

INSTITUTO TECNOLÓGICO DA AERONÁUTICA

VESTIBULAR SIMULADO



PROVA DE FÍSICA

PROFESSOR ALEXANDRE CASTELO

JULHO DE 2017

INSTRUÇÕES

1. Esta prova tem duração de quatro horas.
2. Não é permitido deixar o local de exame antes de decorridas duas horas do início da prova.
3. Você poderá usar apenas lápis (ou lapiseira), caneta, borracha e régua. É proibido portar qualquer outro material escolar.
4. Esta prova é composta de 20 questões de múltipla escolha (numeradas de 01 a 20) e de 10 questões dissertativas (numeradas de 21 a 30).
5. As 20 questões de múltipla escolha correspondem a 50% do valor da prova e as questões dissertativas aos 50% restantes.
6. Você recebeu este caderno de questões e um caderno de soluções com duas folhas de rascunho. Verifique se o caderno de questões está completo.
7. Numere sequencialmente de 21 a 30, a partir do verso da capa, cada página do caderno de soluções. O número atribuído a cada página corresponde ao da questão a ser resolvida. Não escreva no verso da parte superior da capa (região sombreada) do caderno de soluções. As folhas centrais coloridas deverão ser utilizadas apenas como rascunho e, portanto, não devem ser numeradas e nem destacadas pelo candidato.
8. Cada questão de múltipla escolha admite uma única resposta.
9. As resoluções das questões dissertativas, numeradas de 21 a 30, podem ser feitas a lápis e devem ser apresentadas de forma clara, concisa e completa. Respeite a ordem e o espaço disponível no caderno de soluções. Sempre que possível, use desenhos e gráficos.
10. Antes do final da prova, você receberá uma folha de leitura óptica, destinada à transcrição das respostas das questões de 01 a 20. Usando caneta de tinta preta, assinale a opção correspondente à resposta de cada uma das questões de múltipla escolha. Você deve preencher todo o campo disponível para a resposta, sem extrapolar-lhe os limites, conforme instruções na folha de leitura óptica.
11. Cuidado para não errar no preenchimento da folha de leitura óptica. Se isso ocorrer, avise o fiscal, que lhe fornecerá uma folha extra com o cabeçalho devidamente preenchido.
12. Não haverá tempo suplementar para o preenchimento da folha de leitura óptica.
13. Na última página do caderno de soluções, existe uma reprodução da folha de leitura óptica, que deverá ser preenchida com um simples traço a lápis, durante a realização da prova.
14. A não devolução do caderno de soluções, do caderno de questões ou da folha de leitura óptica implicará a desclassificação do candidato.
15. Somente os candidatos que permanecerem na sala até o final das quatro horas de prova estão autorizados a levar o caderno de questões.
16. Aguarde o aviso para iniciar a prova. Ao termina-la, avise o fiscal e aguarde-o no seu lugar.

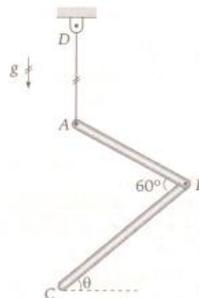
Caso necessário use os seguintes dados:

Constante eletrostática do vácuo: $K = 9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$. Constante de Planck: $h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$. Massa do elétron: $m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$. Carga elementar: $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$. Velocidade da luz no vácuo: $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$.

01. A distância característica abaixo, da qual os efeitos quânticos gravitacionais se tornam significantes, chamada de **comprimento de Planck**, pode ser determinada através de uma combinação adequada das constantes físicas: G = constante da gravitação Universal, h = constante de Planck, c = velocidade da luz no vácuo. Qual das alternativas abaixo corresponde ao comprimento de Planck?

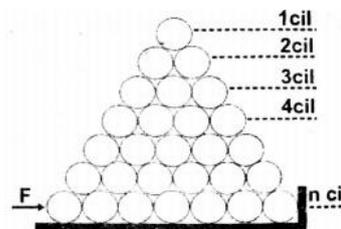
- A () $G \cdot h \cdot c$
 B () $G \cdot h^2 \cdot c^3$
 C () $G^2 \cdot h \cdot c$
 D () $G^{1/2} \cdot h^2 \cdot c$
 E () $\sqrt{\frac{G \cdot h}{c^3}}$

02. Duas barras homogêneas AB e BC, de materiais e seções transversais iguais, se encontram unidas por seus extremos e em repouso, formando um ângulo de 60° . Sendo $L_{BC} = 2L_{AB}$, determine a medida do ângulo θ .



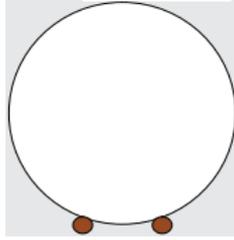
- A () $\theta = \arctan\left(\frac{\sqrt{3}}{4}\right)$
 B () $\theta = \arctan\left(\frac{\sqrt{3}}{5}\right)$
 C () $\theta = \arctan\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$
 D () $\theta = 45^\circ$
 E () $\theta = 30^\circ$

03. Um sistema é composto por n filas de cilindros idênticos. O peso de cada cilindro vale W e eles estão dispostos formando um triângulo equilátero, como mostra a figura. Determine o menor valor da força F capaz de manter o sistema em equilíbrio. Despreze os atritos.



- A () $\frac{W}{2}(n-1)\sqrt{3}$
 B () $\frac{W}{2}(n-1)\sqrt{2}$
 C () $\frac{W}{6}(n-1)\sqrt{3}$
 D () $\frac{W}{2}n\sqrt{3}$
 E () $\frac{W}{2}n\sqrt{2}$

04. Uma esfera de raio r está rolando horizontalmente sem escorregar em dois trilhos paralelos colocados a uma distância $r/2$ (no diagrama a esfera está rolando perpendicularmente ao plano da página). Um determinado ponto da esfera tem a máxima velocidade instantânea em relação à Terra. Sabendo que o centro de massa da esfera tem uma velocidade v , podemos afirmar que essa velocidade máxima é igual a

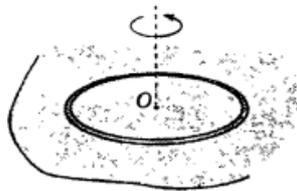


- A () $2v$
 B () $\frac{\sqrt{15}}{4}v$
 C () $\frac{\sqrt{10}}{2}v$
 D () $\left(\frac{15+4\sqrt{15}}{15}\right)v$
 E () $\left(\frac{5+2\sqrt{10}}{5}\right)v$

05. Um pedaço de fio de arame é dobrado na forma de uma parábola $y = kx^2$ (eixo y vertical) com um cordão de massa m nele. O cordão pode deslizar sobre o fio sem atrito. O cordão se encontra no ponto mais baixo da parábola quando o fio se encontra em repouso. O fio é agora acelerado paralelamente ao eixo x com uma aceleração constante a . A distância da nova posição de equilíbrio do cordão, em que o cordão pode ficar em repouso em relação ao fio, a partir do eixo y é

- A () a/gk
 B () $a/2gk$
 C () $2a/gk$
 D () $a/4gk$
 E () $4a/gk$

06. Um fino aro feito de um material elástico tem uma massa m e um raio r . Faz-se girar o aro ao redor do eixo mostrado na figura até adquirir uma velocidade angular ω . Qual é o novo raio do aro? Considere a constante elástica do aro igual a K .



- A () $\frac{2Kr}{2\pi^2K - m\omega^2}$
 B () $\frac{\pi Kr}{\pi^2K - 2m\omega^2}$
 C () $\frac{\pi^3Kr}{2\pi^2K - m\omega^2}$
 D () $\frac{4\pi^2Kr}{4\pi^2K - m\omega^2}$
 E () $\frac{\pi^2Kr}{4\pi^2K - 2m\omega^2}$

07. A figura a seguir mostra três esferas inseridas num arame muito comprido e liso. Sendo a velocidade inicial da esfera menor igual a v , qual a velocidade das outras quando deixam de produzir choques? Considere $M \gg m$ e que os choques são elásticos.

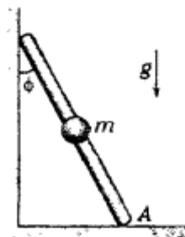


- A () $v \sqrt{\frac{8m}{M}}$
- B () $v \sqrt{\frac{4m}{M}}$
- C () $v \sqrt{\frac{2m}{M}}$
- D () $v \sqrt{\frac{m}{2M}}$
- E () $v \sqrt{\frac{m}{5M}}$

08. Um bloco cúbico altamente rígido A de pequena massa M e lado L é fixado de forma rígida a um outro bloco B cúbico com as mesmas dimensões e de baixo módulo de rigidez η tal que a face inferior de A cobre completamente a face superior B. A face inferior de B é mantida rigidamente sobre uma superfície horizontal. Uma pequena força F é aplicada perpendicularmente a uma das faces de A. Depois que a força é retirada, o bloco A executa pequenas oscilações cujo período de tempo é dado por:

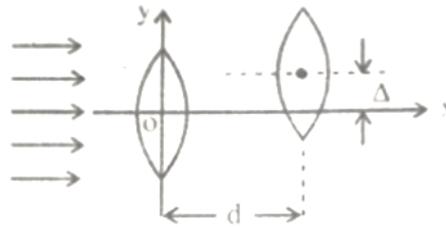
- A () $2\pi \sqrt{M\eta L}$
- B () $2\pi \sqrt{\frac{M\eta}{L}}$
- C () $2\pi \sqrt{\frac{ML}{\eta}}$
- D () $2\pi \sqrt{\frac{M}{\eta L}}$
- E () $2\pi \sqrt{\frac{\eta}{ML}}$

09. Na figura se mostra uma pequena esfera aderida ao ponto médio de uma barra de comprimento L . Se o extremo A se translada com velocidade v para o instante em que $\Phi = 45^\circ$, determine o valor da força que a barra faz sobre a esfera nesse instante.



- A () $m \left(g - \frac{v^2}{L\sqrt{2}} \right)$
- B () $m \left(g - \frac{v^2}{L} \right)$
- C () $m \left(g - \frac{2v^2}{L} \right)$
- D () $m \left(g - \frac{v^2\sqrt{2}}{L} \right)$
- E () $m \left(g - \frac{v^2\sqrt{2}}{2L} \right)$

10. Duas lentes convergentes delgadas de distâncias focais f_1 e f_2 são separadas horizontalmente por uma distância d (onde $d < f_1$, $d < f_2$) e seus centros estão separados por uma distância vertical Δ como mostra a figura.



Tendo a origem das coordenadas O no centro da primeira lente, as coordenadas x e y do ponto focal do sistema de lentes, para um feixe paralelo de raios que vêm da esquerda são dadas por:

A () $x = \frac{f_1 f_2}{f_1 + f_2}, y = \Delta$

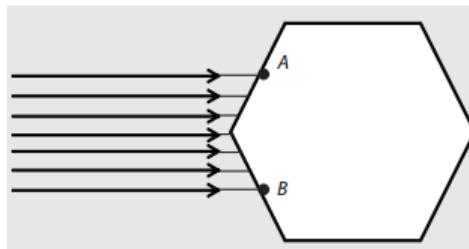
B () $x = \frac{f_1(f_2 + d)}{f_1 + f_2 - d}, y = \frac{\Delta}{f_1 + f_2}$

C () $x = \frac{f_1 f_2 + d(f_1 - d)}{f_1 + f_2 - d}, y = \frac{\Delta(f_1 - d)}{f_1 + f_2 - d}$

D () $x = \frac{f_1 f_2 + d(f_1 - d)}{f_1 + f_2 - d}, y = 0$

E () $x = \frac{f_1 f_2}{f_1 + f_2}, y = \frac{\Delta}{f_1 + f_2}$

11. Um feixe paralelo de luz monocromática atinge um prisma transparente. A seção transversal do prisma é um hexágono regular. O feixe é paralelo às faces "superior" e "inferior" do prisma, e os pontos A e B na figura são os pontos médios das arestas correspondentes. Após a refração, dois feixes paralelos separados de luz emergem do prisma. Qual é o mínimo índice de refração do material do prisma que permite esse efeito?



A () $n = \frac{\sqrt{2}}{2}$

B () $n = \frac{\sqrt{3}}{2}$

C () $n = \frac{\sqrt{6}}{3}$

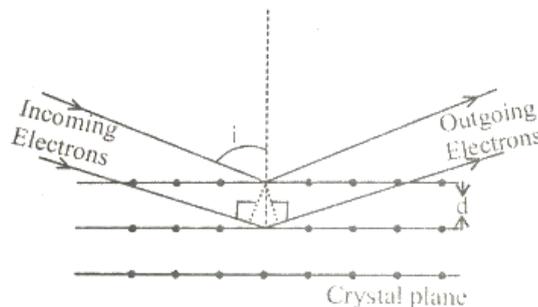
D () $n = \frac{\sqrt{10}}{3}$

E () $n = \frac{\sqrt{13}}{2}$

12. Um relógio de pêndulo é constituído por um fio metálico e uma pequena esfera que oscila com pequena amplitude. Esse relógio adianta 5 s por dia a uma temperatura de 15 °C e atrasa 10 s por dia a 30 °C. Determine o coeficiente de dilatação do metal do pêndulo. Se necessário use a seguinte aproximação: $(1 \pm x)^n = 1 \pm nx$ quando $x \ll 1$.

- A () $1,7 \cdot 10^5 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- B () $2,0 \cdot 10^5 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- C () $2,3 \cdot 10^5 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- D () $2,5 \cdot 10^5 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- E () $2,7 \cdot 10^5 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

13. As propriedades ondulatórias dos elétrons implicam que eles vão mostrar efeitos de difração. Davisson e Germer demonstraram isso através da difração de elétrons a partir de cristais. A lei que rege a difração de um cristal é obtida ao exigir que as ondas de elétrons refletidas a partir dos planos de átomos em um cristal devem interferir de forma construtiva (ver figura).



Elétrons acelerados por um potencial V são difratados em um cristal. Se $d = 1 \text{ \AA}$ e $i = 30^\circ$, V deve ser cerca de:

- A () 2000 V
- B () 50 V
- C () 500 V
- D () 1000 V
- E () 1500 V

14. Um gás ideal é encerrado num recipiente cilíndrico vertical e suporta um pistão movendo-se livremente de massa M . A massa do êmbolo e o cilindro tem a mesma área de secção transversal A . A pressão atmosférica é igual P_0 e, quando o êmbolo está em equilíbrio, o volume do gás é V_0 . A gravidade local vale g . O pistão é agora deslocado ligeiramente a partir da sua posição de equilíbrio. Sendo γ o expoente de Poisson para o gás, considerando $Mg/A \ll P_0$ e partindo do princípio de que o sistema está isolado termicamente de seu entorno, podemos afirmar que a frequência de oscilação do pistão é igual a:

- A () $f = \frac{A}{2\pi} \sqrt{\frac{2P_0\gamma}{V_0M}}$
- B () $f = \frac{A}{2\pi} \sqrt{\frac{3P_0\gamma}{2V_0M}}$
- C () $f = \frac{A}{2\pi} \sqrt{\frac{P_0M}{V_0\gamma}}$
- D () $f = \frac{A}{2\pi} \sqrt{\frac{2V_0\gamma}{3P_0M}}$
- E () $f = \frac{A}{2\pi} \sqrt{\frac{P_0\gamma}{V_0M}}$

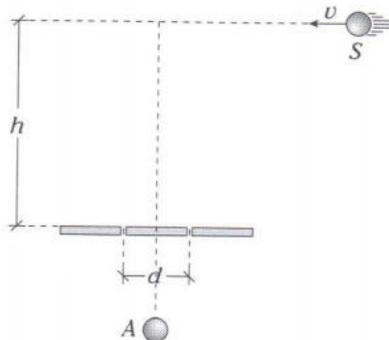
15. Depois que fótons de comprimento de onda 520 nm incidem num metal, os fotoelétrons ejetados são desviados em um arco circular de raio igual a 25 cm, devido à presença de um campo magnético homogêneo. Sendo a função trabalho do metal igual a 2,24 eV, a intensidade do campo magnético é mais próxima de:

- A () 5,2 μT
- B () 6,5 μT
- C () 7,4 μT
- D () 8,6 μT
- E () 9,1 μT

16. Duas cargas pontuais iguais são fixas em $x = -a$ e $x = +a$ no eixo x . Outra carga pontual Q é colocada na origem. A alteração na energia potencial elétrica de Q quando este é deslocado por uma pequena distância x ao longo do eixo x é aproximadamente proporcional a:

- A () x
- B () x^2
- C () x^3
- D () $1/x$
- E () $1/x^2$

17. Dois pequenos orifícios se encontram separados por uma distância d . A uma certa altura h de ambos orifícios se encontra uma fonte pontual de luz S movendo-se uniformemente. Um receptor de luz A , que se encontra no plano do sistema registra a intensidade da luz, a qual varia periodicamente. Se a frequência de oscilação de intensidade é $f = 15$ Hz, o comprimento de onda da luz é $\lambda = 600$ nm, $d = 2$ mm e $h = 1$ m, podemos afirmar que a velocidade com que se move a fonte é:

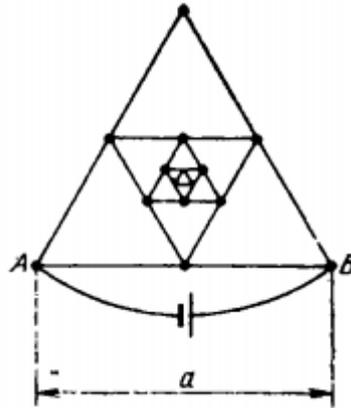


- A () 1,5 mm/s
- B () 2,5 mm/s
- C () 3,5 mm/s
- D () 4,5 mm/s
- E () 5,0 mm/s

18. Ar em um tubo fechado numa extremidade vibra em ressonância com um diapasão cujas frequências são 210 e 350 vibrações/s, quando a temperatura é de 20 °C. Considerando que a velocidade do som no ar a 0 °C é 33150 cm/s, determine o comprimento L do tubo.

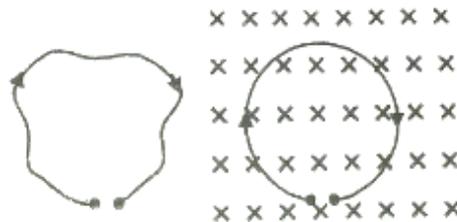
- A () 122,65 cm
- B () 125,40 cm
- C () 128,85 cm
- D () 130,20 cm
- E () 132,75 cm

19. Determinar resistência R_{eq} entre os pontos A e B da armação de arame fina homogênea, assumindo que o número de triângulos equiláteros incorporados sucessivamente (com lados que diminuem pela metade) tende para o infinito. O lado AB é igual a a e a resistência por unidade de comprimento do fio é ρ .



- A () $R_{eq} = \frac{\rho a R(\sqrt{2}-1)}{4}$
- B () $R_{eq} = \frac{\rho a R(\sqrt{2}-1)}{3}$
- C () $R_{eq} = \frac{\rho a R(\sqrt{5}-1)}{2}$
- D () $R_{eq} = \frac{\rho a R(\sqrt{3}-1)}{2}$
- E () $R_{eq} = \frac{\rho a R(\sqrt{7}-1)}{3}$

20. Um arame fino flexível de comprimento L está ligado a dois pontos fixos adjacentes e transporta uma corrente I na direção dos ponteiros do relógio, como mostrado na figura. Quando o sistema é colocado num campo magnético uniforme de intensidade B , indo para dentro do plano do papel, o fio adquire a forma de um círculo. Nesse instante a tensão no fio é dada por:

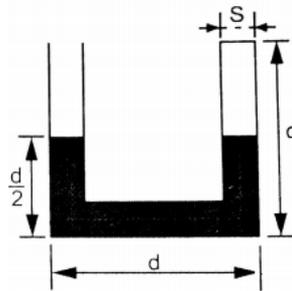


- A () IBL
- B () IBL / π
- C () $IBL / 2\pi$
- D () $IBL / 4\pi$
- E () $IBL / 2$

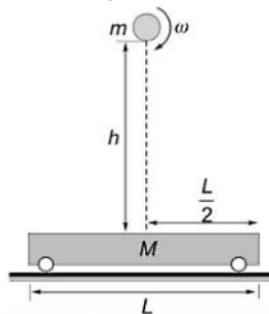
**As questões dissertativas, numeradas de 21 a 30,
devem ser resolvidas no caderno de soluções**

21. Átomos de boro de número de massa $A = 10$ e um feixe de partículas não identificadas, que se deslocam em sentidos opostos com velocidades de mesmo módulo (não relativísticas), são feitas a colidir no interior de um acelerador de íons. O ângulo máximo de espalhamento dos átomos de boro é de 30° . Que tipo de partículas constitui esse feixe? Justifique apresentando os cálculos.

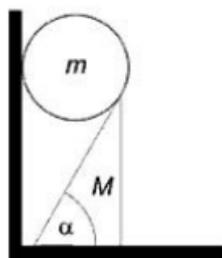
22. Um tubo em U fino e fechado em uma extremidade possui as partes verticais preenchidas com mercúrio até uma altura correspondente à metade da altura d do tubo. Todo o mercúrio pode ser expulso de dentro do tubo aquecendo-se lentamente o gás confinado na extremidade fechada do tubo, sendo que o gás está isolado do ar atmosférico pelo mercúrio. Determine o trabalho realizado pelo gás, nesse processo de expulsão de todo o mercúrio, se a pressão atmosférica vale P_0 , a densidade do mercúrio vale ρ_{merc} , a seção transversal do tubo tem área S e a gravidade local vale g .



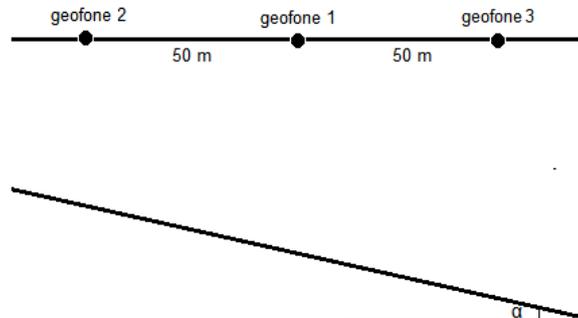
23. Uma esfera sólida e rígida de massa $m = 80 \text{ kg}$ e raio $R = 0,2 \text{ m}$ gira sobre um eixo horizontal com uma velocidade angular ω e, em seguida, é deixada cair sem uma velocidade inicial sobre um carrinho estacionário de massa $m = 200 \text{ kg}$, a partir de uma altura de $h = 1,25 \text{ m}$. Ela atinge o carro exatamente no centro (o eixo longitudinal do carrinho encontra-se no plano da rotação). O carrinho pode rolar suavemente e a colisão é perfeitamente elástica. A esfera se mantém deslizando ao longo de todo o período de duração da colisão. O coeficiente de atrito cinético entre a esfera e o carro é $\mu = 0,1$. Qual é o comprimento mínimo do carro para que a esfera volte a cair sobre ele após a colisão? Use $g = 10 \text{ m/s}^2$



24. Uma esfera de massa m é colocada entre uma parede vertical e uma cunha de massa M e ângulo α de forma que a esfera toca a cunha tangenciando o ponto mais alto da mesma, como mostra a figura. A cunha está inicialmente em repouso num plano horizontal e todos os atritos podem ser desprezados. Calcule a razão M/m para que a cunha não se incline depois que a esfera é solta.



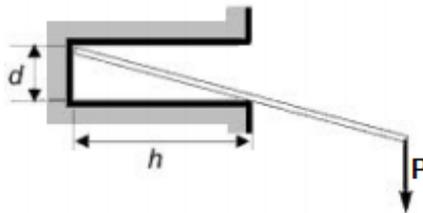
25. Debaixo da camada superior horizontal que cobre o solo com uma rocha homogênea, há uma outra placa de rocha inclinada de diferente densidade e composição. As ondas sísmicas geradas por uma explosão na superfície da terra são detectadas em três locais diferentes, com a ajuda de geofones. O primeiro geofone é colocado no local da explosão, e ele detecta as ondas sísmicas refletidas 0,2 s depois da explosão. O segundo geofone está a 50 m a oeste e o terceiro está a 50 m a leste do local da explosão. O segundo geofone detecta as ondas refletidas 0,26 s depois da explosão, enquanto o terceiro detector sísmico, depois de 0,34 s.



- Determinar a velocidade de propagação das ondas sísmicas na rocha da camada superior.
- Determinar a distância do local da explosão à placa de rocha inclinada.
- Determinar o ângulo de inclinação α da placa de rocha em relação à direção leste-oeste.

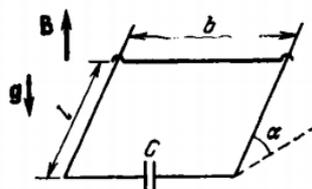
26. Para encontrar a razão C_p / C_v de um gás, usa-se por vezes o método a seguir. Uma certa quantidade de gás com uma temperatura inicial T_0 , pressão P_0 e volume V_0 é aquecido por uma corrente que flui através de um fio de platina por um tempo t . O experimento é feito duas vezes: primeiro com um volume constante V_0 , com a mudança de pressão de P_0 a P_1 e, em seguida, a uma pressão P_0 constante, com o volume mudando de V_0 a V_1 . O tempo t é o mesmo em ambas as experiências. Encontre a razão C_p / C_v . O gás deve ser considerado ideal.

27. Um orifício de profundidade $h = 6$ cm e diâmetro $d = 2$ cm é perfurado em uma parede. Uma haste fina de massa desprezível é então colocada no orifício, como mostrado. O coeficiente de atrito é $\mu = 0,2$. Qual é o comprimento mínimo x da haste para que ela possa ser usada como um cabide?



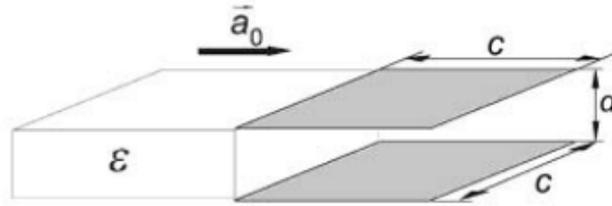
28. Um satélite é lançado da superfície de um planeta de massa M e raio R com uma velocidade inicial v_0 sob um ângulo de 60° com a horizontal. O satélite alcança uma distância máxima igual a $5R/2$ do centro do planeta. Sendo G a constante de gravitação universal, calcule v_0 .

29. Um condutor metálico de massa m pode deslizar sem atrito ao longo de dois trilhos de metal paralelos que formam um ângulo α com a horizontal e que estão separados por uma distância b . Os trilhos estão conectados entre si na extremidade inferior por um capacitor descarregado de capacitância C e o sistema inteiro está imerso em um campo de indução magnético vertical para cima de módulo B . No instante inicial, o condutor é mantido a uma distância L da base do trilho.



Determine o tempo t que o condutor, após ser solto, leva para atingir a base do trilho. Determine também sua velocidade v_f na base. A resistência dos trilhos e do condutor podem ser desprezadas.

30. Um capacitor de placas paralelas consiste de um par de placas quadradas com lados c que estão separadas por uma distância d . O capacitor é ligado a um gerador de tensão constante U . O espaço entre as placas, inicialmente, é vácuo. Um material isolante com uma permissividade elétrica ϵ é inserido entre as placas com uma aceleração constante a_0 , como mostrado na figura, até preencher totalmente o espaço entre as placas do capacitor. O isolante é inserido a partir do repouso. A permissividade elétrica do vácuo é ϵ_0 .



- Calcule os valores da carga máxima armazenada pelo capacitor e da corrente máxima de carga.
- Esboce os gráficos da carga em função do tempo e da corrente de carga em função do tempo.