

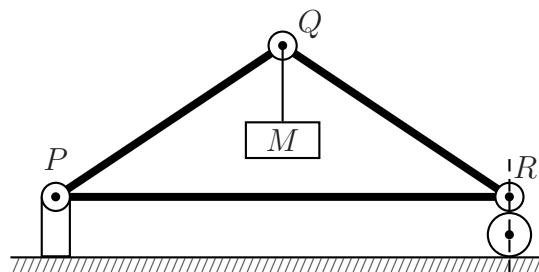
Quando precisar use os seguintes valores para as constantes: Aceleração da gravidade: 10 m/s^2 . $1,0 \text{ cal} = 4,2 \text{ J} = 4,2 \times 10^7 \text{ erg}$. Calor específico da água: $1,0 \text{ cal/g.K}$. Massa específica da água: $1,0 \text{ g/cm}^3$. Massa específica do ar: $1,2 \text{ kg/m}^3$. Velocidade do som no ar: 340 m/s .

Questão 1. Considere um corpo esférico de raio r totalmente envolvido por um fluido de viscosidade η com velocidade média v . De acordo com a lei de Stokes, para baixas velocidades, esse corpo sofrerá a ação de uma força de arrasto viscoso dada por $F = -6\pi r\eta v$. A dimensão de η é dada por

- A () m.s^{-1} B () m.s^{-2} C () kg.m.s^{-2} D () kg.m.s^{-3} E () $\text{kg.m}^{-1}\text{s}^{-1}$

Questão 2. Três barras de peso desprezível, articuladas nos pinos P , Q e R , constituem uma estrutura vertical em forma de triângulo isósceles, com $6,0 \text{ m}$ de base e $4,0 \text{ m}$ de altura, que sustenta uma massa M suspensa em Q em equilíbrio estático. O pino P também é articulado no seu apoio fixo, e o pino R apoia-se verticalmente sobre o rolete livre. Sendo de $1,5 \times 10^4 \text{ N}$ e $5,0 \times 10^3 \text{ N}$ os respectivos valores máximos das forças de tração e compressão suportáveis por qualquer das barras, o máximo valor possível para M é de

- A () $3,0 \times 10^2 \text{ kg}$.
 B () $4,0 \times 10^2 \text{ kg}$.
 C () $8,0 \times 10^2 \text{ kg}$.
 D () $2,4 \times 10^3 \text{ kg}$.
 E () $4,0 \times 10^3 \text{ kg}$.

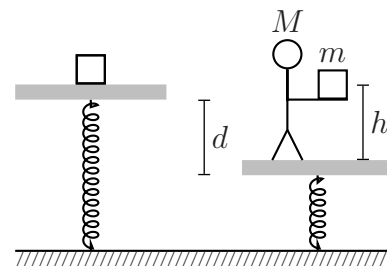


Questão 3. No sistema de sinalização de trânsito urbano chamado de “onda verde”, há semáforos com dispositivos eletrônicos que indicam a velocidade a ser mantida pelo motorista para alcançar o próximo sinal ainda aberto. Considere que de início o painel indique uma velocidade de 45 km/h . Alguns segundos depois ela passa para 50 km/h e, finalmente, para 60 km/h . Sabendo que a indicação de 50 km/h no painel demora $8,0 \text{ s}$ antes de mudar para 60 km/h , então a distância entre os semáforos é de

- A () $1,0 \times 10^{-1} \text{ km}$.
 B () $2,0 \times 10^{-1} \text{ km}$.
 C () $4,0 \times 10^{-1} \text{ km}$.
 D () $1,0 \text{ km}$.
 E () $1,2 \text{ km}$.

Questão 4. Um bloco de massa m encontra-se inicialmente em repouso sobre uma plataforma apoiada por uma mola, como visto na figura. Em seguida, uma pessoa de massa M sobe na plataforma e ergue o bloco até uma altura h da plataforma, sendo que esta se desloca para baixo até uma distância d . Quando o bloco é solto das mãos, o sistema (plataforma+pessoa+mola) começa a oscilar e, ao fim da primeira oscilação completa, o bloco colide com a superfície da plataforma num choque totalmente inelástico. A razão entre a amplitude da primeira oscilação e a da que se segue após o choque é igual a

- A () $\sqrt{(m+M)h}/\sqrt{2\pi M}$.
 B () $\sqrt{(M-m)h}/\sqrt{2dM}$.
 C () $\sqrt{(M+m)h}/\sqrt{2dM}$.
 D () $\sqrt{(M-m)d}/\sqrt{2hM}$.
 E () $\sqrt{(M+m)d}/\sqrt{hM}$.



Questão 5. A partir do repouso, um foguete de brinquedo é lançado verticalmente do chão, mantendo uma aceleração constante de $5,00 \text{ m/s}^2$ durante os 10,0 primeiros segundos. Desprezando a resistência do ar, a altura máxima atingida pelo foguete e o tempo total de sua permanência no ar são, respectivamente, de

- A () 375 m e 23,7 s.
- B () 375 m e 30,0 s.
- C () 375 m e 34,1 s.
- D () 500 m e 23,7 s.
- E () 500 m e 34,1 s.

Questão 6. Um caminhão baú de 2,00 m de largura e centro de gravidade a 3,00 m do chão percorre um trecho de estrada em curva com 76,8 m de raio. Para manter a estabilidade do veículo neste trecho, sem derrapar, sua velocidade não deve exceder a

- A () 5,06 m/s.
- B () 11,3 m/s.
- C () 16,0 m/s.
- D () 19,6 m/s.
- E () 22,3 m/s.

Questão 7. Considere duas estrelas de um sistema binário em que cada qual descreve uma órbita circular em torno do centro de massa comum. Sobre tal sistema são feitas as seguintes afirmações:

- I. O período de revolução é o mesmo para as duas estrelas.
- II. Esse período é função apenas da constante gravitacional, da massa total do sistema e da distância entre ambas as estrelas.
- III. Sendo \mathbf{R}_1 e \mathbf{R}_2 os vetores posição que unem o centro de massa dos sistema aos respectivos centros de massa das estrelas, tanto \mathbf{R}_1 como \mathbf{R}_2 varrem áreas de mesma magnitude num mesmo intervalo de tempo.

Assinale a alternativa correta.

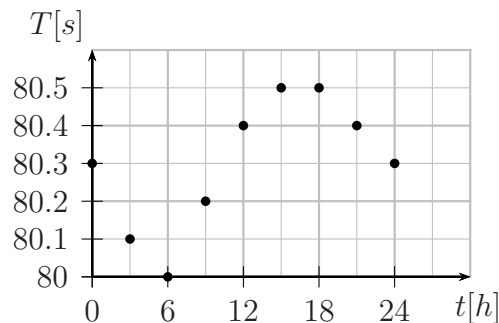
- A () Apenas a afirmação I é verdadeira.
- B () Apenas a afirmação II é verdadeira.
- C () Apenas a afirmação III é verdadeira.
- D () Apenas as afirmações I e II são verdadeiras.
- E () Apenas as afirmações I e III são verdadeiras.

Questão 8. Um cubo de peso P_1 , construído com um material cuja densidade é ρ_1 , dispõe de uma região vazia em seu interior e, quando inteiramente imerso em um líquido de densidade ρ_2 , seu peso reduz-se a P_2 . Assinale a expressão com o volume da região vazia deste cubo.

- A () $\frac{P_1 - P_2}{g\rho_2} - \frac{P_1}{g\rho_1}$
- B () $\frac{P_1 - P_2}{g\rho_1} - \frac{P_1}{g\rho_2}$
- C () $\frac{P_1 - P_2}{g\rho_2} - \frac{P_2}{g\rho_2}$
- D () $\frac{P_2 - P_1}{g\rho_1} - \frac{P_2}{g\rho_1}$
- E () $\frac{P_2 - P_1}{g\rho_1} - \frac{P_2}{g\rho_2}$

Questão 9. Um pêndulo simples é composto por uma massa presa a um fio metálico de peso desprezível. A figura registra medidas do tempo T em segundos, para 10 oscilações completas e seguidas do pêndulo ocorridas ao longo das horas do dia, t . Considerando que neste dia houve uma variação térmica total de 20°C , assinale o valor do coeficiente de dilatação térmica do fio deste pêndulo.

- A () $2 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
 B () $4 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
 C () $6 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
 D () $8 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
 E () $10 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

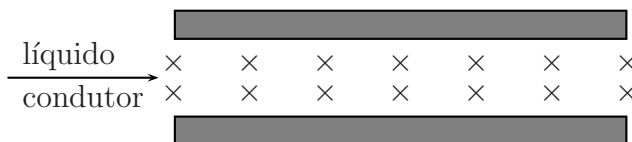


Questão 10. Um pêndulo simples oscila com uma amplitude máxima de 60° em relação à vertical, momento em que a tensão no cabo é de 10 N. Assinale a opção com o valor da tensão no ponto em que ele atinge sua velocidade máxima.

- A () 10 N B () 20 N C () 30 N D () 40 N E () 50 N

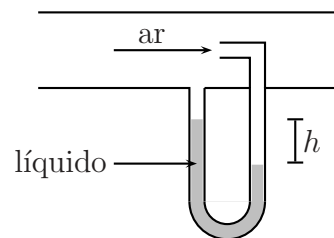
Questão 11. Um líquido condutor (metal fundido) flui no interior de duas chapas metálicas paralelas, interdistantes de 2,0 cm, formando um capacitor plano, conforme a figura. Toda essa região interna está submetida a um campo homogêneo de indução magnética de 0,01 T, paralelo aos planos das chapas, atuando perpendicularmente à direção da velocidade do escoamento. Assinale a opção com o módulo dessa velocidade quando a diferença de potencial medida entre as placas for de 0,40 mV.

- A () 2 cm/s
 B () 3 cm/s
 C () 1 m/s
 D () 2 m/s
 E () 5 m/s



Questão 12. Um estudante usa um tubo de Pitot esquematizado na figura para medir a velocidade do ar em um túnel de vento. A densidade do ar é igual a $1,2 \text{ kg/m}^3$ e a densidade do líquido é $1,2 \times 10^4 \text{ kg/m}^3$, sendo $h = 10 \text{ cm}$. Nessas condições a velocidade do ar é aproximadamente igual a

- A () 1,4 m/s
 B () 14 m/s
 C () $1,4 \times 10^2 \text{ m/s}$
 D () $1,4 \times 10^3 \text{ m/s}$
 E () $1,4 \times 10^4 \text{ m/s}$



Questão 13. Balão com gás Hélio inicialmente a 27°C de temperatura e pressão de 1,0 atm, as mesmas do ar externo, sobe até o topo de uma montanha, quando o gás se resfria a -23°C e sua pressão reduz-se a 0,33 de atm, também as mesmas do ar externo. Considerando invariável a aceleração da gravidade na subida, a razão entre as forças de empuxo que atuam no balão nestas duas posições é

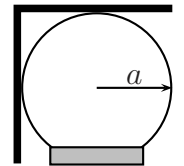
- A () 0,33. B () 0,40. C () 1,0. D () 2,5. E () 3,0.

Questão 14. Um corpo flutua estavelmente em um tanque contendo dois líquidos imiscíveis, um com o dobro da densidade do outro, de tal forma que as interfaces líquido/líquido e líquido/ar dividem o volume do corpo exatamente em três partes iguais. Sendo completamente removido o líquido mais leve, qual proporção do volume do corpo permanece imerso no líquido restante?

- A () $1/2$
- B () $1/4$
- C () $3/4$
- D () $2/5$
- E () $3/5$

Questão 15. A figura mostra uma placa fina de peso P dobrada em ângulo reto e disposta sobre uma esfera fixa de raio a . O coeficiente de atrito mínimo entre estes objetos para que a placa não escorregue é

- A () 1.
- B () $1/2$.
- C () $\sqrt{2} - 1$.
- D () $\sqrt{3} - 1$.
- E () $(\sqrt{5} - 1)/2$.

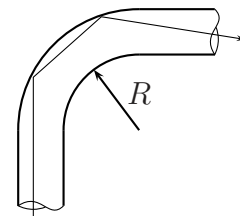


Questão 16. Uma corda de cobre, com seção de raio r_C , está submetida a uma tensão T . Uma corda de ferro, com seção de raio r_F , de mesmo comprimento e emitindo ondas de mesma frequência que a do cobre, está submetida a uma tensão $T/3$. Sendo de 1,15 a razão entre as densidades do cobre e do ferro, e sabendo que ambas oscilam no modo fundamental, a razão r_C/r_F é igual a

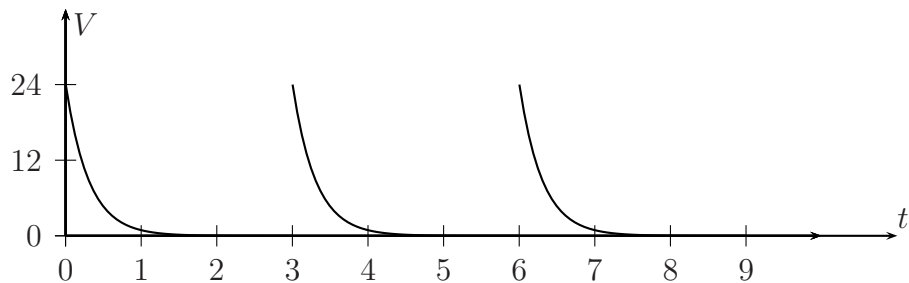
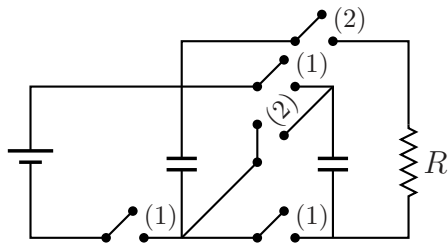
- A () 1,2.
- B () 0,6.
- C () 0,8.
- D () 1,6.
- E () 3,2.

Questão 17. Um tubo de fibra óptica é basicamente um cilindro longo e transparente, de diâmetro d e índice de refração n . Se o tubo é curvado, parte dos raios de luz pode escapar e não se refletir na superfície interna do tubo. Para que haja reflexão total de um feixe de luz inicialmente paralelo ao eixo do tubo, o menor raio de curvatura interno R (ver figura) deve ser igual a

- A () nd
- B () d/n
- C () $d/(n - 1)$
- D () $nd/(n - 1)$
- E () $\sqrt{nd}/(\sqrt{n} - 1)$



Questão 18. No circuito da figura há três capacitores iguais, com $C = 1000\mu\text{F}$, inicialmente descarregados. Com as chaves (2) abertas e as chaves (1) fechadas, os capacitores são carregados. Na sequência, com as chaves (1) abertas e as chaves (2) fechadas, os capacitores são novamente descarregados e o processo se repete. Com a tensão no resistor R variando segundo o gráfico da figura, a carga transferida pelos capacitores em cada descarga é igual a



- A () $4,8 \times 10^{-2}\text{C}$ B () $2,4 \times 10^{-2}\text{C}$ C () $1,2 \times 10^{-2}\text{C}$ D () $0,6 \times 10^{-2}\text{C}$ E () $0,3 \times 10^{-2}\text{C}$

Questão 19. Uma bobina metálica circular de raio r , com N espiras e resistência elétrica R , é atravessada por um campo de indução magnética de intensidade B . Se o raio da bobina é aumentado de uma fração $\Delta r \ll r$, num intervalo de tempo Δt , e desconsiderando as perdas, a máxima corrente induzida será de

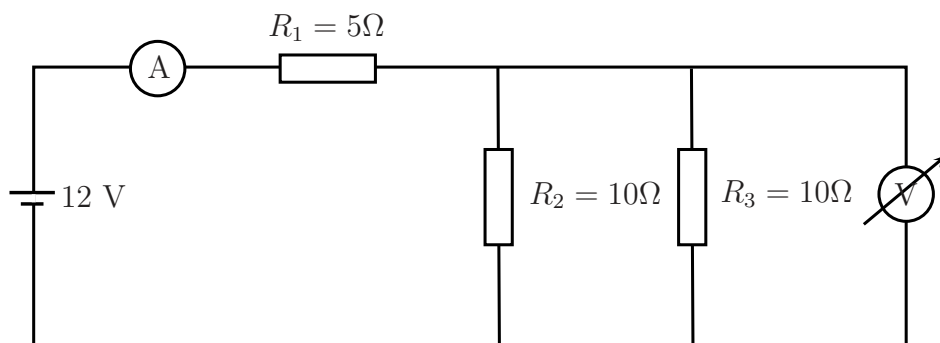
- A () $2\pi NBr\Delta r/(R\Delta t)$. D () $2\pi NBr\Delta r/(R^2\Delta t)$.
 B () $2\pi NBr\Delta r^2/(R\Delta t)$. E () $2\pi NBr\Delta r/(R\Delta t^2)$.
 C () $2\pi NB^2r\Delta r/(R\Delta t)$.

Questão 20. Enquanto em repouso relativo a uma estrela, um astronauta vê a luz dela como predominantemente vermelha, de comprimento de onda próximo a 600 nm. Acelerando sua nave na direção da estrela, a luz será vista como predominantemente violeta, de comprimento de onda próximo a 400 nm, ocasião em que a razão da velocidade da nave em relação à da luz será de

- A () $1/3$.
 B () $2/3$.
 C () $4/9$.
 D () $5/9$.
 E () $5/13$.

**As questões dissertativas, numeradas de 21 a 30,
devem ser desenvolvidas, justificadas e respondidas no caderno de soluções**

Questão 21. No circuito abaixo os medidores de corrente e tensão elétrica são reais, ou seja, possuem resistência interna. Sabendo-se que o voltímetro acusa 3,0 V e o amperímetro, 0,8 A, calcule o valor da resistência interna do voltímetro.



Questão 22. No tráfego, um veículo deve se manter a uma distância segura do que vai logo à frente. Há países que adotam a “regra dos três segundos”, vale dizer: ao observar que o veículo da frente passa por uma dada referência ao lado da pista, que se encontra a uma distância d , o motorista deverá passar por essa mesma referência somente após pelo menos três segundos, mantida constante sua velocidade v_0 . Nessas condições,

1. supondo que o veículo da frente pare instantaneamente, estando o de trás a uma distância ainda segura de acordo com a “regra dos três segundos”, calcule o tempo T da frenagem deste para que ele possa percorrer essa distância d , mantida constante a aceleração.
2. para situações com diferentes valores da velocidade inicial v_0 , esboce um gráfico do módulo da aceleração do veículo de trás em função dessa velocidade, com o veículo parando completamente no intervalo de tempo T determinado no item anterior.
3. considerando que a aceleração a depende principalmente do coeficiente de atrito μ entre os pneus e o asfalto. explique como utilizar o gráfico para obter o valor máximo da velocidade v_M para o qual a “regra dos três segundos” permanece válida. Sendo $\mu = 0,6$ obtenha este valor.

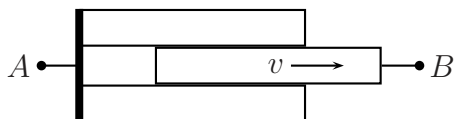
Questão 23. Um cilindro vertical de seção reta de área A_1 , fechado, contendo gás e água é posto sobre um carrinho que pode se movimentar horizontalmente sem atrito. A uma profundidade h do cilindro, há um pequeno orifício de área A_2 por onde escoa a água. Num certo instante a pressão do gás é p , a massa da água, M_a e a massa restante do sistema, M . Determine a aceleração do carrinho nesse instante mencionado em função dos parâmetros dados. Justifique as aproximações eventualmente realizadas.

Questão 24. Um dado instrumento, emitindo um único som de frequência f_0 , é solto no instante $t = 0$ de uma altura h em relação ao chão onde você, imóvel, mede a frequência f que a cada instante chega aos seus ouvidos. O gráfico resultante de $\frac{1}{f} \times t$ mostra uma reta de coeficiente angular $-3,00 \times 10^{-5}$. Desprezando a resistência do ar, determine o valor da frequência f_0 .

Questão 25. Dois garotos com patins de rodinhas idênticos encontram-se numa superfície horizontal com atrito e, graças a uma interação, conseguem obter a razão entre seus respectivos pesos valendo-se apenas de uma fita métrica. Como é resolvida essa questão e quais os conceitos físicos envolvidos?

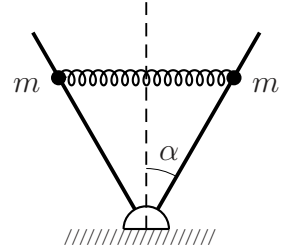
Questão 26. Considere uma garrafa térmica fechada contendo uma certa quantidade de água inicialmente a 20°C . Elevando-se a garrafa a uma certa altura e baixando-a em seguida, suponha que toda a água sofra uma queda livre de 42 cm em seu interior. Este processo se repete 100 vezes por minuto. Supondo que toda a energia cinética se transforme em calor a cada movimento, determine o tempo necessário para ferver toda a água.

Questão 27. Considere superpostas três barras idênticas de grafite com resistividade $\rho = 1,0 \times 10^{-4} \Omega \text{m}$, 15 cm de comprimento e seção quadrada com 2,0 cm de lado. Inicialmente as três barras tem as suas extremidades em contato com a chapa ligada ao contato A . Em seguida, a barra do meio desliza sem atrito com velocidade constante $v = 1,0 \text{ cm/s}$, movimentando igualmente o contato B , conforme a figura. Obtenha a expressão da resistência R medida entre A e B como função do tempo e esboce o seu gráfico.



Questão 28. Na ausência da gravidade e no vácuo, encontram-se três esferas condutoras alinhadas, A , B e C , de mesmo raio e de massas respectivamente iguais a m , m e $2m$. Inicialmente B e C encontram-se descarregadas e em repouso, e a esfera A , com carga elétrica Q , é lançada contra a intermediária B com uma certa velocidade v . Supondo que todos movimentos ocorram ao longo de uma mesma reta, que as massas sejam grandes o suficiente para se desprezar as forças coulombianas e ainda que todas as colisões sejam elásticas, Determine a carga elétrica de cada esfera após todas as colisões possíveis.

Questão 29. Um sistema mecânico é formado por duas partículas de massas m conectadas por uma mola, de constante elástica k e comprimento natural $2\ell_0$, e duas barras formando um ângulo fixo de 2α , conforme a figura. As partículas podem se mover em movimento oscilatório, sem atrito, ao longo das barras, com a mola subindo e descendo sempre na horizontal. Determine a frequência angular da oscilação e a variação $\Delta\ell = \ell_0 - \ell_1$, em que ℓ_1 é o comprimento da mola em sua posição de equilíbrio.



Questão 30. No circuito da figura o capacitor encontra-se descarregado com a chave A aberta que, a seguir, é fechada no instante t_1 , sendo que o capacitor estará totalmente carregado no instante t_2 . Desprezando a resistência da bateria V , determine a corrente no circuito nos instantes t_1 e t_2 .

