



42ª Olimpíada Internacional de Física
Bangkok, Tailândia
Prova Experimental
Quinta-feira, 14 de Julho de 2011

Por favor, ler estas instruções antes de iniciar a prova:

1. O tempo disponível para a prova experimental é de 5 horas.
2. Há dois problemas experimentais. Cada problema vale 10 pontos.
3. Utilizar apenas o material, caneta e folhas fornecidos. Não utilizar lápis.
4. Transcrever sempre para a **Folha de Respostas** os resultados finais que obteve. Os resultados numéricos devem ser escritos com o número de algarismos significativos apropriado. Não esquecer de indicar as unidades. Serão também fornecidas **folhas de prova** onde deve apresentar as resoluções detalhadas. *Todas as folhas serão consideradas para classificação.*
5. Ao escrever nas folhas de prova:
 - Utilizar apenas a parte da frente das folhas. Começar cada parte dos problemas numa folha de prova nova.
 - Em cada folha, incluindo as folhas de papel milimétrico, escrever:
 - 1) O número da tarefa/parte (**Task No.**)
 - 2) O seu número de página (**Page No.**)
 - 3) O número total de folhas usadas no problema (**Total No. of pages**)
 - 4) O seu código de estudante (**Student Code**)
 - Por favor, utilizar *o mínimo de texto* – deverá procurar exprimir-se sobretudo com equações, números, símbolos, figuras e gráficos.
 - Se usar folhas de rascunho que não deseje que sejam corrigidas, não as destrua: marque-as com uma grande cruz sobre a folha e não as inclua na sua numeração.
6. No final da prova, ordenar as folhas *de cada problema* pela seguinte ordem:
 - a **Folha de Respostas**
 - as folhas de prova que deseja que sejam classificadas
 - as folhas de papel milimétrico que deseja que sejam classificadas
 - as folhas de rascunho que não deseja que sejam classificadasColoque todas as folhas não utilizadas e o enunciado por baixo.
7. Colocar *todas as folhas* no envelope fornecido e deixar o envelope na mesa.
8. Não é permitido trazer da sala de prova qualquer folha de papel ou material usado nesta experiência.

1. Caixa negra eléctrica: sensor capacitivo de deslocamento

Um condensador de capacidade C é um dos componentes de um oscilador. Sendo f a frequência de oscilação do oscilador, a relação entre f e C é:

$$f = \frac{\alpha}{C + C_s}$$

onde α é uma constante e C_s é a capacidade parasita do circuito. A frequência f pode ser monitorizada usando um frequencímetro digital.

A caixa negra eléctrica desta experiência é um condensador de placas paralelas. Cada placa é na realidade um conjunto de vários pequenos dentes com a mesma forma geométrica. O valor de C pode ser variado deslocando horizontalmente a placa superior relativamente à placa inferior. Entre as duas placas existe uma folha de material dieléctrico.

Equipamento: um oscilador, um multímetro digital para medir a frequência do oscilador, um conjunto de condensadores de capacidade conhecida, uma caixa negra eléctrica e uma pilha.

Cuidado: verificar a tensão da pilha e pedir uma nova caso esta seja inferior a 9 V.
Não esquecer de ligar o circuito no interruptor.

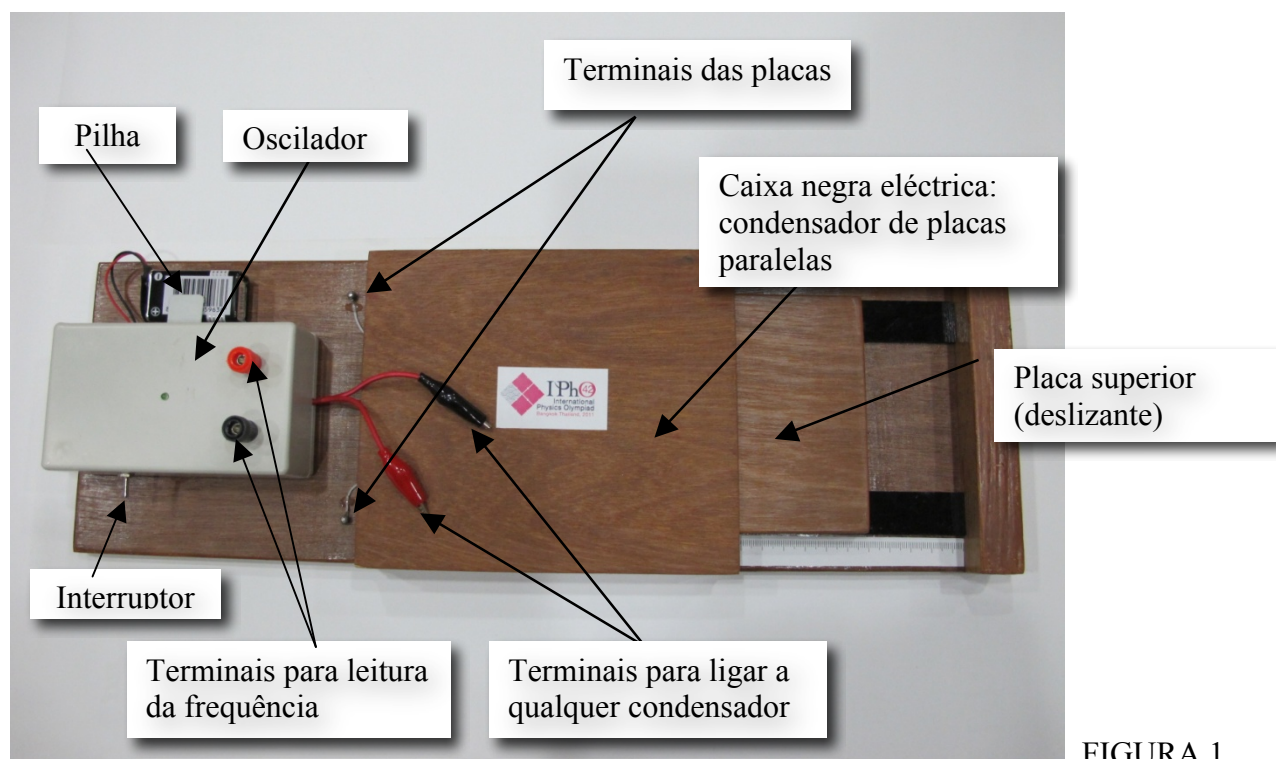


FIGURA 1

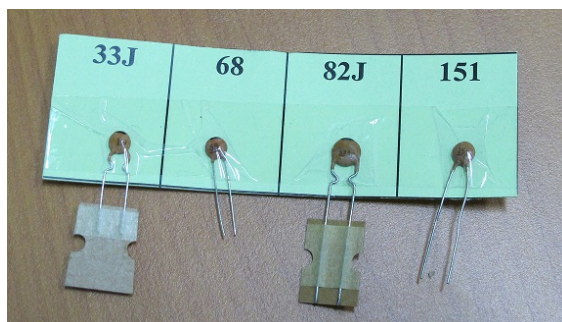


FIGURA 2 Condensadores de referência



Posição para medidas de frequência

FIGURA 3 Multímetro digital para medir frequências

TABELA 1 Capacidades nominais dos condensadores de referência

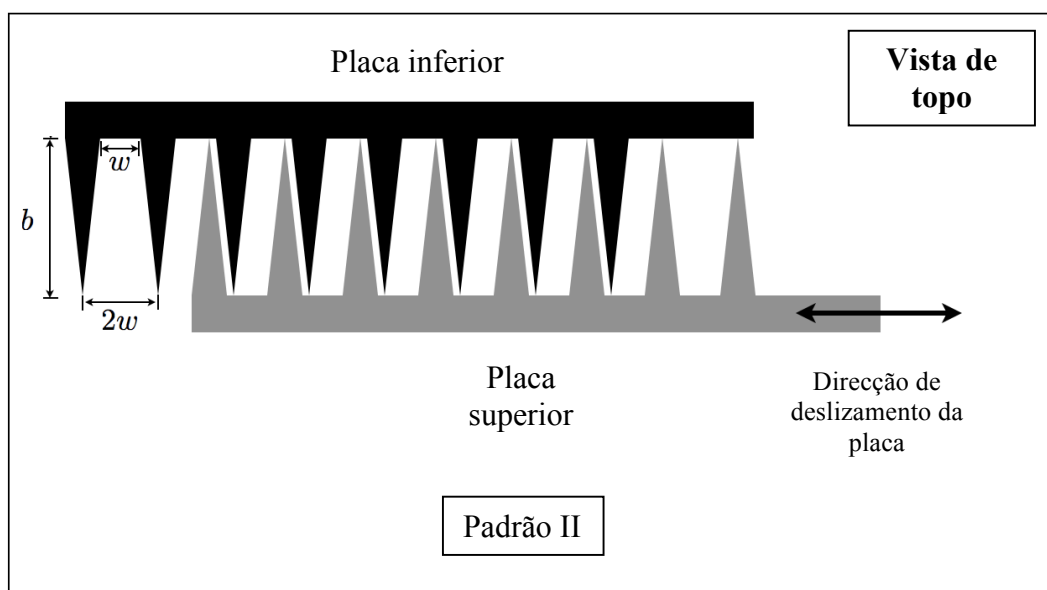
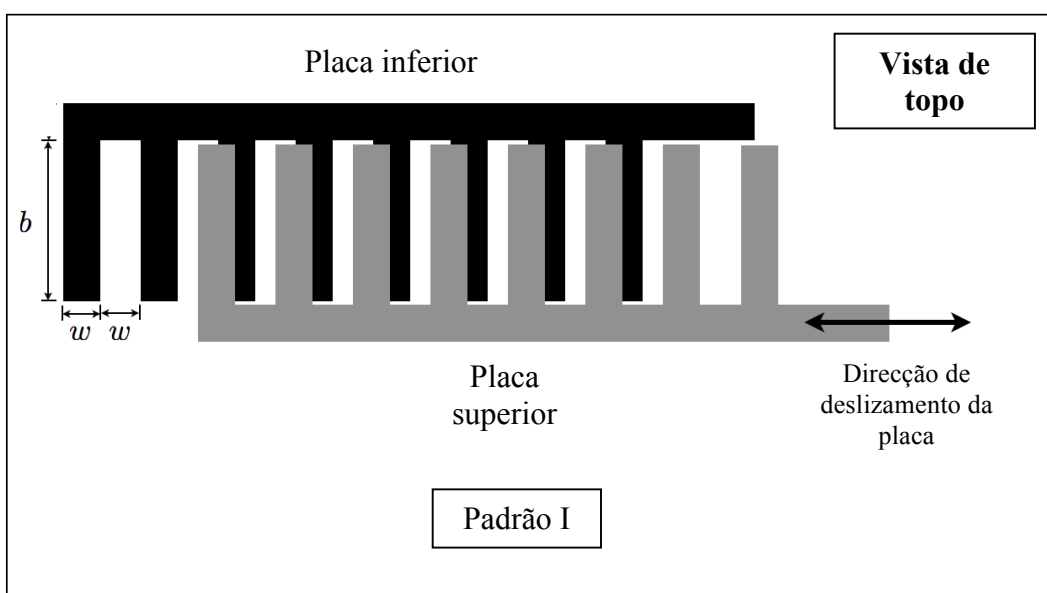
Código	Capacidade (pF)
33J	34 ± 1
68	68 ± 1
82J	84 ± 1
151	150 ± 1

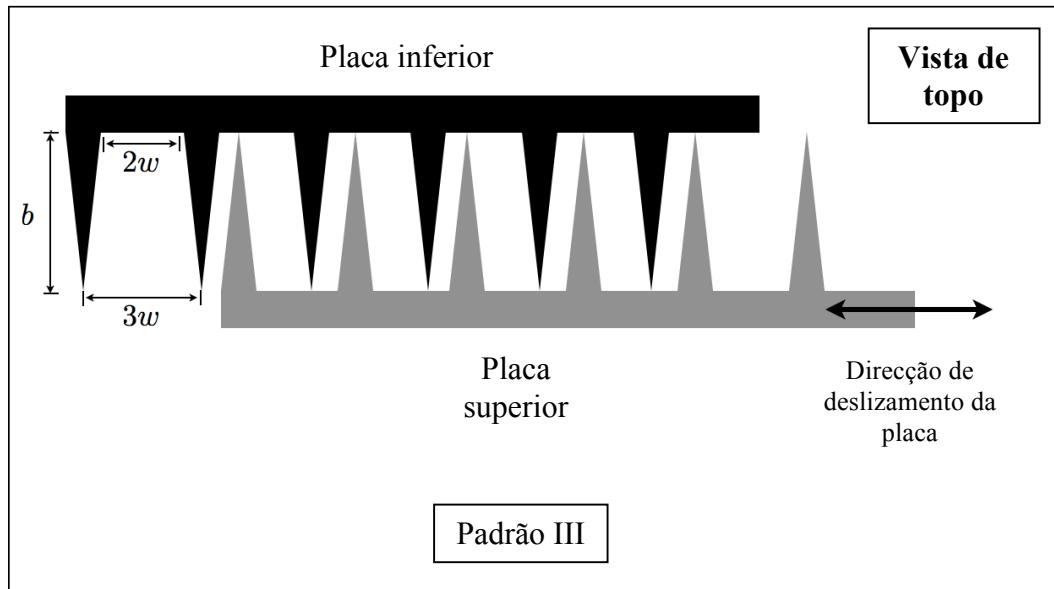
Parte 1. Calibração

Medir f usando os condensadores de referência fornecidos. Representar as medidas num gráfico apropriado e determinar os valores de α e C_S . Não é necessário fazer análise de erros. [3,0 pontos]

Parte 2. Determinação da forma geométrica das placas do condensador de placas paralelas [6,0 pontos]

Considerar as seguintes três formas possíveis para as placas do condensador:





Para cada padrão, fazer um esboço qualitativo do gráfico previsto para C em função da posição da placa superior (não esquecer de indicar as grandezas representadas em cada eixo). De seguida medir f em função da posição da placa superior. Representar estas medidas num gráfico apropriado e, a partir do gráfico, deduzir qual o padrão do condensador de placas paralelas e obter as suas dimensões (os valores de b e w). A separação (d) entre as duas placas do condensador é 0,20 mm. A permitividade relativa da folha de material dielétrico colocada entre as placas é $K = 1,5$. A permitividade eléctrica do vazio é $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$ F/m. Não é requerida análise de erros.

Parte 3. Resolução de uma craveira digital

[1,0 pontos]

À medida que a posição relativa das placas varia, a capacidade altera-se, como se verificou anteriormente. Este dispositivo pode ser usado como uma craveira digital para medir comprimentos. Se o condensador de placas paralelas desta experiência for usado como uma craveira digital, estimar a sua resolução a partir dos dados da Parte 2. Esta resolução é definida como a menor distância que se consegue medir quando a frequência é $f \approx 5$ kHz. Não é necessário estimar o erro na resposta final.

Student Code -



FOLHA DE RESPOSTAS

Parte 1. Calibração

$\alpha =$

$C_s =$

Parte 2. Determinação da forma geométrica das placas do condensador de placas paralelas

PADRÃO I: Gráfico previsto para C em função da posição da placa superior

PADRÃO II: Gráfico previsto para C em função da posição da placa superior

Student Code —

Página 2 de 2

PADRÃO III: Gráfico previsto para C em função da posição da placa superior

Nesta experiência a forma geométrica das placas do condensador de placas paralelas é

☐ Padrão I☐ Padrão II☐ Padrão III $b =$ $w =$ **Parte 3. Resolução de uma craveira digital**A distância mais pequena que pode ser medida a $f \approx 5$ kHz é

2. Caixa negra mecânica: um cilindro com uma bola no seu interior

Uma pequena partícula (uma esfera) de massa m está colada no interior de um cilindro oco de massa M , a uma distância z do topo do cilindro. O cilindro tem vários furos perpendiculares ao seu eixo que serão utilizados para pendurar o cilindro e colocá-lo a oscilar num plano vertical.

Neste problema, pretende-se realizar um conjunto de medidas não destrutivas para determinar os seguintes valores numéricos e estimar os erros nessas determinações:

- posição do centro de massa do sistema formado pelo cilindro e pela esfera.

Fazer um diagrama esquemático da montagem experimental utilizada nesta medida.

[1,0 pontos]

- distância z

[3,5 pontos]

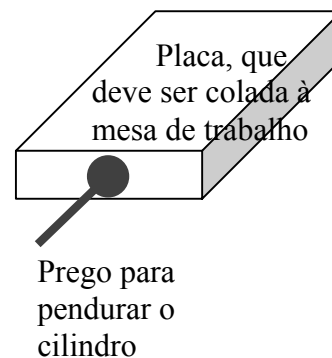
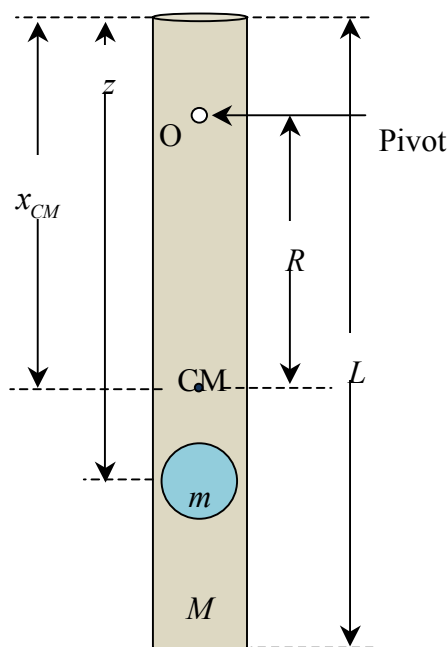
- razão $\frac{M}{m}$

[3,5 pontos]

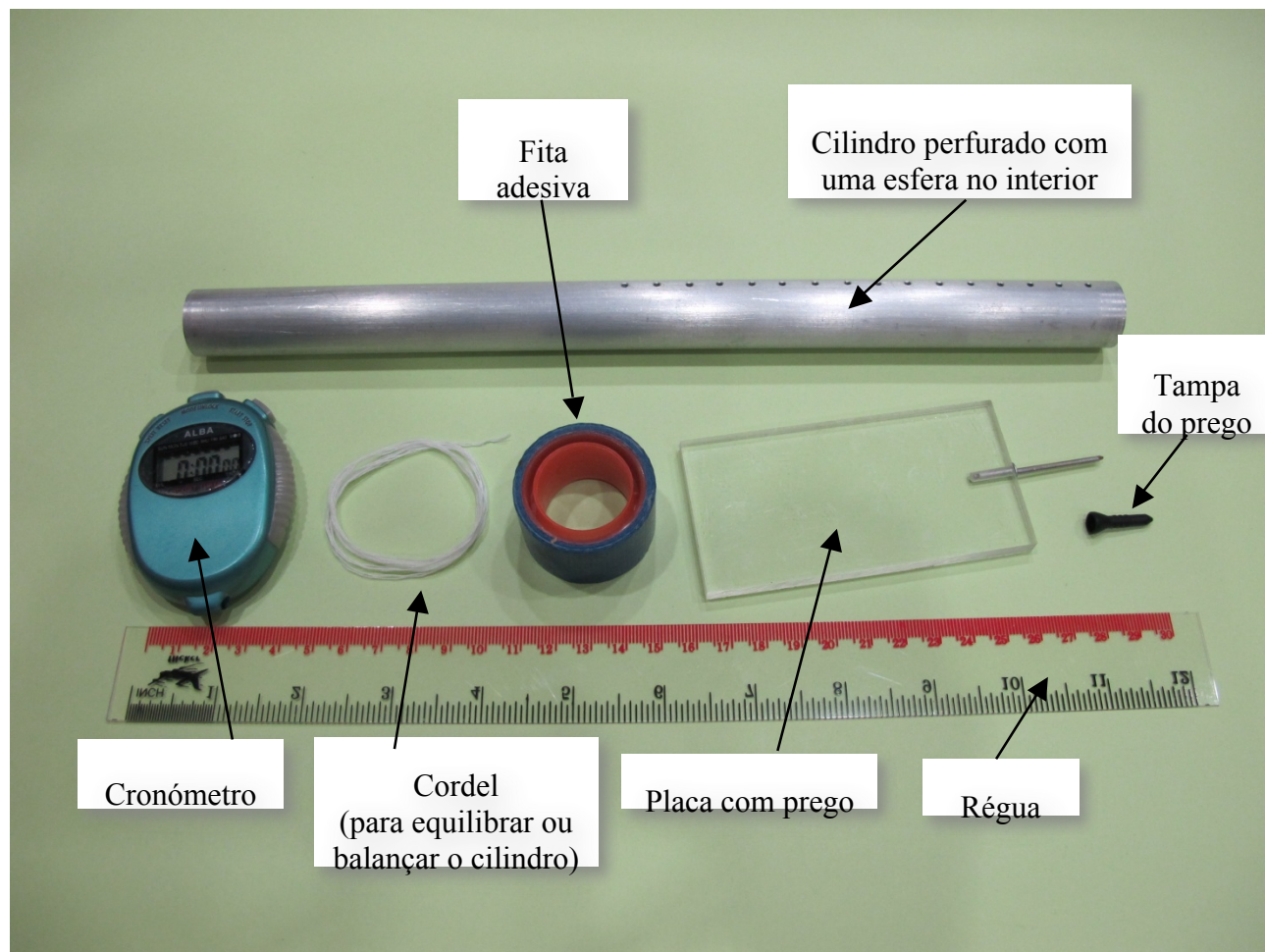
- aceleração da gravidade g

[2,0 pontos]

Equipamento: um cilindro perfurado com uma esfera no seu interior, uma placa com um pequeno prego, uma tampa para o prego, uma régua, um cronómetro, cordel, um lápis e fita adesiva.



x_{CM} é a distância do topo do cilindro ao centro de massa
 R é a distância do pivot ao centro de massa



Cuidado: O prego é afiado. Quando não estiver a ser utilizado, deve ser protegido com a tampa.

Informação útil:

1. Para um pêndulo físico, $\{(M + m)R^2 + I_{CM}\} \frac{d^2\theta}{dt^2} \approx -g(M + m)R\theta$, onde I_{CM} é o momento de inércia, relativamente a um eixo que passa pelo seu centro de massa, do sistema formado pelo cilindro e pela esfera e θ é o ângulo com a vertical.
2. Para um cilindro oco e longo, de comprimento L e massa M , o momento de inércia em relação a um eixo perpendicular ao cilindro que passa pelo seu centro de massa pode ser aproximado por $\frac{1}{3} M \left(\frac{L}{2}\right)^2$.
3. Teorema dos eixos paralelos: $I = I_{\text{centro de massa}} + \mathfrak{M}x^2$, onde x é a distância do eixo de rotação a um eixo paralelo a este e que passa pelo seu centro de massa e \mathfrak{M} é a massa total do objecto.
4. A esfera pode ser tratada como uma massa pontual colocada sobre o eixo do cilindro.
5. Assumir que o cilindro é uniforme e que a massa das tampas dos seus topos é desprezável.

Student Code —



FOLHA DE RESPOSTAS

Diagrama esquemático da montagem experimental utilizada na determinação do centro de massa

A posição do centro de massa é

$z =$

$\frac{M}{m} =$

$g =$
