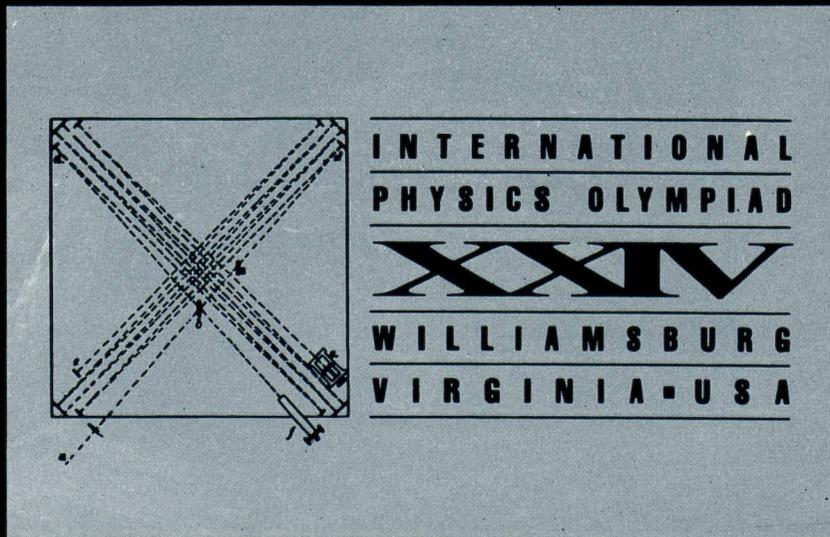


G A Z E T A D E

# FÍSICA

---



SOCIEDADE PORTUGUESA DE FÍSICA

VOL. 17 • FASC. 1 • 1994 • PUBLICAÇÃO TRIMESTRAL • JANEIRO / MARÇO

**Gazeta de Física**

Propriedade da Sociedade Portuguesa de Física

Registo na DGCS n.º 107280 de 13/5/80

Depósito Legal n.º 51419/91

Publicação Trimestral

N.º 1 - 1994

**Redacção e Administração**

Avenida da República, 37 - 4.º - 1000 Lisboa

Telefone (01) 7973251

Fax (01) 7952349

**Directores**

João Bessa Sousa (FCUP)

Filipe Duarte Santos (FCUL)

Carlos Fiolhais (FCTUC)

**Comissão de Redacção e Administração**

Carlos Matos Ferreira (IST)

Margarida Telo da Gama (FCUL)

Ana Maria Eiró (FCUL)

Maria Margarida Cruz (FCUL)

**Preparação e Revisão de Texto**

Florbelá Martins Teixeira

**Execução Gráfica**

Imprensa Portuguesa

Rua Formosa, 108-116, 4000 Porto

Telefone (02) 2002466

Fax (02) 2015105

Tiragem: 2500 exemplares

Preço avulso: 600\$00

Assinatura anual (quatro números):

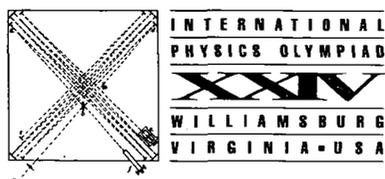
2000\$00 (Continente, Açores, Madeira e Macau)

35 US dólares (estrangeiro)

**Publicação subsidiada pela Fundação Calouste Gulbenkian  
e pela Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica**

A **Gazeta de Física** publica artigos, com índole de divulgação, considerados de interesse para estudantes, professores e investigadores em Física. Deverá constituir também um espaço de informação para as actividades da SPF, nomeadamente as suas Delegações Regionais e Divisões Técnicas. Os artigos podem ter índole teórica, experimental ou aplicada, visando promover o interesse dos jovens pelo estudo da Física, o intercâmbio de ideias e experiências profissionais entre os que ensinam, investigam ou aplicam a Física. As opiniões expressas pelos autores não representam necessariamente posições da SPF.

Os **manuscritos** devem ser submetidos em duplicado, dactilografados em folhas A4 a dois espaços (máximo *equivalente* a 4000 palavras, incluindo figuras; 1 figura corresponde em média a 140 palavras). Deverão ter sempre um curto resumo, não excedendo 130 palavras. Deve ser indicado o(s) endereço(s) completo(s) das instituições dos autores. Agradece-se o envio do texto em disquete (de preferência «Word» para Macintosh ou PC). Os originais de figuras devem ser apresentadas em folhas separadas, prontos para reprodução. Endereço para correspondência: **Gazeta de Física - Sociedade Portuguesa de Física, Av. da República, 37 - 4.º — 1000 Lisboa.**



## SUMÁRIO

2

**OLIMPIADAS NACIONAIS DE FÍSICA: PERSPECTIVAS A MÉDIO PRAZO**  
Adriano Pedroso de Lima e Manuel Fiolhais

4

**REGULAMENTO DAS OLIMPIADAS DE FÍSICA 1993-1994**

7

**PROGRAMA DAS OLIMPIADAS INTERNACIONAIS**

10

**OLIMPIADAS NACIONAIS DE FÍSICA 1993**

20

**A XXIV OLIMPIADA INTERNACIONAL DE FÍSICA**  
Manuel Fiolhais

24

**ESTATUTOS DAS OLIMPIADAS INTERNACIONAIS**

28

**OLIMPIADAS INTERNACIONAIS DE FÍSICA 1993**

31

**NOTÍCIAS SPF**

32

**PROTOCOLO SPF – Sec. Estado C & T e Educação e Desporto**

# OLIMPIADAS NACIONAIS DE FÍSICA: PERSPECTIVAS A MÉDIO PRAZO

ADRIANO PEDROSO DE LIMA e MANUEL FIOLEAIS

Departamento de Física da FCTUC, 3000 Coimbra

A Sociedade Portuguesa de Física promoveu as primeiras *Olimpiadas de Física* há cerca de uma década. A iniciativa procurava criar e desenvolver o gosto pela Física nos alunos do ensino secundário, colocando-os numa «competição» em volta de questões de física de uma maneira despreocupada e mesmo divertida.

Regista-se com satisfação que o interesse pelas Olimpíadas tem vindo a crescer sistematicamente, movimentando presentemente muitas centenas de jovens nas etapas regionais e, certamente, alguns milhares nas etapas locais. As Olimpíadas têm servido também para proporcionar contactos informais, sempre tão úteis, entre os professores de Física do ensino secundário acompanhantes dos seus alunos às provas regionais e nacionais.

As Olimpíadas são uma actividade estratégica da SPF que se pretende desenvolver ainda mais, designadamente através da participação de estudantes portugueses na Olimpíada Internacional de Física (International Physics Olympiad – IPhO).

Nesta perspectiva, os autores deste artigo foram encarregados pelo Conselho Directivo (CD) da SPF de coordenar as Olimpíadas Nacionais de Física e de promover a participação portuguesa na XXV IPhO que terá lugar em Beijing, na China, de 12 a 19 de Julho de 1994. Assim, elaborou-se uma proposta de Regulamento das Olimpíadas que foi discutido e aprovado pelo CD da SPF. Este deliberou também sobre as bases para o funcionamento das Olimpíadas Nacionais de

Física nos próximos anos. O Regulamento aprovado, que se aplica ao ano lectivo 1993/94, visa, por um lado, tornar mais clara a orgânica das Olimpíadas Nacionais e, por outro, enunciar as regras de selecção dos estudantes que participarão na IPhO em representação de Portugal.

Neste artigo pretendemos apresentar as principais linhas que deverão nortear o funcionamento das Olimpíadas em Portugal numa perspectiva a médio prazo.

A intenção de orientar a Olimpíada Nacional de Física no sentido de uma participação na IPhO teve um impulso decisivo há cerca de dois anos quando, por indicação do CD da SPF, as Direcções das Delegações Regionais elaboraram o Regulamento que vigorou no passado ano lectivo. Nessa altura operaram-se algumas modificações significativas, nomeadamente com a introdução de uma prova com classificação individual na final nacional.

Recentemente, a participação de um dos autores (M. F.) na XXIV IPhO (que decorreu em Williamsburg, EUA, de 10 a 18 de Julho de 1993), na qualidade de observador, e a realização em Lisboa, de 10 a 12 de Setembro de 1993, do Encontro Olímpico Luso-Espanhol de Física, trouxeram novos e importantes elementos que se procuraram introduzir no actual Regulamento. A este propósito cabe aqui realçar a valiosa colaboração prestada pelos nossos colegas espanhóis Profs. Angelita Calvo e José Maria Pastor, presentes no Encontro Olímpico Luso-Espanhol acompanhando os estu-

**Mudanças  
nos Regulamentos  
das Olimpíadas Nacionais.**

**Participação portuguesa  
nas Olimpíadas  
Internacionais**

dantes do país vizinho, que nos transmitiram detalhadamente a sua experiência com a organização das Olimpíadas de Física em Espanha e a sua participação, já por quatro vezes, na IPhO. Para os estudantes portugueses presentes, o Encontro foi uma pequena amostra do que poderá representar para a sua formação científica e humana o convívio com jovens dos mais de 40 países que normalmente participam na IPhO.

O ano lectivo 1993/94 será, do ponto de vista das Olimpíadas Nacionais, um ano de transição. Instituiu-se um escalão transitório, o escalão C, para os alunos que frequentam actualmente o 12.º ano e que terão a possibilidade de participar na IPhO em 1994. Reconhece-se, todavia, que o conteúdo das matérias leccionadas até ao 12.º ano fica aquém do programa em vigor para as provas da IPhO. Após a final nacional da Olimpíada 1993/94 que terá lugar em Maio de 1994, está prevista para o mês de Junho a realização de uma preparação intensiva dos cinco alunos melhor classificados no escalão C que participarão na IPhO. Admite-se que esta preparação, de duração não inferior a uma semana, venha a ser afectada pelas provas de acesso ao ensino superior a que os alunos terão de se submeter. Este aspecto importante dificilmente poderá ser contornado neste ano de transição.

Na Olimpíada Portuguesa 1993/94 haverá um escalão B para alunos do 11.º ano de escolaridade. De entre estes participantes será apurado, na fase nacional da Olimpíada, um grupo de oito, de onde sairão finalmente os cinco estudantes que participarão na XXVI IPhO em 1995. A partir de 1994/95, na Olimpíada Nacional de Física não participam os alunos do 12.º ano, passando a seleccionar-se de entre os alunos do escalão B (11.º ano), os cinco participantes na IPhO *do ano seguinte*. Efectuando esta selecção entre os alunos do 11.º ano, ou seja, com um ano de antecedência, será possível ministrar uma preparação mais adequada durante o seu 12.º ano de escolaridade. Evidentemente que se exigirá aos alunos apurados na Olimpíada Nacional, caso desejem ter a possibilidade de participar na IPhO, a frequência da disciplina de Física no seu 12.º ano.

A coordenação da preparação para a IPhO ficará a cargo da Comissão Nacional das Olimpíadas, que, para além de providenciar os elementos de trabalho necessários a alunos e *professores orientadores*, deverá promover a realização de cursos, visitas de estudo a laboratórios de investigação, etc., no sentido de proporcionar aos estudantes a preparação adequada nos diversos temas constantes do programa da IPhO. Para cada aluno seleccionado na Olimpíada Nacional deverá existir um professor orientador indicado pela escola e que localmente acompanha a preparação do aluno. Este professor será

também distinguido na IPhO se o aluno vier a ser premiado. Para além da participação nas organizações da Comissão Nacional das Olimpíadas a SPF espera poder vir a criar outros incentivos à participação destes professores.

Relativamente ao novo Regulamento das Olimpíadas de Física importa assinalar ainda outros aspectos importantes.

Assim, o Regulamento não prevê a existência da Prova de Criatividade, por um lado para colmatar algumas dificuldades decorrentes da existência de três escalões em 1993/94, mas, sobretudo e por outro lado, por se considerar que de ano para ano o espírito dessa prova tem vindo a ser claramente desvirtuado. Na verdade, a componente de Física dos trabalhos apresentados tem sido progressivamente reduzida. Prevê-se, entretanto, a criação de novos incentivos à realização de trabalhos experimentais pelos alunos do ensino secundário.

O carácter individual das provas dos escalões B e C em 1993/94 (e, de futuro, do escalão B pois o C será suprimido) decorrente da necessidade de adequação do Regulamento Nacional ao Internacional (na IPhO todas as provas, mesmo as experimentais, são individuais) é um outro aspecto relevante nas Olimpíadas de Física.

Será também dada maior ênfase à fase nacional com a realização das provas teóricas e experimentais em dias diferentes.

A partir de 1995 a prova de selecção final dos representantes à IPhO deverá efectuar-se em moldes semelhantes aos das provas da IPhO. Em particular, os professores orientadores terão acesso à grelha de classificação e à prova do seu estudante antes de ser anunciada a classificação final.

Na estrutura das Olimpíadas vai manter-se, como até agora, um escalão A para alunos do 9.º e/ou 10.º anos. Espera-se que a participação dos estudantes neste escalão possa servir-lhes de forte estímulo com vista a uma futura participação no escalão B, o qual dará acesso à IPhO.

A SPF, neste momento de grande alteração nas Olimpíadas Nacionais de Física, está convicta que pode continuar a contar com a valiosa colaboração dos professores de Física do ensino secundário. As Olimpíadas de Física devem continuar a desempenhar um papel de relevo na divulgação da Física junto dos alunos do ensino secundário.

A participação de Portugal na IPhO conta com o precioso apoio da Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia. A SPF espera poder obter outros apoios de instituições com responsabilidades nas áreas do ensino e da investigação, que possam permitir a presença de estudantes portugueses nas futuras IPhO's.

# REGULAMENTO DAS OLIMPIADAS DE FÍSICA 1993-94

## I – OBJECTIVOS

A Sociedade Portuguesa de Física organiza anualmente as Olimpíadas Nacionais de Física e promove a participação de uma equipa portuguesa na International Physics Olympiad (IPhO). Em 1994 a IPhO realiza-se na República Popular da China, de 12 a 19 de Julho.

As Olimpíadas de Física têm por objectivo incentivar e desenvolver o gosto pela Física nos alunos do Ensino Secundário, considerando a sua importância na Educação Básica dos jovens e o seu crescente impacto em todos os ramos da Ciência e Tecnologia.

## II – OLIMPIADAS NACIONAIS DE FÍSICA

### II.1 – Participação nas provas

Podem participar nas Olimpíadas de Física os alunos das Escolas Secundárias e C+S nacionais, públicas ou privadas, que satisfaçam as condições indicadas em II.2.

### II.2 – Escalões

No ano lectivo de 1993-94 serão realizadas provas nos seguintes Escalões:

ESCALÃO A: alunos dos 9.º ou 10.º anos de escolaridade;

ESCALÃO B: alunos do 11.º ano de escolaridade, com idade inferior a 19 anos a 30/6/94;

ESCALÃO C: alunos do 12.º ano de escolaridade que frequentem a disciplina de Física, com idade inferior a 20 anos a 30/6/94.

As Escolas podem estar representadas nos escalões que desejarem. No escalão A a representação é por uma *equipa* de

3 alunos. Nos escalões B e C a representação é individual podendo concorrer um máximo de três alunos por Escola e por escalão.

### II.3 – Tipo de Provas

No escalão A a prova será teórico-experimental a realizar em equipa.

Nos escalões B e C as provas serão teóricas e de análise de resultados experimentais, e terão carácter individual.

### II.4 – Etapas

#### a) etapa sub-regional

É da inteira responsabilidade da Escola participante a selecção dos seus representantes em cada escalão.

No caso de um número considerado excessivo de participantes, poderão as Delegações Regionais da SPF, do modo que julgarem mais conveniente, organizar etapas intermédias.

#### b) etapa regional

Na etapa regional, da responsabilidade das Delegações Regionais da SPF, concorrerão as equipas (no escalão A) e os alunos (nos escalões B e C) seleccionados na etapa anterior.

Nesta etapa será seleccionada uma equipa do escalão A, oito alunos do escalão B e oito do escalão C.

#### c) etapa nacional

Nesta etapa final nacional, organizada em 1994 pela Delegação Regional do Norte da SPF em colaboração com a Comissão Nacional das Olimpíadas, participam as 3 equipas do escalão A (uma por Delegação), os 24 alunos do escalão B e os 24 alunos do escalão C (oito por cada Delegação Regional e por cada escalão).

Regulamento aprovado  
pelo Conselho Directivo  
da SPF em Outubro  
de 1993

Na etapa nacional será apurada a equipa vencedora das Olimpíadas Nacionais de Física no escalão A.

No escalão B serão seleccionados oito a dez alunos candidatos à representação nacional na IPhO'95.

No escalão C serão apurados os cinco alunos que constituirão a representação nacional na IPhO'94.

## II.5 – Outras disposições

### a) *Encargos financeiros*

A SPF não comparticipa nas despesas da etapa sub-regional nem nas despesas de deslocação dos alunos e professores acompanhantes na etapa regional.

A SPF custeia as outras despesas relativas às etapas regionais e todas as despesas relativas à etapa nacional.

### b) *Material*

Os participantes devem apresentar-se munidos de máquinas de calcular não programáveis. Podem também utilizar material de desenho desde que se apresentem munidos do mesmo.

### c) *Conteúdos das provas*

Ver anexo.

### d) *Júris das provas*

Na etapa regional as provas serão classificadas por um júri designado pela Delegação Regional da SPF.

Na etapa nacional as provas serão classificadas por um júri designado pela Delegação Regional da SPF em colaboração com a Comissão Nacional das Olimpíadas.

### e) *Professores acompanhantes*

Na etapa regional os participantes de cada Escola virão acompanhados por um professor (no máximo dois professores se a Escola participar em mais de um escalão). Na etapa nacional virão no máximo três professores por Delegação Regional.

## II.6 – Prémios

Todos os alunos participantes na etapa regional recebem um prémio de presença.

Receberão prémios especiais na etapa regional:

- os alunos da equipa vencedora no Escalão A;
- os oito melhores classificados nos escalões B e C.

Receberão prémios na etapa nacional:

- os alunos da equipa vencedora no Escalão A;
- os oito melhores classificados no Escalão B;
- os cinco melhores classificados no Escalão C que também participarão na IPhO'94.

## II.7 – Calendarização

Até 30 de Novembro de 1993, cada Delegação da SPF enviará para as Escolas toda a documentação respeitante às Olimpíadas. Cada Delegação Regional informará as respectivas Escolas da metodologia a seguir na fase sub-regional, incluindo datas limite para apresentação de alunos concorrentes, etapas intermédias, etc.

As provas regionais têm de estar concluídas até 15 de Abril de 1994.

As provas nacionais serão efectuadas durante a 1.ª quinzena de Maio de 1994.

## III – PARTICIPAÇÃO NAS OLIMPÍADAS INTERNACIONAIS

Aos 5 alunos apurados no Escalão C, que constituem a representação nacional na IPhO'94 será ministrado, em Junho de 1994, um curso de preparação intensiva de uma semana.

Os oito a dez alunos seleccionados no escalão B iniciarão a sua preparação para a IPhO'95 no ano lectivo de 1994/95 em moldes a definir pela SPF, sendo condição obrigatória a frequência de Física no 12.º ano. Deste grupo de alunos sairá a equipa de cinco que participará no ano seguinte na IPhO'95 a realizar na Austrália. Este apuramento será organizado pela Comissão Nacional das Olimpíadas e terá lugar até 15 de Maio de 1995.

## IV – PONTOS OMISSOS

Qualquer questão resultante de omissões ou dúvidas de interpretação do presente Regulamento será resolvida pela Organização.

## V – DISPOSIÇÕES TRANSITÓRIAS

O presente Regulamento vigora no ano lectivo 1993/94. O escalão C, instituído neste ano lectivo para permitir a participação de uma equipa portuguesa na IPhO'94, desaparece a partir de 1994/95. A selecção dos alunos candidatos à participação na IPhO passará a ser feita no ano anterior.

## ANEXO

### Programa da Olimpíada Nacional de Física 1993/1994

- No escalão A a Fase Regional compreende as matérias dos 8.º e 9.º anos.  
A Fase Nacional inclui também a matéria do 10.º ano <sup>a)</sup>.
- No escalão B a Fase Regional compreende a matéria do 10.º ano acrescida dos pontos 6 e 7 do programa adoptado para a Olimpíada Internacional de Física (IPhO).  
A Fase Nacional inclui também os pontos 1 e 4 do programa da IPhO.
- No escalão C a matéria da Fase Regional é a que consta dos pontos 1 a 7 do programa da IPhO.  
Na Fase Nacional acrescenta-se o ponto 8 do programa da IPhO.  
Na semana de preparação indicada no ponto III do Regulamento deve ser dada atenção especial aos pontos 9, 10 e 11 do programa da IPhO.

a) Programas oficiais em vigor.

## PROTOCOLO SPF – SECT/SEED

No dia 29 de Março de 1994 foi celebrado um protocolo de cooperação entre a Sociedade Portuguesa de Física e as Secretarias de Estado da Ciência e Tecnologia e da Educação e Desporto, contemplando as Olimpíadas de Física.

Decorrente deste protocolo, a SPF promoverá a participação anual de Portugal na International Physics Olympiad (IPhO) e obterá um financiamento com vista à organização das Olimpíadas de Física e preparação da representação portuguesa na IPhO.

Ver notícia mais desenvolvida na pág. 32 deste número.

# OLIMPÍADAS DE FÍSICA 1994

Fase Nacional

*Porto – 5, 6, 7 de Maio de 1994*

**Laboratório de Física da Faculdade de Ciências  
da Universidade do Porto**

A organização das Olimpíadas Nacionais de Física está a cargo da Delegação Regional do Norte da SPF – Praça Gomes Teixeira, 4000 Porto (Tel. 02-206620). Os vencedores do escalão C irão participar na Olimpíada Internacional de Física a realizar em Pequim, China, em Julho próximo.

# PROGRAMA DAS OLIMPIADAS INTERNACIONAIS DE FÍSICA

## ASPECTOS GERAIS

- a) Todos os problemas devem ser resolvidos sem uso extensivo do cálculo (diferencial e integral), e sem necessidade de utilização de números complexos ou da resolução de equações diferenciais.
- b) Podem ser referidos conceitos e fenômenos que não constam deste programa mas têm de ser explicados nos textos do problema.
- c) O uso de equipamento sofisticado não deve encobrir os aspectos físicos dos problemas experimentais. A utilização de dispositivos experimentais deve ser cuidadosamente explicada.

## A. PARTE TEÓRICA

### 1. Mecânica

- a) Conceitos fundamentais de cinemática do ponto material.
- b) Lei de Newton, sistemas inerciais.
- c) Sistemas fechados e abertos, energia e quantidade de movimento, trabalho, potência.
- d) Conservação da energia, conservação da quantidade de movimento, impulso.
- e) Forças elásticas, forças de atrito, a lei da gravitação, energia potencial e trabalho num campo gravítico.
- f) Aceleração centrípeta, leis de Kepler.

### 2. Mecânica de corpos rígidos

- a) Estática, centro de massa, torque.
- b) Movimento de corpos rígidos, translação, rotação, velocidade angular, aceleração angular, conservação do momento angular.

- c) Forças externas e internas, equação do movimento de um corpo rígido em torno de um eixo fixo, momento de inércia, teorema dos eixos paralelos (teorema de Steiner), energia cinética de um corpo em rotação.
- d) Sistemas de referência acelerados, forças inerciais.

### 3. Hidroestática e hidrodinâmica

Não haverá questões específicas sobre este assunto mas os estudantes devem possuir conceitos elementares como o de pressão, impulso, e a lei de continuidade.

### 4. Termodinâmica e Física Molecular

- a) Energia interna, trabalho e calor, primeira e segunda leis da termodinâmica.
- b) Modelo de gás perfeito, pressão e energia cinética molecular, número de Avogadro, equação de estado de um gás perfeito, temperatura absoluta.
- c) Trabalho realizado numa expansão isotérmica e adiabática de um gás (não se exige demonstração da equação do processo adiabático).
- d) O ciclo de Carnot, eficiência termodinâmica, processos reversíveis e irreversíveis, entropia (abordagem estatística), factor de Boltzmann.

### 5. Oscilações e ondas

- a) Oscilação harmónica, equação da oscilação harmónica.
- b) Ondas harmónicas, propagação de ondas, ondas transversais e longitudinais, polarização linear, efeito Doppler clássico, ondas sonoras.

**Lista dos conteúdos programáticos das Olimpíadas Internacionais**

- c) Sobreposição de ondas harmónicas, ondas coerentes, interferência, batimentos, ondas estacionárias.
6. Carga eléctrica e campo eléctrico
- Conservação da carga, lei de Coulomb.
  - Campo eléctrico, potencial, lei de Gauss aplicada a distribuições simples como a esfera, o cilindro e o plano.
  - Condensadores, capacidade, constante dieléctrica, densidade de energia do campo eléctrico.
7. Corrente e campo magnético
- Corrente, resistência, resistência interna de um gerador, lei de Ohm, leis de Kirchhoff, trabalho e potência em circuitos de corrente contínua e alternada, lei de Joule.
  - Campo magnético (B) de uma corrente, acção de um campo magnético sobre uma corrente, força de Lorentz (partícula carregada num campo magnético).
  - Lei de Ampère, campo magnético criado por sistemas simples e simétricos tais como um condutor linear, uma espira circular e um solenóide longo.
  - Lei da indução electromagnética, fluxo magnético, lei de Lenz, auto-indução, indutância, permeabilidade, densidade de energia do campo magnético.
  - Corrente alternada, resistência, bobines e condensadores em circuitos AC, tensão e corrente, ressonância (paralela e série).
8. Ondas electromagnéticas
- Circuito oscilante, frequência de oscilações, geração por realimentação e por ressonância.
  - Óptica ondulatória, difracção por uma ou duas fendas, rede de difracção, poder de resolução de uma rede, interferência (em lâminas finas), reflexão de Bragg, princípio de Fermat (só aplicações simples).
  - Espectros de dispersão e de difracção, linhas espectrais de gases.
  - Ondas electromagnéticas como ondas transversais, polarização por reflexão, polarizadores.
  - Poder de resolução de um sistema óptico.
  - Corpo negro, lei de Stefan-Boltzmann.
9. Física Quântica
- Efeito fotoeléctrico, energia e quantidade de movimento do fóton.
  - Comprimento de onda de De Broglie, princípio de incerteza de Heisenberg.

## 10. Relatividade

- Princípio da relatividade, adição de velocidades, efeito Doppler relativista.
- Equação de movimento relativista, quantidade de movimento, energia, relação entre energia e massa, conservação da energia e da quantidade de movimento.

## 11. Matéria

- Aplicação simples da equação de Bragg.
- Níveis de energia de átomos e moléculas (qualitativamente), emissão, absorção, espectro de átomos hidrogenóides.
- Níveis de energia de núcleos (qualitativamente), desintegrações alfa, beta e gama, absorção da radiação, meia-vida e decaimento exponencial, componentes dos núcleos, defeitos de massa, reacções nucleares.

## B. PARTE PRÁTICA

A parte teórica do programa é a base para todos os problemas experimentais. Os problemas experimentais devem envolver medições.

*Requisitos adicionais:*

- Os candidatos devem saber que os instrumentos afectam as medidas.
- Conhecimento das técnicas experimentais mais comuns para medição das quantidades físicas mencionadas na Parte A.
- Conhecimento de instrumentos laboratoriais de uso frequente tais como craveiras, termómetros, voltímetros, ohmímetros e amperímetros simples, potenciómetros, díodos, transistores, material de óptica simples, etc.
- Capacidade para utilizar, com o auxílio de instruções adequadas, alguns instrumentos e dispositivos sofisticados tais como osciloscópios de feixe duplo, contadores de impulsos e de taxas de contagem («ratemeters»), geradores de funções e de sinais, conversores analógico-digitais ligados a um computador, amplificador, integrador, diferenciador, fonte de alimentação, multímetros universais (analógicos ou digitais).
- Identificação correcta das causas de erro e estimativa da sua influência nos resultados finais.
- Erros absolutos e relativos, precisão dos instrumentos de medida, erro de uma só medida, erro de um conjunto de medidas, erro de uma quantidade expressa em função de quantidades medidas.

7. Transformação de uma dependência para uma forma linear por meio de uma escolha conveniente de variáveis e ajuste de uma recta a pontos experimentais.

8. Uso correcto de papel milimétrico com escalas diferentes (por exemplo polar, logarítmico).

9. Arredondamento correcto e indicação dos resultados finais e erros com o número correcto de dígitos significativos.

10. Conhecimento das regras de segurança no laboratório (no entanto, se a utilização do dispositivo experimental envolver alguns riscos, o texto do problema deverá conter os necessários avisos).

## PROBLEMAS DAS OLIMPIADAS INTERNACIONAIS

A Delegação Regional do Norte da SPF lançou, na Conferência Nacional de Física de 1992, a brochura «Olimpiadas Internacionais de Física – Colectânea de problemas e suas soluções».

Pedidos desta publicação podem ser dirigidos à Delegação Regional do Norte da SPF, Laboratório de Física da Universidade, Praça Gomes Teixeira, 4000 Porto, enviando a quantia de 1000\$00 (incluindo já os portes de correio).



## XXV INTERNATIONAL PHYSICS OLYMPIADS ORGANIZING COMMITTEE BEIJING, 1994

**ZHAO, Kai-hua**  
Executive Director

**CHEN, Zhenya**  
Secretary

Tel & Fax: (861)2501259 E-mail: ZYCHEN%BEPC2@SCS.SLAC.STANFORD.EDU

Address: Foreign Affairs Office, Peking University, Beijing 100871, China

A XXV Olimpíada Internacional de Física realizar-se-á este ano em Pequim, República Popular da China, de 11 a 19 de Julho. Pela primeira vez Portugal vai estar representado por uma equipa. As Olimpíadas Internacionais de Física realizam-se anualmente, estando previsto que a de 1995 se realize na Austrália.

## ERRATA

### Radiação de Síncrotron

*Gazeta de Física*, 16, Fasc. 4, pp. 2-8 (1993)

Pág. 3 — Quadro II: na 4.<sup>a</sup> coluna deve ler-se vestigiais em vez de residuais.

Pág. 8 — Bibliografia: deve ler-se L. H. Munro, em vez de I. H. Muroco.

# OLIMPIADAS NACIONAIS DE FÍSICA 1993

Lisboa, 10 Setembro 1993

## PROVA PARA O ESCALÃO A

### *Actividade 1 (duração: 1 h)*

Verifica se sobre a mesa de trabalho se encontra o seguinte material:

- uma tina com água;
- um frasco de vidro vazio com tampa;
- um frasco de plástico conta-gotas com tinta.

Além do material que existe sobre a tua mesa, o professor vigilante ainda dispõe de uma chaleira eléctrica para aquecimento de água.

1.a) Com o auxílio do frasco conta-gotas começa por colocar no frasco de vidro algumas gotas de tinta. Em seguida adiciona-lhe água quente. Assegura-te que o frasco fica totalmente cheio de água. Fecha bem o frasco e agita-o até que a cor da água se torne o mais uniforme possível. Deste modo consegues que a água do frasco possa ser identificada através do corante.

1.b) Em seguida coloca o frasco dentro da tina de modo a ficar completamente mergulhado na água. Cuidadosamente retira-lhe a tampa, pondo em contacto a água corada do frasco com a água da tina.

Descreve agora o que observas, e regista o tempo que demora a tua observação. Para melhor observares, olha para a tina de lado.

2. Esvazia a água da tina e do frasco. Repete agora a experiência anterior, mas enche o frasco com água da tina, ou seja, com água não aquecida. Descreve o que observas e regista novamente o tempo que demora a tua observação.

3. Procura agora explicar a diferença de comportamento verificada na mistura dos dois líquidos nas duas situações criadas.

### *Actividade 2 (duração: 1 h)*

Verifica se sobre a mesa de trabalho se encontra o seguinte material:

- uma lata de refrigerante de forma cilíndrica;
- uma lata pequena de chá de forma paralelepipedica;
- uma vela de estearina;
- uma palhinha para beber líquidos.

Além do material que existe sobre a tua mesa, o professor vigilante ainda dispõe de fósforos para acender a vela.

1. Começa por acender a vela. Com o auxílio da palhinha sopra suavemente em direcção à chama sem a apagues. Entre a extremidade da palhinha e a vela deverá haver uma distância de 25 a 30 cm.

Faz um esquema da observação e procura a razão pela qual a direcção da chama da vela se modifica.

2. Coloca agora, entre a palhinha e a chama, a caixa de chá, de modo a que fique centrada na direcção definida pela palhinha e a vela e o mais próxima possível desta. Faz um novo esquema para esta observação e procura a razão pela qual não consegues modificar a direcção da chama da vela da mesma forma que na experiência anterior.

3. Substitui agora a caixa paralelepipedica pela lata de refrigerante. Repete a experiência anterior. Faz um novo esquema, e compara-o com a observação anterior.

4. O que te sugere dizer sobre a forma da carroceria dos automóveis de desporto em face das observações que acabaste de efectuar?

**Enunciado e resolução  
das últimas provas  
nacionais (escalão A e B)**

## PROVA PARA O ESCALÃO B

### Problema 1: o caminho mais rápido

Um objecto desloca-se no plano  $xy$  de um ponto  $A (-30,40)$  para um ponto  $B (20,-30)$  (ver figura 1; os valores indicados para as coordenadas são em metros). A velocidade do objecto no meio 1 é igual a 3 m/s e no meio 2 é de 1 m/s. Os dois meios estão separados por uma linha tomada como eixo das abcissas.

- Calcula o tempo de percurso se a trajectória da partícula for o segmento de recta  $\overline{AB}$ .
- Repete o cálculo da alínea anterior para o percurso rectilíneo  $\overline{AC}$  seguido de  $\overline{CB}$ , sendo  $C$  o ponto sobre a linha de separação, de coordenadas  $(20,0)$ .
- Obtém a trajectória entre  $A$  e  $B$  (trajectória rectilínea  $\overline{AM}$  seguida da trajectória rectilínea  $\overline{MB}$ , onde  $M$  é um ponto semi-eixo positivo das abcissas) a que corresponda um *tempo mínimo* de percurso e calcula esse tempo.

(Em caso de dificuldade na resolução analítica deste problema poderás recorrer à representação gráfica da função e obter a solução mais aproximada que te for possível).

O cálculo que acabas de efectuar aplica-se igualmente a raios luminosos quando a luz passa de um meio óptico a outro com índice de refração diferente. Os princípios da óptica geométrica decorrem, aliás, do *Princípio de Fermat* segundo o qual o percurso seguido pelo fluxo luminoso, de um ponto para outro, corresponde sempre àquele em que a propagação se dá num tempo mínimo.

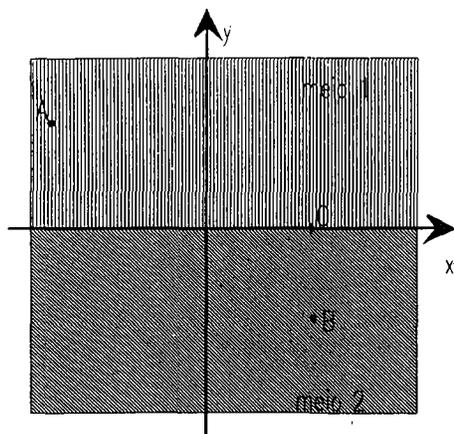


FIGURA 1

- Faz corresponder à trajectória obtida em *c*) um raio luminoso incidente (no meio onde a velocidade de propagação é maior) e um raio refractado (no meio onde a velocidade de propagação é menor). Sabendo que a razão dos índices de refração é igual ao inverso da razão da velocidade de propagação da luz nos referidos meios (supõe que esta razão é 3 como no problema de cinemática considerado inicialmente), verifica a validade da segunda lei da refração segundo a qual o ângulo de incidência ( $\alpha_i$ ) e o ângulo de refração ( $\alpha_r$ ) estão relacionados por

$$n_1 \sin \alpha_i = n_2 \sin \alpha_r,$$

onde  $n_1$  e  $n_2$  são os índices de refração dos meios.

- Admite agora que  $B$  se encontra sobre nova linha de separação do meio 2 com o meio 1 (ver fig. 2). Determina o valor do menor ângulo  $\beta$  por forma a que, em  $B$ , o raio considerado não se refracte para o meio 1.

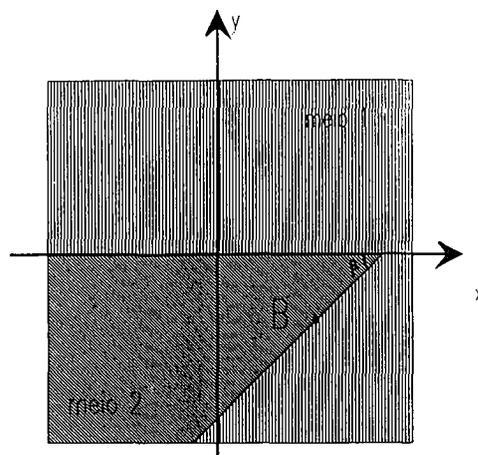


FIGURA 2

### Problema 2: circuito olímpico

Considera o circuito da figura em que as baterias e o amperímetro têm resistências internas desprezáveis. Na resistência variável, de  $20 \Omega$ , o cursor está colocado exactamente a meio do percurso. Os valores indicados para as outras resistências são expressos em  $\Omega$ .

- Os interruptores  $S$ ,  $S_1$ ,  $S_2$  e  $S_3$  estão inicialmente abertos. Fecha-se o interruptor  $S$ . Qual o valor da intensidade de corrente lida no amperímetro?

b) Estando inicialmente os interruptores S e S3 abertos e S1 e S2 fechados, fecha-se o interruptor S. Qual o valor da intensidade de corrente lida no amperímetro?

c) Supõe agora que os interruptores S, S2 e S3 estão inicialmente abertos e S1 fechado, fechando-se então o interruptor S.

Qual a corrente (intensidade e sentido) que passa em  $R_3$  e qual o valor da intensidade de corrente lida no amperímetro?

Qual o valor que deverá ter a resistência R para que não passe corrente em  $R_3$ ?

d) Considera por fim a situação em que os interruptores S, S1, S2 estão inicialmente abertos e S3 fechado; fecha-se então o interruptor S.

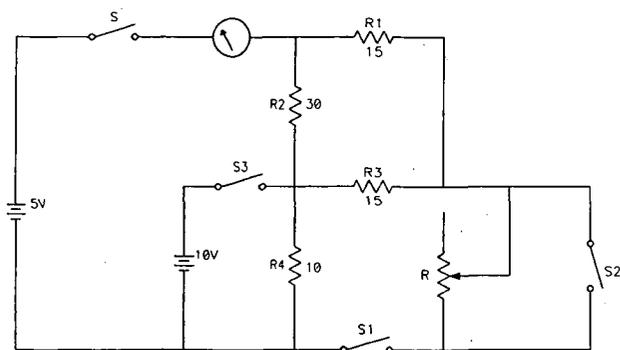
d.1 - Qual o valor da intensidade de corrente que passa na bateria de 10 V

i) imediatamente antes de se fechar o interruptor S;

ii) após o fecho de S.

d.2 - Qual é então o valor da corrente lida no amperímetro?

d.3 - Calcula a potência total dissipada no circuito.



### Problema 3: a roda da sorte

A figura mostra, em esquema, o dispositivo experimental que vais utilizar, constituído por uma roda de raio  $R$  fixa a um eixo (barra cilíndrica A) que se apoia em dois rolamentos  $R_1$  e  $R_2$ . O conjunto pode descrever um movimento de rotação em torno do eixo horizontal definido pela barra A, em condições de atrito mínimo. Perpendicularmente, ligada à barra A, encontra-se uma

barra B onde estão colocadas duas massas  $m_1$  e  $m_2$  ( $m_1 = m_2$ ) respectivamente a distâncias  $r_1$  e  $r_2$  do ponto médio C da barra B. Durante a experiência poderás alterar a distância de cada uma das massas ao ponto médio da barra B. Na roda de raio  $R$  encontra-se enrolado um fio inextensível e de massa desprezável no qual é suspenso um corpo de massa  $m$ . Podes medir o tempo de descida do corpo com o auxílio de um cronómetro. Para medir o espaço que o corpo  $m$  percorre até chegar ao solo dispões de uma régua graduada.

Na primeira parte do trabalho (até à alínea f) considera  $r_1 = r_2 = r$ . Como poderás observar, o tempo de queda do corpo depende da posição em que as massas  $m_1$  e  $m_2$  são colocadas.

a) Identifica as forças que actuam sobre o corpo suspenso e indica a direcção e sentido de cada uma delas.

b) Escreve as equações do movimento para o corpo e para o sistema em rotação e obtém a expressão da aceleração do corpo de massa  $m$ . Classifica o movimento. A tensão do fio varia durante a queda do corpo? Justifica.

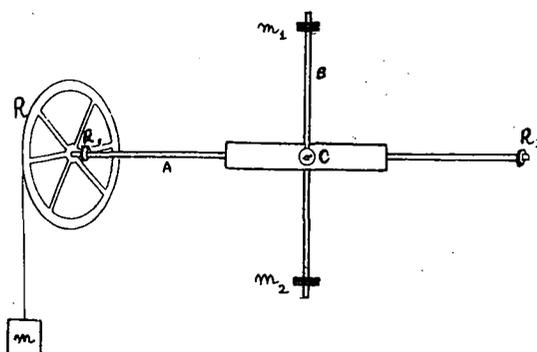
c) Faz variar a posição das massas  $m_1$  e  $m_2$  na barra B (mantendo  $r_1 = r_2 = r$ ) e, para cada distância, mede o tempo que o corpo demora a chegar ao solo. Regista os tempos obtidos e preenche as restantes colunas da tabela.

d) Representa, em papel milimétrico, a aceleração em função de  $r$ .

Explica o facto de a aceleração linear do corpo ser dependente de  $r$ .

Para que valor tende a aceleração quando  $r$  aumenta? E quando  $r$  decresce para zero?

Justifica.



e) A partir das medidas que obtiveste calcula o momento de inércia do sistema para o caso de ser  $r = 40$  cm e compara o valor obtido com o calculado (considerando desprezáveis as massas das barras A e B e da roda de raio  $R$ ). Comenta os resultados.

f) Sendo  $E_p = mgh$  a energia potencial do corpo de massa  $m$  no instante inicial, mostra que a energia mecânica decresce durante a sua queda, atingindo o valor  $E_{mec} = mah$  (sendo  $a$  a aceleração do movimento) no instante em que o corpo toca o solo. Explica como é verificado o Princípio de Conservação da Energia.

g) Coloca a barra B em posição vertical e observa que, mantendo  $r_2 = 40$  cm, se reduzires a distância  $r_1$  da massa  $m_1$  (a que se encontra na posição mais elevada) à barra A, o sistema atinge o equilíbrio numa posição em que a barra B faz um ângulo  $\theta_0$  com a vertical.

g.1) Identifica as forças que actuam no sistema para essa posição de equilíbrio.

g.2) Estabelece as equações que traduzam esse equilíbrio e determina o ângulo  $\theta_0$  de equilíbrio em função das características do sistema.

g.3) Coloca  $m_1$  numa posição em que  $\theta \sim 20^\circ - 30^\circ$  e verifica a equação obtida em g.2).

h) Abandonado após um pequeno afastamento da posição de equilíbrio, o sistema oscila em volta dessa posição com uma frequência característica. Com o cronómetro de que dispões determina a frequência de oscilação e regista os valores de  $r_1$  e  $r_2$  que utilizaste.

i) Escreve as equações do movimento relativas ao sistema e, considerando a nova variável  $\phi = \theta - \theta_0$ , obtém a equação que descreve o movimento harmónico do sistema. (Para  $\phi$  muito pequeno pode considerar-se  $\sin \phi \sim \phi$  e  $\cos \phi \sim 1$ ). A partir da equação assim obtida calcula a frequência das oscilações e compara com o resultado obtido em h).

TABELA DE RESULTADOS

Altura de queda .....				
$r$ (cm)	tempo	aceleração	tensão no fio	aceleração angular
5				
10				
15				
20				
25				
30				
35				
40				

## RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS

### Problema 1: o caminho mais rápido

a) Considere-se a figura:

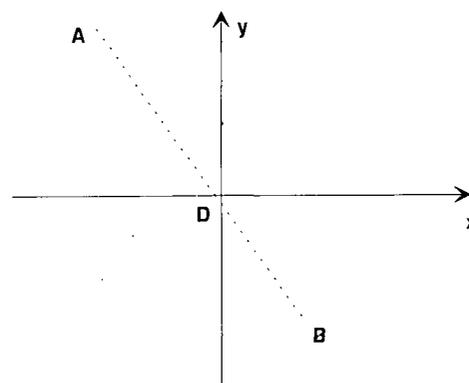


Figura 1.1

A equação da recta  $AB$  é  $y = -1.4x - 2$ , e o ponto  $D$  tem coordenadas  $(-1.429, 0)$ . As distâncias  $AD$  e  $BD$  são, respectivamente:  $\overline{AD} = 40.156$  m e  $\overline{DB} = 36.867$  m. A velocidade é de 3 m/s no meio 1 e de 1 m/s no meio 2, pelo que o tempo total de percurso é

$$\Delta t_1 = \frac{49.156}{3} + \frac{36.867}{1} = 53.252 \text{ s.}$$

b) As distâncias  $AC$  e  $CB$  são respectivamente  $\overline{AC} = 64.031$  m e  $\overline{CB} = 30.000$  m. O tempo total de percurso é

$$\Delta t_2 = \frac{64.031}{3} + \frac{30.000}{1} = 51.344 \text{ s.}$$

c) Considere-se a figura seguinte:

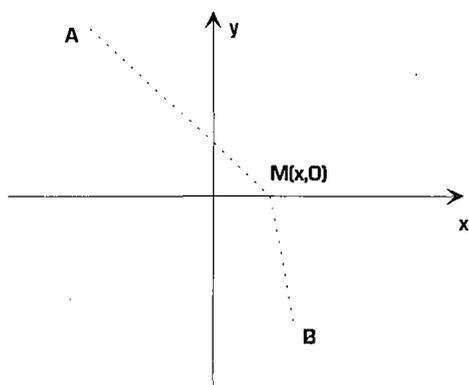


Figura 1.2

As distâncias  $AM$  e  $MB$  são

$$\overline{AM} = \sqrt{1600 + (30 + x)^2} \quad \overline{MB} = \sqrt{900 + (20 - x)^2}.$$

O tempo total de percurso é

$$\Delta t_3 = \frac{1}{3} \sqrt{1600 + (30 + x)^2} + \sqrt{900 + (20 - x)^2}.$$

O mínimo desta função pode ser encontrado a partir do zero da sua primeira derivada. A derivada de  $\Delta t_3$  em ordem a  $x$  é a seguinte função:

$$f(x) = \frac{1}{3} \frac{30 + x}{\sqrt{1600 + (30 + x)^2}} - \frac{20 - x}{\sqrt{900 + (20 - x)^2}}.$$

Com o auxílio de uma calculadora (mesmo não programável) pode encontrar-se facilmente o zero desta função (no intervalo  $[10, 20]$ ) obtendo-se  $f(x_0) = 0$  para  $x_0 = 12.495$ . Inserindo na expressão de  $\Delta t_3$  este valor  $x_0$  obtém-se o tempo mínimo:

$$\Delta t_3 = 50.378 \text{ s}.$$

d) O ângulo de incidência e o ângulo de refração são  $\alpha_i$  e  $\alpha_r$ , indicados na figura.

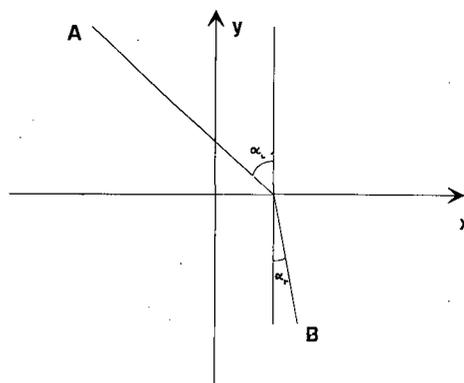


Figura 1.3

A partir do resultado da alínea c) para a abscissa do ponto  $M$ , obtém-se

$$\sin \alpha_i = 0.728, \quad \sin \alpha_r = 0.243,$$

peço que

$$\frac{\sin \alpha_i}{\sin \alpha_r} = 3.000 \quad \left( = \frac{n_1}{n_2} \right) \quad \text{c.q.d.}$$

e) Da alínea anterior pode determinar-se o ângulo  $\alpha_r$ . Obtém-se  $\alpha_r = 14.045^\circ$ .

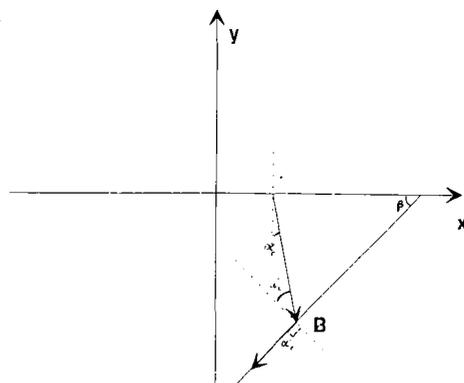


Figura 1.4

Para que o raio não se refracte para o meio 1 terá  $\alpha_i'$  de corresponder ao ângulo limite, sendo pois  $\alpha_r' = 90^\circ$ . Assim,

$$\frac{\sin \alpha_r'}{\alpha_i'} = 3 \rightarrow \alpha_i' = 19.471^\circ.$$

Atendendo a que  $\beta = \alpha_i' + \alpha_r$ , obtém-se

$$\beta = 33.516^\circ.$$

## Problema 2: circuito olímpico

- a) Estando os interruptores  $S_1$ ,  $S_2$  e  $S_3$  abertos e  $S$  fechado o circuito toma o aspecto

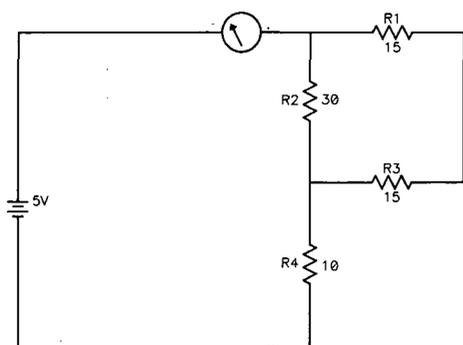


Figura 2.1

ficando as resistências  $R_1$  e  $R_3$  em série e este conjunto em paralelo com  $R_2$ .

A resistência total será então:

$$R_{eq} = \frac{(15 + 15) \times 30}{(15 + 15) + 30} + 10 = 25\Omega.$$

A intensidade de corrente lida no amperímetro é:

$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{5}{25} = 0.2A = 200mA.$$

- b) Estando  $S$ ,  $S_1$  e  $S_2$  fechados e  $S_3$  aberto o circuito fica:

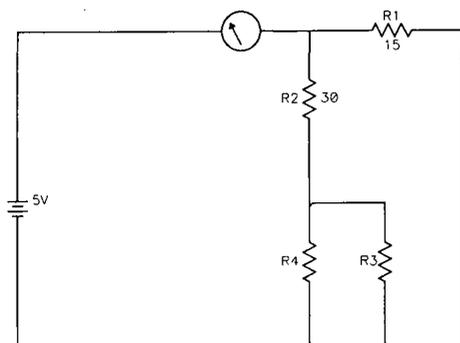


Figura 2.2

Para o cálculo da resistência equivalente consideramos  $R_{34} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = 6\Omega$  ficando portanto  $R_1$  em paralelo com  $(R_2 + R_{34})$ . Então

$$R_{eq} = \frac{15 \times (30 + 6)}{15 + (30 + 6)} \sim 10.6\Omega$$

e

$$I = \frac{V}{R_{eq}} \sim 0.47A.$$

- c) Com  $S_2$  e  $S_3$  abertos e  $S_1$  e  $S$  fechados, o circuito vem

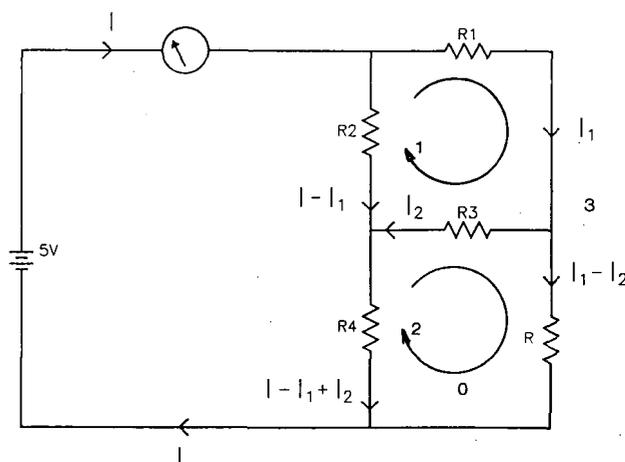


Figura 2.3

Para aplicar a lei das malhas precisamos de estabelecer correntes nos diferentes ramos do circuito. Na figura indicam-se as intensidades de corrente de acordo com a lei dos nodos. Teremos então para as malhas 1, 2 e 3 indicadas na figura, respectivamente

$$\begin{aligned} R_1 I_1 + R_3 I_2 - R_2 (I - I_1) &= 0 \\ -R_3 I_2 + R (I_1 - I_2) - R_4 (I - I_1 + I_2) &= 0 \\ R_1 I_1 + R (I_1 - I_2) &= 5 \end{aligned}$$

que conduz ao sistema

$$\begin{aligned} 3I_1 + I_2 - 2I &= 0 \\ 4I_1 - 7I_2 - 2I &= 0 \\ 5I_1 - 2I_2 &= 5 \end{aligned}$$

cujas soluções são

$$I = 0.329A \quad I_1 = 0.210A \quad I_2 = 0.025A.$$

A corrente que passa em  $R_3$  tem 25 mA de intensidade e o sentido indicado na figura. O amperímetro marca 0.329 A.

Para que não passe corrente em  $R_3$  ( $I_2 = 0$ ) terá de ser nula a d.d.p. entre os seus terminais. Então,

$$R_2(I - I_1) = R_1 I_1 \quad R_4(I - I_1) = R_1 I_1$$

ou seja

$$R = \frac{R_1 R_4}{R_2} = 5 \Omega$$

d) Com o interruptor  $S_3$  fechado e  $S_1$ ,  $S_2$  e  $S_3$  abertos o circuito fica

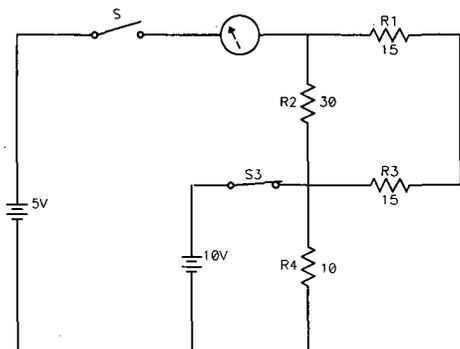


Figura 2.4

d.1 - i) antes de fechar o interruptor  $S$  circula, na resistência  $R_4$ , uma corrente  $I_2 = 10/10 = 1$  A.

ii) depois de fechar  $S$ , atendendo a que a resistência  $R_2$  está em paralelo com  $R_1 + R_3$ , podemos substituir o conjunto pela resistência equivalente

$$R_{eq} = \frac{R_2(R_1 + R_3)}{R_2 + (R_1 + R_3)} \sim 15 \Omega$$

A d.d.p. aos terminais da resistência  $R_4$  é

$$V_{R_4} = 10 \text{ V} = R_4 I_1 + 5$$

pelo que

$$I_2 = 1 \text{ A} \quad I_1 = 0.333 \text{ A}$$

A bateria de 10 V fornece pois a corrente de intensidade  $I = I_1 + I_2 = 1.333$  A.

d.2 - O amperímetro marca agora uma corrente de 0.333 A mas de sentido contrário ao observado nas alíneas a) e c). (Será necessário trocar as ligações aos terminais do aparelho.)

d.3 - A potência total dissipada no circuito calcula-se adicionando as potências dissipadas em  $R_4$  e em  $R_{eq}$ :

$$P = R_4 I_2^2 + R_{eq} I_1^2 = 11.7 \text{ W}$$

### Problema 3: a roda da sorte

a) O corpo de massa  $m$  está sujeito a duas forças verticais: — o seu peso  $\vec{P}$  e a força  $\vec{T}$ , exercida pelo fio, a qual tem sempre sentido para cima e intensidade inferior a  $\vec{P}$ .

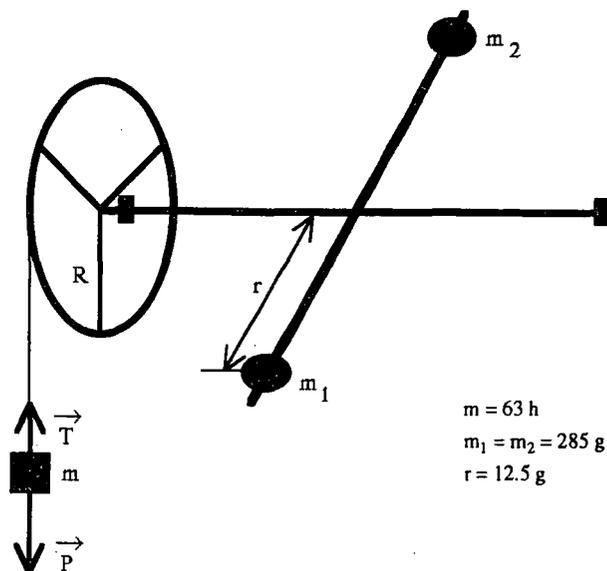


Figura 1

b) A equação do movimento para o corpo de massa  $m$  é:

$$mg - T = ma \quad (1)$$

A resultante das forças que actuam sobre o sistema em rotação é nula, visto que o seu centro de massa mantém-se sempre em repouso. O módulo do momento  $\vec{M}$  da força que o fio exerce sobre a roda está relacionado com a aceleração angular  $\alpha$  do movimento de rotação através da igualdade:

$$M = I \alpha$$

onde

$$M = T R$$

é o módulo do momento das forças aplicadas sobre o sistema (calculado em relação ao centro da roda) e  $I$  é o momento de inércia em relação ao eixo de rotação. Se considerarmos apenas as duas massas  $m_1$  e  $m_2$ , será:

$$I = 2m_1 r_2.$$

Os módulos da aceleração angular,  $\alpha$ , do sistema e da aceleração do movimento do corpo suspenso no fio estão relacionados entre si pela igualdade:

$$a = \alpha R.$$

A aceleração, obtida a partir das equações anteriores, é:

$$a = \frac{mR^2}{I + mR^2} g. \quad (2)$$

Sendo esta aceleração uma constante dependente apenas da configuração do sistema (desprezam-se as forças de atrito), o movimento do corpo de massa  $m$  é uniformemente acelerado.

Das equações (1) e (2) podemos obter para a tensão do fio a seguinte relação:

$$T = \frac{I}{I + mR^2} mg. \quad (3)$$

A tensão do fio também é constante durante o movimento.

### c) TABELA DE RESULTADOS

Altura de queda: 1,50 m

r (cm)	t (s)	a (m/s <sup>2</sup> )	T (N)	$\alpha$ (rad/s <sup>2</sup> )
6	2.25	0.59	0.580	4.72
10	2.74	0.40	0.592	3.20
15	3.06	0.32	0.597	2.56
20	3.69	0.22	0.604	1.76
25	3.97	0.19	0.605	1.52
30	4.80	0.13	0.609	1.04
35	5.48	0.10	0.611	0.80
40	6.12	0.08	0.612	0.64

d)

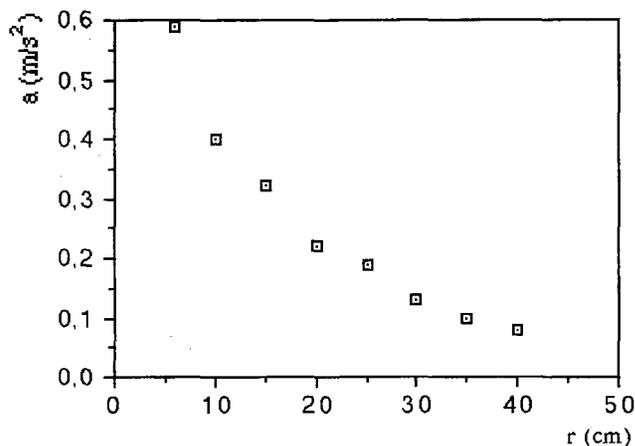


Gráfico 1

O gráfico 1 representa a dependência da aceleração de  $m$  em função de  $r$ . O decréscimo de  $a$  quando  $r$  aumenta é naturalmente relacionado com o momento de inércia do sistema em rotação. Da equação (2) conclui-se que a aceleração do corpo depende do momento de inércia do sistema em rotação, tendendo para zero com o aumento de  $r$ . Por outro lado, esta aceleração é igual a  $g$  quando o momento de inércia do sistema for nulo.

Podemos também relacionar a aceleração do movimento de  $m$  com a tensão no fio. Da equação (1) verifica-se que a aceleração toma o valor  $g$  quando  $T$  se anula e tende para zero quando  $T$  tende para  $mg$ . Refira-se que, para  $r = 40$  cm calculámos  $T = 0.612$  N (ver tabela de resultados), enquanto o peso do corpo é  $0.617$  N.

e) O momento de inércia do sistema que efectua o movimento de rotação pode ser obtido a partir dos dados experimentais através da igualdade

$$I = mR^2 \left( \frac{g}{a} - 1 \right).$$

Para o caso de ser  $r = 40$  cm obtém-se  $a = 0.08$  m/s<sup>2</sup>, pelo que o valor de  $I$  obtido experimentalmente é:

$$I = 0.119 \text{ Nm}^2.$$

Por outro lado, calculando o momento de inércia a partir da relação  $I = 2m_1 r^2$ , obtemos o valor  $0.091$  Nm<sup>2</sup>.

No valor calculado ( $I = 2m_1 r^2$ ) apenas foram consideradas as massas  $m_1$  e  $m_2$ , pelo que o valor obtido ( $I = 0.091$  Nm<sup>2</sup>) é obviamente inferior ao momento de inércia do sistema em rotação.

Por outro lado, como a aceleração medida é influenciada pelos momentos das forças de atrito nos apoios dos sistemas, o valor de  $I$  obtido experimentalmente ( $I = 0.091 \text{ Nm}^2$ ) é necessariamente maior do que o valor real de  $I$ .

f) A energia cinética do corpo  $m$ , em função do tempo é dada por:

$$E_c = \frac{1}{2} m(at)^2,$$

A energia potencial de  $m$  em cada instante é:

$$E_p = mg\left(h - \frac{1}{2}at^2\right).$$

Das equações anteriores podemos obter a expressão da energia mecânica de  $m$  em função do tempo. Assim temos:

$$E_m = mgh + \frac{1}{2}ma(a - g)t^2. \quad (4)$$

No instante em que o corpo  $m$  chega ao solo,

$$t = \left(\frac{2h}{a}\right)^{1/2}.$$

a sua energia mecânica é:

$$E_m = mah.$$

Verifica-se então que a energia mecânica do corpo  $m$  diminuiu durante a descida. De facto, mesmo considerando o sistema ideal, sem atritos, observa-se a não conservação de energia mecânica de  $m$ .

Substituindo na equação (4) o valor da aceleração dado pela equação (2), obtemos a energia mecânica de  $m$  em cada instante, isto é:

$$E_m(t) = mgh - \frac{1}{2}m_1\left(\frac{mrR}{I + mR^2}\right)^2(gt)^2. \quad (5)$$

Esta equação mostra-nos que a energia mecânica de  $m$ ,  $E_m(t)$ , diminui durante a descida, sendo a sua variação condicionada pela constituição do sistema. O Princípio da Conservação da Energia é verificado se atendermos a

que, durante o movimento, uma parte da energia de  $m$  é transferida para o sistema que efectua o movimento de rotação. No caso de não haver atritos, a energia cinética de rotação é, em cada instante, dada por:

$$E_{\text{rot}}(t) = \frac{1}{2}m_1\left(\frac{mrR}{I + mR^2}\right)^2(gt)^2.$$

No instante em que  $m$  chega ao solo a energia cinética do sistema em rotação é

$$E_{\text{rot}} = \frac{1}{2}I\omega^2 = mg(h - a), \quad (6)$$

naturalmente igual à perda de energia mecânica do corpo.

g)

g.1 - As forças que actuam sobre o sistema quando este se encontra em equilíbrio estão representadas na figura 2.

g.2 - Suspendendo no fio o corpo de massa  $m$ , e fixando as massas  $m_1$  e  $m_2$  na barra  $B$ , respectivamente às distâncias  $r_1$  e  $r_2$  do seu ponto médio  $C$ , o sistema ficará em equilíbrio estável quando a barra  $B$  formar um ângulo  $\theta_0$  com a vertical que passa por  $C$ .

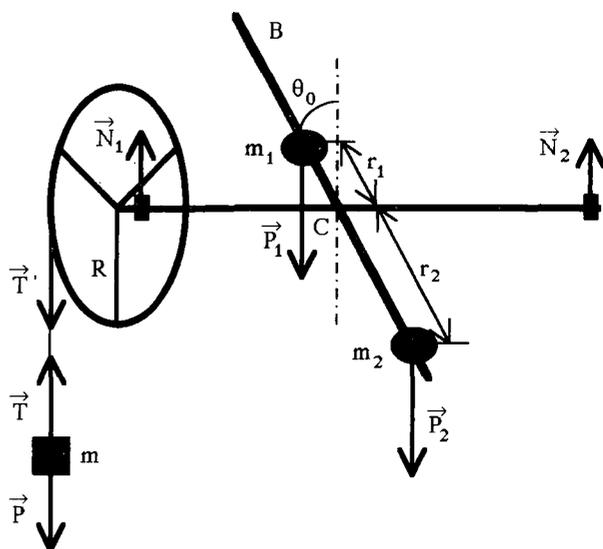


Figura 1

No equilíbrio é nula a soma dos momentos de  $\vec{T}$ ,  $\vec{P}_1$ , e  $\vec{P}_2$ . Sendo  $|\vec{T}| = |\vec{T}|$  obtemos a seguinte igualdade entre

as componentes destes momentos, calculados em relação ao ponto C:

$$(m_2 r_2 - m_1 r_1) g \sin \theta_0 = mgR, \quad (7)$$

ou seja:

$$\sin \theta_0 = \frac{mR}{m_2 r_2 - m_1 r_1}, \quad (8)$$

i) Se abandonarmos o sistema afastado da sua posição de equilíbrio  $\theta_0$ , este oscila com uma frequência  $f$  em torno dessa posição. Em cada instante  $\phi(t) = \theta(t) - \theta_0$  é o ângulo de afastamento da barra B em relação à posição de equilíbrio.

Simultaneamente o corpo de massa  $m$  oscila na vertical sob a acção do seu peso e a força exercida pelo fio. O seu movimento é descrito pela equação

$$mg - T = ma,$$

sendo

$$a = R \frac{d^2 \theta}{dt^2} = R \frac{d^2 \Phi}{dt^2}.$$

Atendendo a que as forças  $\vec{T}$  e  $\vec{T}'$  são simétricas entre si, as componentes na direcção do eixo de rotação dos momentos de  $\vec{T}$ ,  $\vec{P}_1$ , e  $\vec{P}_2$ , calculadas em relação ao ponto C, estão relacionadas com a aceleração angular  $\alpha$  do sistema pela igualdade:

$$I \frac{d^2 \Phi}{dt^2} = -g(m_2 r_2 - m_1 r_1) \sin(\Phi + \theta_0) + (mg - mR \frac{d^2 \Phi}{dt^2})R, \quad (9)$$

sendo  $I$  o momento de inércia do sistema em relação ao eixo de rotação.

Se considerarmos oscilações de pequena amplitude, para as quais  $\sin \Phi \equiv \Phi$  e  $\cos \Phi \equiv 1$ , e atendendo à equação (7), a equação (9) tomará a seguintes forma:

$$(I + mR^2) \frac{d^2 \Phi}{dt^2} = -g \cos \theta_0 (m_2 r_2 - m_1 r_1) \Phi, \quad (10)$$

cuja solução é:

$$\Phi(t) = \Phi_0 \cos(\omega t + \delta), \quad (11)$$

onde  $\Phi(t)$  e  $\Phi_0$  são respectivamente a elongação e a amplitude angular do movimento oscilatório,  $\omega$  a frequência angular e  $\delta$  a fase na origem. Se no instante  $t = 0$  tivermos  $\Phi = \Phi_0$ , então será  $\delta = 0$ .

A frequência do movimento é dada por:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{m_2 r_2 - m_1 r_1}{I + mR^2} g \cos \theta_0}.$$

## OLIMPIADAS DE FÍSICA Etapas Regionais 1994

### Delegação Regional do Norte

Na região Norte concorreram às Olimpíadas de Física 46 escolas, com 40 equipas no escalão A, 56 alunos no escalão B e 41 alunos no escalão C. Devido ao elevado número de participantes foi organizada uma prova intermédia que decorreu nas Escolas Secundárias Francisco de Holanda (Guimarães), Camilo Castelo Branco (Vila Real), Penafiel, Manuel Gomes de Almeida (Espinho), Garcia de Orta (Porto) e no Externato N.º Sr.ª do Perpétuo Socorro (Porto). Esta prova teve lugar no dia 23 de Março 1994.

Foram apuradas para a Prova Regional 14 equipas do escalão A, 27 alunos do escalão B e 21 alunos do escalão C, num total de 90 alunos.

A Prova Regional teve Lugar na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto no dia 7 de Abril de 1994. Referem-se seguidamente as equipas e alunos apurados para a Prova Nacional, nos diferentes escalões:

*Escalão A:* equipa da ES Almeida Garret, do Porto, constituída pelos alunos Alexandre Fernandes Pinto, Paulo Jorge Gonçalves Dias e Tiago Alexandre F. Almeida Rodrigues.

*Escalão B:* apurados os alunos Hugo Miguel Coelho Pinto do Colégio Liceal St.ª M.ª de Lamas, Hugo Carlos Ascenso Costa da ES Garcia de Orta, João Pedro Gomes Moreira Pego da ES Garcia de Orta, Rui Miguel Teixeira Claro da ES Almeida Garret, João de Medina Prata Pinheiro da ES António Sérgio, Rui Davide Travasso da ES Camilo Castelo Branco (Famalicão), Belmiro da Rocha Seabra da ES de Paredes e José Alexandre Ferreira da ES de Rio Tinto.

*Escalão C:* apurados os alunos Teresa Maria Bodas Araújo Freitas da ES António Nobre, Vasco A. Fonseca da ES do Cerco do Porto, Maria Cecília Guimarães Monteiro da ES de Fafe, Nuno Miguel Bastardo Roldão da ES Eça de Queirós, Nuno Filipe G. da Silva Gomes da ES Fontes Pereira de Melo, Ricardo Costa Pinto P. de Faria da ES Francisco de Holanda, Pedro Filipe Barros Rolo da ES Manuel Gomes de Almeida e Rui Pedro Sottomaior D. Padrão da ES Manuel Gomes de Almeida.

As etapas Nacionais serão realizadas nos dias 5, 6 e 7 de Maio de 1994, no Porto.

A Direcção da Delegação Regional Norte da SPF agradece os apoios recebidos do Instituto da Juventude, do Banco Totta e Açores, do Instituto do Vinho do Porto, da Editora Gradiva, da Faculdade de Ciências UP. e do seu Departamento de Física.

# A XXIV OLIMPÍADA INTERNACIONAL DE FÍSICA

MANUEL FIOLEAIS

Departamento de Física da FCTUC, 3000 Coimbra

## Introdução

A XXIV Olimpíada Internacional de Física teve lugar na cidade de Williamsburg, estado da Virgínia, nos Estados Unidos da América, de 10 a 18 de Julho de 1993.

As Olimpíadas Internacionais são o complemento natural das Olimpíadas Nacionais de Física, reunindo, para uma salutar competição ao nível internacional, jovens seleccionados em cada país.

Na Sociedade Portuguesa de Física existe uma longa tradição de organização das Olimpíadas Nacionais de Física. Trata-se de um acontecimento bem conhecido de todos que tem contribuído decisivamente para o desenvolvimento do gosto pela física nos nossos estudantes do ensino secundário. A este facto acrescem os inúmeros méritos que se reconhecem em tal actividade cultural e que seria fastidioso estar aqui a enumerar.

Por razões de vária ordem, o nosso país nunca tinha participado na Olimpíada Internacional de Física (International Physics Olympiad — IPhO). Em 1993, por indicação do Conselho Directivo da Sociedade Portuguesa de Física, tive o privilégio de estar presente, na qualidade de observador, na IPhO. De resto, segundo o Regulamento da IPhO, é necessária uma primeira participação de um país na qualidade de observador antes da sua participação plena na prova. O objectivo deste texto é divulgar os aspectos da Olimpíada Internacional de Física. Não se trata, portanto, de um relatório minucioso da missão que realizei mas tão somente de um conjunto

de informações que considero úteis tendo em vista uma futura participação portuguesa na Olimpíada Internacional de Física, se possível já em 1994.

A IPhO realiza-se anualmente na segunda semana de Julho. A primeira realizou-se na Polónia, em 1967. A iniciativa visava colocar alunos do ensino secundário de diferentes países em «competição», no sentido de medirem os seus conhecimentos no campo da Física. Tratava-se afinal de um passo semelhante ao dado pelos matemáticos, em 1959, quando teve lugar a I Olimpíada Internacional de Matemática. (Hoje realizam-se Olimpíadas Internacionais de Matemática, Física, Química, Biologia e Informática). Na I Olimpíada Internacional de Física participaram estudantes de cinco países. Desde esse primeiro encontro que o acontecimento tem vindo a crescer não só em número de equipas participantes mas também, e sobretudo, em prestígio internacional. A este propósito cabe aqui referir a atribuição, no ano passado, da medalha de ouro do *International Committee for Physics Education*, da IUPAC, à Olimpíada Internacional de Física. Essa honrosa distinção tinha até então sido atribuída unicamente a personalidades e não a organizações.

Também alguns indicadores relativos à última IPhO demonstram bem a importância internacional que o evento alcançou. Assim, registou-se uma inscrição recorde de 42 países, a que se devem juntar mais quatro, entre os quais Portugal, presentes na qualidade de observadores (indica-se adiante a lista

**Impressões do observador português nas últimas Olimpíadas Internacionais**

completa dos países participantes). A organização foi presidida por Leon Lederman, prémio Nobel da Física de 1988. A comissão de honra da Olimpíada era integrada por oito proeminentes físicos norte-americanos, cinco dos quais laureados com o prémio Nobel (N. Bloembergen, V. Fitch, S. L. Glashow, A. Penzias e K. G. Wilson). Três comissões de carácter técnico, que adiante especificaremos, completavam o quadro organizacional da XXIV IPhO. A Olimpíada acolheu mais de 300 participantes (entre alunos e acompanhantes) e o seu custo ultrapassou um milhão de dólares. Grande parte das actividades desenvolveu-se nas magníficas instalações do College de William & Mary, instituição universitária das mais antigas do novo continente que, em 1993, celebrou o terceiro centenário da sua fundação.

A XXIV IPhO foi, em resumo, um grande empreendimento gerido por uma organização que soube combinar harmoniosamente a competência técnica com uma grande afabilidade.

### A constituição das equipas

De acordo com o regulamento internacional as equipas são normalmente constituídas por cinco elementos seleccionados nos respectivos países de modos muito variados. Para citar duas situações extremas, em Espanha, por exemplo, os cinco alunos são simplesmente os primeiros classificados na Olimpíada Espanhola de Física; ao invés, nos Estados Unidos, apuram-se, numa primeira fase, vinte alunos, os quais são submetidos a uma preparação intensiva durante três semanas, sendo finalmente seleccionados os cinco representantes do país.

A preparação das equipas é também bastante diversificada. Do contacto efectuado com quase todas as delegações pude concluir que o período de treino intensivo (tanto teórico como experimental) a que os estudantes são submetidos é de cerca de três semanas, embora haja casos onde tal período seja apenas de uma semana (a Eslovénia, por exemplo) ou de dois meses (a China, que a par da preparação em Física dá igualmente aos seus estudantes um curso intensivo de inglês). Dado que o programa das Olimpíadas é mais vasto que o normal programa de Física no ensino secundário, a preparação prévia é crucial e, naturalmente, os resultados finais têm muito a ver com o nível desta preparação.

Os cinco jovens concorrentes são, em regra, acompanhados por dois professores. Um deles, designado por *leader*, tem toda a responsabilidade sobre a equipa. O outro acompanhante é o *pedagogical leader*. Algumas delegações eram ainda integradas por outros elementos

além dos dois já citados (por vezes professores dos próprios estudantes concorrentes) que participavam na qualidade de observadores. Foi curioso reparar que os *leaders* não eram predominantemente pessoas ligadas ao ensino e metodologia da física nem cientistas ligados à investigação fundamental, estando os dois «grupos» igualmente representados.

Indica-se a seguir a lista completa dos países presentes na XXIV Olimpíada Internacional de Física:

*Países concorrentes:* Alemanha, Austrália, Áustria, Bélgica, Bulgária, Canadá, China, Chipre, Colômbia, Coreia do Sul, Croácia, Cuba, Eslováquia, Eslovénia, Espanha, Estados Unidos da América, Estónia, Finlândia, Grécia, Holanda, Hungria, Índia, Indonésia, Islândia, Itália, Kuwait, Lituânia; México, Noruega, Polónia, Reino Unido, República Checa, Roménia, Rússia, Singapura, Suécia, Suriname, Tailândia, Turquia, Vietname, Ucrânia. (A delegação do Irão, que chegou a sair do país, não participou por impossibilidade de obtenção de vistos de entrada nos Estados Unidos).

*Países observadores:* Argentina, Israel, Portugal, Taiwan.

Os alunos participantes eram maioritariamente rapazes. Estiveram presentes apenas cinco raparigas (num total de cerca de duzentos jovens), três das quais da equipa do Kuwait... Outra nota curiosa tem a ver com a idade de um dos participantes, um rapazinho australiano de 11 anos que obteve uma medalha de bronze!

### Preparação das provas

As provas da Olimpíada Internacional são constituídas por três problemas de índole teórica e dois de índole experimental. A prova teórica e a prova experimental realizam-se em dias diferentes.

Compete ao «Academic Committee», uma das comissões especializadas a que atrás aludimos, apresentar as propostas de problemas. A apresentação e discussão são feitas no seio do «International Board», um órgão constituído por todos os líderes e líderes pedagógicos que participam em pé de igualdade, e que é presidido por um representante da organização. Também os observadores têm assento neste órgão, embora sem direito a voto ou ao uso da palavra.

O «International Board» reúne, pela primeira vez, para a discutir os problemas teóricos e, desde o início dessa reunião até ao final do exame teórico, no dia

seguinte, não pode haver qualquer contacto entre os alunos e os líderes. Inicialmente é distribuído aos líderes o enunciado do problema bem como a sua resolução, seguindo-se uma apresentação formal que inclui também uma proposta de critérios de avaliação. Após esta intervenção, a sessão entra numa fase de discussão, sendo normalmente introduzidas algumas alterações aos problemas propostos. Por fim é votada formalmente a versão final do problema, a sua resolução, e os critérios de classificação. Este procedimento é repetido para cada um dos problemas teóricos.

Os alunos recebem os enunciados das provas nas suas línguas maternas. Assim, finda a reunião do «International Board», os líderes efectuem a tradução das provas para as respectivas línguas. Esta situação, sem dúvida altamente benéfica para os estudantes e que a todos coloca em pé de igualdade, implica um esforço enorme para a organização. Desde logo tem de assegurar a instalação de um número elevado de locais e meios de trabalho para os líderes e ainda — tarefa que se afigura bem mais ingrata! — tem de providenciar uma equipa de correctores das provas que entendam idiomas tão díspares quanto o chinês e o islandês!

O «International Board» volta a reunir decorridas 48 horas (já depois de efectuada a prova teórica), agora para a preparação das provas experimentais, observando-se exactamente o procedimento tido para a parte teórica. Claro que nenhuma das objecções às propostas de problemas pode pôr em causa o material preparado para as experiências.

Os exames teóricos e experimentais são sempre realizados individualmente o que também acarreta extremas dificuldades à organização que, no caso da presente edição, teve de preparar, para cada problema experimental, 100 montagens semelhantes. Mesmo assim o exame foi realizado em dois turnos. A fim de não poder haver contactos entre os dois grupos e destes com os líderes, a organização planeou judiciosamente um programa de excursões. Durante as Olimpíadas foram feitas visitas de estudo ao CEBAF, um acelerador de partículas ainda em fase de construção e do qual muito há a esperar no domínio da estrutura hadrónica, e outra à NASA — Langley Research Center.

### Classificação das provas

Como se disse acima, as respostas são dadas na língua de cada participante. Fotocópias dos exames, depois de corrigidos e classificados por uma Comissão de

Classificação («Grading Committee»), necessariamente poliglota, são entregues aos líderes. A estes compete verificar as respectivas classificações, podendo, caso se justifique, reclamar junto da dita Comissão de Classificação relativamente a possíveis falhas ou omissões ou ainda quando julguem não ter sido respeitado o esquema de cotações fixado no «International Board». Foi-me dado saber que estas discussões bilaterais são por vezes bastante animadas, sendo aqui justamente que o espírito de competição mais se faz notar. Pelo contrário, foi grato constatar um estado de espírito verdadeiramente olímpico entre os jovens participantes. Nêles era bem notório que os aspectos de convívio e camaradagem se sobrepujam claramente aos competitivos.

O exame olímpico é cotado para 50 pontos, sendo 30 atribuídos às questões teóricas e 20 às experimentais. Normalmente a distribuição dos pontos é equitativa, i.e., cada questão vale 10 pontos.

### Os premiados da XXIV IPhO

Na Olimpíada Internacional de Física são atribuídas medalhas de ouro, de prata e de bronze, menções honrosas e ainda prémios especiais. Os critérios para a atribuição das medalhas e das menções honrosas são os seguintes: toma-se a média das três melhores provas e faz-se corresponder ao valor assim obtido o índice 100%. As medalhas de ouro são atribuídas aos participantes que obtiverem uma pontuação acima de 90% do valor de referência; entre 78% e 89% é atribuída uma medalha de prata e entre 65% e 77% uma medalha de bronze. Além das medalhas são atribuídas menções honrosas aos alunos com classificações acima de 50% do valor de referência.

A classificação final é proposta pela organização, para ratificação, ao «International Board», que reúne uma terceira vez, sendo esta ratificação um dos pontos obrigatórios da agenda. A lista de premiados, que se torna então oficial, é divulgada publicamente na cerimónia de encerramento.

A XXIV Olimpíada Internacional de Física teve dois vencedores ex-aequo, um estudante alemão e um estudante chinês, que acumularam 41 pontos nos 50 possíveis.

A distribuição das medalhas pelos países é a que a seguir se indica. Foram atribuídas 17 medalhas de ouro: Alemanha (1), China (2), Estados Unidos (1), Hungria (3), Reino Unido (1), República Checa (2), Roménia (2), Rússia (3), Turquia (1), Ucrânia (1); 16 medalhas de prata; Alemanha (2), Bulgária (1), China (2), Coreia (1),

Eslováquia (1), Estados Unidos (1), Reino Unido (2), República Checa (2), Rússia (2), Ucrânia (2); 32 medalhas de bronze: Alemanha (2), Austrália (1), Bulgária (1), Canadá (3), China (1), Coreia (2), Cuba (1), Eslováquia (2), Estados Unidos (2), Grécia (1), Holanda (2), Hungria (1), Indonésia (1), Itália (2), Lituânia (1), Reino Unido (1), Roménia (2), Singapura (1), Suécia (1), Turquia (1), Ucrânia (1), Vietname (1).

Foram atribuídas 38 menções honrosas a participantes de muitos dos países acima referidos e ainda a estudantes da Áustria, Croácia, Islândia, Polónia e Tailândia. Finalmente foram atribuídos prémios especiais (para a melhor resposta a cada problema, para as respostas mais originais, etc.).

### Comentários finais

Na última reunião do «International Board» foi aprovada uma alteração ao Regulamento da Olimpíada Internacional no que diz respeito às línguas oficiais, deixando estas de ser o inglês e o russo e passando a observar-se unicamente o inglês. Mantém-se, no entanto, o esquema de traduções das questões a que aludimos bem como a prerrogativa de os participantes efectuarem as provas na sua língua materna. Naquela mesma reunião foi reeleito, por unanimidade, o Dr. Waldemar Gorzkowski, da Polónia, para Secretário-Geral da IPhO.

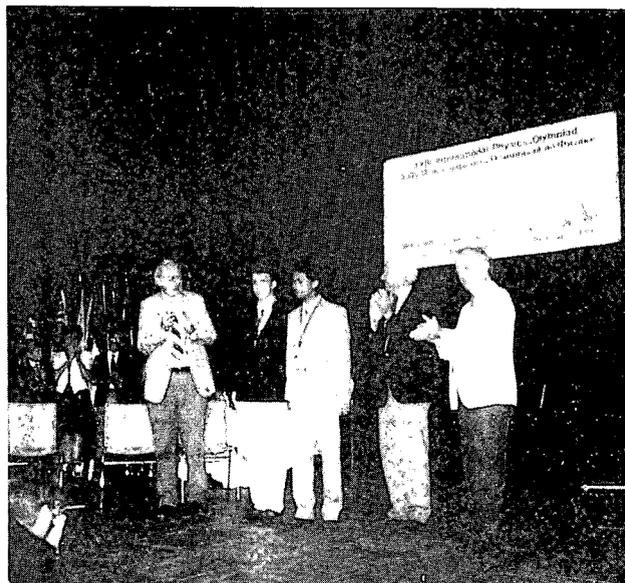
Não é possível efectuar uma comparação directa do nível das questões das Olimpíadas Internacionais com o das nossas Olimpíadas Nacionais pois, como é sabido, as nossas provas têm sido concebidas para alunos do 11.º ano. Com a entrada em vigor, no ano lectivo 1992-93, de um novo Regulamento das Olimpíadas Nacionais esta situação foi alterada, sendo aquele o primeiro ano em que a prova nacional foi feita para o 12.º ano. Nas Olimpíadas Internacionais cada problema, teórico ou experimental, é estruturado de forma a contemplar questões de resposta imediata (as primeiras) e questões extremamente complexas (no final). Recorde-se que os vencedores obtiveram cerca de 4/5 do total de pontos; curiosamente este foi um objectivo fixado no «International Board» na elaboração final dos enunciados e que acabou por resultar em pleno na prática.

Um outro aspecto que importa assinalar consiste na total ausência na IPhO de uma prova análoga à Prova de Criatividade que fez parte das Olimpíadas Nacionais de Física. Efectivamente, existe uma outra competição,

totalmente desligada das Olimpíadas, que se denomina «First Step to Nobel Prize in Physics» e que se realizou pela primeira vez em 1992. Esta actividade, cujo regulamento é muito semelhante ao das Olimpíadas Internacionais e que pretende explorar unicamente a vertente de criatividade em Física, encontra-se ainda numa fase bastante incipiente.

Julgamos que os nossos esforços não devem divergir, parecendo-nos mais oportuno concentrá-los no sentido de tornar viável a primeira participação de uma representação de jovens portugueses nas Olimpíadas Internacionais de Física. A perspectiva de uma tal participação constitui, seria escusado dizê-lo, um forte aliciente para os milhares de estudantes que todos os anos participam nas nossas Olimpíadas de Física. Por outro lado, essa participação faz Portugal entrar numa iniciativa com um prestígio enorme, tornando possível a recolha de informações preciosas sobre o ensino da Física noutros países.

Durante a cerimónia de encerramento da XXIV IPhO foi anunciado oficialmente o local e a data da XXV IPhO. Realizar-se-á em Beijing, na China, de 12 a 19 de Julho de 1994. Oxalá que jovens portugueses possam estar presentes!



Os prémios Nobel Friedman, Ledderman e Fitch, felicitando os vencedores *ex-aequo* da XXIV Olimpíada Internacional de Física Harold Pfeiffer, da Alemanha, e Junan Zhang, da China.

# ESTATUTOS DAS OLIMPIADAS INTERNACIONAIS

*Adopted in Sigtuna, Sweden, June, 1984;*  
*Changes: Bad Ischl, Austria, June 1988;*  
*Warsaw, Poland, July 1989;*  
*Groningen, The Netherlands, 1990;*  
*Havana, Cuba, July 1991;*  
*Helsinki, Finland, July 1992;*  
*Williamsburg, Virginia – USA, July 1993*

## STATUTES

### § 1

In recognition of the growing significance of physics in all fields of science and technology, and in the general education of young people, and with the aim of enhancing the development of international contacts in the field of school education in physics, a competition has been organized for secondary school students; the competition is called the «International Physics Olympiad» and is a competition between individuals.

### § 2

The competition is organized by the Education Ministry or another appropriate institution of one of the participating countries on whose territory the competition is to be conducted. Hereunder, the term «Education Ministry» is used in the above meaning. The organizing country is obliged to ensure equal participation of all the delegations, and to invite all the participants of any of the last three competitions. Additionally, it has the right to invite other countries.

Within five years of its entry in the competition a country should declare its intention to be the host for a future Olympiad. This declaration should propose a timetable so that a provisional list of the

order of countries willing to arrange Olympiads can be compiled.

A country which refuses to organize the competition may be barred from participation, even if delegation from that country has taken part in previous competitions.

### § 3

The Education Ministries of the participating countries, as a rule, assign the organization, preparation and execution of the competition to a physics society or another institution in the organizing country. The Education Ministry of the organizing country notifies the Education Ministries of the participating countries of the name and address of the institution assigned to the organization of the competition.

### § 4

Each participating country sends a team consisting of students of general or technical secondary schools, i.e. schools which cannot be considered technical colleges. Also students who finished their school examination in the year of the competition can be members of a team as long as they do not start the university studies. The age of the participants should not exceed twenty on June 30th of the

year of the competition. Each team should normally have 5 members.

In addition to the students, two accompanying persons are invited from each country, one of whom is designated delegation head (responsible for the whole delegation), and the other — pedagogical leader (responsible for the students). The accompanying persons become members of the International Board, where they have equal rights.

The delegation head and pedagogical leader must be selected from specialists in physics or physics teachers, capable of solving the problems of the competition competently. Normally each of them should be able to speak English.

The delegation head of each participating team should, on arrival, hand over to the organizers a list containing personal data on the contestants (surname, name, date of birth, home address, type and address of the school attended).

#### § 5

The working language of the International Physics Olympiad is English. The competition problems should be prepared in English, Russian, German, French and Spanish. The solutions to them should be prepared in English; the organizers, however, may prepare those documents in other languages as well.

#### § 6

The financial principles of the organization of the competition are as follows:

\* The Ministry which sends the students to the competition covers the return travel costs of the students and the accompanying persons to the place at which the competition is held.

\* All other costs from the moment of arrival until the moment of departure are covered by the Ministry of the organizing country. In particular, this concerns the costs for board and lodging for the students and the accompanying persons, the cost of excursions, awards for the winners, etc.

#### § 7

The competition is conducted on two days, one for the theoretical competition and one for the experimental competition. There should be at least one day of rest between these two days. The time allotted for solving the

problems should normally be five hours. The number of theoretical problems should be three and the number of experimental problems one or two.

When solving the problems the contestants may make use of tables of logarithms, tables of physical constants, slide-rules, non-programmable pocket calculators and drawing material. These aids will be brought by the students themselves. Collections of formulae from mathematics or physics are not allowed.

The theoretical problems should involve at least four areas of physics taught at secondary school level (see Appendix). Secondary-school students should be able to solve the competition problems with standard high school mathematics and without extensive numerical calculation.

The host country has to prepare one spare problem which will be presented to the International Board if one of the first three theoretical problems is rejected by two thirds of members of the International Board. The rejected problem cannot be considered again.

#### § 8

The competition tasks are chosen and prepared by the host country.

#### § 9

The marks available for each problem are defined by the organizer of the competition, but the total number of points for the theoretical problems should be 30 and for the experimental 20. The laboratory problems should consist of theoretical analysis (plan and discussion) and experimental execution.

The winners will receive diplomas or honourable mentions in accordance with the number of points accumulated as follows:

The mean number of points accumulated by the three best participants is considered as 100%.

The contestants who accumulate more than 90% of points receive first prize (diploma).

The contestants who accumulate more than 78% up to 89% receive second prize (diploma).

The contestants who accumulate more than 65% up to 77% receive third prize (diploma).

The contestants who accumulate more than 50% up to 64% receive an honourable mention.

The contestants who accumulate less than 50% of points receive certificates of participation in the competition.

The mentioned marks corresponding to 90%, 78%, 65% and 50% should be calculated by rounding off to the nearest lower integers.

The participant who obtains the highest score will receive a special prize and diploma.

Special prizes can be awarded.

Formal recognition in the form of certificate can be given to the secondary school teachers of the International Physics Olympiad students. The list of the teachers (one per each student) to be recognized should be given to the organizers by the team leaders not later than on the arrival of the team.

#### § 10

The obligations of the organizer:

a) The organizer is obliged to ensure that the competition is conducted in accordance with the Statutes.

b) The organizer should produce a set of «Organization Rules», based on the Statutes, and send them to the participating countries in good time. These Organization Rules shall give details of the Olympiad not covered in the Statutes, and give names and addresses of the institutions and persons responsible for the Olympiad.

c) The organizer establishes a precise program for the competition (schedule for the contestants and the accompanying persons, program for excursions, etc.), which is sent to the participating countries in advance.

d) The organizer should check immediately after the arrival of each delegation whether its contestants meet the conditions of the competitions.

e) The organizer chooses (according to § 7 and the list of physics contents in the Appendix to these Statutes) the problems and ensures their proper formulation in English and in other languages set out in § 5. It is advisable to select problems where the solutions require a certain creative capability and a considerable level of knowledge. Everyone taking part in the preparation of the competition problems is obliged to preserve complete secrecy.

f) The organizer must provide the teams with interpreters.

g) The organizer should provide the delegation leaders with photostat copies of the solutions of the contestants in their delegation before the final classification.

h) The organizer is responsible for the grading of the problem solutions.

i) The organizer drafts a list of participants proposed as winners of the prizes and honourable mentions.

k) The organizer prepares the prizes (diplomas), honourable mentions and awards for the winners of the competition.

#### § 11

The scientific part of the competition must be within the competence of the International Board, which includes the delegation heads and pedagogical leaders of all the delegations.

The Board is chaired by a representative of the organizing country. He is responsible for the preparation of the competition and serves on the Board in addition to the accompanying persons of the respective teams.

Decisions are passed by a majority vote. In the case of equal number of votes for and against, the chairman has the casting vote.

#### § 12

The delegation leaders are responsible for the proper translation of the problems from English or other languages mentioned in § 5 to the mother tongue of the participants.

#### § 13

The International Board has the following responsibilities:

a) to direct the competition and supervise that it is conducted according to the regulations;

b) to ascertain, after the arrival of the competing teams, that all their members meet the requirements of the competition in all aspects. The Board will disqualify those contestants who do not meet the stipulated conditions. The costs incurred by a disqualified contestant are covered by his country;

c) to discuss the Organizers' choice of tasks, their solutions and the suggested evaluation guidelines before each part of the competition. The Board is authorized to change or reject suggested tasks but not to propose new ones. Changes may not affect experimental equipment. There will be a final decision on the formulation of tasks and on the evaluation guidelines. The participants in the meeting of the International Board are bound to preserve secrecy concerning the tasks and to be of no assistance to any of the participants;

d) to ensure correct and just classification of the prize winners; the grading of those contestants who do not receive prizes or honourable mentions is not to be disclosed;

e) to establish the winners of the competition and make a decision concerning presentation of the prizes and honourable mentions. The decision of the International Board is final;

- f) to review the results of the competition.  
g) to select the country which will be assigned the organization of the next competition.

Observers may be present at the meetings of the International Board, but not to vote or take part in the discussion.

#### § 14

The institution in charge of the Olympiad announces the results and presents the awards and diplomas to the winners at an official gala ceremony. It invites representatives of the organizing Ministry and scientific institutions to the closing ceremony of the competition.

#### § 15

The long term work involved in organizing the Olympiads is coordinated by a «Secretariat for the International Physics Olympiads». This Secretariat consists of a Secretary and Vice-Secretary normally form the same country. They are elected by the International Board for a period of five years when the chairs become vacant.

#### § 16

The presente Statutes have been drafted on the basis of experience gained during past international competitions.

Changes in these Statutes, the insertion of new paragraphs or exclusion of old ones, can only be made by the International Board and requires qualified majority (2/3 of the votes).

No changes may be made to these Statutes or Syllabus unless each delegation obtained written text of the proposal at least three months in advance.

#### § 17

Participation in an International Physics Olympiad signifies acceptance of the present Statutes by the Education Ministry of the participating country.

#### § 18

The originals of these Statutes are written in English.

## INTERNATIONAL PHYSICS OLYMPIADS

Secretariat: Dr. Waldemar Gorzkowski, Institute of Physics,  
Polish Academy of Sciences, Al. Lotników 32/46, (PL) 02-668 Warsaw  
Tel. (022) 437001 ext. 373 or (022) 433212, fax (022)430926, telex 812468 if pan pl, cable = IPPAN = Warszawa,  
bitnet: gorskoplanif61.bitnet; internet: gorskogamma1.ifpan.edu.pl

## ENCONTRO OLÍMPICO LUSO-ESPANHOL DE FÍSICA

Realizou-se de 10 a 12 de Setembro de 1993 o Encontro Olímpico Luso-Espanhol de Física, no qual participaram os primeiros cinco classificados do escalão B das provas teórico-experimentais das Olimpíadas Nacionais de Física e os vencedores das Olimpíadas Espanholas de Física de 1993. A Delegação espanhola integrava os Profs. Angelita Calvo (Salamanca) e José Maria Pastor (Madrid).

Neste Encontro não houve propriamente uma «competição» entre os alunos participantes. Os estudantes espanhóis foram convidados a realizar as provas da Olimpíada portuguesa e os portugueses as provas da Olimpíada espanhola, o que tornou possível a ambas delegações aferirem o desempenho dos seus estudantes.

No âmbito do Encontro realizou-se também uma reunião dos líderes das duas delegações, reunião essa que contou com a presença do Secretário-Geral da SPF. Estiveram também presentes alguns professores acompanhantes dos alunos portugueses. Na reunião trocaram-se informações sobre a experiência de organização das Olimpíadas nos dois países. A Espanha participa na IPhO desde 1990 o que permitiu obter informações muito importantes com vista à futura participação de Portugal nas Olimpíadas Internacionais.

No âmbito das Olimpíadas Nacionais de Física e do Encontro Olímpico Luso-Espanhol, efectuou-se uma visita ao Museu de Ciência da Universidade de Lisboa.

O Encontro teve o apoio da Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia.

# OLIMPIADAS INTERNACIONAIS DE FÍSICA 1993

## Problemas Teóricos

### PROBLEMA TEÓRICO 1: ELECTRICIDADE ATMOSFÉRICA

Do ponto de vista da eléctrico, a superfície da Terra pode ser considerada um bom condutor. Possui uma carga total  $Q_0$  e uma densidade média de carga superficial  $\sigma_0$ .

- 1) Numa situação de boas condições meteorológicas, existe um campo eléctrico  $E_0$  à superfície da Terra de valor igual a 150 V/m aproximadamente. Obtenha o valor da densidade de carga superficial e a carga total na superfície da Terra.
- 2) A intensidade do campo eléctrico diminui com a altura ao solo, sendo de cerca de 100 V/m a uma altura de 100 m. Calcule o valor médio da carga por  $m^3$  na camada atmosférica compreendida entre a superfície da Terra e 100 m de altura.
- 3) A densidade de carga calculada em 2) resulta da existência de um número quase igual de iões (mono-carregados) positivos e negativos por unidade de volume ( $n_+$  e  $n_-$ ). Perto da superfície da Terra e em boas condições atmosféricas,  $n_+ \sim n_- \sim 6 \times 10^8 m^{-3}$ . Estes iões movem-se, sob a acção do campo eléctrico vertical. A sua velocidade é proporcional à intensidade do campo:  $v = 1,5 \times 10^{-4} E$ , com  $v$  em m/s e  $E$  em V/m. Quanto tempo demorariam os iões atmosféricos a neutralizar a carga à superfície da Terra se não ocorressem outros fenómenos que a mantêm?
- 4) Uma maneira de medir o campo eléctrico na atmosfera, e portanto  $\sigma_0$ ,

baseia-se no dispositivo mostrado no diagrama. Dois quadrantes metálicos, isolados do solo mas ligados um ao outro, são montados mesmo por baixo de um disco ligado à terra, que roda uniformemente e no qual foram abertos dois buracos exactamente com a forma e dimensão dos quadrantes. (No diagrama, o espaçamento foi exagerado por forma a tornar o esquema mais perceptível). Duas vezes em cada rotação os quadrantes ficam completamente expostos ao campo e, decorrido 1/4 de período, estão completamente fora da acção do campo. Seja  $T$  o período de revolução, e  $r_1$  e  $r_2$ , tal como se mostra, os raios interior e exterior dos quadrantes.

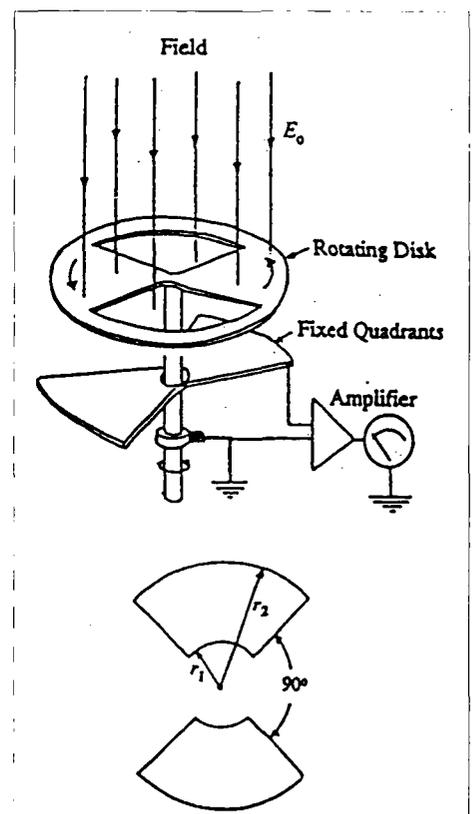


Fig. 1.1

Enunciado dos problemas da última Olimpíada Internacional de Física

Tome  $t = 0$  o instante em que os quadrantes estão completamente resguardados do campo. Obtenha expressões para a carga total  $q(t)$  induzida na superfície superior dos quadrantes, em função do tempo, entre  $t = 0$  e  $t = T/2$ , e esboce o gráfico desta variação. Os efeitos da corrente iônica na atmosfera podem ser ignorados nesta situação.

- 5) O sistema descrito em 4) está ligado a um amplificador cujo circuito de entrada é equivalente a um condensador  $C$  e a uma resistência  $R$  em paralelo. (Pode admitir-se que a capacidade do sistema de quadrantes é desprezável comparada com  $C$ ).

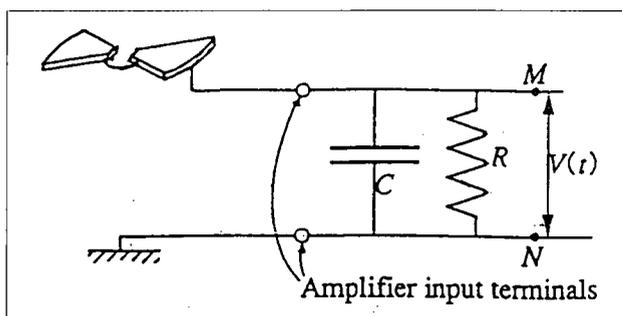


Fig. 1.2

Faça os gráficos da diferença de potencial entre os pontos M e N em função do tempo, durante um período de revolução do disco, logo após ter sido colocado em rotação com período  $T$ , se:

- (a)  $T = T_a \ll CR$   
 (b)  $T = T_b \gg CR$ .

(Suponha que  $C$  e  $R$  têm valores fixos; somente o  $T$  varia entre as situações (a) e (b).)

Obtenha uma expressão para a razão  $V_a/V_b$ , dos maiores valores de  $V(t)$  nos casos (a) e (b).

- 6) Suponha que  $E_0 = 150 \text{ V/m}$ ,  $r_1 = 1 \text{ cm}$ ,  $r_2 = 7 \text{ cm}$ ,  $C = 0,01 \mu\text{F}$ ,  $R = 20 \text{ M}\Omega$ , e que o disco é posto a rodar a 50 rotações por segundo. Nesse caso, qual é aproximadamente o maior valor de  $V$  durante uma revolução?

### PROBLEMA TEÓRICO 2: FORÇAS DE UM LASER NUM PRISMA TRANSPARENTE

Por meio da refração, um feixe laser intenso pode exercer forças consideráveis em objectos pequenos transparentes. Para se ver que assim é, considere um pequeno prisma de vidro triangular com um ângulo de abertura  $A = \pi - 2\alpha$ , uma base de comprimento  $2h$ , e uma largura  $w$ . O prisma tem um índice de refração  $n$  e uma densidade de massa  $\rho$ .

Suponha que o prisma é colocado no caminho de um feixe laser horizontal com a direcção do eixo  $x$ . (Durante todo o problema admita que o prisma não roda, i.e., o seu vértice é perpendicular à direcção do feixe laser, as faces triangulares são paralelas ao plano  $xy$  e a base é paralela ao plano  $yz$ , tal como se mostra na Fig. 1). Tome para índice de refração do ar, onde o prisma se encontra,  $n_{ar} = 1$ . Admita ainda que as faces do prisma estão revestidas de um material anti-reflector, pelo que não ocorre aí qualquer reflexão.

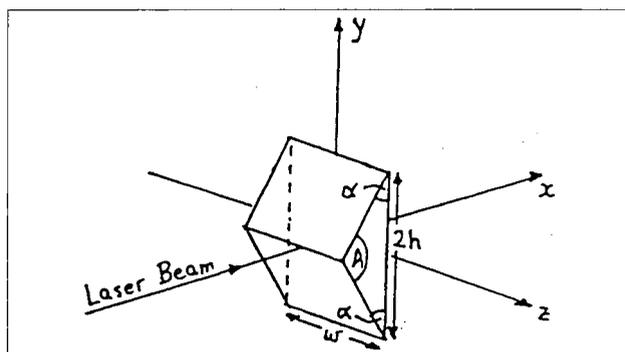


Fig. 2.1

A uma intensidade de um feixe laser é uniforme ao longo da direcção  $z$  mas decresce linearmente com a distância  $y$  medida a partir do eixo dos  $x$ , de tal modo que tem um valor máximo igual a  $I_0$  em  $y = 0$ , anulando-se em  $y = \pm 4h$  (ver Fig. 2). (A intensidade é a potência por unidade de área, expressa por exemplo em  $\text{Wm}^{-2}$ ).

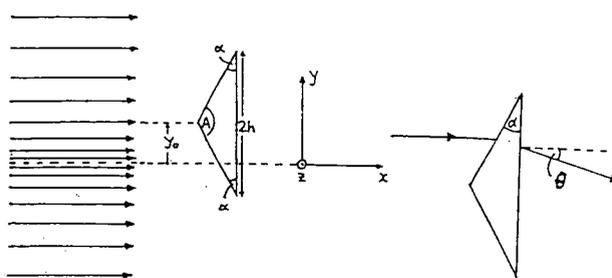


Fig. 2.2

Fig. 2.3

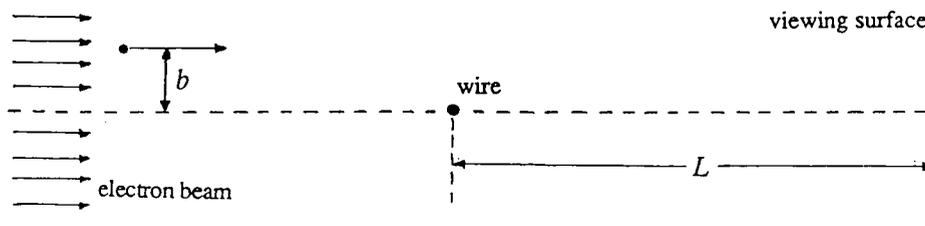
- 1) Escreva as equações que permitem determinar o ângulo  $\theta$  (ver Fig. 3) (em função de  $\alpha$  e  $n$ ) no caso de luz incidente na face superior do prisma.
- 2) Exprima, em função de  $I_0$ ,  $\theta$ ,  $h$ ,  $w$  e  $y_0$ , as componentes  $x$  e  $y$  da força exercida sobre o prisma quando o seu vértice está a uma distância  $y_0$  do eixo  $x$ , com  $|y_0| \leq 3h$ . Desenhe os gráficos dos valores das componentes vertical e horizontal das forças em função da distância vertical  $y_0$ .

3) Suponha que o feixe laser tem 1 mm de largura na direcção  $z$  e  $80 \mu\text{m}$  de espessura (na direcção  $y$ ). O prisma tem  $\alpha = 30^\circ$ ,  $h = 10 \mu\text{m}$ ,  $n = 1.5$ ,  $w = 1 \text{ mm}$  e  $\rho = 2.5 \text{ g cm}^{-3}$ . Qual a potência do laser que permite contrabalançar a acção da gravidade (na direcção  $-y$ ) quando o vértice do prisma se encontra em  $y_o = -h/2 = -5 \mu\text{m}$  abaixo do eixo do feixe laser?

4) Suponha que a experiência é realizada na ausência de gravidade com o mesmo prisma, tendo o laser as dimensões referidas em (3), mas com  $I_o = 10^8 \text{ W m}^{-2}$ . Qual o período das oscilações que ocorrem quando o prisma é largado de uma distância  $y = h/20$  da linha central do laser.

### PROBLEMA TEÓRICO 3: FEIXE ELECTRÓNICO

Uma tensão acelerada  $V_o$  produz um feixe uniforme e paralelo de electrões. Os electrões passam junto a um fio de cobre fino, carregado positivamente, esticado perpendicularmente à direcção do feixe, tal como se mostra na figura. O símbolo  $b$  indica a distância a que o electrão passaria se o condutor tivesse carga nula. Os electrões incidem num alvo colocado a uma distância  $L (\gg b)$  por detrás do condutor, como se mostra na figura. Inicialmente o feixe estende-se a distâncias  $\pm b_{max}$  relativamente ao eixo do condutor. Tanto a largura do feixe como o comprimento do condutor podem ser considerados infinitos na direcção perpendicular ao papel.



O fio carregado estende-se perpendicularmente ao plano do papel. O desenho não está à escala.

Fig. 3.1

Alguns valores numéricos são aqui fornecidos; outros podem ser encontrados na tabela de constantes físicas que tem à disposição.

Raio do condutor =  $r_o = 10^{-6} \text{ m}$ .

Valor máximo de  $b = b_{max} = 10^{-1} \text{ m}$ .

Carga eléctrica por unidade de comprimento do condutor =  $q_{linear} = 4,4 \times 10^{-11} \text{ C m}^{-1}$

Tensão aceleradora =  $V_o = 2 \times 10^4 \text{ V}$ .

Distância do condutor ao alvo =  $L = 0.3 \text{ m}$ .

**Nota: nas partes 2 - 4 efectue aproximações razoáveis que conduzam a soluções analíticas e numéricas.**

- 1) Calcule o campo eléctrico  $E$  produzido pelo condutor. Esboce num gráfico a grandeza de  $E$  em função da distância ao eixo do condutor.
- 2) Calcule o ângulo de deflexão de um electrão, no quadro da física clássica. Faça-o para valores de  $b$  tais que o electrão não colida com o condutor. Seja  $\theta_{final}$  o ângulo (pequeno) entre a velocidade inicial do electrão e a sua velocidade quando incide no alvo. Calcule então  $\theta_{final}$ .
- 3) Calcule e esboce o padrão de impactos no alvo (i.e., a distribuição de intensidade) prevista pela física clássica.
- 4) A física quântica prevê diferenças assinaláveis na distribuição de intensidades relativamente à física clássica. Esboce o padrão previsto quanticamente e forneça algumas explicações qualitativas.

### TABELA DE CONSTANTES FÍSICAS

Grandeza	Símbolo	Valor	Grandeza	Símbolo	Valor
raio da Terra	$R_T$	$6.4 \times 10^6 \text{ m}$	massa do electrão	$m_e$	$9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
aceleração da gravidade	$g$	$9.8 \text{ m s}^{-2}$	massa do próton	$m_p$	$1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
constante de gravitação universal	$G$	$6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$	constante de Planck	$h$	$6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$
permissividade do vácuo	$\epsilon_o$	$8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$	constante de Avogadro	$N_A$	$6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
permeabilidade do vácuo	$\mu_o$	$4\pi \times 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$	constante de Boltzmann	$k$	$1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
velocidade da luz no vácuo (ou no ar)	$c$	$3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$	constante dos gases	$R$	$8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
carga elementar	$e$	$1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$			

## Delegação Regional do Centro

### ACÇÕES DE DIVULGAÇÃO

Para completar a lista já publicada no Vol. 16 (Fasc. 4), noticia-se a seguir as Acções promovidas pela Direcção Regional do Centro, realizadas ainda durante o ano lectivo 1992/93:

- «A cor na natureza», pela Prof. Doutora Maria Saete Leite, na Escola Secundária n.º 1, Aveiro, em 01/06/93; e na Escola C+S da Guia, em 21/06/93.
- «A radiação solar — alguns efeitos biológicos», pela Prof. Doutora Maria Saete Leite, na Escola Secundária Amato Lusitano de Castelo Branco, em 03/06/93.
- «Alice do outro lado do espelho ou à descoberta das Grandes Leis da Física», pela Prof. Doutora Maria Helena Caldeira, na Escola Secundária Avelar Brotero, Coimbra, em 08/06/93.
- «Física da cor», pelo Prof. Doutor Luiz Alte da Veiga, na Escola Secundária de Viriato, Abraveses – Viseu.
- «Física das partículas elementares», pelo Prof. Doutor Manuel Fiolhais, na Escola Secundária de Anadia, em 08/06/93.
- «Física e Desporto», pela Prof. Doutora Maria Margarida Ramalho, na Escola Secundária de Porto de Mós, em 04/06/93.
- «Lasers e holografia», pelo Prof. Doutor João Lemos Pinto, na Escola Secundária Emídio Navarro, Viseu, em 08/06/93.
- «Origem e evolução do Universo», pelo Prof. Doutor Manuel Fiolhais, nas Escolas Secundária de Mira e Secundária de Cantanhede, em 08/06/93.
- «A radiação solar – alguns efeitos biológicos» – Prof. Doutora Maria Saete Leite.
- «A Física quântica numa perspectiva histórica» – Prof. Doutor João da Providência.
- «A fusão nuclear a frio» \* – Prof. Doutor Carlos Alberto Nabais Conde.
- «A radioactividade e seus efeitos biológicos» – Prof. Doutor Paulo Mendes.
- «Acelerações de partículas: princípios e aplicações» – Prof. Doutor Adriano Pedroso de Lima.
- «Bases experimentais da Física Moderna» – Prof. Doutor Adriano Pedroso de Lima.
- «Campo electromagnético: origem e efeitos» – Prof. Doutora Lucília Brito.
- «Como nascem, evoluem e se extinguem as estrelas» – Prof. Doutor João da Providência.
- «Evolução dos conceitos de calor e entropia numa perspectiva histórica» – Prof. Doutor João da Providência.
- «Física da cor» – Prof. Doutor Luiz Alte da Veiga.
- «Insucessos da Física Clássica e advento da Física Moderna» – Prof. Doutor Luiz Alte da Veiga.
- «Interpretação estatística da termodinâmica» – Prof. Doutora Maria Estela Pereira.
- «Lasers e holografia» – Prof. Doutor João Lemos Pinto.
- «Microscópios com resolução atómica» \* – Prof. Doutor Carlos Alberto Nabais Conde.
- «O mar, as ondas, o som e a luz» – Prof. Doutora Maria José Almeida.
- «O núcleo atómico: estabilidade e desintegração» – Prof. Doutor Adriano Pedroso de Lima.
- «Os quarks na estrutura da matéria» – Prof. Doutor João da Providência.
- «Peso, massa e gravitação na vida quotidiana» – Prof. Doutor João da Providência.
- «Princípios de conservação» – Prof. Doutor Luiz Alte da Veiga.
- «Radioactividade e reacções nucleares» – Prof. Doutora Maria Estela Pereira.
- «Relatividade restrita» – Prof. Doutora Maria Estela Pereira.
- «Simetrias, princípios de conservação e leis da natureza» – Prof. Doutor João da Providência.

### LISTA DAS ACÇÕES DE DIVULGAÇÃO DE TEMAS DE FÍSICA PARA O ANO LECTIVO 1993/94

A Delegação Regional do Centro continua a promover a realização nas Escolas do Ensino Secundário de pequenas palestras destinadas a alunos, em especial dos últimos anos, e professores, tendo como objectivo a divulgação ou o melhor esclarecimento de temas de Física.

Nesta actividade, tem vindo a contar com a colaboração de muitos professores dos Departamentos de Física das Universidades de Coimbra e de Aveiro a quem apresenta os melhores agradecimentos.

Para o ano lectivo em curso, é a seguinte a lista de Acções:

- «A água, o ar e o levantar dos aviões» – Prof. Doutora Maria José B. Almeida.
- «A cor na natureza» – Prof. Doutora Maria Saete Leite.

\* A partir de 1 de Março de 1994

# PROTOCOLO

entre

## a Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia, a Secretaria de Estado da Educação e do Desporto e a Sociedade Portuguesa de Física, relativo à participação portuguesa nas Olimpíadas Internacionais de Física

### Preâmbulo

A Sociedade Portuguesa de Física tem vindo a organizar anualmente, desde 1985, a Olimpíada Nacional de Física, prova em que sempre têm participado, ao nível das suas diversas etapas locais, regionais e nacional, um grande número de escolas e de alunos do ensino secundário de todo o país. Esta iniciativa tem incentivado fortemente o interesse dos jovens pelo estudo da Física e tem contribuído, sem qualquer dúvida, para uma maior promoção da cultura científica nas nossas escolas.

Em 1993, o Senhor Secretário de Estado da Ciência e Tecnologia propôs à Sociedade Portuguesa de Física que estudasse as iniciativas necessárias para permitir a participação numa equipa portuguesa nas Olimpíadas Internacionais de Física, competição que já se realiza há vinte e cinco anos e em que participam actualmente mais de quarenta países de todo o mundo, incluindo a grande maioria dos países europeus. Nesse sentido, a Sociedade Portuguesa de Física procedeu a uma revisão do Regulamento das Olimpíadas Nacionais tendo em vista adequá-lo ao projecto em vista, enviou um observador às Olimpíadas Internacionais de 1993, o que constitui condição prévia para uma participação oficial na prova no ano seguinte, e promoveu ainda, em colaboração com a Real Sociedade Espanhola de Física (RSEF), um Encontro Olímpico Ibérico em que participaram os vencedores das Olimpíadas Nacionais dos dois países. Este encontro permitiu uma útil aprendizagem para a nossa futura participação nas Olimpíadas Internacionais, já que é a RSEF que selecciona e prepara a equipa representante da Espanha naquela competição.

Estando assim reunidas as condições para que o nosso país se faça representar a partir deste ano nas Olimpíadas Internacionais de Física e tendo em conta que a Sociedade Portuguesa de Física já demonstrou ter ampla capacidade e competência para seleccionar, através da Olimpíada Nacional de Física, a equipa que representará anualmente o nosso país, estabelece-se o presente Protocolo que define as bases em que assentará a selecção e preparação da equipa portuguesa, assim como o patrocínio do Governo a esta iniciativa.

### Termos do Protocolo

A Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia, adiante designada por SECT, a Secretaria de Estado da Educação e do Desporto, adiante designada por SEED, e a Sociedade Portuguesa de Física, adiante designada por SPF, acordam o seguinte:

1 — Assegurar conjuntamente a participação anual numa equipa portuguesa, constituída por cinco alunos do 12.º ano, na Olimpíada Internacional de Física, com o objectivo

de promover o conhecimento da Física junto dos alunos do ensino secundário e de incentivar o intercâmbio científico entre alunos e professores de diferentes países.

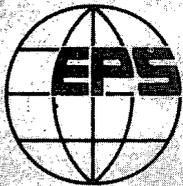
- 2 — Assegurar a realização anual numa Olimpíada Nacional de Física que permita, em particular, seleccionar os alunos que participarão, em cada ano, na Olimpíada Internacional.
- 3 — A SPF assumirá a responsabilidade de organizar e realizar a Olimpíada Nacional de Física, nas suas etapas regionais e nacional, assim como a de seleccionar e preparar os alunos que integrarão a equipa portuguesa concorrente à Olimpíada Internacional, de acordo com o Regulamento das Olimpíadas de Física 1993-94, que se anexa a este Protocolo.
- 4 — Dos contactos estabelecidos entre a SPF e as escolas deverá ser informada a Direcção Regional de Educação ou o Departamento do Ensino Secundário, consoante se trate das etapas regionais ou nacional da Olimpíada Nacional de Física.
- 5 — Dos procedimentos relativos à participação da equipa portuguesa na etapa internacional, bem como da sua evolução e resultados deverá ser prestada informação à Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica.
- 6 — A SECT e a SEED suportarão conjuntamente, nas proporções entre si acordadas, as despesas associadas à organização e realização das etapas regionais e nacional da Olimpíada Nacional, ao estágio de preparação dos 5 alunos seleccionados para a Olimpíada Internacional, e à viagem de ida e volta destes alunos e de 2 acompanhantes oficiais até ao local onde se realiza a Olimpíada Internacional. Para o efeito, a SPF submeterá anualmente, em Outubro, à SECT e à SEED, para homologação, um projecto de orçamento discriminado das acções para o ano seguinte, o qual será acompanhado de relatórios de actividade e de contas relativos às Olimpíadas Nacionais e Internacionais decorridas nesse ano.
- 7 — O presente Protocolo entra em vigor a partir do momento da sua assinatura e vigorará por tempo indeterminado, até que seja denunciado por qualquer uma das partes.

Lisboa, 29 de Março de 1994

*O Secretário de Estado  
da Ciência e Tecnologia*

*O Secretário de Estado  
da Educação e do Desporto*

*O Secretário-Geral da  
Sociedade Portuguesa de Física*



**European Physical Society**

**5th EPS International Conference**

# Large Facilities in Physics

**University of Lausanne  
Dorigny, Switzerland**

**12 - 14 SEPTEMBER 1994**

*To review Europe's larger physics facilities in the world-wide context, with special consideration of the user's point of view.*

## **Organizing Committee**

A. Daneels  
G. Flügge  
R.A. de Groot  
H. Hotop  
M. Jacob, (Co-chair)  
C. Joseph  
J. Mlynek  
M. Olivier  
G. Plass  
R.A. Ricci  
G. Simnett  
F.W. Sluitjer  
H. Schopper, (Chair)  
P. Wyder

**Registration fee**  
SFR 150.- including  
proceedings, lunch tickets and  
local transport

**With the sponsorship and co-operation of:**  
Commission of the European Communities  
CERN, ESA, ESF, IAEA, JET, UNESCO  
The Physical Society of Japan  
The American Physical Society  
Association of Asia-Pacific Physical Societies

## **Programme**

- Particle physics facilities (Europe, USA and Asia)
- Linear collider (R&D; prospects); controls; high-speed networks; supercomputers; user perspectives in particle physics (ICFA, ECFA)
- Heavy ions; lepton probes; gamma-ray spectrometers; high-intensity accelerators; European coordination in nuclear physics (NuPECC)
- Synchrotron radiation sources; free-electron lasers
- High magnetic field facilities
- Neutron sources (spallation; reactor)
- Fusion (magnetic and inertial confinement); plasma research
- Gravitational waves (ground-based; detection in space)
- Ion-storage cooler rings; laser facilities
- Ground-based facilities in astrophysics; satellite-based physics; astrophysics underground
- Report on the OECD Megascience Forum

### **ROUND TABLES:**

Large & small science  
Challenges & benefits of large facilities  
Selection procedures & priority assessment

Participation by invitation only. Applications should be sent by **15 June 1994** to:

G. Thomas  
Executive Secretary  
European Physical Society  
P.O. Box 69  
CH-1213 Petit-Lancy 2  
Geneva, Switzerland

NO PRÓXIMO NÚMERO

G A Z E T A D E  
**FÍSICA**

A MOLA PESADA E A TÉCNICA DE RENORMALIZAÇÃO

FLUXO DE CALOR EM CONTINENTES E OCEANOS

PORQUE SE CALCULA COM RADIANOS?