

OLIMPIADAS DE FÍSICA

Seleccção para as provas internacionais

1 de Junho de 2001

1ª Prova Experimental

Duração da prova: 2h00

DETERMINAÇÃO DO MOMENTO DE INÉRCIA DE UMA BARRA

Material: 1 régua de madeira (100x10x1 cm) perfurada a intervalos regulares, papel milimétrico, fita métrica, cronómetro e suporte

Um pêndulo físico é um objecto extenso, de forma arbitrária, que pode rodar em torno de um eixo fixo. Um dos objectivos deste trabalho é determinar o momento de inércia em relação ao centro de massa de um pêndulo físico a partir da dependência do período de oscilação com a distância do ponto de suspensão ao centro de massa. O pêndulo físico será, neste caso, uma régua perfurada a intervalos regulares.

- a) Mostrar que, para oscilações de pequena amplitude, o período de oscilação T de um pêndulo físico de massa M suspenso por um ponto a uma distância l do seu centro de massa é:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{g}} \sqrt{\frac{I}{Ml}}$$

em que g é a aceleração da gravidade e I é o momento de inércia do pêndulo *em relação ao eixo de rotação*.

- b) Suspender a régua por um dos seus furos e medir o período de oscilação. Repetir as medidas suspendendo a régua em diferentes pontos e apresentar os resultados numa tabela.
- c) Determinar a partir dos valores experimentais, para cada um dos valores de l , o momento de inércia da régua ($g=9,80\pm0,01 \text{ m/s}^2$) e indicá-lo acrescentando uma coluna à tabela anterior.
- d) Como se relaciona o momento de inércia em relação ao eixo de rotação com o momento de inércia em relação a um eixo paralelo ao eixo de rotação e que passa pelo centro de massa da régua?
- e) Representar num gráfico, em papel milimétrico, os valores de I em função de l^2 e de T em função de l .

- f) Determinar o momento de inércia I_0 da régua em relação a um eixo paralelo ao eixo de rotação e que passa pelo centro de massa. Comparar com o valor esperado ($I_0 = Md^2/12$, sendo d o comprimento da diagonal da face perpendicular ao eixo de rotação).
- g) Mostrar que para $l = d/\sqrt{12}$ o valor de T é mínimo. Comparar este valor teórico de l com os dados experimentais e calcular o valor de T_{\min} para a régua de madeira.

OLIMPIADAS DE FÍSICA

Seleccção para as provas internacionais

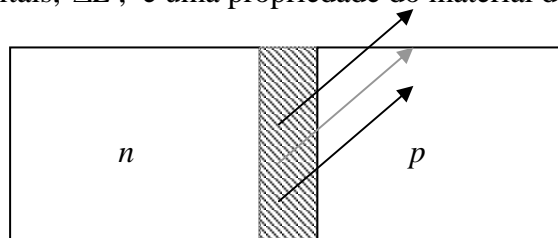
1 de Junho de 2001

2ª Prova Experimental

Duração da prova: 2h00

DÍODOS EMISSORES DE LUZ

Os díodos emissores de luz, também conhecidos por LEDs (da designação inglesa **L**ight **E**mitting **D**iode), são dispositivos semicondutores bastante comuns. Este dispositivo emite luz quando os electrões transitam entre orbitais electrónicos de diferentes energias na junção entre dois tipos diferentes (n e p) de um dado material semicondutor (ver figura). A diferença de energia entre estas orbitais, ΔE , é uma propriedade do material de que é feito o díodo.



E necessário realizar um determinado trabalho W para forçar um electrão a atravessar a junção semicondutora. Para o efeito, a junção é polarizada com uma diferença de potencial V . Este trabalho é convertido, em grande parte, na energia dos fotões emitidos na junção. Na realidade, há pequenas perdas de energia, devidas ao efeito de Joule e outros processos que ocorrem no interior da junção, mas a energia “perdida” tem um valor praticamente constante para todos os LEDs de um mesmo tipo quando atravessados por uma mesma corrente eléctrica, desde que não se exceda um certo valor. Nestas condições, podemos escrever

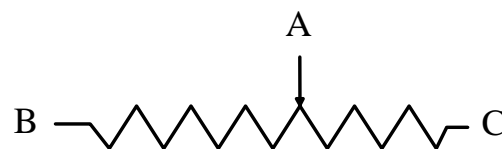
$$W = E_f + k$$

onde E_f é a energia dos fotões emitidos e k a constante que representa as (pequenas) perdas de energia sob outras formas. A luz emitida por um LED é praticamente monocromática. É possível fabricar LEDs que emitem luz de cores diferentes, alterando ligeiramente o material semicondutor. Por exemplo, os LEDs mais comuns são fabricados numa liga de Gálio, Arsénio e Alumínio. Alterando a concentração relativa de Gálio e Alumínio é possível fabricar LEDs que emitem praticamente todas as cores do espectro visível e também no infravermelho. Os LEDs de infravermelho são utilizados, por exemplo, nos telecomandos.

Material: 5 LEDs (das seguintes cores: azul, verde, laranja, vermelho e vermelho forte), potenciômetro de 4,7 k Ω , resistência de 1 k Ω , pilha de 4,5 V, fios de ligação, 2 multímetros, papel milimétrico

Atenção:

- Um LED, como qualquer diodo, só conduz a corrente eléctrica quando polarizado num dado sentido.
- **A corrente eléctrica que atravessa um LED não deverá nunca exceder 10 mA, sob pena de o danificar irreversivelmente. Para protecção, a resistência de 1 k Ω deverá estar PERMANENTEMENTE ligada em série com o LED.**
- Os multímetros deverão ser utilizados exclusivamente como voltímetros.
- O potenciômetro, que se mostra em esquema, permite obter nos terminais AB uma tensão variável entre 0 e a tensão aplicada aos terminais BC. No potenciômetro fornecido o cursor é o terminal do meio.



LED	λ (nm)
Azul	470
Laranja	592
Verde	524
Vermelho	???
Vermelho forte	626

Tabela 1

1. Com o material de que dispõe, estudar o comportamento eléctrico dos LEDs (dependência da intensidade da corrente, I , em função da tensão aplicada, V). Representar os dados sob a forma de tabela e em gráficos e fazer um esquema do circuito eléctrico que montou para realizar as medidas.
2. A partir dos resultados experimentais e dos dados da Tabela 1:
 - a) A partir dos gráficos $I(V)$ determinar a tensão V_{min} a partir da qual a corrente que atravessa o LED aumenta bruscamente.
 - b) Explicar porque é que o LED só emite luz para $V > V_{min}$. Relacionar V_{min} com o comprimento de onda da radiação emitida pelo LED.
 - c) Determinar o valor da constante de Planck, h .
 - d) Estimar o valor do comprimento de onda da luz emitida pelo LED vermelho.