

Olimpíadas de Física

PROVAS DAS OLIMPIADAS REGIONAIS DE FÍSICA

4 de Maio de 1996

ESCALÃO A (Duração 1,30 h)

Prova Teórico-Experimental

A LÂMPADA MERGULHADORA

A finalidade principal de uma lâmpada é iluminar. Mas já deves ter reparado que as lâmpadas também aquecem o ambiente à sua volta! De facto, apenas uma pequena parte da energia que a lâmpada recebe da fonte é emitida sob a forma de luz visível.

Se mergulharmos uma lâmpada num recipiente com água, podemos medir o aumento de temperatura e portanto saber a energia transferida para a água. Vamos realizar duas experiências, uma com a lâmpada tapada com uma folha de alumínio e outra com a lâmpada destapada, para observar a diferença.

Material necessário:

- 1 lâmpada de automóvel (tensão 12 V, potência 21 W) ligada a um fio eléctrico com fichas do tipo 'banana'.
- 1 fonte de alimentação (corrente contínua e tensão variável).
- Copo de vidro.
- Termómetro.
- Folha de alumínio.
- Recipiente com água.
- Proveta.
- Cronómetro.

Começa por embrulhar o globo da lâmpada dentro da folha de alumínio de forma a que ele fique completamente tapado.

De seguida, liga a lâmpada à fonte, mantendo-a desligada.

Enche o copo com 100 ml de água do recipiente e regista a temperatura da água com a ajuda de um termómetro.

Segurando no fio eléctrico, mergulha o globo da lâmpada dentro da água do copo até ao nível da fita isoladora. Coloca o termómetro dentro de água. Um dos membros da equipa terá de segurar a lâmpada durante toda a experiência.

Liga agora a fonte de alimentação e põe o cronómetro a funcionar.

Agitando constantemente a água com a ajuda do termómetro, mede a temperatura da água de meio em meio minuto. Regista os valores obtidos numa tabela. Usa o termómetro com cuidado procurando não tocar com o reservatório de mercúrio na lâmpada! Pára as medições quando a temperatura tiver subido de 15°C em relação à temperatura inicial. Desliga então a fonte de alimentação.

Muda a água e repete a experiência acima descrita sem a folha de alumínio à volta da lâmpada. A folha de alumínio deve ser mantida dentro de água, enrolada numa pequena bola.

1. Com os dados que obtiveste, elabora o gráfico da temperatura em função do tempo para as duas experiências (lâmpada tapada e destapada).

2. Calcula para as duas experiências:

- a) a energia (E_1) transferida da fonte de alimentação para a lâmpada (vê o valor da potência da lâmpada indicada acima).
- b) a energia (E_2) transferida da lâmpada para a água (a capacidade térmica mássica da água é $c = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$).

3. Compara os resultados das duas experiências, interpreta o que se passou e calcula o rendimento da lâmpada, isto é, a percentagem de energia fornecida à lâmpada que foi transferida como luz visível.

ESCALÃO A (Duração 1,15 h)

Prova Teórica

O PASSEIO AÉREO

1) Um páraquedista com a massa de 50 kg salta de um avião que se desloca a pequena velocidade. Pode-se considerar que a queda se dá na vertical. Ao fim de pouco tempo e ainda sem abrir o pára-quedas, o páraquedista fica a cair com a velocidade constante de 108 km/h. Considera o valor da aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$. Indica, justificando:

- a) O valor da aceleração e o valor da resultante das forças que actuam no páraquedista, enquanto ele cai com velocidade constante.

- b) O valor da força de resistência do ar a que o pára-quedista está sujeito nas condições descritas. Num dado instante, o saltador abre o pára-quedas. Ao fim de algum tempo com o pára-quedas aberto, a velocidade atinge o valor constante de 3 m/s. O pára-quedista chega ao solo com essa velocidade. Determina:
- c) A variação de velocidade entre os instantes imediatamente antes de chegar ao solo e imediatamente antes de abrir o pára-quedas e a variação de momento linear (ou quantidade de movimento) correspondente a essa variação de velocidade.
- d) A energia cinética no instante em que o pára-quedista atinge o solo.
O movimento é descrito aproximadamente pelo gráfico velocidade-tempo representado na Fig. 1.
- e) De que altura caiu o pára-quedista?
- f) Calcula a energia potencial no instante em que o pára-quedista salta do avião e compara-a com a energia cinética à chegada ao chão. Explica porque é que os dois valores são diferentes.

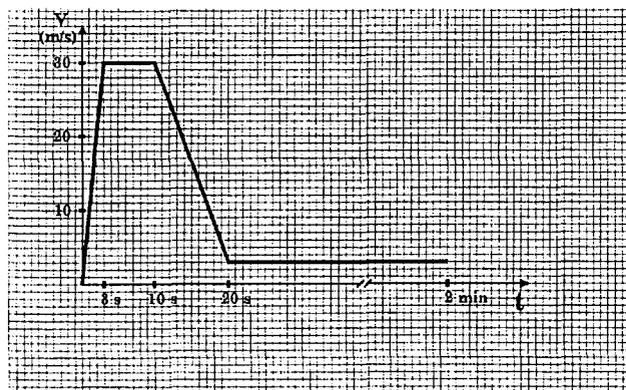


Fig. 1

ESCALÃO B (Duração 1,15 h)

Prova Teórica

Um recipiente contendo 100 g de estearina (cera das velas) é aquecido continuamente de uma temperatura inicial $T_1 = 15^\circ\text{C}$ a uma temperatura final de 100°C . O gráfico da temperatura da estearina em função do tempo é dado na Fig. 1.

- a) Interpreta o gráfico, indicando o estado físico (ou fase) da estearina entre A e B, B e C, e C e D.
- b) Calcula a energia necessária para elevar a temperatura da estearina entre A e B. A capacidade térmica mássica da estearina pode ser considerada constante e igual a $2,9 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.
- c) Entre B e C a estearina recebe a energia $1,72 \times 10^4 \text{ J}$. Qual é o calor de fusão?

- d) Justifica o facto de a temperatura se manter constante entre B e C.
- e) Quanto tempo demora o processo de aquecimento de 15°C a 100°C se a massa de estearina for de 50 g em vez de 100 g?

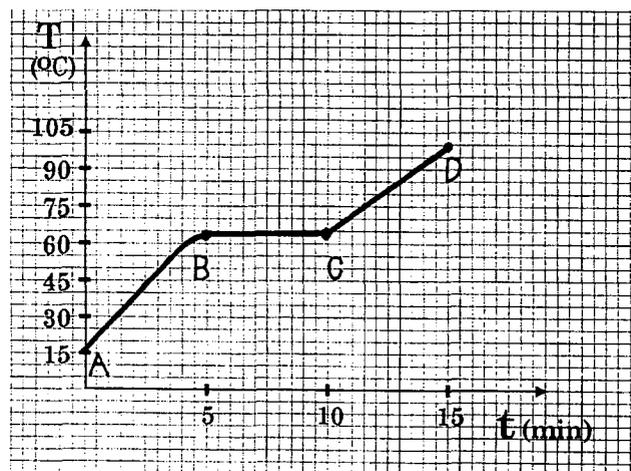


Fig. 1

2. Considera o circuito eléctrico indicado na Fig. 2, com três resistências, uma conhecida ($R_1 = 10 \Omega$) e duas desconhecidas (R_2 e R_3). O gerador, que pode ser considerado ideal (sem resistência interna), tem uma força electromotriz de 20 V.

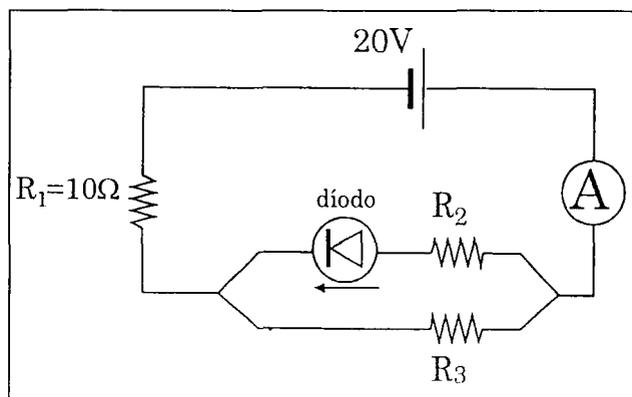


Fig. 2

Num dos ramos do circuito está colocado um diodo, um componente eléctrico que:

- i) se deixa atravessar por uma corrente eléctrica se esta tem o sentido indicado pela seta;
- ii) não se deixa atravessar pela corrente no caso contrário.

(Nota: num diodo em condução há sempre uma pequena queda de tensão, que vamos considerar desprezável).

- a) Na situação indicada na Fig. 2, mede-se no amperímetro a intensidade de corrente $I_1 = 1,42$ A. Alterando a polaridade da fonte de alimentação regista-se a intensidade de corrente $I_2 = 0,66$ A. Calcula os valores das duas resistências desconhecidas.
- b) Supõe agora que a polaridade do gerador alterna no tempo de acordo com o gráfico da Fig. 3. Calcula a potência média dissipada na resistência R_1 .

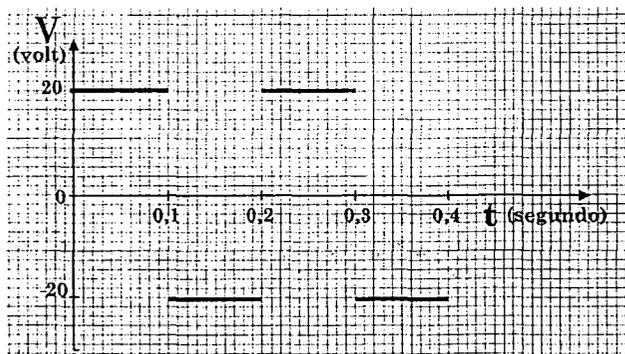


Fig. 3

ESCALÃO B (Duração 1,30 h)

Prova Teórico-Experimental

CAEM LEVE, LEVEMENTE...

Um corpo ao deslocar-se no seio de um fluido viscoso está sujeito a uma força que contraria o seu movimento. Para velocidades baixas e corpos esféricos de pequena dimensão, esta força é aproximadamente proporcional à velocidade do corpo:

$$\vec{F} = -6\pi\eta r \vec{v}$$

onde $\pi = 3,1416$, η é um parâmetro característico do líquido chamado coeficiente de viscosidade, r é o raio da esfera, e \vec{v} é a velocidade da esfera.

Essa força é diferente da famosa força de impulsão (descoberta por Arquimedes). A força de impulsão é vertical, aponta para cima e o seu valor é igual ao peso do líquido deslocado.

Com o material indicado, vais investigar o movimento de berlines de plástico num detergente líquido, que é um fluido muito viscoso.

Material necessário:

- 1 proveta graduada de 250 ml cheia de detergente.
- 1 copo de 100 ml.
- 1 craveira.
- 1 cronómetro.
- 2 berlines de plástico pequenos.
- 2 berlines de plástico grandes.
- 1 balança.
- 1 garrafa de detergente.
- 1 fita métrica (ou régua).

Com a ajuda da craveira, mede o diâmetro dos berlines pequenos e dos berlines grandes.

Utiliza a balança para determinar a massa de 100 ml de detergente. Este, para o efeito, deve ser colocado no copo de 100 ml.

As massas de 100 berlines pequenos e de 100 berlines grandes são, respectivamente, 30,56 g e 166,58 g.

Com estes valores, determina as massas específicas do detergente e do plástico de que são feitos os berlines.

Larga um dos berlines pequenos de um ponto sobre a superfície do líquido (afastado da parede) e mede, com o cronómetro, o intervalo de tempo que a esfera leva a percorrer a distância compreendida entre os níveis de 250 e 150 ml. Não é necessário recuperar o berline do fundo da proveta!

Repete a experiência anterior com o segundo berline pequeno, medindo agora o intervalo de tempo que ele leva a atravessar a distância compreendida entre os níveis de 150 ml e 50 ml.

Repete a experiência com os berlines maiores.

1. Regista numa tabela os resultados das tuas medidas.

2. A partir dos dados que recolheste, calcula os valores da velocidade dos berlines grandes e dos berlines pequenos. Desses dados e da observação, que conclusões podes tirar sobre o tipo de movimento?

3. Faz o diagrama das forças que estão a actuar sobre um berline dentro do fluido e comenta.

4. Verifica, a partir dos dados experimentais, que a velocidade das esferas é proporcional ao quadrado do raio.

5. Pode mostrar-se que o valor da velocidade de uma esfera nas condições da experiência é

$$v = \frac{2g(\rho_p - \rho_d)r^2}{9\eta}$$

onde $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ é a aceleração da gravidade, ρ_p é a massa específica do plástico de que são feitos os berlines, ρ_d é a massa específica do detergente, r é o raio da esfera e η é o coeficiente de viscosidade do detergente.

Determina o coeficiente de viscosidade do detergente, η .

PROVAS DE APURAMENTO PARA AS OLIMPIADAS INTERNACIONAIS DE FÍSICA

24 de Maio de 1996

Prova Teórica

Duração da prova: 3h00

I — GOTA EM QUEDA

Uma gota ao cair vai agregando a si partículas, aumentando a sua massa. Designa-se por $m(t)$ a massa da gota no instante t .

a) Mostra que a aceleração da gota é da forma

$$a(t) = \frac{dv}{dt} = g - \frac{1}{m(t)} \frac{dm(t)}{dt} v(t),$$

ondé g é a aceleração da gravidade.

b) Considera agora que a dependência da massa com o tempo é dada por $m(t) = m_0 + at$. Quando $t \rightarrow \infty$ a velocidade é $v(t) \rightarrow gt/2$. Demonstra esta afirmação. (Sugestão: considera $v(t) = Ct$ quando $t \rightarrow \infty$ e obtém o valor de C a partir da equação escrita em a).

c) Supõe

$$v(t) = \frac{A(t)}{m_0 + at}.$$

Determina a forma da função $A(t)$ procurando a solução da equação indicada na alínea a), e verifica que, quando $t \rightarrow \infty$, a solução está de acordo com o resultado da alínea b).

II — CILINDRO ROLANTE

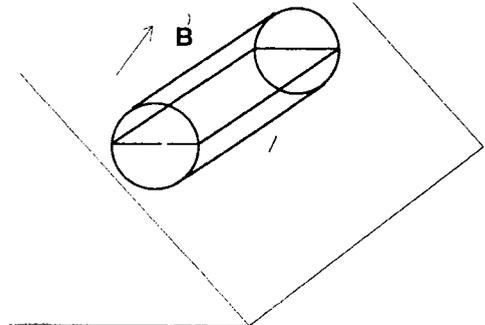
Um cilindro de madeira de raio r (cujo momento de inércia é $mr^2/2$) é largado do cimo de um plano inclinado e rola sem escorregar. O plano inclinado faz um ângulo de 45° com o plano horizontal.

a) Calcula a aceleração do centro de massa do cilindro e o coeficiente de atrito mínimo para que não haja escorregamento.

b) Obtém a velocidade do centro de massa do cilindro percorridos 3 m e verifica que a energia mecânica se conservou.

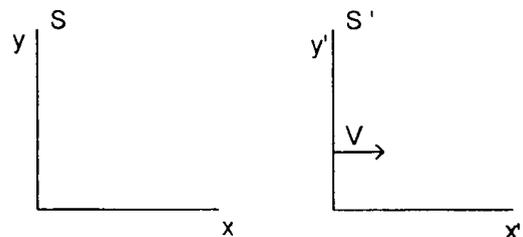
c) Em torno do cilindro é colocada um espira rectangular de um condutor cujo plano contém o eixo do cilindro, como se mostra na figura (nota que a espira está interrompida!). Supõe que existe nessa região do espaço um campo magnético uniforme, de intensidade constante

B , perpendicular ao plano inclinado, e que no instante em que o cilindro é largado o plano da espira é paralelo ao plano inclinado. Determina a força electromotriz induzida durante o movimento do cilindro, e esboça um gráfico da sua dependência temporal. A geratriz do cilindro tem comprimento l .



III — PARTÍCULA RELATIVISTA

Uma partícula é observada de um referencial S' com uma velocidade $u' = 0,5c$ ao longo da direcção que faz 45° com o eixo x' . Por seu lado, o referencial S' move-se segundo a direcção $x-x'$ com velocidade $V = 0,6c$ relativamente a S .



As transformações de Lorentz que permitem relacionar as coordenadas espaço-temporais nos dois referenciais escrevem-se:

$$x = \gamma (x' + Vt') \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}, \quad \beta = \frac{V}{c}$$

$$y = y'$$

$$t = \gamma (t' + \frac{\beta}{c} x')$$

a) Obtém as equações do movimento em S' , ou seja, $x' = x'(t')$ e $y' = y'(t')$.

b) Usando as transformações de Lorentz obtém as leis dos espaços $x = x(t)$ e $y = y(t)$ no referencial S . Qual é o ângulo que a trajectória da partícula faz com o eixo dos xx , para um observador ligado ao referencial S ?

c) Se a partícula tiver massa em repouso m_0 calcule a sua massa relativista em S' e em S .

Prova Prática — Problema n.º 1 (1h30)

OLHA A CAIXA

No interior de uma caixa negra com dois terminais está um circuito que pode incluir resistências, díodos e baterias.

Talvez te possa ajudar saber que do armazém desapareceram alguns díodos pelo que te é fornecido um exemplar dos que sobraram. Não te esqueças que, em DC, a resistência do díodo depende da corrente que o atravessa.

Determina a curva característica $I(V)$ do díodo.

Identifica o circuito que se encontra no interior da caixa e caracteriza os elementos que o constituem.

Material: "Caixa negra"; Bateria (2 pilhas de 1.5V); Reóstato; Resistência de 10 Ω ; Díodo igual aos que desapareceram; Amperímetro; Voltímetro; Osciloscópio; Gerador AC; papel milimétrico — 2 folhas

Prova Prática — Problema n.º 2 (1h30)

QUEM NÃO ARRISCA...

No espectro de uma lâmpada de mercúrio existem várias linhas espectrais na região amarelo-verde-violeta.

Determina o comprimento de onda correspondente à risca verde do mercúrio.

Apresenta os cálculos que efectuaste incluindo estimativa dos erros.

Representa esquematicamente as montagens que utilizaste.

Material

- Lâmpada de mercúrio em fonte de corrente apropriada para ligação a tensão alternada de 220V
- Laser de He-Ne montado em suporte e que emite no comprimento de onda $\lambda = 638,5$ nm
- Rede de difracção (de reflexão) de constante desconhecida montada em suporte
- Lente biconvexa e suporte;
- Régua graduada
- 3 folhas de papel A3;
- Fita cola

ATENÇÃO — Nesta experiência vais usar um laser. Embora a sua potência seja suficientemente baixa para não causar qualquer efeito por incidência directa na pele, O LASER PODE CAUSAR PERTURBAÇÕES SE O FEIXE INCIDIR NOS OLHOS.

Terás pois de observar algumas regras de segurança:

- Não trabalhes com relógios, pulseiras ou anéis que possuam superfícies lisas, pois podem reflectir acidentalmente a luz;
- Se tiveres de te baixar de forma a passar com os olhos ao nível da mesa, fecha os olhos ao passar nessa zona.

**MESTRADO EM FÍSICA
PARA O ENSINO**

Faculdade de Ciências do Porto
1996/97

Curso de pós-graduação essencialmente dirigido aos professores que ensinam Física no Básico e Secundário. A importância reconhecida ao trabalho experimental e o advento das novas tecnologias, são a razão de ser da forte componente laboratorial e da ênfase na familiarização com o computador, presentes neste Curso de Mestrado.

Candidaturas: 2-30 Setembro 1996
Matriculas: 28-31 Outubro 1996
Número Clausus: 16

Contacto: Departamento de Física, Faculdade de Ciências do Porto, R. do Campo Alegre, 687, 4150 Porto
Tel: (02) 6082703; Fax: (02) 6082679.

ACÇÕES DE DIVULGAÇÃO

Delegação Regional do Norte

Realizaram-se as seguintes acções de formação, que decorreram no Departamento de Física da Faculdade de Ciências do Porto:

"Física — aplicações em imagem médica", pelo Dr. Francisco Esteves (Piclusa, Lisboa), em 22 de Maio de 1996.

"A informação, a Ciência e as anomalias", pelo Dr. Joaquim Fernandes (Univ. Fernando Pessoa, Porto), em 29 de Maio de 1996.

"Resolução de problemas numa abordagem contextualizada do ensino da Física", pela Dr.ª Regina Sousa Gouveia, em 3 de Julho de 1996.

"Um primeiro olhar sobre a Teoria da Unificação", pela Dra. Fátima Mota, em 23 de Maio de 1996, realizada na Escola Secundária Garcia da Orta.

ACÇÕES DE FORMAÇÃO

(2/3 dias)

Ano Lectivo 1996-97

- **Técnicas Laboratoriais de Física**
- **Resolução de Problemas no Ensino Contextualizado da Física**

A Delegação Norte da SPF está a prever a realização destas Acções de Formação (com a realização de trabalhos práticos nas Técnicas Laboratoriais), aceitando nesta fase pré-inscrições, devido ao número limitado de participações em cada Acção. Estas Acções realizar-se-ão durante as interrupções previstas a meio dos períodos lectivos.

Informações: Delegação Regional do Norte da SPF, Dep. Física, R. do Campo Alegre 687, 4150 Porto, Tel: (02) 6082709; Fax: (02) 6082679.