



Caderno de Questões – Instruções

1. Este caderno contém **TRÊS** folhas, incluindo esta com as instruções. Confira antes de começar a resolver a prova.
2. A prova é composta por **CINCO** questões. Cada questão tem o valor indicado no seu início. A prova tem valor total de **100 pontos**.
3. As respostas deverão ser transcritas no caderno de resposta, de acordo com as instruções nele contidas. **Utilize somente o texto necessário para a compreensão da solução.**
4. É permitido apenas o uso de lápis, caneta, régua e borracha. O uso do lápis e da borracha é permitido apenas no rascunho e no auxílio para a construção de gráficos, se necessário.
5. Este caderno deve ser **devolvido** ao final da prova juntamente com o caderno de respostas.
6. O estudante deverá permanecer na sala, **no mínimo**, 90 minutos.
7. A prova tem duração de **QUATRO HORAS**

Nome:	Série:
Nº e tipo de documento de identificação apresentado:	
Nome da Escola:	
Cidade:	Estado:
e-mail:	
Assinatura	

Questão 1 (20 pontos) – Quando um cometa se aproxima do Sol, as partículas liberadas na sua cauda podem não continuar na mesma órbita do cometa, pois a pressão de radiação da luz solar empurra essas partículas radialmente para longe do Sol. Mas em contrapartida, elas são atraídas pela força gravitacional do Sol. Suponha que essas partículas possam ser aproximadas a uma esfera de raio r , com massa específica $\rho = 3 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$, e absorve totalmente a luz solar que intercepta cada partícula e que esteja a uma distância R do Sol.

Considerando: $R = 1 \times 10^8 \text{ km}$ do Sol; potência irradiada pelo Sol $P = 4 \times 10^{26} \text{ W}$; massa do Sol $M_s = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$; constante de gravitação universal $G = 6,6 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{s}^2.\text{kg}$; velocidade da luz $3 \times 10^8 \text{ m/s}$.
Determine:

- (0,5) Intensidade de luz solar a uma distância R do Sol.
- (0,5) Força gravitacional sobre uma partícula de raio r .
- (0,5) Força de radiação sobre uma partícula de raio r .
- (0,5) Valor do raio r da partícula para que o mesmo continue na trajetória inicial.

Questão 2 (20 pontos) – Um mol de um gás ideal monoatômico efetua um ciclo de Carnot entre as temperaturas de 400 K e 300 K. Na transformação isotérmica superior, o volume inicial é de 1 litro, e final de 5 litros.

Considerando que: $R = 8,3 \text{ J/mol.K}$, $k = \frac{C_p}{C_v} = 1 + \frac{R}{C_v} = \frac{5}{3}$, $\log 5 = 0,7$

- (0,5) Desenhar o ciclo de Carnot desta transformação.
- (1,0) Determinar a quantidade de calor Q_1 e Q_2 trocados com a fonte.
- (0,5) Determinar o trabalho efetuado durante um ciclo.

Questão 3 (20 pontos) – Uma massa de 1 kg está suspensa por uma mola linear de constante elástica $k = 10 \text{ N/m}$ e coeficiente de amortecimento $\gamma = 5 \cdot 10^{-2} \text{ N.s/m}$.

A mola é excitada por uma força externa $F_e = F_0 \sin \omega t$ onde $F_0 = 2,5 \text{ N}$ e o ω é dobro da frequência natural ω_0 do sistema.

Relações trigonométricas: $\sin(a+b) = \sin(a)\cos(b) + \cos(a)\sin(b)$
 $\cos(a+b) = \cos(a)\cos(b) - \sin(a)\sin(b)$

Determinar:

- (0,5) Equação do movimento deste sistema.
- (1,0) A amplitude do movimento resultante.
- (0,5) A diferença de fase entre o deslocamento e a força impulsora.

Questão 4 (20 pontos) – Uma fonte F e um detector de ondas D estão localizados a uma distância d no nível do solo. A fonte F emite ondas de comprimento de onda λ em direção a um refletor situado a meio caminho entre F e D , e a uma altura H acima do solo, e diretamente para detector D .

Nota-se que nesta altura H as duas ondas chegam a D exatamente em fase. Ao deslocarmos o refletor para uma altura $H+h$ nota-se que as duas ondas estão completamente defasadas.

- (1,0) Desenhe o caminho óptico das duas ondas.
- (1,0) Determine λ em termos de d , h e H .

Questão 5 (20 pontos) – Um dos métodos para determinar a velocidade da luz é o de Foucault. Este consiste em um pequeno espelho plano colocado no lateral de um cilindro de metal giratório M_R que reflete uma luz, em geral luz laser, fazendo percorrer grande distância e ser refletido de volta por um espelho fixo M_F , de acordo com a figura 1 abaixo. Em certo instante, com o espelho giratório parado em um ângulo θ , um caminho óptico é definido de acordo com a figura 2a, e o observador medindo com um microscópio irão definir uma posição s_0 no plano focal f_1 localizado no microscópio.

Porem, quando o espelho giratório estiver em alta rotação o feixe refletido pelo espelho fixo M_F não terá mais o mesmo ângulo θ no espelho giratório M_R , porque no intervalo de tempo Δt a luz foi e voltou ao espelho fixo, e o espelho giratório executou uma rotação de $\theta + \Delta\theta$, como visto na figura 2b. A luz neste caso é como se tivesse vindo de uma nova posição S_1 do espelho fixo M_F , e irá criar outro ponto luminoso no microscópio, que será proporcional a velocidade da luz.

Parâmetros fornecidos: as lentes L_1 e L_2 são lentes delgadas de distancia focal 50 mm e 250 mm, respectivamente; distancia D entre o espelho fixo e o espelho giratório é 10 m; distância B entre espelho giratório e lente L_2 é 0,50 m; a distancia A entre lente L_2 e o microscópio é 0,26 m; e a frequência de rotação f é de 1500 s^{-1} . Pergunta se:

- (0,5) A distância entre o ponto focal S e S_1 no espelho fixo M_F em termos de parâmetros fornecidos
- (1,0) Utilizando a técnica de imagens virtuais determine a relação entre as distâncias A , B e D , velocidade angular ω do espelho giratório, e a velocidade da luz c .
- (0,5) Na medida direta no microscópio obteve se o valor de deslocamento $\Delta s'$ de $3,4 \times 10^{-4} \text{ m}$. Qual o valor da velocidade de luz obtida?

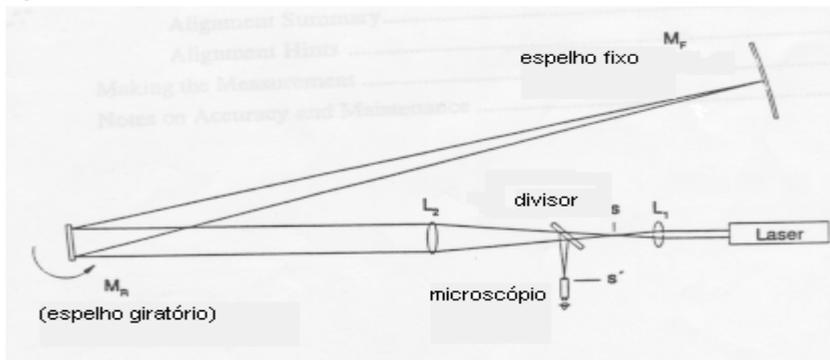


Figura 1: Vista esquemática do método de Foucault composto por espelho fixo M_F , espelho giratório M_R , lentes L_1 e L_2 , divisor de feixe, detector microscópio, e laser de He-Ne.

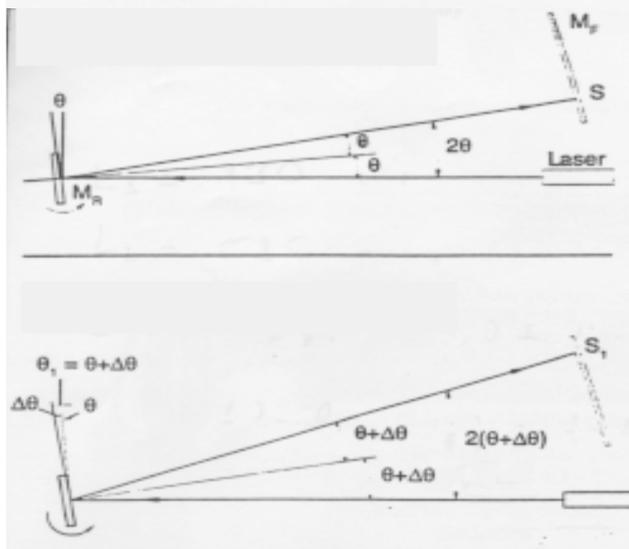


Figura 2a: Situação onde o espelho giratório se encontra parado, a luz bate e reflete no ponto S do espelho fixo.

Figura 2b: Situação onde o espelho giratório gira com uma velocidade angular ω , luz refletido é como se viesse de um ponto S_1 do espelho fixo.