

deux ans. Quant aux maîtres ils se formeraient dans des Instituts pédagogiques communs et les instituteurs bénéficieraient comme les autres de l'enseignement supérieur.

Tel est le grand projet que le professeur Langevin a laissé à la France avant de mourir. Il a reçu des commencements d'exécution

dans la création des Classes nouvelles du second degré et dans celle du baccalauréat technique. Il reste à l'achever fidèlement à sa grande pensée.

ROGER GAL

Secrétaire de la Commission de réforme et du Groupe français d'Education Nouvelle

OS VALORES DA CONSTANTE DIELECTRICA ESPACIAL

O aspecto elementar que, por força das circunstâncias, é próprio do ensino da Física nos liceus obriga, muitas vezes, a deixar em suspenso alguns problemas menos simples que não escapam aos alunos bem dotados de inteligência. Estuda-se no Liceu a chamada equação de Coulomb $F = 1/\epsilon \times QQ'/x^2$ em que F é a força que solicita mutuamente as cargas eléctricas pontuais Q e Q' , x a distância entre elas, e ϵ a constante dieléctrica do meio no qual se exerce a referida força. Por convenção do sistema electrostático C. G. S., o valor numérico da constante dieléctrica espacial, isto é, da constante dieléctrica do vácuo (ϵ_0) é a unidade. Portanto, podem os alunos, nas suas aplicações, exprimir o valor de F em dynes, os de Q e Q' em unidades electrostáticas de quantidade de electricidade (U. Es. Q.), o de x em centímetros e o de $\epsilon_0=1$ sempre que as acções eléctricas se passem no vácuo. Conhecedores destes factos e habituados a repetidos exercícios sobre mudanças de unidades, logo vários estudantes concluem apressadamente que, se exprimirem os valores de Q e de Q' em unidades do sistema Giorgi (coulombs) e o valor de x em metros, lhes virá o valor de F em newtons, continuando, é claro, a usar para ϵ_0 o valor 1. Assim caem fatalmente no erro, que os alunos expeditos reconhecem depressa, quando verificam que o valor obtido para a força, expresso em newtons, não corresponde, quando reduzido a dynes, ao valor obtido com o emprêgo do sistema C. G. S..

Onde está o erro? Preguntam êles. Aproveito a Gazeta de Física para lhes responder

daqui sem perigo de exorbitar do programa do ensino liceal. O erro está em supôr que a constante dieléctrica continua a ter o mesmo valor que tinha no sistema C. G. S. quando se passa deste para o sistema Giorgi. Isso não é verdade e a razão provém da definição da quarta grandeza fundamental do sistema Giorgi que, por proposta da Comissão Consultiva de Electricidade, em 1939, é o ampere. A definição é a seguinte: Ampere é a corrente eléctrica que, percorrendo dois circuitos rectilíneos paralelos, de comprimento infinito e de secção circular desprezível, situados à distância de 1 metro um do outro no vácuo, produz entre os condutores a força de 2×10^{-7} newtons por metro de comprimento. (Vidé Prof. Amorim Ferreira — Grandezas e unidades físicas — 1940).

A expressão matemática que dá o valor da força manifestada entre dois circuitos paralelos de comprimento infinito e de secção circular desprezível, situados à distância x um do outro é:

$$F = \frac{2\mu I^2 l}{x}$$

em que μ é a permeabilidade magnética do meio onde se exerce a força, I e I' as intensidades das correntes que percorrem os dois circuitos e l o comprimento de cada circuito em relação ao qual a intensidade da força tem o valor F . No caso particular de ser $F = 2 \times 10^{-7}$ Newtons, $l = x = 1$ metro, $I = I' = 1$ ampere (definição de ampere), e de o meio ser o vácuo, isto é, $\mu = \mu_0$ (permeabilidade magnética espacial), a expressão

anterior dá para μ_0 , em unidades Giorgi de permeabilidade (U. G. P.), o valor 10^{-7} .

Como, por outro lado, se convencionou que o valor da permeabilidade magnética espacial no sistema electro-magnético C. G. S. é a unidade (unidade electro-magnética de permeabilidade U. Em. P.) temos que:

$$1 \text{ U. Em. P.} = 10^{-7} \text{ U. G. P.}$$

Consideremos agora 2 massas magnéticas pontuais m e m' , colocadas no meio de permeabilidade μ , à distância x uma da outra. A intensidade da força que as solicita será dada por $F = 1/\mu \times mm'/x^2$. Se, em particular, a intensidade da força valer 1 newton quando as massas m e m' estiverem colocadas, no vácuo, à distância de 1 metro uma da outra, o valor da cada uma dessas massas, na hipótese de serem iguais, será a unidade de massa magnética no sistema Giorgi (U. G. Ma.). Da equação anterior tirar-se-á então $m = x\sqrt{F\mu}$ que permite deduzir o valor dessa unidade de massa expresso em unidades do sistema electromagnético C. G. S.

$$\begin{aligned} 1 \text{ U. G. Ma.} &= 1 \text{ m} \sqrt{1 \text{ N} \times 1 \text{ U. G. P.}} = \\ &= 100 \text{ cm} \sqrt{10^5 \text{ dynes} \times 10^7 \text{ U. Em. P.}} = \\ &= 10^8 \text{ U. Em. Ma.} \end{aligned}$$

Esta massa magnética cria à sua volta, no referido meio, um campo magnético cuja intensidade, em cada ponto, nos é fornecida, em geral, pela relação F/m , entre a força F a que está submetida a massa pontual m quando colocada nesse ponto, e o valor da dita massa m . Se esta massa tiver o valor unidade e a força a que está submetida também valer a unidade, o valor H do campo no ponto considerado será a unidade de campo magnético no mesmo sistema a que se referirem as outras unidades. No sistema Giorgi, será:

$$1 \text{ U. G. H.} = \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ U. G. Ma.}}$$

que, em unidades electromagnéticas C. G. S. vale:

$$\frac{10^5 \text{ dynes}}{10^8 \text{ U. Em. Ma.}} = 10^{-3} \text{ U. Em. H.}$$

ou seja 10 oersteds (símbolo Oe).

O campo magnético de que acabámos de falar foi criado por uma massa magnética mas é sabido que também o poderíamos criar por meio de uma corrente eléctrica de certa intensidade I . Os valores das duas grandezas H e I estão relacionados na expressão $I = 2\pi Hr$ em que H é a intensidade do campo magnético criado no centro dum circuito circular de raio r , pela corrente eléctrica de intensidade I que passa por esse circuito. Se, nessa expressão, indicarmos o valor de H em unidades Giorgi (U. G. H.) e o raio em metros, o valor de I virá em amperes, isto é:

$$1 \text{ ampere} = 1 \text{ U. G. H.} \times 1 \text{ m}$$

ou:

$$1 \text{ ampere} = 10^{-3} \text{ Oe} \times 10^7 \text{ cm} = 10^{-1} \text{ U. Em. I.}$$

pois a unidade Giorgi de campo magnético é a intensidade do campo magnético criado no centro dum circuito circular com 1 metro de raio pela corrente de $1/2\pi$ amperes que o percorre.

A quantidade de electricidade (q. d. e.) que esta corrente transporta no tempo t será dada por $Q = It$ e, portanto, a unidade de q. d. e. será a q. d. e. transportada numa unidade de tempo pela corrente de uma unidade de intensidade. No sistema Giorgi será:

$$1 \text{ U. G. Q.} = 1 \text{ ampere} \times 1 \text{ segundo}$$

a qual unidade U. G. Q. se chama coulomb. No sistema electromagnético C. G. S. será:

$$\begin{aligned} 1 \text{ coulomb} &= 10^{-1} \text{ U. Em. I.} \times 1 \text{ segundo} = \\ &= 10^{-1} \text{ U. Em. Q.} \end{aligned}$$

Sabe-se também, como resultado de várias medidas que foram realizadas, que 1 unidade electromagnética de q. d. e. equivale a 3×10^{10} unidades electrostáticas da mesma grandeza, isto é:

$$1 \text{ U. Em. Q.} = 3 \times 10^{10} \text{ U. Es. Q.}$$

Conclue-se, portanto, que:

$$1 \text{ coulomb} = 3 \times 10^9 \text{ U. Es. Q.}$$

O conhecimento desta relação permite-nos concluir que o valor da constante dieléctrica

espacial que, por convenção, é igual à unidade quando expressa no sistema electrostático C. G. S., tem valor diferente quando expressa no sistema Giorgi. É sabido que a força F com que se solicitam mutuamente duas cargas eléctricas pontuais Q e Q' situadas no vácuo à distância x uma da outra, é dado por: $F = 1/\epsilon_0 \times QQ'/x^2$ em que ϵ_0 , é a constante dieléctrica espacial. O seu valor será dado por:

$$\epsilon_0 = \frac{QQ'}{Fx^2}$$

Se trabalharmos com esta expressão no sistema Giorgi e considerarmos, em particular, as cargas eléctricas ambas iguais à unidade, F igual à unidade e x igual à unidade, obtemos a unidade Giorgi de constante dieléctrica (U. G. Cd.):

$$1 \text{ U. G. Cd.} = \frac{1 \text{ coulomb} \times 1 \text{ coulomb}}{1 \text{ newton} \times 1 \text{ m}^2}$$

que, em unidades electrostáticas G. G. S., vale:

$$\begin{aligned} 1 \text{ U. G. Cd.} &= \frac{3 \times 10^9 \times 3 \times 10^9}{10^5 \times 10^4} \text{ U. Es. Cd.} = \\ &= 9 \times 10^9 \text{ U. Es. Cd.} \end{aligned}$$

Suponhamos então o seguinte problema: Calcular a intensidade da força com que se repelem mutuamente duas cargas eléctricas pontuais, colocadas no vácuo à distância de 40 cm uma da outra, as quais valem, respectivamente 1600 U. Es. Q e 0,8 micro-coulombs.

Resolução no sistema C. G. S.:

$$\begin{aligned} F &= 1/\epsilon_0 \times QQ' = \\ &= 1/1 \frac{1600 \times 0,8 \times 3 \times 10^3}{40^2} = 24 \times 10^2 \text{ dynes.} \end{aligned}$$

Resolução no sistema Giorgi:

$$\begin{aligned} F &= 9 \times 10^9 \times \frac{1600}{3 \times 10^9} \times \frac{0,8}{10^6} \times \frac{1}{0,4^2} = \\ &= \frac{115,2 \times 10^{11}}{0,48 \times 10^{15}} = \frac{24}{10^3} \end{aligned}$$

que equivale a 24×10^2 dynes.

RÓMULO DE CARVALHO
PROF. DO LICEU CAMÕES

5. EXAMES UNIVERSITARIOS

PONTOS DE EXAME

F. C. L. — Física Geral — Exame final — Julho-1946.

101 — Um circuito compreende um gerador de resistência interior nula ($E = 2,00 \text{ V}$) e um galvanómetro ($R = 180 \text{ } \Omega$) que marca 18,2 divisões. Põe-se em derivação com o galvanómetro um shunt ($R' = 200$). Diga o que sucede à agulha do galvanómetro considerando desprezáveis as resistências dos fios de ligação. R: A corrente no circuito constituído pelo gerador e galvanómetro é $I_1 = 2/180 = 1/90 \text{ A}$. Quando se adapta ao galvanómetro o shunt a corrente no circuito passa para $I_2 = 2/18 = 1/9 \text{ A}$. Daqui deduz-se que o poder amplificador do shunt é 10. Portanto a corrente debitada pelo gerador é 10 vezes maior, mas pelo galvanómetro passa a mesma corrente I , mantendo-se a agulha na divisão 18,2.

102 — Duas lentes delgadas constituem um sistema centrado no ar; calcular o intervalo das duas lentes

sabendo que distam 5,0 cm uma da outra e que o ponto principal objecto do sistema coincide com o foco objecto da 1.^a lente. R: O intervalo entre as duas lentes é dado por: $\Delta = d - f_1 - f_2$ (1). (d —distância entre as duas lentes e f_1 e f_2 são respectivamente as distâncias focais imagem da 1.^a lente e objecto da 2.^a). A expressão: $H_1H = f_1[1 + (f_1 + f_2)/\Delta]$ (2). (Distância entre o plano principal objecto da 1.^a lente e o plano principal objecto do sistema). Pelos dados do problema $H_1H = H_1F_1 = f_1$ e $f_1 = f'_1$ e $f_2 = f_2$. Logo para (1) e (2) vem $\Delta = d - f_1 - f_2$ e $f_1 = f_1 + f_2/\Delta + f_1f_2/\Delta$. Efectuando operações obtém-se $f_1 = -f_2$ e $\Delta = d = 5,0 \text{ cm}$.

103 — O coeficiente de absorção mássico do cobre para certo comprimento de onda é $2,75 \text{ cm}^2/\text{g}$. Calcular a espessura de uma lâmina de cobre que reduz a 4.^a parte a intensidade de um feixe de radiação desse comprimento de onda. R: A partir de $I = I_0e^{-\mu x}$ (lei exponencial de absorção) ou ainda $I_0 = I_0e^{\mu x}$ obtém-se: