

FÍSICA

Quando necessário, considere as seguintes constantes:

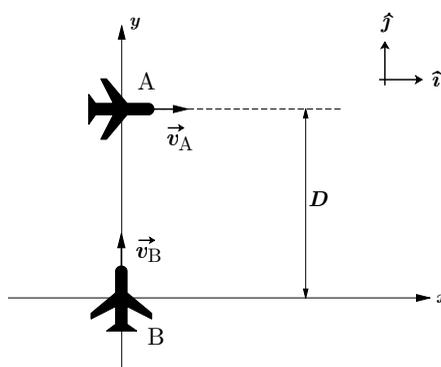
Aceleração local da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$. Densidade da água $1,0 \text{ g/cm}^3$.

Calor de vaporização da água 2400 kJ/kg . Velocidade da luz no vácuo $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$.

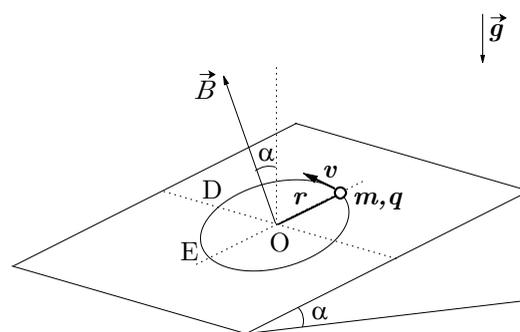
Constante universal da gravitação G . Constante de Planck h .

Questão 1. Dois aviões de combate, A e B, viajam a uma mesma altitude com velocidades constantes $\vec{v}_A = (100 \text{ m/s})\hat{i}$ e $\vec{v}_B = (200 \text{ m/s})\hat{j}$, respectivamente. A figura ilustra as posições dos aviões no instante $t=0 \text{ s}$, que estão separadas por uma distância $D=100 \text{ m}$. Devido ao funcionamento de sua turbina, o avião A emite um som de frequência característica de 1000 Hz . A velocidade do som na região onde se encontram os aviões é de 300 m/s . Com base nessas informações, calcule:

- a distância mínima entre os dois aviões ao longo do movimento;
- a frequência percebida no instante $t=0 \text{ s}$, pelo piloto do avião B, devido ao som da turbina do avião A.



Questão 2. Uma pequena esfera de massa m e carga $+q$ está conectada por um fio inextensível preso num ponto O e se move num círculo de raio r sobre um plano liso de inclinação α com a horizontal. Na região existe um campo magnético \vec{B} uniforme e constante, perpendicular ao plano inclinado como ilustra a figura. Se a esfera possui uma velocidade \vec{v} no ponto mais alto da trajetória, determine a tração no fio quando a esfera passa pelas posições D e E indicadas na figura. Considere o sentido de \vec{v} indicado na figura.

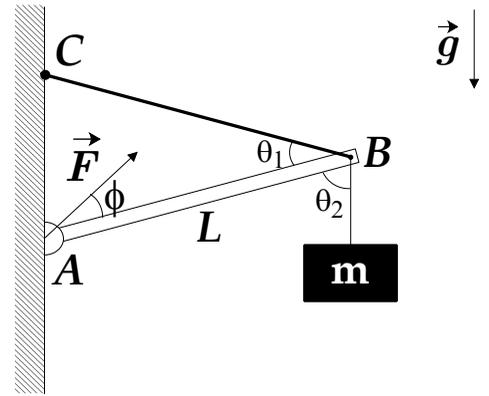


Questão 3. Considere dois corpos celestes esféricos e uniformes, de raios R_1 e R_2 , massas m_1 e m_2 , respectivamente, cujos centros encontram-se inicialmente em repouso, a uma distância r_0 . Devido à interação gravitacional mútua, os corpos iniciam um movimento de aproximação, que dura até o choque entre eles. Determine as velocidades finais dos corpos na iminência da colisão em função de G , r_0 , seus raios e suas massas.

Questão 4. Um maratonista de 80 kg corre meia hora, em local protegido do Sol, mantendo velocidade constante de 20 km/h . O trabalho exigido pelo exercício, por unidade de massa e distância, é de $0,60 \text{ kcal}/(\text{kg.km})$. Desconsiderando o efeito de ganho ou perda de calor por radiação de corpo negro, faça o que se pede, levando em conta que $1,0 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$.

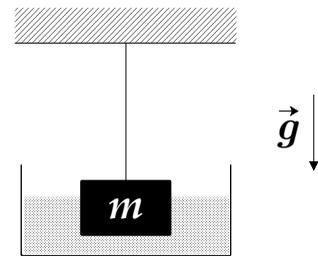
- Calcule o trabalho total dispendido, em kJ, no exercício.
- Define-se a eficiência do exercício como a razão entre o trabalho realizado e o custo metabólico total do exercício, que é a energia total consumida pelo organismo. Considerando que a eficiência da corrida descrita é de 60% , calcule o volume de água que precisa ser evaporado para manter constante a temperatura do corpo do atleta.

Questão 5. A figura mostra uma barra AB de comprimento L , articulada na extremidade A e presa a uma parede por um cabo BC. Na extremidade B da barra, suspende-se uma massa m por uma corda. O ângulo entre o cabo BC e a barra é dado por θ_1 , e o ângulo entre a barra e a corda que suspende a carga é dado por θ_2 , como mostra a figura. A barra, o cabo e a corda têm massas desprezíveis. Determine, em termos das grandezas física envolvidas:



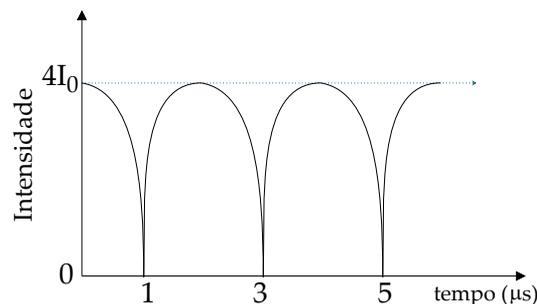
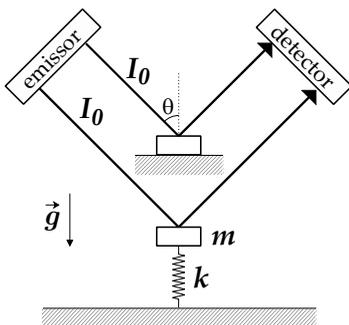
- (a) o ângulo ϕ entre a barra AB e a força \vec{F} , exercida pela articulação sobre a barra;
 (b) a intensidade da força \vec{F} .

Questão 6. Um fio tem uma de suas extremidades presa ao teto e suspende um bloco de densidade $\rho=10\rho_a$, em que ρ_a representa a densidade da água. Na configuração descrita, v_0 é a velocidade de propagação de ondas mecânicas no fio. Em seguida, o bloco é mergulhado gradativamente em um recipiente contendo água, como mostra a figura, até ficar completamente submerso. Em nenhum momento o bloco toca as laterais e o fundo do recipiente. Denote por f a fração do bloco submersa em água.

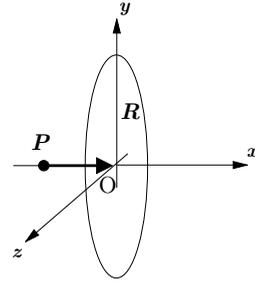


- (a) Calcule a expressão da velocidade de propagação v das ondas mecânicas no fio em função de f e v_0 .
 (b) Esboce um gráfico que descreva o comportamento de $(v/v_0)^2$ em função de f .

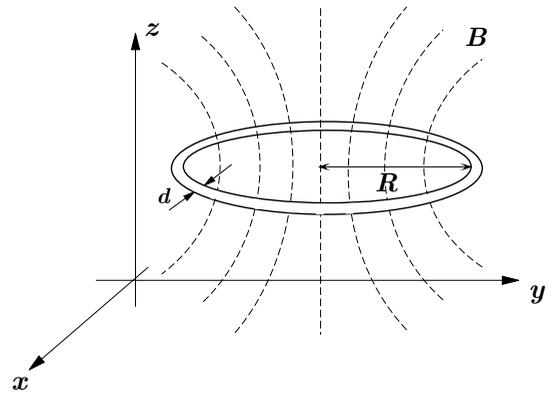
Questão 7. Dois feixes de comprimento de onda λ , paralelos e de intensidade I_0 , incidem com inclinação $\theta = 60^\circ$ com a vertical sobre dois espelhos horizontais, conforme ilustra a figura. O espelho superior encontra-se fixo enquanto o inferior, de massa m , está ligado a uma mola de constante elástica k e realiza um movimento oscilatório de pequena amplitude. O espelho inferior é liberado para oscilar em $t=0 \mu s$, a partir do repouso e da posição na qual a mola está relaxada. Os feixes são refletidos pelos espelhos e analisados em um detector, que registra a intensidade da onda resultante da superposição dos feixes. Os resultados coletados são mostrados no gráfico a seguir. Com base nas informações fornecidas, determine o maior valor possível de λ .



Questão 8. Um anel circular de raio R e densidade linear de carga elétrica λ está localizado no plano yz com o seu centro na origem do sistema de coordenadas O , como mostra a figura. Uma partícula de massa m e carga q é projetada a partir do ponto $P(-\sqrt{3}R, 0, 0)$ em direção ao ponto O , com velocidade inicial v . Qual o menor valor de v para que a partícula não retorne ao ponto P ?



Questão 9. Uma espira circular condutora de raio R , feita de um fio fino de resistividade elétrica ρ e massa específica ρ_m , cuja seção transversal tem diâmetro d , está caindo, com velocidade v variável, sob a ação da gravidade, em uma região de campo magnético não uniforme. A componente vertical do campo magnético obedece a relação $B_z = B_0(1 + kz)$, em que B_0 e k são constantes físicas de unidade adequadas e z é a coordenada vertical. A espira mantém-se sempre paralela ao plano xy , como mostra a figura. Desprezando os efeitos da resistência do ar no movimento de queda da espira, faça o que se pede nos itens a seguir.



- Calcule a potência elétrica instantânea dissipada na espira.
- Calcule a velocidade terminal de queda v_t da espira.

Questão 10. Elétrons ultraenergéticos podem ser utilizados no estudo da estrutura subatômica da matéria desde que seus comprimentos de onda associados sejam compatíveis com as dimensões de um núcleo atômico. Levando em conta que o raio de um núcleo pesado pode ser aproximado por $R = R_0 \sqrt[3]{A}$, em que R_0 é uma distância característica e A o número de massa do núcleo, faça o que se pede nos itens a seguir.

- Estime a quantidade de movimento P de um elétron que possa ser usado para estudar a estrutura de um núcleo de urânio ${}_{92}^{235}\text{U}$. Deixe sua resposta em termos de R_0 e de constantes físicas fundamentais.
- Considerando efeitos relativísticos, calcule a energia cinética dos elétrons descritos no item anterior. Deixe sua resposta em termos de R_0 , da massa de repouso do elétron m_0 e de constantes físicas fundamentais.