



Primeira Lista de Exercícios – 2025-2

Temas: Óptica Geométrica e Oscilador Harmônico

Data de entrega de exercícios selecionados: 27/6. Os exercícios a serem entregues serão divulgados em breve.

Questões:

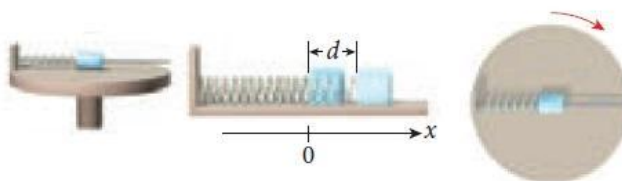
Q1 - Você está debaixo da água em um lago e olha para a superfície, notando que o Sol está no céu. A posição aparente do Sol coincide com a sua posição real, que você vai enxergar quando tirar a cabeça da água, ou é diferente? Explique o raciocínio para chegar a sua resposta.

Q2 - Um estudante de física está observando um disco de bateria: a parte de cima tem a forma aproximada de uma superfície esférica côncava. A superfície é suficientemente polida de forma que ele consegue formar o reflexo do seu dedo quando colocado acima do disco. Conforme ele move seu dedo se aproximando e se afastando da superfície, você pergunta a ele o que está fazendo. Ele responde que está estimando o raio de curvatura do disco da bateria. Explique como ele pode fazer isso?

Q3 - A ampliação produzida por uma lupa irá aumentar, diminuir ou permanecer a mesma quando ambos, objeto e lente, são movidos para a água?

Q4 - Um astronauta, participando de sua primeira missão em um ônibus espacial, levou consigo seu relógio de pêndulo em miniatura favorito. Durante o almoço, o relógio de pêndulo e o relógio digital de pulso do astronauta estão sincronizados, e o relógio de pêndulo aponta para o nariz da espaçonave. Durante uma fase de aceleração, o ônibus espacial possui uma aceleração para cima cujo módulo é várias vezes maior do que a aceleração gravitacional da superfície da Terra. Quando o ônibus espacial atinge uma velocidade de cruzeiro com módulo constante, o astronauta compara seu relógio de vovô com o de pulso, eles ainda estão sincronizados? Em caso negativo, qual deles está adiantado em relação ao outro? Explique. [Por enquanto, não se preocupe com possíveis efeitos relativísticos, em breve, nós chegamos lá...]

Q5 - Um pequeno cilindro de massa m pode deslizar sem atrito sobre uma haste que está fixada em uma plataforma giratória, como mostrado na figura. A haste também passa por dentro de uma mola de constante elástica k , a qual está presa por uma extremidade à borda da plataforma giratória, com a outra extremidade presa ao cilindro. O comprimento de equilíbrio da mola (não esticada e nem comprimida) é exatamente igual ao raio da plataforma. Assim, quando a plataforma não está girando, o cilindro está em equilíbrio no centro dela. Um pequeno deslocamento inicial é dado ao cilindro e, simultaneamente, a plataforma é posta para girar em movimento circular uniforme com velocidade ω . Calcule o período das oscilações efetuadas pelo cilindro. Discuta o resultado obtido.





Problemas:

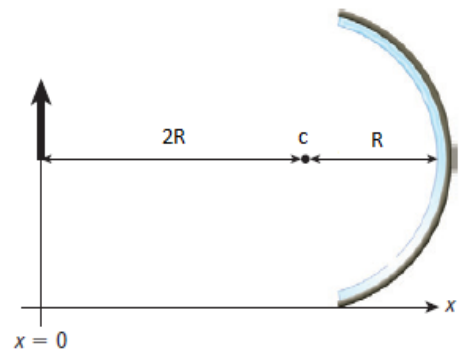
1 - Uma pessoa tem 1,75m de altura, e a distância de seus olhos ao solo é de 1,60m. Para que ela possa ver a sua imagem completa no espelho plano de porta de armário: (a) qual deve ser a altura mínima do espelho? (b) a que distância do chão deve estar a borda inferior do espelho?

2 - Considerando o modelo simplificado de fibra óptica (cilindro circular de vidro), calcule o ângulo de incidência θ máximo na face de entrada para o qual a luz será guiada dentro da fibra por reflexões totais sucessivas, em função do índice de refração n da fibra.

3 - O raio de curvatura de uma lente plano-côncava de vidro ($n = 1,50$) é de 0,5m. Calcule a distância focal (a) no ar; (b) quando imersa num líquido (S_2C) de índice de refração absoluto $n = 1,63$. Comente o resultado.

4 - A forma de um espelho elíptico é descrita pela curva $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$, com semieixo maior a e semieixo menor b . Os focos dessa elipse são os pontos $(c,0)$ e $(-c,0)$, com $c = \sqrt{a^2 - b^2}$. Mostre que qualquer raio de luz no plano xy , que passa através de um dos focos, irá se refletir passando pelo outro. Galerias de murmúrios fazem uso desse fenômeno com ondas sonoras.

5 - Um único espelho esférico côncavo é usado para criar uma imagem de um objeto de altura Y_o , que está localizado na posição $x = 0$, a qual se localiza a uma distância de $2R$ à esquerda do centro de curvatura C do espelho, cujo raio de curvatura é R , conforme a figura.



Usando o sistema de coordenadas dado na figura, determine a posição x_i (em unidades de R), onde a imagem é formada. Qual é a altura h_i (em unidades de Y_o) da imagem? A imagem é: direta ou invertida; real ou virtual?

6 - Demonstre que a mínima distância possível entre objeto real e sua imagem real através de uma lente delgada convexa é $4f$, onde f é a distância focal da lente.

7 - Duas lentes delgadas convexas idênticas, cada uma com comprimento focal f , estão separadas por uma distância $d = 2,5f$. Um objeto é colocado na frente da primeira lente a uma distância $d_{o,1} = 2f$. Veja a figura abaixo.

i) Calcule a posição final de um objeto através do sistema de lentes.

ii) Calcule a amplificação transversa total do sistema.

iii) Desenhe o diagrama de raios para esse sistema e mostre a imagem final.

iv) Descreva a imagem final (real ou virtual, ereta ou invertida, maior ou menor) em relação ao objeto inicial.

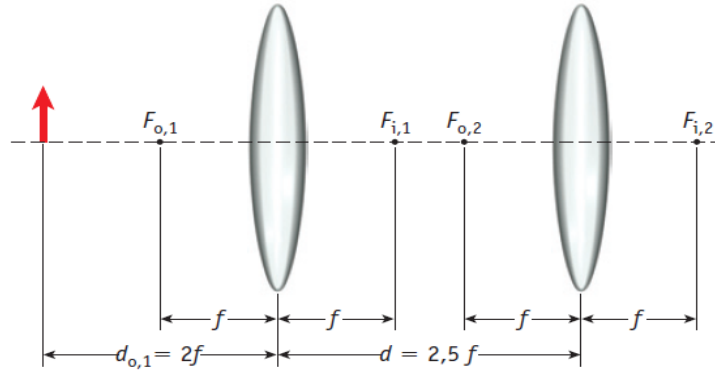


Figura 1 - Esquema de lentes da questão 7.

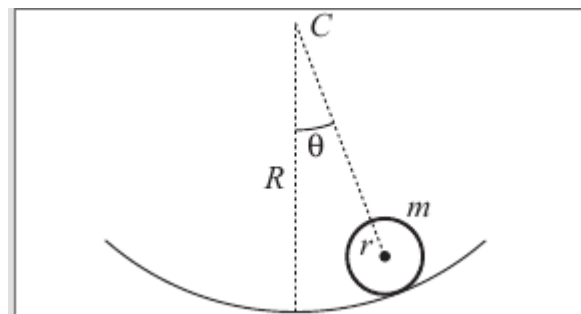
8 - Um bloco de massa M , capaz de deslizar com atrito desprezível sobre um trilho de ar horizontal, está preso a uma extremidade do trilho por uma mola de massa desprezível e constante elástica k , inicialmente relaxada. Uma bolinha de chiclete de massa m , lançada em direção ao bloco com velocidade horizontal v , atinge-o no instante $t = 0$ e fica grudada nele. Encontre a expressão do deslocamento x do sistema para $t > 0$.

9 - A energia total de um sistema conservativo na vizinhança de um equilíbrio estável é da forma $E = a \left[\left(\frac{dq}{dt} \right)^2 + \omega^2 q^2 \right]$, onde q (deslocamento, ângulo, ...) é o desvio do equilíbrio e a e ω são constantes. Mostre que o sistema oscila com frequência angular ω . Você consegue citar sistemas físicos que possam ser descritos por esse comportamento?

10 - Uma massa $M = 0,46 \text{ kg}$ move-se com velocidade inicial de módulo $v = 3,2 \text{ m/s}$ sobre um trilho de ar sem atrito. A massa se encontra inicialmente a uma distância de $D = 0,25 \text{ m}$ de uma mola de $k = 840 \text{ N/m}$, fixada rigidamente em uma das extremidades do trilho de ar. A massa comprime a mola em uma distância máxima d , antes de inverter seu sentido de movimento. Após ricochetear na mola, a massa desloca-se com a mesma velocidade v , no sentido oposto.

- Determine a distância máxima em que a mola será comprimida.
- Obtenha o tempo total transcorrido até que a massa retorne ao seu ponto de partida [Dica: a massa efetua um ciclo parcial de um movimento harmônico simples, enquanto está em contato com a mola.]

11 - Uma bolinha homogênea de massa m e raio r rola sem deslizar sobre uma calha cilíndrica de raio $R \gg r$, na vizinhança do ponto mais fundo, ou seja, com o ângulo $\theta \ll 1$ (veja figura ao lado). Mostre que o movimento é harmônico simples e calcule a frequência angular ω .



12 - Um objeto em movimento harmônico simples é isócrono, o que significa que seu período não depende da sua amplitude. Um relógio de pêndulo opera a uma amplitude fixa e finita.



Considere um oscilador de massa m em movimento unidimensional, sujeito a uma força restauradora $F(x) = -C|x|^3$, onde x é o deslocamento em relação a posição de equilíbrio e C é uma constante com as unidades apropriadas:

- Escreva uma expressão para o período das oscilações não amortecidas deste oscilador. Se sua expressão envolver uma integral, essa deve ser uma integral definida. Porém você não precisa calcular o valor da expressão.
- Usando a expressão obtida no item (a), determine a dependência do período de oscilação com a amplitude e discuta as diferenças com um oscilador harmônico simples.

13 - As funções $ch(x)$ (cosseno hiperbólico) e $sh(x)$ (seno hiperbólico) são definidas por:

$$ch(x) = \frac{1}{2}(e^x + e^{-x}) \text{ e } sh(x) = \frac{1}{2}(e^x - e^{-x}). \text{ Mostre que:}$$

- $\cos(ix) = ch(x)$ e $\sin(ix) = i sh(x)$.
- $ch^2(x) - sh^2(x) = 1$.
- $sh(2x) = 2 sh(x) ch(x)$.

(Esse exercício é de pura manipulação matemática por enquanto, mas esses resultados vão aparecer de novo futuramente, quando estudarmos relatividade!)