

6) (IME-95) Considere um reservatório cheio de água com 20 metros de profundidade, cuja única vazão será feita através de um balde com capacidade máxima de 2 litros. A cada balde com água que sai do reservatório vibra-se, em sua borda, um diapasão cuja frequência é de 170 Hz. Sabendo que após o vigésimo balde com água, escuta-se um reforço no som e que o consumo diário é de 160 litros, determine após quantos dias o reservatório irá secar.
 Dados: Velocidade do som no ar $\approx 340 \text{ ms}^{-1}$

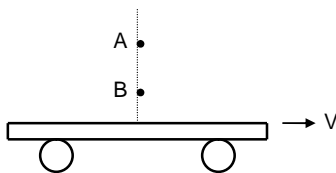
7) (IME-95) Em uma fábrica de bombons, tabletes de balas caem continuamente sobre o prato de uma balança, que originariamente indicava leitura nula. Eles caem de uma altura de 1,8 m à razão de 6 por segundo.
 Determine a leitura da escala da balança, ao fim de 10s, sabendo que cada tablete tem massa de 10g e as colisões são completamente inelásticas.

NOTA: Despreze a resistência do ar.
 Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$

8) (IME-95) Um objeto, feito de uma liga de ouro e prata com massa de 400 gramas é imerso em óleo, cuja massa específica vale $0,8 \text{ kg/dm}^3$. Observa-se uma perda aparente de peso correspondente a 25g de massa.
 Determine o percentual de ouro e de prata usado na liga, sabendo-se que a massa específica do ouro é de 20 g/cm^3 e a da prata é de 10 g/cm^3 .

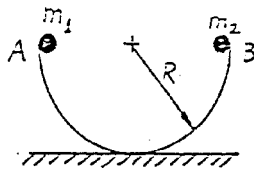
9) (IME-95) Uma bola de borracha de massa m e raio R é submersa a uma profundidade h em um líquido de massa específica ρ .
 Determine a expressão da altura, acima do nível do líquido que a bola atingirá ao ser liberada.
 OBS.: Desprezar as resistências da água e do ar e a possível variação volumétrica da bola.

10) (IME-95) De dois pontos A e B situados sobre a mesma vertical, respectivamente, a 45 metros e 20 metros do solo, deixa-se cair no mesmo instante duas esferas, conforme mostra a figura abaixo. Uma prancha se desloca no solo, horizontalmente, com movimento uniforme. As esferas atingem a prancha em postos que distam 2,0 metros. Supondo a aceleração local da gravidade igual a 10 m/s^2 e desprezando a resistência do ar, determine a velocidade da prancha.



IME - 1996

1. (IME-96) A figura mostra um hemisfério ôco e liso, cujo plano equatorial é mantido fixo na horizontal.

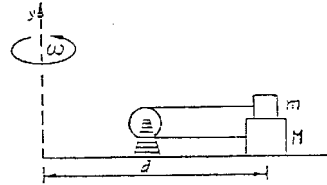


Duas partículas de massas m_1 e m_2 são largadas no mesmo instante, de dois pontos diametralmente oposto, A e B, situados na borda do hemisfério. As partículas chocam-se e, após o choque m_1 sobe até uma altura h_1 e m_2 sobe até uma altura h_2 . Determine o coeficiente de restituição do choque.
 Sabe-se que $h_1 = R/2$ e $h_2 = R/3$, onde R é o raio do hemisfério.

2) (IME-96) Uma mesa giratória tem velocidade angular constante ω , em torno do eixo y . Sobre esta mesa encontram-se dois blocos, de massas m e M , ligados por uma corda inelástica que passa por uma roldana fixa à mesa, conforme a figura abaixo.

Considerando que não existe atrito entre a massa e o bloco M , determine o coeficiente de atrito mínimo entre os dois blocos para que não haja movimento relativo entre eles.

Considere d a distância dos blocos ao eixo da rotação. Despreze as massas da roldana e da corda.



3) (IME-96) Um corpo recebe 40 Joules de calor de um outro corpo e rejeita 10 Joules para um ambiente. Simultaneamente, o corpo realiza um trabalho de 200 Joules. Estabeleça, baseado na primeira lei da termodinâmica, o que acontece com a temperatura do corpo em estudo.

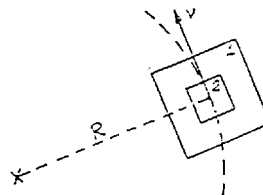
4) (IME-96) Um balão esférico de raio 3 metros deve ser inflado com um gás ideal proveniente de um cilindro. Admitindo que o processo ocorra isotermicamente, que o balão esteja inicialmente vazio e que a pressão final do conjunto cilindro-balão seja a atmosférica, determine:

- a) o trabalho realizado contra a atmosfera durante o processo.
- b) o volume do cilindro.

Dados: pressão atmosférica: $1 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

pressão inicial do cilindro: $125 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ $\pi = 3,1$

5) (IME-96) De acordo com a figura abaixo, o veículo 1, de massa total M , descreve uma trajetória circular de raio R , com uma velocidade tangencial e constante v .



Estabeleça a possibilidade do veículo 1 ser considerado como um referencial inercial para o movimento do veículo 2 no seu interior.

6) (IME-96) Um feixe de luz branca, cujos comprimentos de onda estão no intervalo de 4000 \AA a 7000 \AA , incide perpendicularmente em uma rede de difração de 8000 linhas/cm .
 Determine o número de ordens de interferência para todo o espectro visível possíveis de ocorrer em um anteparo paralelo à rede de difração.

7) (IME-96) A frequência fundamental de um tubo de órgão aberto nas duas extremidades é 300 Hz. Quando o ar no interior do tubo é substituído por hidrogênio e uma das extremidades é fechada, a frequência fundamental aumenta para 582 Hz.
 Determine a relação entre a velocidade do som no hidrogênio e a velocidades do som no ar.

8) (IME-96) Uma esfera de plástico, maciça, é eletrizada, ficando com uma densidade de carga superficial $\sigma = + 0,05$ Coulombs/m². Em consequência, se uma carga puntiforme $q = + 1 \mu$ Coulomb fosse colocada exteriormente a 3 metros do centro da esfera, sofreria uma repulsão de 0,02 π Newtons.

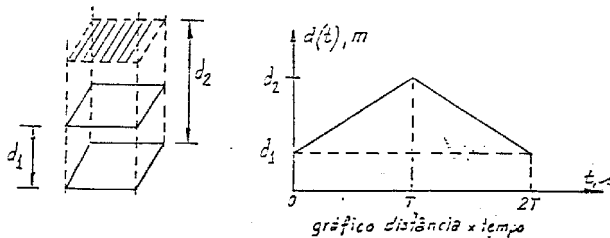
A esfera é descarregada e cai livremente de uma altura de 750 metros, adquirindo 30 fim da queda uma energia de 0,009 π Joules.

Determine a massa específica do plástico da esfera.

Dado: aceleração da gravidade: $g = 10$ m/s²

9)(IME-96) Um capacitor de placas paralelas está carregado com $+ 1 \mu$ Coulomb, havendo entre as placas uma distância de d_1 metros. Em certos instante, uma das placas é afastada da outra, em movimento uniforme, e, mantendo-a paralela e em projeção ortogonal à placa fixa, faz-se a distância entre elas variar conforme o gráfico abaixo, sendo d_2 o máximo afastamento. Esboce os gráficos da tensão $v(t)$ e da carga $q(t)$ no capacitor, entre 0 e 2T segundos.

Dados: capacitância em $t = 0$: 1 μ F, área de cada placa: A m²



10) (IME-96) No circuito representado abaixo, o amperímetro A, ideal indica $I = 2A$. Determine:

a) o valor da resistência R;

b) a quantidade de calor desenvolvida em R_5 , num intervalo de tempo igual a 10 minutos.

Dados:

Bateria 1: fem $E_1 = 9$ V; resistência interna $r_1 = 1,5 \Omega$

Bateria 2: fem $E_2 = 3$ V; resistência interna $r_2 = 0,5 \Omega$

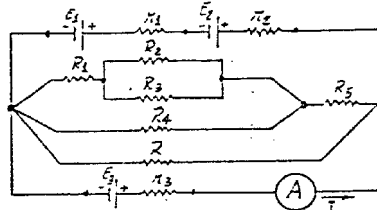
Bateria 3: fem $E_3 = 12$ V; resistência interna $r_3 = 2 \Omega$

$R_1 = 2 \Omega$

$R_2 = R_3 = 4 \Omega$

$R_4 = 12 \Omega$

$R_5 = 1 \Omega$



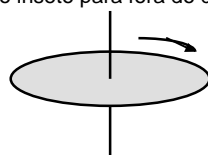
IME - 1997

1) (IME-97) Suponha que a velocidade de propagação v de uma onda sonora dependa somente de pressão P e da massa específica do meio μ , de acordo com a expressão: $v = P \times \mu^y$

Use a equação dimensional para determinar a expressão da velocidade do som, sabendo-se que não existe constante adimensional entre estas grandezas.

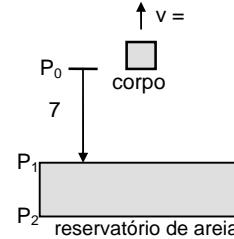
2) (IME-97) Um disco rotativo paralelo ao solo é mostrado na figura. Um inseto de massa $m = 1,0g$ está pousado no disco a 12,5 cm do eixo de rotação. Sabendo-se que o coeficiente de atrito estático do inseto com a superfície do disco é $\mu_e = 0,8$, determine qual o valor mínimo da velocidade angular, em rpm (rotações por minuto), necessário para arremessar o inseto para fora do disco.

Dado: $g = 10$ m/s²

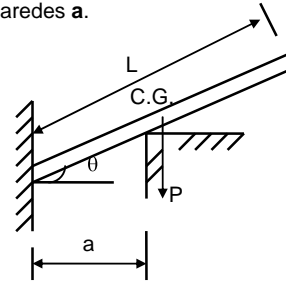


3) (IME-97) Um corpo de 4kg é puxado para cima por uma corda com a velocidade constante igual a 2 m/s. Quando atinge a altura de 7m em relação ao nível da areia de um reservatório, a corda se rompe, o corpo cai e penetra no reservatório de areia, que proporciona uma força constante de atrito igual a 50 N. É verificado que o corpo leva 4s dentro do reservatório até atingir o fundo. Faça um esboço gráfico da velocidade do corpo em função do tempo, desde o instante em que a corda se rompe (P_0) até atingir o fundo do reservatório (P_2), indicando os valores para os pontos P_0 , P_1 e P_2 , sendo P_1 o início do reservatório.

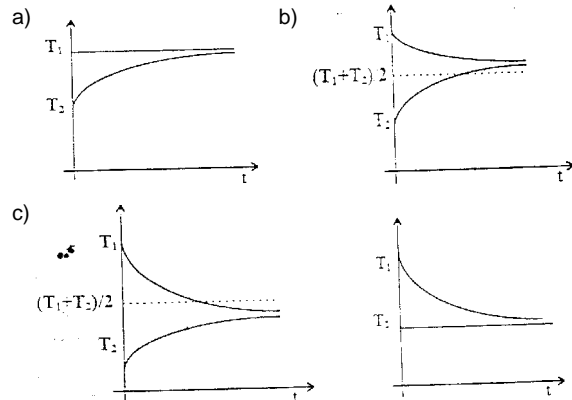
Dado: $g = 10$ m/s²



4) (IME-97) Uma barra uniforme e homogênea de peso P , tem seu centro de gravidade (C.G.) na posição indicada na figura abaixo. A única parede considerada com atrito é aquela na qual a extremidade esquerda da barra está apoiada. O módulo da força de atrito F_{at} é igual ao peso da barra. Determine o valor do ângulo θ na posição de equilíbrio, em função do comprimento da barra L e da distância entre as paredes a .



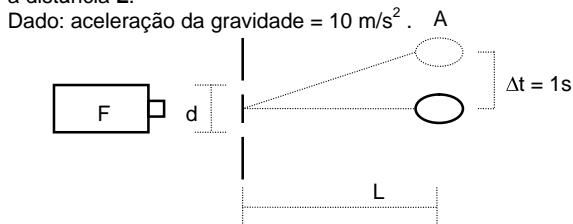
5) (IME-97) Dois corpos, cujas temperaturas iniciais valem T_1 e T_2 , interagem termicamente ao longo do tempo e algumas das possíveis evoluções são mostradas nos gráficos abaixo. Analise cada uma das situações e discorra a respeito da situação física apresentada, procurando, caso procedente, tecer comentários acerca dos conceitos de reservatório térmico e capacidade térmica. Fundamente, sempre que possível, suas afirmações na Primeira Lei da Termodinâmica.



6) (IME-97) Afinando um instrumento de cordas, um músico verificou que uma das cordas estava sujeita a uma força de tração de 80 N e que ao ser dedilhada, vibrava com uma frequência 20 Hz abaixo da ideal. Sabendo-se que a parte vibrante da corda tem 100 cm de comprimento, 0,5 g de

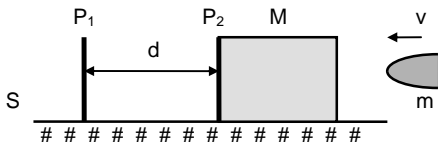
massa e que deve ser afinada no primeiro harmônico, determine a força de tração necessária para afinar a corda.

7) (IME-97) Na figura abaixo, a partícula **A**, que se encontra em queda livre, passa pelo primeiro máximo de interferência com velocidade de 5m/s e, após um segundo, atinge o máximo central. A fonte de luz **F** é monocromática com comprimento de onda de 5000 Angstroms e a distância **d** entre os centros da fenda dupla é igual a 10^{-6} m. Calcule a distância **L**.



8) (IME-97) Na figura abaixo, as placas metálicas **P₁** e **P₂** estão inicialmente separadas por uma distância $d = 12$ cm. A placa **P₁** está fixada na superfície plana **S** e a placa **P₂** está colocada na face de um cubo de madeira de massa **M**, que pode deslizar sem atrito sobre **S**. A capacitância entre as placas é de $6\mu\text{F}$. Dispara-se um tiro contra o bloco de madeira com uma bala de massa **m**, ficando a bala encravada no bloco. Oito milissegundos após o impacto, a capacitância iguala-se a $9\mu\text{F}$. Determine a velocidade da bala antes do impacto. (Despreze a resistência do ar e a massa de **P₂**).

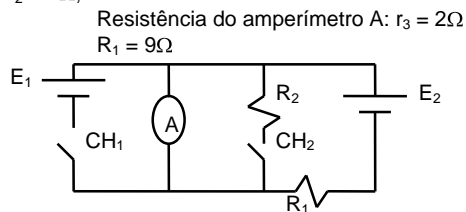
Dados: $M = 600\text{g}$; $m = 6\text{g}$



9) (IME-97) No circuito da figura abaixo, as chaves **CH₁** e **CH₂** estão abertas e o amperímetro **A** indica que existe passagem de corrente. Quando as duas chaves estão fechadas, a indicação do amperímetro **A** não se altera. Determinar:

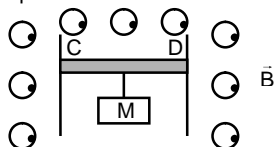
- O valor da resistência **R₂**;
- a potência dissipada por efeito Joule na resistência **R₂** quando **CH₁** e **CH₂** estão fechadas.

Dados: Bateria 1: fem $E_1 = 12\text{V}$; resistência interna $r_1 = 1\Omega$;
Bateria 2: fem $E_2 = 12\text{V}$; resistência interna $r_2 = 1\Omega$;



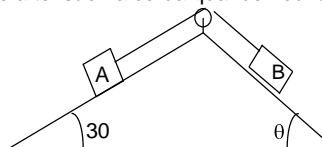
10) (IME-97) Considere uma barra condutora reta (**CD**) com um corpo de massa **M** a ela ligada, imersa em uma região com um campo magnético uniforme \vec{B} , podendo se mover apoiada em dois trilhos condutores verticais e fixos. O comprimento da barra é igual a 500 mm e o valor do campo é igual a 2T. Determine a massa (conjunto corpo + barra) que permitirá o equilíbrio dos sistema quando uma corrente igual a 60A circular na barra.

Dados: Aceleração da gravidade $g = 10\text{m/s}^2$;
Despreze o atrito entre a barra e os trilhos.



IME – 1998

1. (IME-98) Na figura a seguir os objetos **A** e **B** pesam, respectivamente, 40 N e 30 N e estão apoiados sobre planos lisos, ligados entre si por uma corda inextensível, sem peso, que passa por uma polia sem atrito. Determinar o ângulo θ e a tensão na corda quando houver equilíbrio.

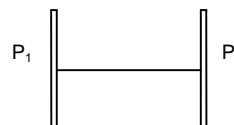


2. (IME-98) Entre duas placas metálicas paralelas e que constituem um capacitor de capacitância $C = 0,08\mu\text{F}$, coloca-se esticado um fio de náilon que vibra na frequência fundamental $f_1 = 100\text{Hz}$.

Retira-se o fio, altera-se a distância entre as placas e coloca-se entre elas um outro fio de náilon, com as mesmas propriedades físicas do primeiro, porém de comprimento tal que, agora, a frequência fundamental de vibração seja $f_2 = 250\text{Hz}$.

Sabendo que as placas permanecem sempre carregadas com $Q = 2\mu\text{C}$, determine a tensão elétrica entre elas na segunda distância da experiência.

OBS: Não considere o efeito dielétrico do fio de náilon.



3. (IME-98) Considere um calorímetro no qual existe uma certa massa de líquido. Para aquecer o conjunto líquido-calorímetro de 30°C para 60°C são necessários $Q_1\text{J}$. Por outro lado, $Q_2\text{J}$ elevam de 40°C para 80°C o calorímetro juntamente com o triplo da massa do líquido.

- Determine a capacidade térmica do calorímetro nas seguintes situações :
 $Q_1 = 2000\text{J}$, $Q_2 = 4000\text{J}$

$Q_1 = 2000\text{J}$, $Q_2 = 7992\text{J}$

- Com base nestes dados, em qual das duas situações a influência do material do calorímetro pode ser desconsiderada? Justifique sua conclusão. não teve influência.

4. (IME-98) Um corpo constituído de um material de densidade relativa à água igual a 9,0 pesa 90 N. Quando totalmente imerso em água, o seu peso aparente é de 70 N.

Considere a aceleração local da gravidade $g = 10\text{m/s}^2$ e a massa específica da água igual a 1g/cm^3 .

- Faça o diagrama das forças que atuam no corpo imerso na água e identifique essas forças;
- Conclua, por cálculo, se o corpo é oco ou maciço.

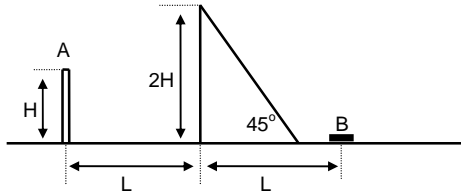
5. (IME-98) Em uma experiência de laboratório, certo dispositivo colocado em um ponto **A**, situado **H** metros acima do solo, lança uma pequena esfera que deverá passar por cima de um prisma de vidro de altura $2H$ e atingir um sensor óptico colocado em um ponto **B** afastado de $2L$ metros do ponto **A**, conforme a figura abaixo. Simultaneamente com o lançamento da esfera, o mesmo dispositivo emite um raio de luz monocromática, perpendicular à face vertical do prisma, que irá atingir o sensor em **B**.

Determine, literalmente:

- o tempo que a esfera levará para ir do ponto **A** ao ponto **B**;
- o tempo que o raio luminoso levará para ir do ponto **A** ao ponto **B**;

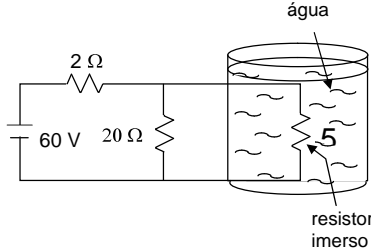
c) o tempo de que dispomos para remover o sensor do ponto B, logo após ter sido excitado pelo raio de luz, de modo que não seja atingido pela esfera.

Dados:
 ângulo do lançamento da esfera com a horizontal que passa pelo ponto A: α
 aceleração da gravidade: g
 velocidade inicial da esfera: V_0
 considere o índice de refração do ar igual a 1



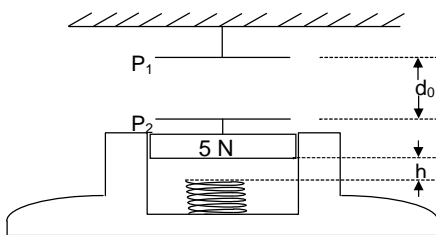
6. (IME-98) Um circuito é construído com o objetivo de aquecer um recipiente adiabático que contém 1 litro de água a 25 °C. Considerando-se total a transferência de calor entre o resistor e a água, determine o tempo estimado de operação do circuito da figura abaixo para que a água comece a ferver.

Dados:
 calor específico da água: 1cal/g°C
 massa específica da água: 1kg/l
 temperatura necessária para ferver a água: 100 °C



7. (IME-98) Um bloco de material isolante elétrico, de peso 5 N, é abandonado do repouso na situação da figura abaixo. Na queda, o bloco puxa a placa metálica inferior, P_2 , de um capacitor enquanto a placa superior, P_1 , permanece fixa. Determine a tensão elétrica no capacitor quando a mola atinge a compressão máxima.

Dados:
 constante da mola: 30 N/m
 carga no capacitor: $q = 18 \mu F$
 capacitância inicial: $C_0 = 9 \mu F$
 distância inicial entre as placas : $d_0 = 32$ cm
 distância inicial entre o bloco e a mola: $h = 8$ cm

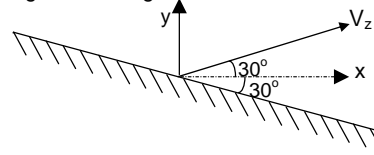


8. (IME-98) Um objeto é lançado da superfície de um espelho, segundo um ângulo de 30° com a horizontal, com velocidade inicial V_z . Sabendo que o espelho está inclinado de 30°, conforme a figura, determine:

a) o tempo gasto para que o objeto atinja o espelho;
 b) as componentes vertical e horizontal, em função do tempo, do vetor velocidade da imagem do objeto lançado.

Dado:

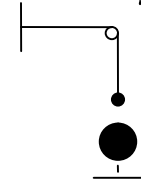
aceleração da gravidade: g



9. (IME-98) Na figura abaixo, uma corda é fixada a uma parede e depois de passar por uma roldana é tensionada por uma esfera metálica com 330 g de massa. Uma segunda esfera metálica, firmemente presa ao solo, é colocada verticalmente abaixo da primeira. Sabendo que a distância entre a parede e a roldana é de 0,50 m e que a distância entre os centros das esferas é de 10 cm, determine a frequência de ressonância do trecho da corda entre a parede e a roldana:

a) com as duas esferas descarregadas;
 b) com as duas esferas carregadas, a primeira com uma carga elétrica de $+ 1,0 \times 10^{-7}$ C e a segunda com uma carga elétrica de $- 2,0 \times 10^{-6}$ C.

Dados:
 aceleração da gravidade: $g = 9,8 \text{ m/s}^2$
 permissividade do vácuo $\epsilon_0 = 8,9 \times 10^{-12} \text{ F/m}$
 densidade linear da corda: $\mu = 2,0 \text{ g/m}$



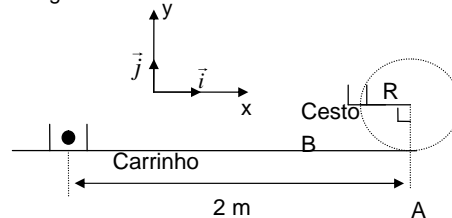
10. (IME-98) Um pequeno cesto é preso em uma haste que o faz girar no sentido horário com velocidade constante. Um carrinho, com velocidade de 1,5 m/s, traz consigo um brinquedo que arremessa bolinhas na vertical para cima com velocidade de 5,5 m/s.

Quando o carrinho está a uma distância de 2 m do eixo onde a haste é presa, uma bolinha é lançada. Nesse instante, o cesto está na posição mais baixa da trajetória (posição A), que é a altura do chão e a do lançamento da bolinha.

A bolinha é arremessada e entra, por cima, no cesto quando este está na posição B indicada na figura. Determine:

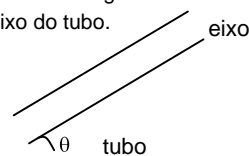
a) o vetor velocidade da bolinha ao entrar no cesto;
 b) a menor velocidade angular do cesto para que a bolinha entre no cesto.

Dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$.



IME-99

01. (IME-99) Uma gota de chuva vai verticalmente com velocidade constante igual a v . Um tubo retilíneo está animado de translação horizontal com velocidade constante $v\sqrt{3}$. Determine o ângulo θ de modo que a gota de chuva percorra o eixo do tubo.



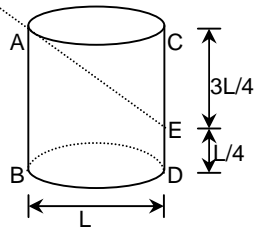
02. (IME-99) Um cilindro com um êmbolo móvel contém 1 mol de um gás ideal que é aquecido isobaricamente de 300 K até 400 K. Ilustre o processo em um diagrama pressão versus volume e determine o trabalho realizado pelo gás, em joules.

Dados:

- constante universal dos gases ideais: 0,082 (atm.l)/(mol.K);
- 1 atm = 10^5 Pa.

03. (IME-99)

a) Um recipiente cilíndrico de paredes opacas está posicionado de tal forma que o observador só tenha visada até a profundidade indicada pelo ponto E sobre a geratriz oposta ao observador, como mostra a figura. Colocando-se um determinado líquido no recipiente até a borda, o observador, na mesma posição, passa a ter seu limite de visada na interseção do fundo com a mesma geratriz (ponto D). Determine o índice de refração do líquido.



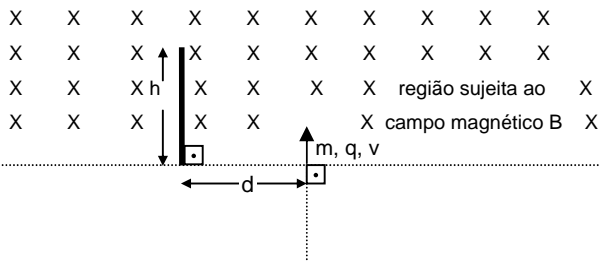
b) Uma máquina fotográfica obtém, em tamanho natural, a fotografia de um objeto quando sua lente está a 10cm do filme. Determine a separação que deve existir entre a lente e o filme para que se obtenha a fotografia nítida de um coqueiro que se encontra a uma grande distância.

04. (IME-99) Ao encher-se um recipiente com água, o som produzido fica mais agudo com o passar do tempo.

- a) Explique por que isto ocorre;
- b) Determine uma expressão para a frequência fundamental do som em função do tempo, para o caso de um recipiente cilíndrico com 6cm de diâmetro e 30cm de altura, sabendo que a vazão do líquido é de $30 \text{ cm}^3/\text{s}$. Suponha que a velocidade do som no ar no interior do recipiente seja 340 m/s.

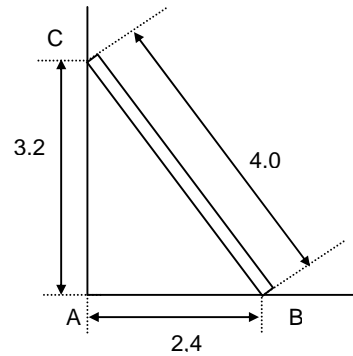
05. (IME-99) Uma partícula de massa m e carga q viaja a uma velocidade v até atingir perpendicularmente uma região sujeita a um campo magnético uniforme B .

Desprezando o efeito gravitacional e levando em conta apenas a força magnética, determine a faixa de valores de B para que a partícula se choque com o anteparo de comprimento h localizado a uma distância d do ponto onde a partícula começou a sofrer o efeito do campo magnético.



06. (IME-99) Uma escada de 4,0m de comprimento está apoiada contra uma parede vertical com a sua extremidade inferior a 2,4m da parede, como mostra a figura. A escada pesa 20 kgf e seu centro de gravidade está localizado no ponto médio. Sabendo que os coeficientes de atrito estático

entre a escada e o solo e entre a escada e a parede são, respectivamente, 0,5 e 0,2. Calcule:

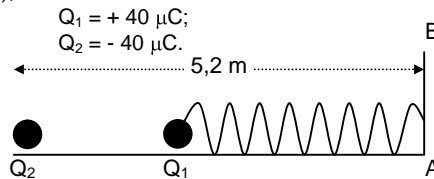


- a) A altura máxima, em relação ao solo, a que um homem de 90 kgf de peso pode subir, sem provocar o escorregamento da escada;
- b) A distância máxima da parede a que se pode apoiar a parte inferior da escada vazia, sem provocar escorregamento.

07. (IME-99) No extremo de uma mola feita de material isolante elétrico está presa uma pequena esfera metálica com carga Q_1 . O outro extremo da mola está preso no anteparo AB. Fixa-se uma outra esfera idêntica com carga Q_2 , à distância de 5,2m do anteparo, conforme a figura abaixo, estando ambas as esferas e a mola colocadas sobre um plano de material dielétrico, perfeitamente liso. Em consequência, a mola alonga-se 20% em relação ao seu comprimento original, surgindo entre as esferas uma força de 0,9 N.

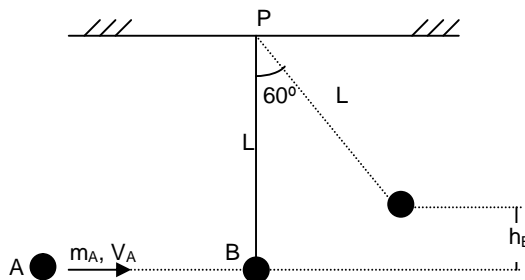
Determine qual deve ser o valor de Q_2 para que a mola se alongue 120% em relação ao seu comprimento original.

Dados: constante eletrostática do ar $\cong 9 \times 10^9$ (unidades do S.I.);



08. (IME-99) Uma esfera A de massa m_A é lançada horizontalmente com velocidade v_A , colidindo com uma esfera B de massa m_B . A esfera B, inicialmente em repouso, é suspensa por um fio ideal de comprimento L fixo no ponto P e, após a colisão, atinge a altura máxima h_B conforme mostra a figura. Sabendo que toda a energia perdida com o choque foi convertida em calor, que as esferas A e B são de mesmo material e que, imediatamente após o choque, a esfera A sofre uma variação de temperatura de $0,025 \text{ }^\circ\text{C}$, enquanto que a esfera B sofre a variação de temperatura de $0,010 \text{ }^\circ\text{C}$, determine o calor específico do material que compõe as esferas.

- Dados: 1 cal = 4 J; $m_A = 2,0 \text{ kg}$; $v_A = 4,0 \text{ m/s}$;
 $m_B = 5,0 \text{ kg}$; $L = 40 \text{ cm}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$.

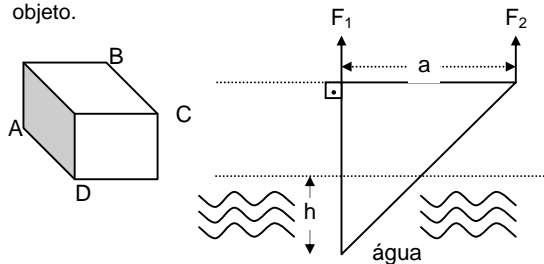


09. (IME-99) Um objeto de massa m é construído ao seccionar-se ao meio um cubo de aresta a pelo plano que passa pelos seus vértices $ABCD$, como mostra as figuras abaixo. O objeto é parcialmente imerso em água, mas mantido em equilíbrio por duas forças F_1 e F_2 . Determine:

- O módulo do empuxo que age sobre o objeto;
- Os pontos de aplicação do empuxo e do peso que agem sobre o objeto;
- Os módulos e os pontos de aplicação das forças verticais F_1 e F_2 capazes de equilibrar o objeto.

Dados:

- aceleração da gravidade (g);
- massa específica da água (μ);
- profundidade de imersão (h);
- a massa m é uniformemente distribuída pelo volume do objeto.



10. (IME-99) Uma bolinha de 50g é largada da altura de 20m. O vento está soprando e, além da aceleração da gravidade, a bolinha fica sujeita a uma aceleração horizontal, variável com o tempo, dada por $a_x = 2t \text{ m/s}^2$.

- Faça o gráfico da componente horizontal da aceleração, desde o instante inicial até o instante em que a bolinha atinge o chão;
- Determine:
 - o vetor velocidade da bolinha, no instante em que ela atinge o chão.
 - a variação da energia total da bolinha entre o momento em que ela é largada e o momento em que atinge o chão.

Dado: aceleração da gravidade = 10 m/s^2 .