

OLIMPIADAS DE FÍSICA

OLIMPIADAS REGIONAIS E NACIONAIS

Estão em curso os preparativos para as fases regional e nacional das Olimpíadas de Física. As provas regionais realizam-se no dia 9 de Maio nos Departamentos de Física das Universidades de Lisboa, do Porto e de Coimbra. Como foi já anunciado, as provas nacionais serão organizadas pela Delegação Regional do Centro da SPF, e terão lugar em Coimbra nos dias 19 e 20 de Junho de 1998.

OLIMPIADAS INTERNACIONAIS

Nos passados dias 2 e 3 de Fevereiro realizou-se em Coimbra um primeiro encontro dos alunos pré-seleccionados para a Olimpíada Internacional de Física (IPhO) de 1998. Estiveram também presentes os professores orientadores indicados pelos Conselhos Directivos das Escolas Secundárias a que pertencem os alunos. Compareceram ao encontro: Gonçalo Gonçalves Pedro Parente Mendes e Marta Isabel Figueiredo Garrido, acompanhados da Dra. Maria Celeste Marques Santos, da Esc. Sec. Prof. Herculano de Carvalho, de Lisboa; Miguel Ferrão Ferreira Valente e Dr. António Ramiro Couto Ferreira, da Esc. Sec. Dr. Manuel Fernandes, Abrantes; Bruno Flávio Nogueira de Sousa Soares e



Fig. 1 — Os team-leaders preparando o trabalho sobre o pêndulo, sob o olhar atento do Gonçalo e do Bruno.

Dra. Maria Eugénia de Carvalho Campos Costa, da Esc. Sec. Camilo Castelo Branco, Vila Nova de Famalicão; José Carlos de Almeida Barreto e Dr. Mário Malcata da Esc. Sec. José Falcão; Nelson Faria Gonçalves da Silva e Dra. Marília Telo da Esc. Sec. Francisco Franco, Funchal; e António Miguel Fernandes Simões e Dra. Maria Margarida Costa, da Esc. Sec.



Fig. 2 — O José Carlos e o Néilson ajustando a tensão...

Avelar Brotero. O principal objectivo da reunião era proporcionar aos pré-seleccionados a abordagem de alguns assuntos que fazem parte do programa da IPhO, mas que não estão incluídos nos programas do ensino secundário.

Os trabalhos iniciaram-se com uma sessão sobre Física Experimental coordenada pelo Prof. Adriano Lima, que proporcionou aos alunos uma familiarização com o osciloscópio. Seguiu-se uma sessão sobre Física Moderna, com especial incidência na Teoria da Relatividade, que esteve a cargo do Prof. Pedro Vieira Alberto. O primeiro dia terminou com uma nova sessão de Física Experimental dinamizada pelo Prof. José António Paixão. Os estudantes realizaram alguns trabalhos práticos de mecânica, termodinâmica e electricidade,

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 039-29158 ou e-mail tmanuel@hydra.ci.uc.pt.



Fig. 3 — Gonçalo, Bruno, Dr. Paixão, Marta, José Carlos, Miguel, Néelson e António durante uma pausa nos trabalhos.

alguns dos quais inspirados em provas da IPhO. Houve também um primeiro contacto experimental com a Física Moderna, verificando-se a dualidade "onda-partícula" numa experiência de difracção de electrões. Finalmente, na manhã do dia seguinte, a sessão foi sobre Hidrostática e Hidrodinâmica, e Termodinâmica, e foi orientada pelo Prof. Dr. Manuel Fiolhais.

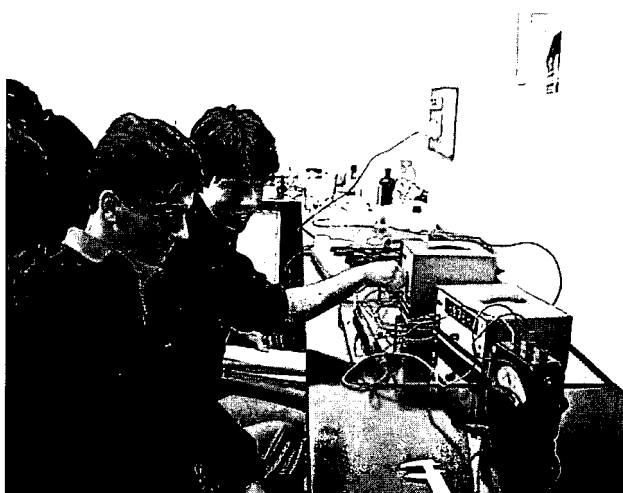


Fig. 4 — O António, a Marta e o Miguel registando dados....

O encontro foi também ocasião para os alunos participantes estreitarem laços de amizade e de camaradagem, o que muito nos apraz registar. A SPF agradece aos Profs. Adriano Lima e Pedro Vieira Alberto que, uma vez mais, colaboraram em actividades relacionadas com a preparação para a IPhO. Saúdam-se também os professores orientadores que, com a sua presença em Coimbra, deram testemunho do seu empenhamento no acompanhamento dos estudantes.

PROVAS DAS OLIMPIADAS INTERNACIONAIS DE FÍSICA

Publica-se o enunciado do primeiro problema teórico e respectiva resolução saído na XXVIII Olimpíada Internacional de Física realizada em Sudbury, Canadá, em Julho de 1997. Indica-se no enunciado a cotação atribuída a cada item.

Problema Teórico n.º 1 da XXVIII IPhO

Enunciado

(a) Uma pequena massa, suspensa da extremidade livre de uma mola ideal sem massa, oscila verticalmente com a frequência natural f . Se a mola for cortada ao meio e a massa colocada então na sua extremidade, qual será a nova frequência de oscilação f' ? (1,5 ponto)

(b) O raio do átomo de hidrogénio no seu estado fundamental é $a_0 = 0,0529$ nm (raio de Bohr). Qual é o raio a' do "átomo de hidrogénio muónico", o qual tem um muão em vez do electrão, sabendo que a massa do muão é 207 vezes a do electrão? Podes considerar que a massa do próton é muito maior do que a massa do electrão ou a do muão. (2 pontos)

(c) A temperatura média da Terra é $T = 287$ K. Qual seria a sua temperatura média T' se a distância média entre a Terra e o Sol fosse reduzida de 1%? (2 pontos)

(d) Num certo dia o ar estava completamente seco e a sua massa volúmica (densidade) era $\rho = 1,2500$ kg/m³. O dia seguinte estava húmido e 2% da massa de um dado volume de ar era vapor de água. A pressão e a temperatura foram as mesmas nos dois dias. Qual a densidade do ar, ρ' , no segundo dia? (2 pontos)

Valor médio da massa molecular do ar seco: 28,8 g/mol

Massa molecular da água: 18 g/mol

Considera o comportamento de gás perfeito.

(e) Um helicóptero mantém-se parado no ar quando a potência mecânica total do motor é P . Uma réplica desse helicóptero foi feita à escala de 1:2 (em todas as dimensões lineares) usando o mesmo material. Qual será a potência mecânica P' necessária para que essa réplica se possa também manter parada no ar? (2,5 pontos)

Resolução

(a) Seja l o comprimento original da mola e k a sua constante elástica. Uma massa m na extremidade da mola oscilará com uma frequência:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

A constante elástica k representa a razão da força F e da elongação Δx por ela produzida:

$$k = \frac{F}{\Delta x}$$

Considera o ponto médio da mola durante essa elongação; apesar de se encontrar sujeito à mesma força F , apenas se moveu de uma distância $\Delta x/2$. Assim, a constante elástica de metade da mola é dada por:

$$K = \frac{F}{\Delta x/2} = 2k$$

A frequência de oscilação da massa m , suspensa na extremidade da nova mola é:

$$f' = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2k}{m}} = \sqrt{2}f$$

(b)

Método 1: utilizando a quantização do momento angular

O momento angular está quantizado e, para o estado fundamental

$$pr = mvr = h$$

Utilizando o modelo de Bohr, podemos considerar uma força centrípeta devida à atracção electrostática:

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{ke^2}{r^2} \therefore v = \sqrt{\frac{ke^2}{mr}}$$

Usando este resultado na equação acima do momento angular,

$$\sqrt{ke^2mr} = h, \text{ donde, } r \propto \frac{1}{m}$$

O raio do "átomo de hidrogénio muónico" é dado por:

$$a_\mu = \frac{a_0}{207} = 0,256 \text{ pm}$$

Método 2: utilizando Análise Dimensional

O raio r do átomo de hidrogénio no estado fundamental depende das seguintes quantidades:

- Massa m da partícula orbitando em torno do núcleo (uma vez que a massa do núcleo é muito superior a m , podemos considerá-lo estacionário, pelo que o raio atómico não depende da massa nuclear.)

- Força eléctrica entre o núcleo e a partícula que orbita em torno dele. Depende da carga q desta última, da carga q_n do núcleo e da constante ϵ_0 .

- h , visto que o momento angular é quantizado (ver acima).

Assim:

$$r = Ah^\alpha m^\beta q_n^{\gamma_1} q^{\gamma_2} \epsilon_0^\delta$$

onde A , α , β , γ_1 , γ_2 e δ são constantes adimensionais. A equação dimensional é:

$$[D] = [M]^{\alpha+\beta-\delta} [D]^{2\alpha-3\delta} [Q]^{\gamma_1+\gamma_2+2\delta} [T]^{2\delta-\alpha}$$

onde $[D]$ são dimensões de distância, $[M]$ dimensões de massa, $[Q]$ dimensões de carga e $[T]$ dimensões de tempo. Então, e fazendo $\gamma = \gamma_1 + \gamma_2$:

$$\begin{aligned} \alpha + \beta - \delta &= 0 \\ 2\alpha - 3\delta &= 1 \\ \gamma + 2\delta &= 0 \\ 2\delta - \alpha &= 0 \end{aligned}$$

Resolvendo obtém-se: $\alpha = 2$, $\beta = -1$, $\gamma = -2$, $\delta = 1$. O raio atómico é portanto inversamente proporcional à massa da partícula orbitando em torno do núcleo:

$$r \propto \frac{1}{m}$$

O raio do "átomo de hidrogénio muónico" é dado por:

$$a_\mu = \frac{a_0}{207} = 0,256 \text{ pm}$$

(c) Seja P a potência emitida pelo Sol e R o raio da órbita da Terra. A temperatura T obtém-se igualando a radiação recebida e reemitida:

$$(1 - \eta) \frac{P}{4\pi R^2} \pi R_T^2 = 4\pi R_T^2 \epsilon \sigma T^4$$

onde r é a reflectância da Terra relativamente à radiação solar (albedo), R_T o raio da Terra, ϵ a sua emissividade e σ a constante de Stefan. P é a potência emitida pelo Sol e R o raio médio da órbita da Terra. A emissividade é uma função da temperatura (desconhecida a priori); no entanto, não se espera que a temperatura varie significativamente com T . Da expressão anterior, $T \propto \sqrt{\frac{1}{R}}$, pelo que uma redução de 1% em R dará origem a um aumento de 0,5% em T , isto é, um aumento de 1,4 K:

$$T' = 288,4 \text{ K}$$

(d) Equação dos gases ideais para N moléculas: $pV = NkT$. Dois volumes idênticos de gás à mesma pressão e temperatura contêm o mesmo número de moléculas; assim, a densidade de cada um é proporcional à massa molecular média do gás que encerra.

São utilizados os índices s , h e a para designar "seco", "húmido" e "água". Para o ar seco, com massa molecular média m_s :

$$\rho = \rho_s = m_s \frac{N_s}{V} = \frac{m_s p}{kT}.$$

Para o ar húmido, com massa molecular média m_h :

$$\rho_h = m_h \frac{N_h}{V} = \frac{m_h p}{kT}.$$

Para uma massa M de ar seco:

$$N_s \propto \frac{M}{28,8}.$$

Para uma massa M de ar húmido:

$$N_h \propto 0,02 \frac{M}{18} + 0,98 \frac{M}{28,8}.$$

$$N_h = N_s$$

$$\frac{\rho_h}{\rho_s} = \frac{M}{M} = \frac{1}{28,8 \left(\frac{0,02}{18} + \frac{0,98}{28,8} \right)} = 0,9881$$

$$\rho' = \rho_h = 0,9925 \rho_s = 1,2352 \text{ kg/m}^3.$$

(e) A potência mecânica P necessária para que um helicóptero se mantenha parado no ar é igual ao produto do impulso para baixo T das pás da hélice (idêntico ao seu peso W) pela velocidade média v da coluna de ar descendente situada debaixo das pás da hélice:

$$P = Tv.$$

As pás da hélice varrem uma área A e comunicam uma velocidade v ao fluxo de ar que por elas passa, à taxa dm/dt .

$$T = v \frac{dm}{dt}; \quad \frac{dm}{dt} = \rho Av; \quad \therefore W = T = \rho Av^2.$$

Se o tamanho do helicóptero for caracterizado por uma dimensão linear L :

$$W \propto L^3; \quad A \propto L^2.$$

$$v \propto \sqrt{\frac{W}{A}} \propto \sqrt{L}, \quad \therefore P = Wv \propto L^{3,5}.$$

Assim, a potência necessária para manter a pairar um helicóptero com metade do tamanho original é:

$$P' = (0,5)^{3,5} P = 0,0884 P.$$

CIÊNCIA VIVA

PROJECTO "FÍSICA EM ACÇÃO"

O projecto nacional da SPF "Física em Acção II", submetido ao programa Ciência Viva II, foi aprovado. A rede nacional de 10 escolas que participaram no ano lectivo passado no "Física em Acção" será alargada a mais nove escolas, estando previsto para breve o início das actividades com a realização de um *workshop* de formação em Coimbra. Pretende-se com este novo projecto estimular o ensino experimental da Física nas escolas secundárias com base em novas tecnologias, nomeadamente o uso de sensores e interfaces para aquisição de dados laboratoriais. Continuaremos a apoiar acções de formação nas escolas já equipadas, nomeadamente com ajuda no local por monitores. Para mais informações consultar a página "Física em Interação" no endereço <http://www.fis.uc.pt/~spf/fisacao/index.htm>.

TÉCNICAS LABORATORIAIS DE FÍSICA

Situação no Ensino Secundário

A Divisão Técnica de Educação foi solicitada por professores de Física de diversas Escolas Secundárias a tomar posição perante um facto no mínimo insólito.

Por ocasião do lançamento de cada ano lectivo, são enviadas às escolas orientações sobre a distribuição de serviço docente. Nas disciplinas da Formação Técnica, são indicadas prioridades normalmente concordantes com a sua especificidade. No entanto, nas Técnicas Laboratoriais de Física surge algo inacreditável:

— O Bloco II (estados sólido, líquido e gasoso), é entregue preferencialmente ao Grupo 4.ºB, que, como é sabido, integra docentes oriundos de cursos de Química, ficando para segunda opção os professores do Grupo 4.ºA, onde se encontram os licenciados em Física!

— O Bloco III (corrente eléctrica) também é entregue preferencialmente a outro grupo de docência (2.ºB) constituído por engenheiros da área Electrotécnica/Electrónica.

Entendendo nós serem inaceitáveis orientações deste tipo, a DTE tenciona enviar um pedido de esclarecimento às entidades competentes, e alerta desde já os Departamentos de Física das Universidades para as consequências que daí advêm.