

# OLIMPIADAS DE FÍSICA

## 1 — NOTÍCIAS DAS OLIMPIADAS

### 1.1. Olimpíadas 98 — Fase Regional

A fase regional das Olimpíadas de Física decorreu no dia 9 de Maio, nos Departamentos de Física das Universidades do Porto, de Coimbra e de Lisboa. Participaram 320 alunos do escalão A (9.º/10.º anos) e 204 alunos do escalão B (11.º ano). O número de participantes na competição continua a crescer, demonstrando o grande interesse que esta iniciativa desperta nas escolas secundárias. O número de alunos ultrapassou pela primeira vez o meio milhar, e atingiu-se um número recorde de escolas participantes.

A iniciativa contou, uma vez mais, com o esforço empenhado de docentes e funcionários dos Departamentos de Física acima referidos. A SPF está particularmente reconhecida às equipas de correctores que generosamente se dispuseram a corrigir, em tempo reduzido, um tão elevado número de provas. Um agradecimento especial é devido aos professores do ensino secundário que colaboraram na organização destas olimpíadas e que, com o seu entusiasmo e dedicação, muito contribuíram para o sucesso deste evento. É finalmente devido um agradecimento às Direcções das Faculdades e às Comissões Executivas dos Departamentos de Física onde decorreram as provas pelo apoio logístico prestado.

Durante a realização das provas decorreram algumas actividades destinadas aos professores acompanhantes dos alunos concorrentes. Em Lisboa, esteve patente uma exposição de material didáctico com a colaboração de 5 empresas e o Prof. José Manuel Lopes, da Universidade de Aveiro, proferiu uma conferência sobre "Gestão e Equipamento de Laboratórios de Física". Em Coimbra, o Dr. Alexandre Ramires, da Imagoteca da Câmara Municipal de Coimbra, proferiu uma conferência sobre "Vídeo no ensino das Ciências".

Enquanto decorria a correcção das provas, foram organizadas visitas ao Centro Cultural de Belém (Lisboa), ao Exploratório Infante D. Henrique, Museu Machado de Castro e Universidade (Coimbra).

A todos os alunos foram oferecidos prémios de presença e diplomas de participação. Os vencedores tiveram prémios especiais onde se incluía uma visita colectiva à EXPO98 e que decorreu em 22 de Junho de 1998.

Os enunciados das provas encontram-se publicados noutra local desta secção. Apresenta-se a seguir uma síntese dos dados relativos a cada uma das Delegações Regionais.

### Delegação Regional do Norte

- *Escolas participantes:* 44
- *Número de alunos participantes:* 99 (escalão A) e 68 (escalão B)
- *Equipa vencedora do escalão A:* Equipa da Escola Secundária António Sérgio de Vila Nova de Gaia, constituída pelos alunos João Artur da Costa Guimarães, João Vide Barbosa e Luís Miguel dos Reis Oliveira e Silva.
- *Vencedores do escalão B (por ordem alfabética do último nome):* José Carlos Ferreira, da Escola Secundária Eça de Queirós, Póvoa de Varzim; Luís Filipe Fonseca, da Escola Secundária da Maia; Nuno Filipe Mendonça, da Escola Secundária Latino Coelho, Lamego; Clarisse Coelho Neves, da Escola Secundária de Baltar, Paredes; Octávio César Pinto, da Escola Secundária Francisco de Holanda, Guimarães; Joana Chaves Rebelo, da Escola Secundária João Gonçalves Zarco, Matosinhos; Alexandre Oliveira Resende, do Colégio Liceal de Sta. Maria de Lamas; José Miguel Seabra, da Escola Secundária Latino Coelho, Lamego.



Aspecto da realização das provas da fase regional (Delegação Regional do Norte).

A Secção "Olimpíadas de Física" é coordenada por Manuel Fiolhais e José António Paixão. O contacto com os coordenadores poderá ser feito para: Departamento de Física, Universidade de Coimbra, 3000 Coimbra; ou pelo telefone 039-410615, fax 039-829158 ou e-mail [tmanuel@hydra.ci.uc.pt](mailto:tmanuel@hydra.ci.uc.pt).

## Delegação Regional do Centro

- *Escolas participantes:* 49
- *Número de alunos participantes:* 132 (escalão A) e 74 (escalão B)
- Equipa vencedora do escalão A: Equipa da Escola Sec. José Falcão, Coimbra, constituída pelos alunos Andreia Godinho de Andrade, Edson dos Santos Oliveira e João Eduardo da Silva Gouveia.
- *Vencedores do escalão B* (por ordem alfabética do último nome): Diana Xavier de Almeida, da Esc. Sec. Alves Martins, Viseu; José António da Graça Lopes, da Esc. Sec. da Gafanha da Nazaré; Bruno Ricardo da Silva Lopes, da Esc. Sec. Emídio Navarro, Viseu; Rui Filipe Paúl Miranda de Oliveira, da Esc. Sec. José Falcão, Coimbra; Luís Miguel Santana de Oliveira, da Esc. Sec. Calazans Duarte, Marinha Grande; Nelson David Rodrigues Pedrosa, da Esc. Sec. Cristina Torres, Fig. da Foz; Rui Pedro Fonseca Rasteiro, da Esc. Sec. Afonso Lopes Vieira, Leiria; Rui Miguel Oliveira Veleiro, da Esc. Sec. Emídio Navarro, Viseu.
- *Agradecimentos especiais:* A Delegação Regional do Centro agradece ao Museu Machado de Castro, à Reitoria da Universidade de Coimbra e ao Exploratório Infante D. Henrique, pelas visitas guiadas dos alunos durante a correcção das provas e ao Dr. Alexandre Ramires pela conferência que realizou para os professores acompanhantes.

## Delegação Regional do Sul e Ilhas

- *Escolas participantes:* 30
- *Número de alunos participantes:* 89 (escalão A) e 62 (escalão B)
- Equipa vencedora do escalão A: equipa da Escola Sec. Jaime Moniz do Funchal, constituída pelos alunos José Pedro Farinha, Pedro Manuel Martins e André David Caldeira Ferreira.
- *Vencedores do escalão B* (por ordem alfabética do último nome): João Miguel Carneiro, da Esc. Sec. D. Pedro V, Lisboa; Luís Filipe Amaro da Costa, Esc. Sec. Herculano de Carvalho, Lisboa; Luciano Almeida, Esc. Sec. de Mafra; Luís Dias, da Esc. Sec. Leal da Câmara, Rio de Mouro; António Gomes, da Esc. Sec. de Madeira Torres, Torres Vedras; Pedro Miranda, da Esc. Sec. de Mafra; Pedro Pereira, da Esc. Sec. Olivais, Piscinas 3, Lisboa; Rui Alexandre Silva Bebião, Esc. Sec. Herculano de Carvalho, Lisboa.
- *Agradecimentos especiais:* A Delegação Regional do Sul e Ilhas agradece à Comissão Executiva do Departamento de Matemática pelo apoio logístico prestado. Está também grata às seguintes empresas e entidades pela oferta de prémios:
  - Texto Editora — CDRom enciclopédias, livros e pastas para os professores participantes
  - Reader's Digest — 11 enciclopédias "Como funciona a Ciência"

- Fundação Calouste Gulbenkian — livros de Física
- EDP — Electricidade de Portugal — emblemas sobre poupança de energia
- Dyrup — sacos de praia
- EXPO' 98 — Guias de Lisboa e da EXPO'98 e sacos para os prémios
- Caixa Geral de Depósitos — pastas, canetas e blocos para os alunos
- Sony Music — CD de Música
- RDP — Antena 3 — CD's de Música, bonés e blocos para os alunos
- Departamento de Física da Faculdade de Ciências de Coimbra — disquetes sobre movimentos e óptica do Projecto "SoftCiências".
- Empresa de material didáctico VIDEQ, a qual forneceu grande parte do equipamento necessário à realização da prova experimental.

## 1.2. Olimpíadas 98 — Fase Nacional

A realização das Olimpíadas Nacionais esteve a cargo da Delegação Regional do Centro da SPF, sob a responsabilidade da Comissão Nacional de Olimpíadas. O evento teve lugar em Coimbra, no Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia nos dias 19 e 20 de Junho de 1998. Participaram 32 estudantes, oriundos de vários pontos do país, seleccionados nas provas regionais. Para além das provas, foram programadas outras actividades (ver programa), com o objectivo de promover o convívio entre os participantes. Enquanto decorriam as provas, a Prof. Dr.<sup>a</sup> Maria Margarida R.R. Costa, do Departamento de Física da Universidade de Coimbra, proferiu para os professores acompanhantes uma palestra sobre "Simetrias na Natureza", onde não faltaram referências aos belos mosaicos das ruínas romanas de Conímbriga, que seriam mais tarde visitadas por todos os participantes.

O programa das actividades foi o seguinte:

**19 de Junho** — 20h00 Jantar no restaurante "Napolitano".

**20 de Junho** — 8h30 Recepção e registo dos participantes; 9h00-12h00 Provas Teórica e Experimental; 11h00 Palestra "Simetrias na Natureza", pela Prof. Doutora Maria Margarida R. R. Costa; 12h30 Partida para Conímbriga; 13h00 Almoço em Conímbriga; 14h00 Visita às Ruínas Romanas e ao Museu Monográfico de Conímbriga; 16h00 Regresso ao Departamento de Física; 17h00 Sessão de encerramento com anúncio dos vencedores e distribuição de prémios.

Vencedores das Olimpíadas Nacionais de Física 1998:

• **Escalão A:** João Artur da Costa Guimarães, João Vide Barbosa e Luís Miguel dos Reis Oliveira e Silva, equipa da Escola Secundária António Sérgio, Vila Nova de Gaia.

• **Escalão B:** 1.º — Luís Filipe Amaro da Costa, Esc. Sec. Herculano de Carvalho, Lisboa; 2.º — João Miguel Cordeiro, Esc. Sec. D. Pedro V, Lisboa; 3.º — António Pedro Gomes, Esc. Sec. Madeira Torres, Torres Vedras; 4.º — Luciano Malheiro Almeida, Esc. Sec. de Mafra; 5.º — Luís Manuel Dias, Esc. Sec. Leal da Câmara, Rio de Mouro; 6.º — Pedro Miguel Miranda, Esc. Sec. de Mafra; 7.º — José António Graça Lopes, Esc. Sec. da Gafanha da Nazaré; 8.º — José Miguel Albuquerque Santos, Esc. Sec. Latino Coelho, Lamego.

As provas da fase nacional podem ser consultadas noutro local desta Secção.

Os oito alunos classificados no escalão B ficam pré-seleccionados para integrar a equipa portuguesa que irá participar na *XXX International Physics Olympiad* que se realizará no próximo ano em Pádua, Itália.

A Delegação Regional do Centro da SPF agradece a todos os membros da Comissão Nacional das Olimpíadas de Física e ainda aos Drs. Paulo Rachinhas, José Malaquias e Víctor Hugo a colaboração prestada durante a realização das provas. Agradece ainda, reconhecidamente, a colaboração dos Profs. Pedro Vieira Alberto e Lucília Brito na correcção das provas.

As fases regional e nacional das Olimpíadas de Física têm o apoio financeiro do Ministério da Educação (através do Instituto de Inovação Educacional). Pelo apoio financeiro que quiseram também dar ao evento são devidos agradecimentos à Reitoria da Universidade de Coimbra e à Faculdade de Ciências e Tecnologia, e às empresas J. Roma Lda. e Caixa Geral de Depósitos. Às Edições ASA e à Texto Editora agradecem-se as ofertas de livros para prémios. Ao Departamento de Física da Universidade de Coimbra agradece-se o apoio prestado a esta iniciativa. Os últimos agradecimentos vão para a EXPO98 que patrocinou uma visita à exposição aos vencedores da competição.



Os vencedores do escalão B da Olimpíada Nacional de Física com os Professores João da Providência, Presidente do Conselho de Departamento de Física da Universidade de Coimbra (em pé, ao centro), Carlos Fiolhais, Presidente da Delegação Regional do Centro da SPF (em pé, à esquerda) e Carlos Matos Ferreira, Secretário-Geral da SPF (em pé, à direita).

### 1.3. XXIX Olimpíada Internacional de Física

Portugal participou uma vez mais nas Olimpíadas Internacionais de Física (IPhO) que este ano, na sua 29ª edição, tiveram lugar em Reiquejavique. O certame decorreu de 2 a 10 de Julho e coube à Islândia, o país mais pequeno em número de habitantes (conta com menos de 300 000) presente na IPhO, o encargo de organizar a maior Olimpíada Internacional de sempre. Viajaram até a este país do Ártico, de dias longos e noites claras, os alunos do 12.º ano António Miguel Simões, da Escola Secundária Avelar Brotero (Coimbra), Bruno Flávio Soares, da Escola Secundária Camilo Castelo Branco (Vila Nova de Famalicão), Gonçalo Parente Mendes e Marta Isabel Garrido, ambos da Escola Secundária Prof. Herculano de Carvalho (Lisboa) e José Carlos Barreto, da Escola Secundária José Falcão (Coimbra). Com eles viajaram, na qualidade de "team-leaders", os Drs. Manuel Fiolhais e José António Paixão. Apesar do apertado calendário de exames nacionais do 12.º ano, foi possível, pouco antes da partida e durante quatro dias, concentrar os estudantes em Coimbra para uma preparação suplementar intensiva. Para além dos team-leaders colaboraram nesta actividade os docentes do Departamento de Física da Universidade de Coimbra Profs. Pedro Alberto, Lucília Brito, Francisco Gil, Adriano Lima e Décio Martins.

Pese embora o facto de a Islândia ser um país sem abundância de recursos humanos comparativamente aos países que tiveram a responsabilidade das edições anteriores da IPhO (Canadá, Noruega, Austrália, China, Estados Unidos, etc.), a organização do evento esteve impecável, ao nível das anteriores olimpíadas.

A prova teórica foi constituída por três questões. Na primeira, sobre mecânica, pedia-se uma análise pormenorizada do movimento de um prisma hexagonal descedo um plano inclinado. A segunda questão dizia respeito aos efeitos de uma erupção vulcânica debaixo de um glaciar, quer no seu interior quer à superfície. A Islândia é um país onde este tipo de fenómenos ocorre com alguma frequência e, por isso, esta questão foi bem "regional". A última questão teórica dizia respeito a um sistema binário de estrelas em que um dos constituintes parecia deslocar-se a uma velocidade superior à da luz. Uma das primeiras tarefas era justamente explicar o aparente paradoxo. O problema foi inspirado num artigo publicado na revista *Science*, em 1994, que na altura gerou alguma controvérsia. A parte experimental era do âmbito do electromagnetismo e, como tem sido hábito nos últimos anos, foi utilizada uma única montagem. Desde tarefas simples, como a determinação de campos magnéticos a partir da leitura de tensões nos terminais de uma bobina, até à determinação da permeabilidade magnética de um papel, a prova esteve bem estruturada, era interessante e representou seguramente um desafio estimulante para a maioria dos concorrentes. Contamos, em próximos números da Gazeta, publicar alguns enun-

ciados das questões desta IPhO bem como propostas de resolução.

Para além da tradução das provas coube aos team-leaders, como ficou instituído no ano anterior, a correcção das mesmas e a entrega ao júri de uma proposta pormenorizada de classificação. O nosso melhor estudante foi o Bruno que esteve perto de obter uma menção honrosa, mas o facto de ter obtido zero pontos no problema teórico do prisma impediu-o de alcançar aquele prémio. O vencedor absoluto da XXIX IPhO foi um participante chinês.

A organização promoveu visitas a locais de interesse, tais como a uma central geotérmica, à falha geológica que separa as placas americana e euro-asiática e que emerge do Oceano Atlântico para atravessar a ilha (é, de resto, o único sítio do Globo onde uma falha que separa placas continentais pode ser vista em terra). Os estudantes tiveram ainda a oportunidade de visitar um glaciar.

Na cerimónia de encerramento foi anunciado oficialmente o local da XXX IPhO que terá lugar em Itália, na Universidade de Pádua (e não em Veneza como esteve anunciado). Durante a Olimpíada de Física da Islândia o "International Board" (composto por todos os team-leaders) re-elegeu como presidente da IPhO o Dr. Waldemar Gorzkowski, da Polónia, para um mandato de cinco anos.



Da esquerda para a direita: o Bruno, o Gonçalo, a Marta, o José Carlos e o António. Mesmo no Verão a temperatura máxima na Islândia não vai muito além dos 14.°C -15.°C. Daí que as habituais T-shirts tenham sido desta vez substituídas por umas mais adequadas sweat-shirts...



Ministério da Ciência e da Tecnologia

A participação de Portugal nas Olimpíadas Internacionais de Física é financiada pelo Ministério da Ciência e da Tecnologia através da Unidade Ciência Viva.

## 2 — PROVAS DAS OLIMPIADAS DE FÍSICA (fase regional)

Lisboa, Porto e Coimbra, 9.5.1998

### Prova Teórica — Escalão A

Duração da prova: 1h 15 min

#### A PANELA TITANIC

Considera uma panela e um lava-loiças cheio de água. Se puseres a panela vazia na água ela flutua. Mas se encheres a panela de água ela afunda-se. A situação é semelhante à do navio Titanic que no ano de 1912 se afundou depois de ter sofrido um rombo no casco. O casco ficou rapidamente cheio de água, o peso do barco aumentou e o barco desceu para o fundo do Atlântico.

a) Supõe que a massa da panela é 0,5 kg. Qual é a força de impulsão que actua na panela vazia em cima da água? Qual é o volume imerso?

b) Supõe que só tens à tua disposição a panela, água e uma balança. Podes saber o volume do interior da panela só com esses meios?

c) Supondo que o volume da panela é  $20 \times 10^3 \text{ cm}^3$ , qual é o volume de água mínimo dentro da panela para que a panela se afunde?

Dado: a massa volúmica da água é  $1 \text{ g/cm}^3$ . A aceleração da gravidade é  $10 \text{ m/s}^2$ .

### Prova Experimental — Escalão A

Duração da prova: 1h 30 min

#### PROVA MUSICAL

##### Objectivo

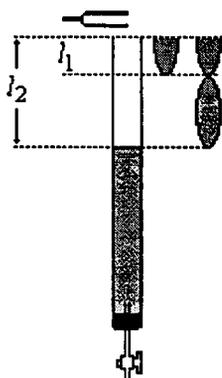
Vais realizar uma experiência que permite determinar o valor da velocidade do som no ar. Dispões de um diapasão, um objecto que serve para afinar instrumentos musicais. Quando percutido, vibra com uma frequência característica, que, neste caso, é 480 Hz.

##### Introdução

O ar que rodeia o diapasão vibra com a mesma frequência deste. Assim, aproximando o diapasão da abertura de um tubo com água até certa altura, a coluna de ar contida no tubo entra em vibração.

À superfície do líquido há sempre um nodo da onda (a vibração tem amplitude praticamente nula). Se, na

abertura do tubo, se formar um ventre (a vibração tem amplitude máxima), a intensidade do som emitido pelo diapasão aumenta e diz-se que existe **ressonância**.



#### Modo de proceder

- 1) Com o material disponível procura encontrar as diferentes situações de ressonância e determina o comprimento de onda do som no ar.
- 2) Usando o valor da frequência do diapasão, calcula a velocidade do som no ar.
- 3) Explica a formação do nodo na superfície do líquido.
- 4) Explica o aumento da intensidade sonora quando há ressonância.

#### Prova Teórica — Escalão B

Duração da prova: 1h 15 min

#### CARROCEL GALÁCTICO

Vivemos no Sistema Solar na periferia da nossa Galáxia, a Via Láctea, a uma distância de 30 000 anos-luz do centro desta, para o qual o Sol é atraído e à volta do qual descreve uma órbita aproximadamente circular, com um período da ordem de 200 milhões de anos. A massa do Sol é  $1,98 \times 10^{30}$  kg. Toma para valor da constante de gravitação  $G = 6,67 \times 10^{-11}$  N m<sup>2</sup> kg<sup>-2</sup> e para velocidade da luz  $c = 3 \times 10^8$  m/s.

- a) Estima a massa da Via Láctea.
- b) Estima o número de estrelas da Via Láctea, supondo que cada estrela tem uma massa da ordem de grandeza da massa do Sol.

c) Sendo a massa do Sol 330 000 vezes maior do que a massa da Terra e o raio do Sol 110 vezes maior do que o raio da Terra, quantas vezes é a aceleração da gravidade à superfície do Sol maior do que a aceleração da gravidade à superfície da Terra?

d) Calcula a massa volúmica média do Sol sabendo que a da Terra é 5,5 kg/dm<sup>3</sup>. Quais são os elementos químicos principais no Sol?

#### A FACA DE LASER

Lasers de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) podem ser usados para cortar chapas metálicas. Pretende-se cortar uma chapa de alumínio (cuja massa volúmica é 2,7 g cm<sup>-3</sup>) com 1 mm de espessura e que está à temperatura de 20 °C. A capacidade térmica mássica do alumínio é 900 J kg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>, sendo o seu calor de fusão  $9 \times 10^4$  J kg<sup>-1</sup> e a sua temperatura de fusão 660 °C.

a) Qual é a quantidade de calor necessária para fazer fundir uma tira de alumínio dessa chapa com 1 cm de comprimento e 0,1 mm de largura?

b) Se para cortar a chapa de alumínio se utilizar um feixe laser de CO<sub>2</sub>, com a potência de 10 kW e secção com 0,1 mm de diâmetro, qual é a velocidade máxima com que se deve deslocar o laser ao cortar a chapa, sabendo que 10% da potência do feixe é reflectida?

#### Prova Experimental — Escalão A

Duração da prova: 1h 30 min

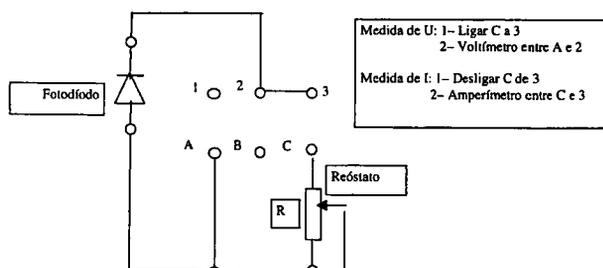
#### ENERGIA SOLAR

##### Material:

- fotodíodo;
- reóstato;
- multímetro;
- fios de ligação;
- lâmpada de incandescência;
- papel milimétrico

Vais investigar o funcionamento de um fotodíodo, que é um dispositivo electrónico semelhante a uma célula solar e que tem, por isso, a capacidade de converter a energia solar em eléctrica.

O circuito que tens à tua frente foi construído de acordo com o esquema da figura.



Ilumina o fotodíodo com a lâmpada, que deverás manter acesa durante a experiência, a uma distância de cerca de 30 cm do fotodíodo.

a) Determina a curva  $U(I)$  do fotodíodo, onde  $U$  é a diferença de potencial nos terminais deste e  $I$  é a intensidade da corrente eléctrica que o atravessa. Para o efeito, deves variar o valor da resistência  $R$  do reóstato e medir pares de valores  $(U, I)$ . Para medires  $U$ , deves ligar o ponto C ao ponto 3 e medir com o multímetro (a funcionar como voltímetro) a diferença de potencial entre os pontos A e 2. Para medires  $I$ , deves desligar C do ponto 3 e ligar o multímetro (agora a funcionar como amperímetro) entre o ponto C e o ponto 3. O primeiro par de valores  $(U, I)$  deverá ser medido com a resistência  $R$  no valor mínimo. Depois, aumenta progressivamente o valor de  $R$  até ao valor máximo, efectuando cerca de 15 medidas. Regista os dados numa tabela.

b) Esboça no papel milimétrico que te é fornecido os seguintes gráficos:

- i)  $U(I)$ ;
- ii)  $P(I)$ ;

onde  $P$  é a potência eléctrica dissipada no reóstato.

c) A partir dos resultados experimentais para  $U(I)$  podes concluir que o fotodíodo é um condutor óhmico? Determina a resistência interna do fotodíodo a partir da parte linear do gráfico  $U(I)$ .

d) Determina, a partir do gráfico, o valor da potência máxima dissipada no reóstato. Para que valor da resistência externa é obtida essa potência máxima?

e) Em Lisboa, um painel solar recebe em média, durante um dia, uma energia de  $5.12 \text{ kWh/m}^2$ . O rendimento médio de uma célula solar é de 8%. Calcula a energia eléctrica produzida por um painel solar gigante com uma superfície de  $10 \times 10 \text{ km}^2$  ao fim de um ano. Compara o valor que calculaste com a energia potencial armazenada numa albufeira com a profundidade de 100 m e a mesma área do painel. Se a conversão da energia potencial da água armazenada em energia eléctrica se realizar com 90% de rendimento, quantas vezes seria necessário esvaziar a albufeira durante um ano para produzir a mesma energia eléctrica que o painel solar?

Nota: Considera que o volume da água da albufeira é um paralelepípedo recto.

### 3 — PROVAS DAS OLIMPIADAS DE FÍSICA (fase nacional)

Coimbra, 20.6.1998

#### Prova Teórica — Escalão A

Duração da prova: 1h 15 min

#### CAFÉ QUENTE?

a) O Pedro, que é engenhocas, propõe a seguinte forma de aquecer água para o café. Deita 500 ml de água numa garrafa termo e aquece um bloco de 100 g de cobre à temperatura de  $100,0^\circ\text{C}$ , colocando-o numa panela com água em ebulição. Retira então, com cuidado, o bloco de cobre e deita-o para dentro da garrafa térmica. Fecha a garrafa e espera algum tempo para que se estabeleça o equilíbrio térmico entre a água e o bloco de cobre. Supondo que a temperatura inicial da água dentro do termo é de  $20,0^\circ\text{C}$ , qual será a temperatura final da água? Será que o Pedro conseguirá fazer um café bem quentinho? Considera a garrafa termo perfeitamente isoladora e com uma capacidade térmica desprezável.

Dados: Capacidade térmica mássica da água:  $4186 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ; capacidade térmica mássica do cobre:  $387 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .

b) Supõe que o Pedro decide aquecer a mesma quantidade de água com uma resistência eléctrica de 8 W ligada a um gerador de 10 V. Que tempo seria necessário ter a resistência ligada para aquecer a água à mesma temperatura que na alínea anterior?

c) Se deixarmos cair o mesmo bloco de cobre, o seu peso realiza trabalho. De que altura teria de cair o bloco para produzir a energia necessária para aquecer mais uma vez a água até chegar ao mesmo estado final?

#### Prova Experimental — Escalão A

Duração da prova: 1h 30 min

#### ESPELHO MEU

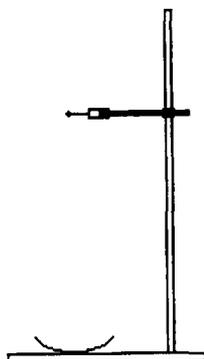
Material fornecido:

- Espelho côncavo
- Suporte com garra
- Alfinete
- Rolha de cortiça
- Recipiente com água
- Régua
- Papel branco

### Procedimento:

1. Volta o espelho para a janela da sala e procura obter uma imagem focada desta, numa folha de papel branco. Mede e regista a distância aproximada  $d$ , do centro óptico do espelho à imagem. O que representa essa distância? Justifica.

2. Coloca o espelho sobre a mesa, e segura o alfinete, espetado na rolha, com a garra, na posição indicada na figura:



Posiciona o alfinete a uma distância de cerca de  $2d$  relativamente ao espelho. Olhando por cima do alfinete, para o espelho, deverás observar tanto o alfinete como a sua imagem invertida formada pelo espelho. Move a garra um pouco para cima e para baixo, de modo a encontrares a posição em que o alfinete e a sua imagem deixam de exibir paralaxe um em relação ao outro (o quadro explica esta técnica, chamada método da não paralaxe).

**Método de não-paralaxe** — Começa por treinar o seguinte com as tuas mãos. Dobra todos os dedos, excepto os indicadores; estica os braços, mantendo os indicadores em posição vertical. Experimenta olhar para os dois dedos com um olho fechado. Move a cabeça para a direita e para a esquerda, para cima e para baixo; se os dois dedos estiverem no mesmo plano (à mesma distância de ti), mantêm-se juntos; caso contrário, movem-se um em relação ao outro.

3. Mede a distância do alfinete ao centro óptico do espelho, que representa o raio de curvatura do mesmo,  $r$ . Qual é a sua distância focal?

4. Coloca um pouco de água dentro da concavidade do espelho. Repete o procedimento descrito em 2. Mede a nova distância do alfinete ao centro óptico do espelho,  $r'$ . Por que razão os valores de  $r$  e  $r'$  são diferentes?

5. Atendendo a que os ângulos de incidência da luz no espelho foram muito pequenos ao longo da experiên-

cia, calcula o chamado índice de refração da água,  $n$ , através da expressão:

$$n = \frac{r}{r'}$$

6. A expressão anterior pressupõe que a espessura da camada de água é desprezável face aos valores de  $r$  e  $r'$ . O que pensas dessa aproximação?

### Prova Teórica — Escalão B

Duração da prova: 1h 15 min

#### A SUSTENTÁVEL LEVEZA DA MALA

Um saco de massa igual a 0,5 kg, quando suspenso de um dinamómetro, faz descer 2 cm a extremidade da respectiva mola. Esta fica inutilizada quando sujeita a tensões superiores a 11 N.

a) Qual é o valor da constante elástica do dinamómetro?

b) O saco é posto a oscilar na vertical, preso à mola, mas esta parte-se quando o saco passa pelo ponto de equilíbrio com uma velocidade de 1 m/s. Com que velocidade chega o saco ao chão, sabendo que o ponto de equilíbrio do dinamómetro está a 1,75 m de altura do solo? Que impulso sofre o saco ao embater no chão?

c) Qual é o valor máximo da massa que se pode suspender no dinamómetro se este for levado para a Lua?

d) Como farias na Terra para suspender uma mala de 2 kg tendo ao teu dispor dois destes dinamómetros ... e não os querendo danificar?

**Nota:** a aceleração da gravidade à superfície da lua é  $1/6$  da aceleração à superfície da Terra. Usa  $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ .

#### ENCONTRO NO ESPAÇO

Imagina duas naves espaciais, cada uma de massa  $M$ , que se movem numa região do espaço onde é nulo o campo gravítico. A velocidade  $\vec{v}$  é a mesma para as duas naves, que se encontram, lado a lado, à distância  $d$ .

Os astronautas de cada nave pretendem encontrar-se com os seus colegas da outra nave. Para o conseguirem, uma das naves ejecta um objecto de massa  $m$  com velocidade  $\vec{u}$  perpendicular à trajectória.

Calcula, em função dos dados, o tempo que as naves levam a atracar. Qual é a distância percorrida por cada uma das naves desde o lançamento do objecto até à atracagem? Considera a massa  $m$  muito menor que  $M$ .

Duração da prova: 1h 30 min

**A ESCALDAR...**

Numa lâmpada de incandescência, o filamento metálico é levado ao rubro pela passagem de uma corrente eléctrica, emitindo luz. Para que a lâmpada não funda com facilidade, o filamento é feito de um metal com um ponto de fusão elevado, normalmente, tungsténio. Nesta experiência, vais procurar medir a temperatura a que se encontra o filamento incandescente de uma lâmpada de farolim de automóvel.

Material:

- lâmpada de incandescência de 12 V
- fonte de tensão regulável 0 – 15 V
- amperímetro
- voltímetro
- fios de ligação
- termómetro de mercúrio

a) Com o material de que dispões, monta um circuito que te permita medir a resistência  $R$  da lâmpada de incandescência em função da intensidade da corrente  $I$  que a atravessa. Para o efeito, aumenta progressivamente a diferença de potencial  $U$  nos terminais da lâmpada e regista numa tabela os pares de valores  $(U, I)$ , tendo o cuidado de não ultrapassar o valor máximo de 12 V. Com bases nestas medidas, faz os gráficos  $R(I)$  e  $R(P)$ , onde  $P$  é a potência fornecida à lâmpada.

b) Determina, com a melhor precisão que te for possível, a resistência da lâmpada no limite em que está a funcionar a uma potência praticamente nula. Compara este valor com o da resistência na situação de potência máxima.

c) A resistência de um fio de tungsténio varia com a temperatura de acordo com a seguinte lei:

$$R = R_0[1 + \alpha(T - T_0)]$$

onde  $\alpha = 0,0053 \text{ K}^{-1}$  e  $R_0$  é a resistência do filamento à temperatura ambiente,  $T_0$ .

Determina a temperatura do filamento da lâmpada quando está a funcionar à potência máxima, a metade e a um quarto da potência máxima. Podes medir a temperatura ambiente com o termómetro de mercúrio.

d) Segundo uma lei da Física, a potência emitida por um corpo incandescente sob a forma de energia radiante é proporcional à quarta potência da temperatura absoluta a que se encontra o corpo. Verifica se os teus dados confirmam esta lei.

## DELEGAÇÃO NORTE

### “CIÊNCIA VIVA”

A Delegação Norte da SPF concorreu novamente ao programa “Ciência Viva” do Ministério da Ciência e da Tecnologia, desta vez com dois projectos.

Com o primeiro desses projectos, designado *ÓPTICA EXPERIMENTAL 2 - uma introdução motivadora do estudo da Física*, pretende-se alargar a mais dez escolas o projecto do ano transacto; o material a fornecer destina-se a permitir que os alunos realizem trabalho experimental numa perspectiva investigativa, quer em Ciências Físico-Químicas (8º ano), quer em Técnicas Laboratoriais de Física - Bloco I.

Com o segundo projecto, designado *ACÚSTICA EXPERIMENTAL - ver e ouvir ondas*, pretende-se facilitar o ensino daquela área da Física, nos mesmos níveis atrás referidos, numa perspectiva moderna, com recurso às possibilidades que oferece a instrumentação electrónica. Este projecto abrange também dez escolas.

### “PERGUNTE AOS FÍSICOS”

Este é o nome de um novo serviço oferecido pela Delegação Norte da SPF a alunos e professores. Estes poderão colocar dúvidas e problemas, a que uma equipa de físicos convidados procurará responder em tempo útil.

O formulário para as questões encontra-se no *site* Web da SPF — Norte:

<http://www.fc.up.pt/fis/spf-norte/>

sendo as respostas enviadas, em princípio, por e-mail.

Caso o interesse das questões colocadas (e respectivas respostas) o justifique, será disponibilizada também uma página, no mesmo *site*, com os respectivos conteúdos.

## DELEGAÇÃO CENTRO

### Acções de divulgação

Durante o ano de 1998, realizaram-se as seguintes acções de divulgação sobre temas de Física para alunos do ensino secundário:

*Física no Desporto*, pelo Prof. Dr. Adriano Pedroso de Lima (FCTUC), no Externato Cooperativo da Benedita em 28/02/98, na Escola Sec. Dr. Magalhães de Lima, Esqueira, em 04/02/98, e na Escola Sec. da Anadia, em 19/02/98.

*Nós e o Universo*, pelo Prof. Dr. Carlos Fiolhais (FCTUC), na Escola João Silva Correia, S. João da Madeira, em 23/03/98, na Escola C+S de Pedrogão Grande, em 30/03/98, na Escola Afonso Lopes Vieira,