



# OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE FÍSICA 2013

3ª FASE – 28 de setembro de 2013

## NÍVEL II Prova Experimental

Ensino Médio – 1ª e 2ª séries



### LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

- 01) Esta prova destina-se exclusivamente a alunos da 1ª e 2ª séries do Ensino Médio.
- 02) O **Caderno de Resoluções** possui instruções que devem ser lidas cuidadosamente antes do início da prova. As resoluções devem ser transcritas no local indicado no caderno de resoluções. Respostas fora do local indicado não serão consideradas.
- 03) Leia todas as instruções antes de manipular o kit experimental.
- 04) Todos os resultados numéricos de medidas e cálculos devem ser expressos de acordo com as instruções específicas.
- 05) A duração desta prova é de **duas horas e trinta minutos**, devendo o aluno permanecer na sala por no mínimo **noventa minutos**.
- 06) Ao terminar a prova devolva a Lupa de 10x ao fiscal. O restante do material pode ser levado consigo.

### MEDIDAS EM DIFERENTES ESCALAS DE TAMANHO

O termo Nanotecnologia é muito comum nos dias de hoje e significa o emprego de objetos e/ou dispositivos em escala nanométrica (1 nanômetro = 1nm =  $10^{-9}$ m) em aplicações tecnológicas do nosso dia-a-dia. Para que você tenha ideia de como a Nanotecnologia esta presente nos dias de hoje, um dos exemplos mais comuns é o de um computador pessoal. Num computador pessoal o núcleo de processamento, chamado de processador, utiliza hoje transistores cuja escala de tamanho são da ordem de 32nm, enquanto que em 1971 um dos primeiros processadores da Intel, o 4004, utilizava transistores cujo tamanho é da ordem de 10 $\mu$ m (1micrômetro = 1 $\mu$ m =  $10^{-6}$ m).

#### Escalas de comprimento:

Tabela 1

Escala	Ordem de grandeza (S.I. - metro)	Exemplo na natureza
Metro (m)	$10^0$	Ser Humano
Milímetro (mm)	$10^{-3}$	Mosquito
Micrômetro ( $\mu$ m)	$10^{-6}$	Bactéria/célula
Nanômetro (nm)	$10^{-9}$	Molécula de DNA

Para determinarmos o tamanho de objetos em diferentes escalas é necessário a utilização de instrumentos de medida adequados a ordem de grandeza do tamanho do objeto: um régua/fita métrica para um ser humano; um microscópio óptico para uma célula; um microscópio eletrônico para uma molécula de DNA.

O objetivo desta prova é realizar medidas em escala milimétrica e micrométrica utilizando uma régua e uma lupa de 10X com escala graduada. Além da utilização dos instrumentos de medida será utilizada a técnica de Interferência de Moiré. Considere a figura 1 (na página 4 deste caderno) e os padrões de linhas verticais idênticos A e B. Se a separação entre as linhas é muito maior que o comprimento de onda da luz incidente, a superposição dos padrões A e B (imagem do lado direito – figura 1) gera um padrão de regiões de contraste claro/escuro conhecido como padrão de Moiré. A separação  $d$  característica deste padrão tem a seguinte dependência:

$$2\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)d = d_0$$

onde  $\theta$  é o ângulo relativo entre os dois conjuntos superpostos de linhas e  $d_0$  a distância entre as linhas.

#### Materiais que fazem parte do Kit experimental:

- Lupa 10X. Retire-a com cuidado para não danificar a caixa. Monte-a conforme a figura indicada na caixa.
- Folha A – folha de acetato transparente. Cada divisão no esquadro corresponde a 0,5°.
- Folha B – folha impressa em papel cartão idêntica à folha A.

### PARTE I – Medida da frequência de linhas em usando uma régua e o padrão de Moiré

Nesta parte iremos utilizar os padrões indicados na Figura 2 (página 4).

- Meça a separação  $d_0$  entre as linhas do padrão indicado 1 e indique o seu resultado em milímetros.
- Considere os padrões 1, 2, 3, 4 e 5. Meça os valores de  $d$  e de  $\theta$  e complete uma tabela como a indicada abaixo no caderno de resposta. Use a tabela 1 (página 3) caso necessite do valor do seno do ângulo.

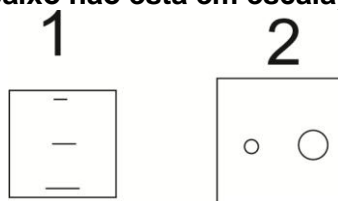
Padrão	$d$ (mm)	$\theta$ (graus)	$d_0$ (mm)
1			
2			
3			
4			
5			

- Determine a partir da tabela do item b) o valor médio de  $d_0$  e faça uma estimativa da sua imprecisão. Use dois algarismos significativos.

### PARTE II – Determinação de tamanhos de objetos utilizando uma lupa de 10X

Nesta parte utilizaremos a Folha indicada como A e a lupa de 10X.

- Determine o valor da separação entre as linhas verticais e apresente sua resposta em micrômetros.
- Na folha A existem dois quadrados indicados com os números 1 e 2. No quadrado 1 existem três linhas e no quadrado 2 duas circunferências. Determine os comprimentos das linhas e os diâmetros das circunferências. (obs: a figura abaixo não está em escala)



### PARTE III – Determinação da separação das linhas da Folha A utilizando o padrão de Moiré

Nesta parte você deverá utilizar as folhas A e B.

- Superpondo as folhas A e B observe o padrão de Moiré formado. Meça os valores de  $d$  e  $\theta$  para oito padrões diferentes e complete uma tabela como a indicada abaixo no caderno de resposta. Use a tabela 1 (página 3) caso necessite o valor do seno do ângulo.

Padrão	$d$ (mm)	$\theta$ (graus)	$d_0$ (mm)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

- Determine a partir da tabela anterior o valor médio de  $d_0$  e faça uma estimativa da sua imprecisão. Use dois algarismos significativos.

### PARTE IV – Análise gráfica e determinação da separação $d_0$

Utilize os resultados obtidos na parte III.

Análise a dependência entre as grandezas  $\theta$  e  $d$  na relação de Moiré:

$$2 \sin \left( \frac{\theta}{2} \right) d = d_0$$

Linearize esta equação, faça um gráfico e obtenha a partir deste gráfico o valor de  $d_0$  para a separação das linhas verticais da folha A.

**Tabela 1 - Valores de senos de ângulos**

$\theta(\text{graus})$	sen ( $\theta$ )		$\theta(\text{graus})$	sen ( $\theta$ )
0	0		5,25	0,09122
0,25	0,00435		5,5	0,09555
0,5	0,0087		5,75	0,09988
0,75	0,01305		6	0,10421
1	0,0174		6,25	0,10854
1,25	0,02175		6,5	0,11286
1,5	0,0261		6,75	0,11718
1,75	0,03045		7	0,1215
2	0,03479		7,25	0,12582
2,25	0,03914		7,5	0,13013
2,5	0,04349		7,75	0,13444
2,75	0,04783		8	0,13875
3	0,05218		8,25	0,14306
3,25	0,05652		8,5	0,14736
3,5	0,06086		8,75	0,15166
3,75	0,0652		9	0,15596
4	0,06954		9,25	0,16026
4,25	0,07388		9,5	0,16455
4,5	0,07822		9,75	0,16884
4,75	0,08256		10	0,17312
5	0,08689			

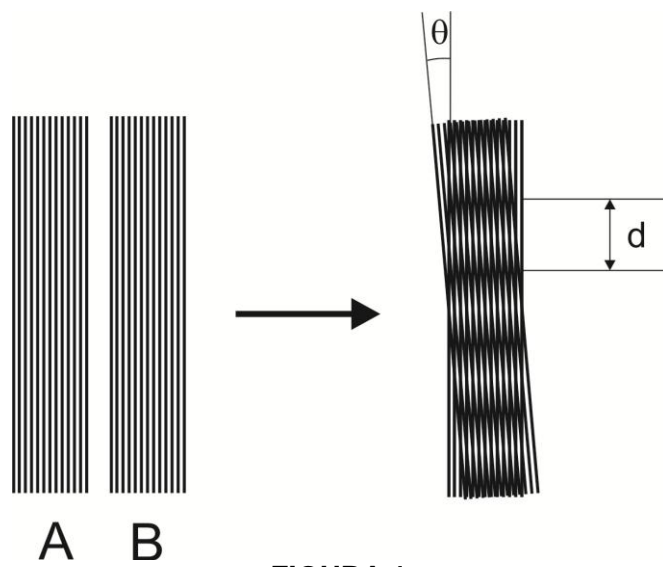


FIGURA 1

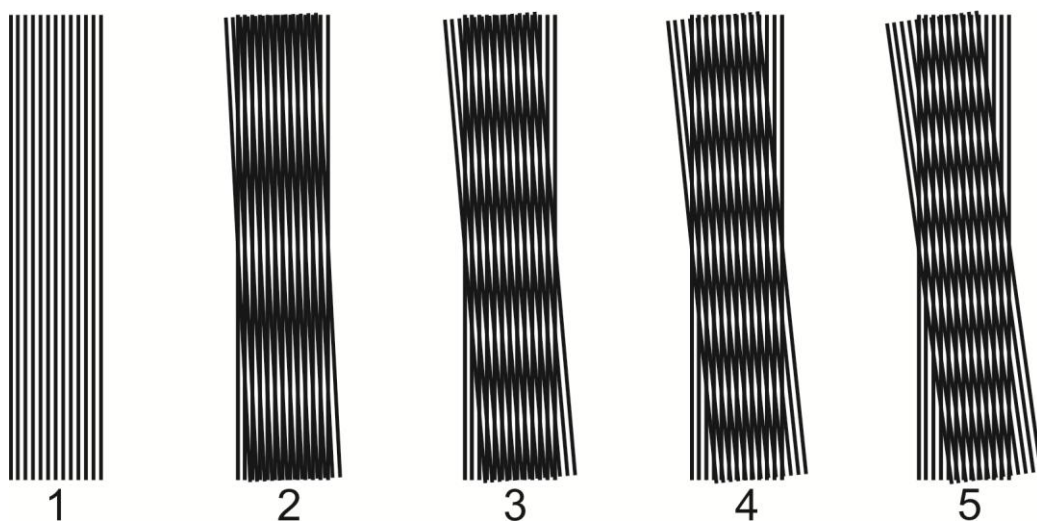


FIGURA 2