E_c = c\left[\sqrt{R^2(B_R)^2 + \left(m_0{}^2c^2 : e^2\right)} - (m_0c : e)\right]$$

e) Calcular a energia cinética expressa em *eV* com os seguintes dados: $m_0 = 9{,}11 \times 10^{-31}$ Kg; $e = 1{,}602 \times \times 10^{-19}$ *C*, *R* = 0,84 *m;* $(B_R)_{max} = 0{,}40 \times 10^4$ gauss. Apresentar o resultado no sistema Giorgi sabendo que a unidade de intensidade magnética neste sistema equivale a 10^4 gauss. *f*) Qual é a fracção de período que se há-de considerar para que o electrão atinja uma velocidade que difira da da luz em menos de 1%. *g*) A corrente alterna utilizada para excitar o campo magnético é de 60 c. p. s. Quantas voltas darão os electrões durante o quarto de período em que estão acelerados pelo campo magnético. Tolera-se um erro de 1%. R: a) *Aplicando o teorema de Stokes a rot* $\overline{E} - -\partial\overline{B}/\partial t$, *tomando curvas paralelas a* $\overline{B}$ *vê-se que as componentes de* $\overline{E}$ *segundo as direcções de* $\overline{r}$ *e* $\overline{B}$ *são nulas. A aplicação do teorema de Stokes à circunferência da figura conduz a* $2\pi r E = -\partial\Phi/\partial t$ *e como* $\overline{f}_t = e\overline{E}$ *vem* $f_t = (-e:2\pi r)(\partial\Phi:\partial t)$. *Para que* $\overline{f}_t$ *e* $\overline{v}$ *tenham o mesmo sentido há-de ser* $\overline{B}$ *positivo ou negativo conforme* $\partial\Phi/\partial t$ *aumente ou diminua.*

R: b) *Multiplicando a expressão* $f_t = (-e:2\pi r)(\partial\Phi:\partial t)$ *por* dt *deduz-se para* $r \equiv$ *constante que:*

$$dp = f_t dt = (e:2\pi r)d\Phi$$

que dá por integração: $p = (e:2\pi r)\Phi$

R: c) *De* $f_t = (-e:2\pi r)(\partial\Phi:\partial t)$ *e* $p = (e:2\pi r)\Phi$ *para* r = R *deduz-se:*
$p = eRB_R = (e:2\pi r)\Phi$ *ou ainda* $\Phi = 2\pi R^2 B_R = 2\Phi_R$ c. q. d.

R: d) Em $p = (e:2\pi r)\Phi$ *faça-se* r = R *e tendo em conta que* $\Phi = 2\pi R^2 B_R = 2\Phi_R$ *e que*

$$E_c = c\left(\sqrt{p^2 + m_0^2c^2} - m_0\right)$$

obtêm-se as expressões pedidas:

$$p = R(B_R)_{max}\, e$$

e

$$E_c = c\left[\sqrt{R^2(B_R)^2 + \left(m_0^2c^2 : e^2\right)} - (m_0c : e)\right]$$

R: e) *Podemos tomar para expressão da energia cinética devido à aproximação desejada* $E_c \sim c(p:e)e$. *Trabalhando no sistema Giorgi tem-se:*

$$p/c = 0{,}84 \times 0{,}40 = 0{,}336 \text{ U.G.} \therefore E_c = 3 \times 10^8 \times \times 0{,}336 \times 1{,}602 \times 10^{-19} \text{ Joules}$$
$$\textit{ou } E_c = 1 \times 10^8 \text{ eV} = 100 \text{ MeV}$$

R: f) *Para que a velocidade do electrão atinja uma velocidade que difira da da luz em menos de 1% tem-se que* $c - v/c = 1/100$; $1 - v/c = 1/100$ *donde* $v/c = = 1-1/100 = 0{,}99 = \beta$.

Cálculo da fracção do período para que se, dê esta condição. Tem-se $B_R = (B_R)_{max}$ sen 2π (t:T) *e*

$$B_R = (m_0c : Re) \times \left(\beta : \sqrt{1-\beta^2}\right)$$

Substituindo valores e efectuando operações vem:

$$B_R = \left(9{,}11 \times 10^{-31} \times 3 \times 10^8 : 0{,}84 \times 1{,}602 \times 10^{-19}\right) \times$$
$$\times \left(0{,}99 : \sqrt{1-0{,}99^2}\right) = 1{,}42 \times 10^{-2} \text{ U. G.}$$

Logo sen $2\pi(t:T) = B_R/(B_R)_{max} = 1{,}42 \times 10^{-2}$:
$:0{,}40 = 3{,}55 \times 10^{-2}$

ou 2π (t:T) $\sim 3{,}55 \times 10^{-2}$ *donde*

$$t:T = (3{,}55:6{,}28) \times 10^{-2} = 568 \times 10^{-3}$$

R: g) *O resultado anterior permite admitir que durante todo o tempo os electrões vão animados com a velocidade da luz, portanto o n.º de voltas efectuadas num quarto de período será dado por:*

$$n = (c \times i/60 \times 4) : 2ir = 3 \times 10^8 : 60 \times 4 \times 3{,}14 \times$$
$$\times 0{,}84 = 2{,}32 \times 10^5 \text{ voltas}$$

F. C. L. — Electricidade — Exame de frequência — — Março de 1950.

232 — É dado um plano indefinido uniformemente electrizado de densidade superficial σ. Achar o potencial num ponto *P* à distância *r* do plano.

R: *A função potencial é dada por:* $V = \dfrac{1}{\varepsilon_0}2\pi\sigma r + C$ *onde* C *é uma constante indeterminada. Portanto não é possível determinar o potencial nas condições enunciadas, visto que o potencial num ponto não é uma função unívoca; pode-se porém calcular a* d. d. p. *entre dois pontos da normal ao plano considerado, distanciados deste* r_1 *e* r_2 *respectivamente e para o mesmo lado do plano.*

O valor dessa d. d. p. *será dado por:*

$$\Delta V = (1:\varepsilon_0) \times 2\pi\sigma(r_2 - r_1)$$

Ver Bruhat — Electricité 1941 pag. 28 *a* 30.

233 — É dado um condutor esférico de raio *a*, no vácuo, com uma carga constante *e*. Envolve-se o condutor por uma esfera dieléctrica de constante ε e de raio *b*. Calcular a variação de energia.

R: *Visto que a carga se mantém constante a variação de energia será dada por:*

$$\Delta W = (1:2) \times e\, \Delta V = (1:2) \times e\, (V_2 - V_1)$$

O *potencial* V_1 *é dado por* $V_1 = \dfrac{e}{\varepsilon_0 a}$ *e o valor de* V_2 *é dado pela circulação do campo* $\overline{E}$ *entre o centro* c *da esfera de raio* a *e o infinito.*

Portanto $V^2 = \int_c^\infty \overline{E} - \overline{d}r = \int_c^a \overline{E}_1\overline{d}r + \int_a^b \overline{E}_2\overline{d}r + + \int_b^\infty \overline{E}_3\overline{d}r.$

Como $\int_c^a \overline{E}_1\overline{d}r = 0$ *visto que o campo no interior dum condutor em equilíbrio é nulo, vem*

$$V_2 = \int_a^b \overline{E}_2\overline{d}r + \int_b^\infty \overline{E}_3\overline{d}r + \int_a^b \left(e : \varepsilon r^2\right)dr +$$
$$+ \int_b^\infty \left(e : \varepsilon_0 r^2\right)dr$$

que dá por integração

$$V^2 = \frac{e}{\varepsilon}\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b}\right) + \frac{e}{\varepsilon_0}\frac{1}{b}$$

Logo

$$\Delta W = \frac{1}{2}e^2\left[\frac{1}{\varepsilon}\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b}\right) + \frac{1}{\varepsilon_0}\left(\frac{1}{b} - \frac{1}{a}\right)\right]$$

ou ainda

$$\Delta W = \frac{1}{2}e^2\left[\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b}\right)\left(\frac{1}{\varepsilon} - \frac{1}{\varepsilon_0}\right)\right]$$

como $b > a$ *e* $\varepsilon > \varepsilon_0$ *tem-se que*

$$\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b}\right) > 0 \;\; e \;\; \left(\frac{1}{\varepsilon} - \frac{1}{\varepsilon_0}\right) < 0$$

portanto a energia nestas condições diminui.

234 — Propriedades da função potencial e do campo nas distribuições de electricidade em volume, em superfície e em camada dupla.

Resoluções de GLAPHYRA VIEIRA

5. PROBLEMAS DE INVESTIGAÇÃO

LIÇÕES DA GUERRA PARA A CIÊNCIA

(Extractos)

Temos ouvido falar muito, nos últimos tempos, da contribuição da ciência para a guerra ... Mas êste acontecimento não foi de sentido único; em particular nos países democráticos, a mobilização voluntária e total da ciência, para uma finalidade que os cientistas consideraram consequente, concorrerá «à la longue» para enriquecer a substância e o método da ciência, tanto como contribuía para a derrota de forças que teriam tornado a ciência impossível ... «for ever».

... Neste país assim como, embora em menor grau, nos Estados Unidos, tínhamos uma absoluta carência de homens de ciência, de várias categorias, bem treinados, desde desenhadores e ajudantes de laboratório até aos investigadores teóricos. Precisávamos contudo de tirar o máximo partido daqueles de que dispúnhamos e isto levou-nos à aceitação tácita dum princípio que deveríamos ter adoptado sempre: tomar o homem, e não o dinheiro ou a maquinaria, como padrão do esforço dispendido. Qualquer pessoa capaz de analisar, iniciar-se ou dirigir investigações científicas, recebia completa liberdade e dinheiro para assim trabalhar e, como nos ensinam as realizações desta guerra, foi este o segredo dos nossos grandes sucessos. Era do mais espantoso e encorajante para o investigador académico, emperrado durante anos num pequeno laboratório e mendigando perpètuamente a esta ou aquela caridosa associação diminutos subsídios, ver-se autorisado a despender milhares de libras, naquilo em que até aí só poderia gastar dez libras, e a contratar auxiliares que lhe permitissem, efectivamente, dedicar-se aos problemas principais e não ter de preocupar-se com fugas de gás e correspondência.

Os Estados Unidos tinham uma experiência semelhante, embora mais intensa, na mobilização de mão-de-obra científica. Durante a guerra a despesa total da nação com a investigação científica passou de 350 milhões de dolares, dos quais 70 apenas fornecidos pelo Estado, para não menos de 800 milhões, sem contar as despesas com as investigações atómicas. Isto não significou é claro que dobrasse o número de cientistas mas sim que estes, pela primeira vez na história, puderam gastar dinheiro livremente na investigação.

... O sistema das bolsas de estudo científicas, pela primeira vez na nossa história, permitiu dar a todos aqueles que tinham capacidade para tirar proveito duma educação científica, a oportunidade de a adquirirem.

... Uma outra lição da guerra ... é a experiência em treinar pessoal relativamente pouco instruido no manejo e conservação de complicados aparelhos científicos. Os métodos de treino criados, em particular pela R. A. F., representam um enorme progresso na aplicação dos métodos científicos à técnica de instrução. Esperemos que estas lições não serão perdidas e serão largamente aproveitadas de modo a estenderem-se a todas as tarefas pacíficas da ciência, porque é seguro, não só que precisaremos dum número crescente de