Olimpíadas de Física

- No seguimento do protocolo celebrado entre a SPF e o Governo foram entregues, no passado mês de Outubro, na Secretaria de Estado da Educação e Inovação e na Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, os relatórios de actividades e de contas relativos às Olimpíadas de Física (nacionais e participação portuguesa na IPhO). Na mesma ocasião foram também entregues os planos de actividades e orçamentos relativos às Olimpíadas Nacionais e IPhO para o corrente ano-lectivo.

- Iniciaram-se as actividades de preparação dos alunos pré-seleccionados para a XXVIII IPhO que irá decorrer no Canadá, de 13 a 21 de Julho de 1997. Todas as escolas secundárias com alunos pré-seleccionados para as Olimpíadas Internacionais já indicaram os seus professores-orientadores: Dra. Maria José Silva Ramos de Sequeira Amaral, da Esc. Sec. da Maia; Dra. Anabela Bastos Tibúrcio Martins, da Esc. Sec. D. Pedro V, Lisboa; Dr. José Manuel da Silva Morgado, da Esc. Sec. Maria Lamas, Torres Novas; Dra. Maria Cecília Reis de Almeida Oliveira, da Esc. Sec. José Macedo Fragateiro, Ovar; Dr. José António Martins Rocha, da Esc. Sec. Latino Coelho, Lamego; Dra. Teresa Maria Patrão C. M. Silva, da Esc. Sec. Filipa de Vilhena, Porto.

- De acordo com o Regulamento das Olimpíadas de Física (*Gazeta de Física* **19** fasc. 1 (1996) 24-25) seguiu para as escolas em finais de Novembro o convite para a participação dos alunos do 9.º ao 11.º ano nas Olimpíadas de Física 1996/97. O Anexo ao Regulamento, para vigorar no presente ano-lectivo, publica-se ao lado. Com o intuito de captar mais jovens para as Olimpíadas de Física elaborou-se um cartaz cuja concepção artística é da autoria do Arq.º José Carlos Cantante.

A Secção "Olimpíadas de Física" é coordenada por Manuel Fiolhais e Adriano Lima. O contacto com os coordenadores poderá ser feito para: Departamento de Física, Universidade de Coimbra, 3000 Coimbra, tel. 039-410615, fax 039-29158 ou e-mail tmanuel@hydra.ci.uc.pt. Agradece-se a colaboração de Gustavo Botte na preparação da Secção para este número da Gazeta.

ANEXO AO REGULAMENTO DAS OLIMPÍADAS DE FÍSICA 1996/1997

I

1. No ano lectivo 1996/97 as Olimpíadas Regionais decorrerão no dia 17 de Maio de 1997, em Lisboa, Porto e Coimbra. A Olimpíada Nacional, cuja organização está a cargo da Delegação Regional do Norte da SPF, decorrerá no Porto, de 19 a 21 de Junho de 1997.

2. Em 1996/97 a Comissão Nacional das Olimpíadas é constituída por:

— Secretário-Geral da SPF, Prof. Carlos Matos Ferreira.
— Secretário-Adjunto para os Assuntos Nacionais, Prof.ª Teresa Peña.
— Presidente da Delegação Regional do Norte, Prof.ª Fátima Pinheiro.
— Presidente da Delegação Regional do Centro, Prof. Carlos Fiolhais.
— Presidente da Delegação Regional do Sul e Ilhas, Prof. João Pires Ribeiro.
— Representante da Divisão Técnica de Educação, Dr.ª Maria Natália Cruz.
— Prof.ª Ana Eiró (Dep. Física, FCUL).
— Prof. Manuel Fiolhais (Dep Física, FCTUC).
— Prof. Adriano Pedroso de Lima (Dep. Física, FCTUC).

3. Aos oito alunos apurados no escalão B será ministrada uma preparação suplementar em 1997/98 com vista à participação na IPhO'98 que se realizará em Julho de 1998, em Reiquejavique, na Islândia. O apuramento final referido no número III do Regulamento será efectuado até 31 de Maio de 1998.

II

Programa da Olimpíada Nacional de Física 1996/1997

- *No escalão A*, a Fase Regional compreende o programa do 8.º e 9.º anos. A Fase Nacional inclui também o programa do 10.º ano.
- *No escalão B*, a Fase Regional compreende o programa do 10.º ano. A Fase Nacional inclui também o programa do 11.º ano.

PROVAS DAS OLIMPÍADAS INTERNACIONAIS DE FÍSICA

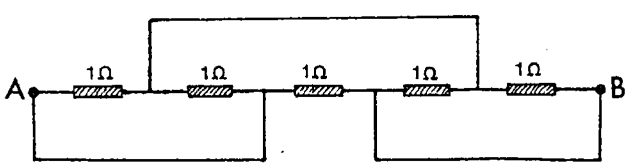
Publica-se o enunciado e resolução do primeiro problema teórico saído na XXVII Olimpíada Internacional de Física realizada em Oslo, em Julho passado. No enunciado indica-se a cotação atribuída a cada item.

Problema Teórico n.º 1 da XXVII IPhO

Enunciado

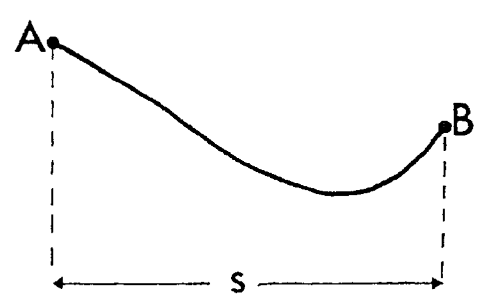
Nota: As cinco partes deste problema são independentes

a) Cinco resistências de 1Ω estão ligadas como mostra a figura. A resistência dos fios condutores (linhas a cheio) é desprezável.



Determina a resistência equivalente R entre A e B. *(1 ponto)*

b)



Um esquiador parte do repouso no ponto A e desliza pela encosta sem curvar nem travar. O coeficiente de atrito é μ. Pára no ponto B, sendo o seu deslocamento na horizontal s. Calcula a diferença h entre as altitudes dos pontos A and B. (A velocidade do esquiador é pequena pelo que a pressão adicional exercida na neve, devida à curvatura, pode ser desprezada. Despreza também a resistência do ar e a dependência de μ com a velocidade do esquiador.) *(1,5 pontos)*

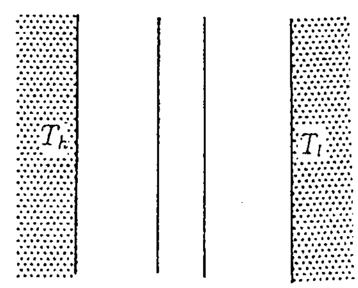
c) Um pedaço de metal termicamente isolado é aquecido, à pressão atmosférica, por uma corrente eléctrica, recebendo energia à potência constante P. Tal procedimento leva a um aumento, com o tempo t, da temperatura absoluta T do metal dado por:

$$T(t) = T_0[1 + a(t - t_0)]^{1/4},$$

onde a, t_0 e T_0 são constantes. Determina a capacidade térmica $C_p(T)$ do metal em função da temperatura na região de temperaturas em que a experiência é realizada. *(2 pontos)*

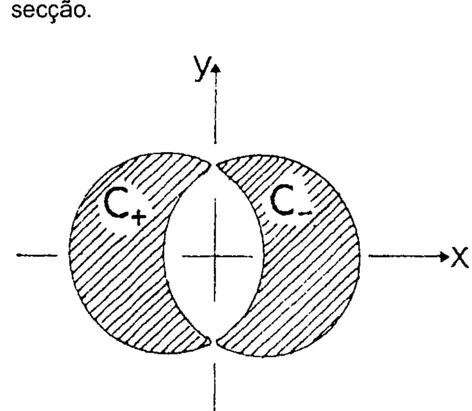
d) Uma superfície plana negra, a uma temperatura elevada constante T_h, é colocada paralelamente a uma outra superfície plana e negra que está também a uma temperatura constante mas mais baixa, T_l. Entre as superfícies fez-se o vazio.

De forma a reduzir o fluxo de calor por radiação coloca-se entre as superfícies quente e fria um escudo térmico constituído por duas finas placas negras paralelas. Decorrido algum tempo atinge-se um estado estacionário.



Determina o factor ξ de redução do fluxo de calor, no regime estacionário, devido à presença do escudo térmico. Despreza efeitos de bordos devido ao tamanho finito das superfícies. *(1,5 pontos)*

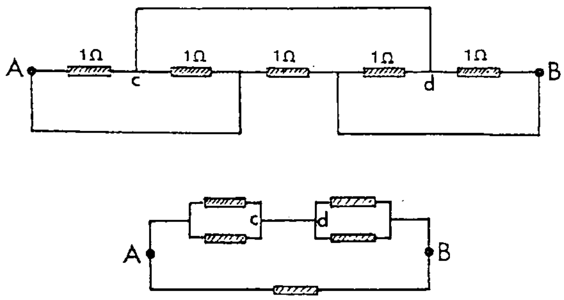
e) Dois condutores não magnéticos muito compridos, C_+ e C_-, isolados um do outro, são percorridos por uma corrente I na direcção do eixo z respectivamente no sentido positivo e negativo. A secções transversais dos condutores (sombreadas na figura) são limitadas, no plano x-y, por arcos de circunferências de diâmetro D, sendo $D/2$ a distância entre os seus centros. A área de cada secção transversal é então dada por $(\frac{1}{12}\pi + \frac{1}{8}\sqrt{3})D^2$. A corrente está, em cada condutor, uniformemente distribuída na sua secção.



Determina as componentes do campo de indução magnética $B(x,y)$ na região entre os condutores. *(4 pontos)*

Resolução

a) O sistema de resistências pode ser redesenhado tal como mostra a figura:



O esquema do circuito equivalente mostra que entre o ponto **c** e o ponto **A**, e entre o ponto **d** e o ponto **B**, existe uma resistência de 0,5 Ω. A resistência entre os pontos A e B pode ser representada por duas ligações em paralelo: uma ligação com uma resistência simples de 1 Ω e uma ligação com duas resistências de 0,5 Ω em série, ou seja, duas ligações de 1 Ω em paralelo. Daqui resulta:

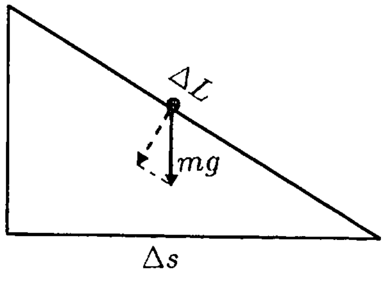
$$R = 0{,}5\ \Omega$$

b) Para um deslocamento horizontal Δs suficientemente pequeno, a trajectória pode ser considerada rectilínea. Se o comprimento do elemento infinitesimal da trajectória for ΔL, a força de atrito será dada por

$$F_a = \mu\, mg \frac{\Delta s}{\Delta L}$$

e o trabalho por ela efectuado será o produto da força pelo deslocamento:

$$\delta w = \mu\, mg \frac{\Delta s}{\Delta L}.\ \Delta L = \mu\, mg\, \Delta s.$$



Integrando ao longo de toda a trajectória, verifica-se que o trabalho total efectuado pela força de atrito é $\mu\, mg\, s$. Visto que a energia se conserva, este valor deve igualar o decréscimo $mg\, h$ na energia potencial do esquiador. Assim:

$$h = \mu s\,.$$

c) Seja $\mathrm{d}T$ o acréscimo na temperatura durante um pequeno intervalo de tempo $\mathrm{d}t$. Ao longo deste intervalo de tempo, o metal recebe uma energia $P\,\mathrm{d}t$.

A capacidade térmica é a razão entre a energia fornecida e o acréscimo na temperatura:

$$C_p = \frac{P\mathrm{d}t}{\mathrm{d}T} = \frac{P}{\mathrm{d}T/\mathrm{d}t}\,.$$

Os resultados experimentais correspondem a:

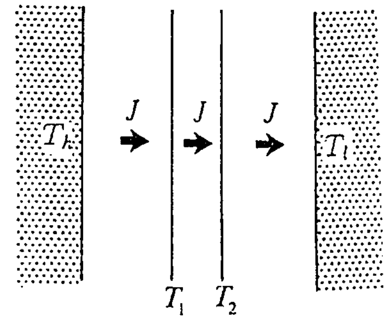
$$\frac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}t} = \frac{T_0}{4} a[1 + a(t - t_0)]^{-3/4} = T_0\, \frac{a}{4}\left(\frac{T_0}{T}\right)^3.$$

Então

$$C_p = \frac{P}{\mathrm{d}T/\mathrm{d}t} = \frac{4P}{aT_0^4} T^3\,.$$

Comentário: A baixas temperaturas (embora não excessivamente baixas), as capacidades térmicas dos metais apresentam uma dependência em T^3.

d)



No estado estacionário, o fluxo de calor é o mesmo em qualquer ponto da região entre as superfícies à temperatura T_h e T_l:

$$J = \sigma(T_h^4 - T_1^4)$$
$$J = \sigma(T_1^4 - T_2^4)$$
$$J = \sigma(T_2^4 - T_l^4)$$

Adicionando estas três equações, obtém-se

$$3J = \sigma(T_h^4 - T_l^4) = J_0\,,$$

onde J_0 é o fluxo de calor na ausência do escudo térmico. Logo, $\xi = J/J_0$ toma o valor

$$\xi = \frac{1}{3}.$$

e) O campo magnético pode ser determinado pela sobreposição dos campos de dois condutores cilíndricos, uma vez que os efeitos das correntes se cancelam na zona de intersecção. Em cada um dos condutores cilíndricos terá que existir uma corrente I', tal que a corrente realmente existente na secção transversal dos condutores (com forma de meia lua) seja uma fracção I do seu valor.

A razão das correntes I e I' é igual à razão das áreas das secções transversais:

$$\frac{I}{I'} = \frac{(\frac{\pi}{12} + \frac{\sqrt{3}}{8})D^2}{\frac{\pi}{4}D^2} = \frac{2\pi + 3\sqrt{3}}{6\pi}.$$

No *interior* de um dos condutores cilíndricos, transportando uma corrente I', a lei de Ampère determina, a uma distância r do eixo, um campo só com componente segundo $\hat{e}_\phi$, isto é, $\mathbf{B} = B_\phi\, \hat{\mathbf{e}}_\phi$ com

$$B_\phi = \frac{\mu_0}{2\pi r}\frac{I'\pi r^2}{\frac{\pi}{4}D^2} = \frac{2\mu_0 I'r}{\pi D^2}.$$

As componentes cartesianas deste campo num referencial centrado no eixo do cilindro são

$$B_x = -B_\phi \frac{y}{r} = -\frac{2\mu_0 I'y}{\pi D^2}; \qquad B_y = B_\phi \frac{x}{r} = \frac{2\mu_0 I'x}{\pi D^2}.$$

Quando se consideram agora os campos sobrepostos, note-se que as correntes apresentam os valores $\pm I'$ e os eixos dos cilindros encontram-se nas posições $x = \mp D/4$. Assim, as duas componentes segundo o eixo dos xx anulam-se, ao passo que da adição das componentes segundo o eixo dos yy resulta

$$B_y = \frac{2\mu_0}{\pi D^2}[I'(x + D/4) - I'(x - D/4)] = \frac{\mu_0 I'}{\pi D} = \frac{6\mu_0 I}{(2\pi + 3\sqrt{3})D},$$

isto é, um campo *constante*, no sentido positivo do eixo dos yy.