IPhO Estonia 2012

XVII OLIMPIADA IBEROAMERICANA DE FÍSICA GRANADA - ESPAÑA 2012

2ª Prova de Seleção para as Olimpíadas Internacionais de Física 2012
Candidatos do 2º Ano classificados na OBF 2011

Sábado, 25 de Fevereiro de 2012

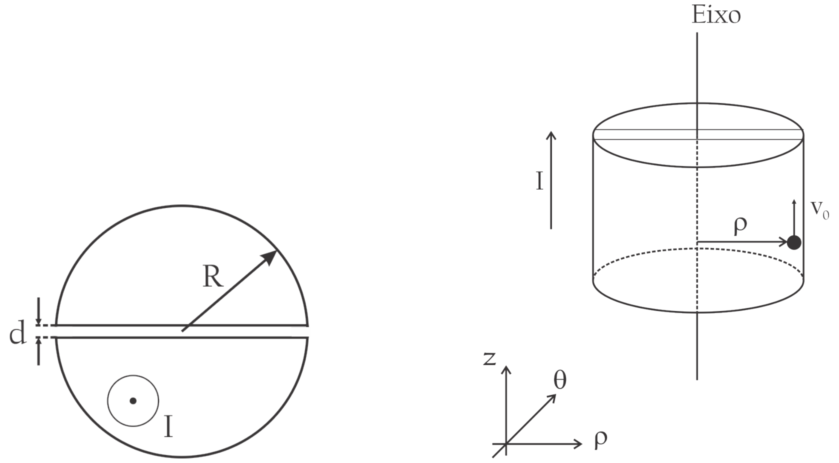
Por favor, leia as instruções antes de iniciar a prova:

1. O tempo disponível para a prova é de 4 horas. A prova tem 3 questões.
2. Utilizar apenas caneta.
3. Utilize apenas o lado da frente das folhas de papel fornecidas para resposta.
4. Iniciar cada questão na folha correspondente do caderno de respostas.
5. Se houver resultados numéricos, estes devem ser escritos com o número de algarismos significativos apropriado, conforme indicado no problema. Não se esqueça de indicar as unidades.
6. Escrever nas folhas de resposta tudo o que considerar relevante para a resolução da questão. Utilize o mínimo de texto possível, devendo exprimir-se, sobretudo com equações, números, figuras e gráficos.

| | |
|---|---|
| Nome: | |
| e-mail: | |
| Nº e tipo de Documento de Identificação: | |
| Nome da Escola: | |
| Cidade: | Estado: |
| Assinatura: | Telefone: |

# 1 Partícula num Campo Magnético (35 pontos)

Considere que um cilindro maciço muito longo de raio $R$ seja atravessado por uma corrente $I$ uniformemente distribuída ao longo de sua seção transversal. Neste cilindro é feita um pequena fenda de largura $d \ll R$, como mostra a Fig. 1(a). Suponha que esta fenda é tão pequena que suas contribuições para o campo magnético sejam desprezíveis. Considere que não haja ação gravitacional sobre a partícula.




(a) Vista Superior (b) Vista Lateral

Figura 1: Partícula acelerada

(a) Determine o módulo do campo magnético gerado por essa distribuição de corrente dentro e fora do cilindro como função da distância $\rho$ ao seu eixo. A permeabilidade magnética do espaço é $\mu_0$.

Considere agora que uma partícula de massa $m$ e carga $q$, positiva, seja colocada na borda do cilindro ($\rho = R$) e receba uma velocidade $v_0$ ao longo da direção $z$, como indica a Fig. 1(b). A partir desse momento a partícula passa a adquirir um movimento na direção de $z$ positivo, influenciado pela ação do campo magnético. Desconsidere quaisquer efeitos de perdas por radiação da partícula acelerada.

(b) Escreva as expressões para a aceleração da partícula na direção $\hat{z}$ e na direção $\hat{\rho}$ como função da posição $\rho$, das velociades $v_z$ e $v_\rho$, e dos outros parâmetros dados no problema.

Partindo da expressão para $a_z$, obtenha uma expressão para $v_z$ como função de $\rho$.

(c) Determine qual deve ser a velocidade $v_0$ da partícula no início do movimento para que a mesma atinja a posição $\rho = 0$ com velocidade nula na direção $z$.

(d) Determine a menor velocidade $v_0$ para que a partícula inverta seu movimento na direção radial antes de atingir o eixo do cilindro.

(e) Obtenha uma expressão para a velocidade $v_\rho$ como função somente de $\rho$ e das constantes dadas no problema. É possível obter os resultados dos itens (c) e (d) com a expressão obtida aqui?

# 2 Colisão entre Cilindros (35 pontos)

Dois cilindros homogêneos de massa $M$ e raio $R$ repousam sobre uma mesa lisa sem atrito. Num determinado instante um impulso $I$ é aplicado a um dos cilindros, num plano que passa pelo centro de massa (CM) do mesmo, como mostra a Fig. 2.

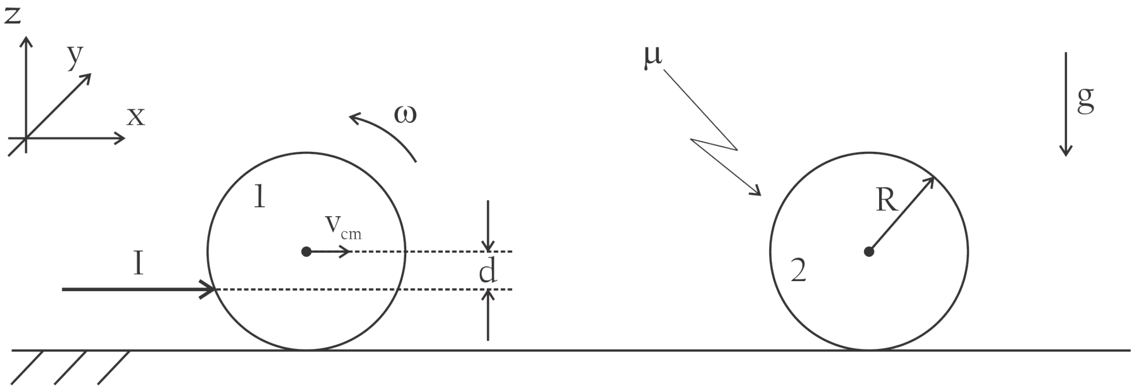



Figura 2: Cilindros sobre uma mesa

(a) Antes de iniciar a solução deste problema, determine o momento de inércia de um cilindro em torno do seu eixo. (Dica: O cálculo é análogo ao do momento de inércia de um disco fino em torno do seu eixo.)

(b) O impulso $I$ é aplicado a uma distância $d$ abaixo do centro do cilindro. Determine a velocidade do CM ($v_{cm}$) e a velocidade angular ($\omega$) do cilindro após a aplicação do impulso.

O primeiro cilindro se desloca sobre a mesa lisa até se chocar elasticamente com outro cilindro igual. Os cilindros possuem um coeficiente de atrito $\mu$ entre si. Sendo assim, determine:

(c) As velocidades angular ($\omega_1$) e do CM ($v_1$) do cilindro 1 (da esquerda).

(d) As velocidades angular ($\omega_2$) e do CM ($v_2$) do cilindro 2 (da direita).

(e) A altura máxima atingida pelo cilindro 2.

(f) Voltando ao início do problema, a que distância $d$ do CM deveria ser aplicado o impulso $I$ para que o primeiro cilindro se deslocasse num rolamento puro sobre a mesa. Essa distância é medida acima ou abaixo do CM?

# 3 Fendas de Young Revisitadas (30 pontos)

O objetivo deste problema é ilustrar que o fenômeno da difração luminosa está limitada espacialmente pela coerência entre as fontes de luz envolvidas. O mesmo ocorre para a coerência temporal, que não será abordada.

Consideremos neste problema uma fonte luminosa extensa no eixo $\xi$, como mostra a Fig. 3.

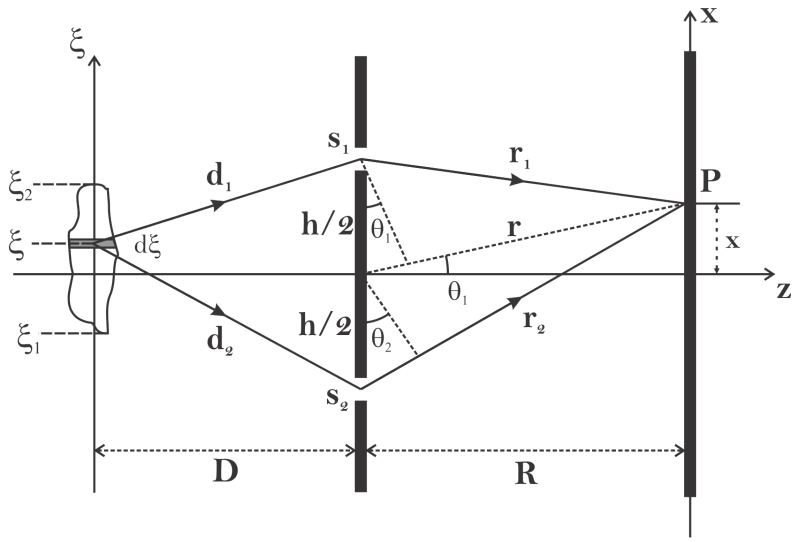



Figura 3: Experimento de Young com uma fonte Extensa

Assuma que a fonte possua um comprimento $s = \xi_2 - \xi_1$. Considere inicialmente um comprimento $d\xi$ localizado numa posição $\xi$ acima do eixo óptico.

(a) Determine a diferença de caminho óptico $\Delta$ entre dois raios de luz (1 e 2 como mostra a Fig. 3) da fonte dada até o ponto $P$ do eixo $x$. Considere que as distâncias $h$ e $x$ na figura sejam muito menores que $R$ e $D$.

(b) Considerando que o raio 1 tenha intensidade $I_1$ e o raio 2 tenha intensidade $I_2$, escreva a expressão para a intensidade no ponto $P$ em função das mesmas e da diferença de fase $\delta$ entre os raios luminosos. Escreva também a expressão para a diferença de fase $\delta$, como função de $\Delta$ e do número de onda $k$ utilizado no experimento.

(c) Considere agora que a intensidade produzida pelo elemento de fonte luminosa $d\xi$ seja expresso em termos de uma função de distribuição de intensidade $P(\xi)$ através de

$$dI = I_0 P(\xi) d\xi \tag{1}$$

onde $I_0$ é uma unidade de intensidade padrão. Escreva a intensidade total $I_P$ no ponto $P$.

(d) Considere que a distribuição $P(\xi)$ seja dada por

$$P(\xi) = \begin{cases} 1, & \xi_2 \geq \xi \geq \xi_1 \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases} \tag{2}$$

Utilizando esta distribuição, determine a intensidade total em $P$ e a *função de coerência* $\gamma$ dada por

$$\gamma = \int_{\xi_1}^{\xi_2} P(\xi) cos\delta d\xi \tag{3}$$

(e) **Esboçe** os gráficos de intensidade esperados para uma fonte com extensão fixa $s = 0.1mm$ centrada na origem de $\xi$, e valores de $h = 3mm$ e $h = 12mm$.
Dados:

$$cos(a+b) = cosacosb - senasenb \tag{4}$$

$$\int cosxdx = senx + C \tag{5}$$

$$\int senxdx = -cosx + C \tag{6}$$