

**IME – 1989**

01) (IME-89) Um carro de corrida de Fórmula 1 parte do repouso, atinge a velocidade de 216 km/h, freia e pára no tempo total de 30 segundos. O coeficiente de atrito entre as rodas e a estrada, que é explorado ao limite durante a frenagem, é  $\mu = 0,5$ .

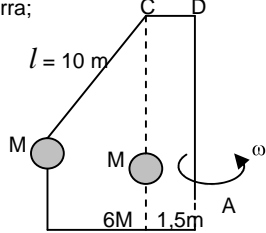
Sabendo que as acelerações, no período de velocidade crescente e no período de frenagem, são constantes, determine:

- a) a aceleração durante o período em que a velocidade está aumentando;
  - b) a distância total percorrida ao longo dos 30 segundos.
- Dado:  $g = 10 \text{ m/s}^2$

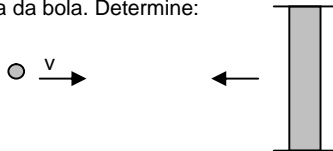
02) (IME-89) Um astronauta em traje espacial e completamente equipado pode dar pulos verticais de 0,5 m na Terra. Determine a altura máxima que o astronauta poderá pular em um outro planeta, sabendo-se que o seu diâmetro é um quarto do da Terra e sua massa específica dois terços da terrestre. Considere que o astronauta salte em ambos os planetas com a mesma velocidade inicial.

03) (IME-89) Uma massa  $M = 20 \text{ kg}$  é suspensa por um fio de comprimento  $l = 10 \text{ m}$ , inextensível e sem peso, conforme mostra a figura. A barra  $ABC$  gira em torno do seu eixo vertical com velocidade angular constante de forma que o fio atinge a posição indicada. Determine:

- a) a velocidade angular da barra;
  - b) a tração no fio.
- Dado:  $g = 10 \text{ m/s}^2$



04) (IME-89) Uma bola elástica de massa  $M$  move-se, com velocidade  $v$ , na direção de um anteparo que se move no sentido contrário, com velocidade  $u$ . Considere a massa do anteparo como infinitamente grande quando comparada com a massa da bola. Determine:

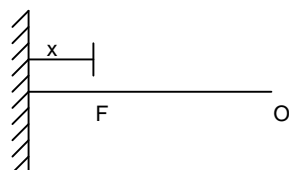


- a) a velocidade da bola depois do choque;
- b) o trabalho das forças elásticas durante o choque.

05) (IME-89) Dois recipientes, condutores de calor, de mesmo volume, são interligados por um tubo de volume desprezível e contêm um gás ideal, inicialmente a  $23^\circ\text{C}$  e  $1,5 \times 10^5 \text{ Pa}$ . Um dos recipientes é mergulhado em um líquido a  $127^\circ\text{C}$ , enquanto que o outro, simultaneamente, é mergulhado em oxigênio líquido a  $-173^\circ\text{C}$ . Determine a pressão de equilíbrio do gás. Considere  $0^\circ\text{C} = 273 \text{ k}$ .

06) (IME-89) Uma fonte sonora  $F$  produz um som puro com uma frequência que pode ser variada. O observador  $Q$  está situado de modo que  $\overline{OF}$  seja perpendicular a uma parede refletora distante  $x$  de  $F$ . Determine as duas frequências mais baixas para as quais o som ouvido por  $Q$  tenha intensidade máxima.

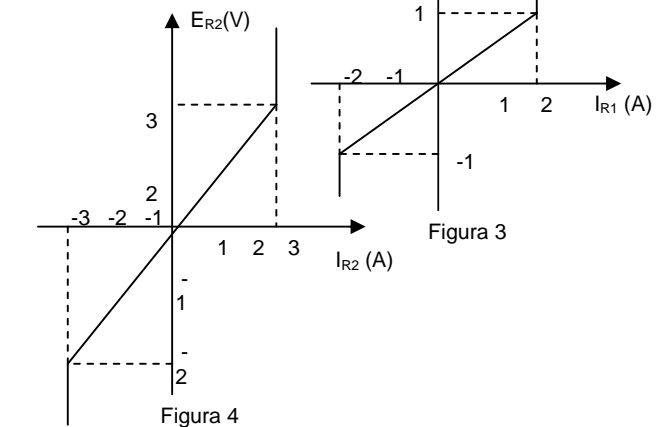
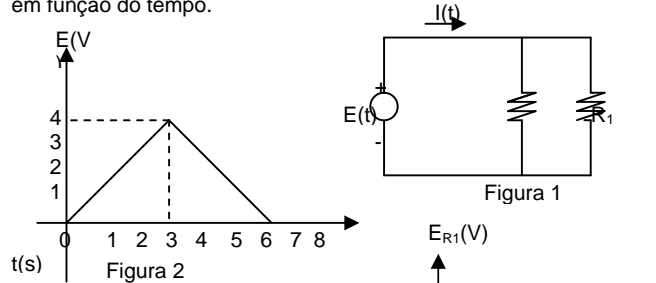
Dados: velocidade do som =  $340 \text{ m/s}$   
 $x = 1 \text{ m}$



07) (IME-89) Três líquidos distintos são mantidos a  $T_1 = 15^\circ\text{C}$ ,  $T_2 = 20^\circ\text{C}$  e  $T_3 = 25^\circ\text{C}$ . Misturando os dois primeiros na razão  $1 : 1$ , em massa, obtém-se uma temperatura de equilíbrio de  $18^\circ\text{C}$ . Procedendo da mesma forma com os líquidos 2 e 3 ter-se-ia uma temperatura final de  $24^\circ\text{C}$ . Determine a temperatura de equilíbrio se o primeiro e o terceiro líquidos forem misturados na razão  $3 : 1$  em massa.

08) (IME-89) A tensão  $E(t)$ , definida pelo gráfico mostrado na figura 2 é aplicada ao circuito da figura 1, cujos componentes resistivos, invariantes no tempo, são definidos pelas curvas características dadas abaixo (figura 3 e 4).

Esboce a forma de onda da corrente  $i(t)$ , total, do circuito, em função do tempo.

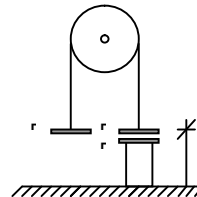


09) (IME-89) Na figura abaixo,  $P_1$ ,  $P_2$  e  $P_3$  são três placas metálicas de mesma área, tendo  $P_1$  massa  $M_1$  e  $P_2$  massa  $M_2$  ( $M_1 > M_2$ ). A placa  $P_3$ , paralela à  $P_2$ , está fixa num pedestal isolante. O fio que liga  $P_1$  a  $P_2$  é isolante e de massa desprezível.

Na situação inicial (a da figura), a capacitância entre  $P_2$  e  $P_3$  é  $C_0$ .

Determine a expressão literal da capacitância  $C$  entre  $P_2$  e  $P_3$  quando  $P_2$  atingir a altura máxima em relação ao solo.

- Dados: - Aceleração da gravidade:  $g$
- Distância inicial entre  $P_2$  e  $P_3$ :  $d_0$
- Altura inicial de  $P_1$  e  $P_2$  em relação ao solo:  $h$



10) (IME-89) Um raio de luz parte do ponto  $A$  formando um ângulo  $\alpha$  com a normal à superfície de separação entre os meios 1 e 2. Após atravessar os meios 1, 2 e 3 cujos índices de refração são  $n_1$ ,  $n_2$  e  $n_3$  respectivamente, o raio atinge um anteparo. Sabe-se que  $n_3 = n_1$ . As superfícies de

separação entre os meios e o anteparo são paralelas, conforme mostra a figura.

A velocidade da luz no vácuo é  $c$ .

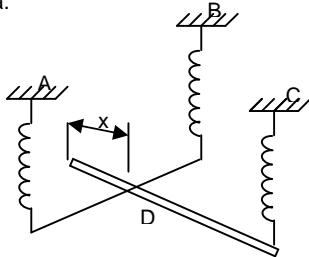
Determine:

- a distância percorrida pelo raio de luz até atingir o anteparo;
- o tempo gasto pela luz para percorrer a distância calculada acima.

### IME – 1990

01) (IME-90) A potência  $P$  de uma hélice de avião depende do raio  $R$  da hélice, de sua velocidade angular  $\underline{w}$  e da massa específica do ar  $\mu$ . Um aluno fica em dúvida se a equação correta que liga estas grandezas é  $P = kw^3R^5\mu$  ou  $P = kw^5R^3\mu$ , em que  $k$  é uma constante adimensional. Identifique a equação correta e justifique sua afirmação.

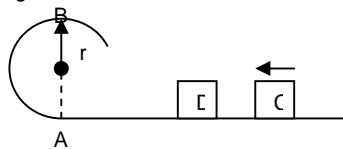
02) (IME-90) Ao teto de uma sala, deseja-se prender 3 molas iguais que deverão equilibrar, na horizontal, uma haste rígida, delgada e de peso desprezível, bem como uma viga pesada, homogênea e uniforme, de tal modo que a haste suporte, em seu ponto médio, a viga. Os pontos de fixação, no teto, devem formar um triângulo isósceles de ângulo diferente em  $C$ . determine a distância  $x$  do ponto  $D$ , a partir da extremidade livre, em que a viga deve ser apoiada.



03) (IME-90) Um bloco C desliza com velocidade constante sobre o trecho horizontal da pista e choca-se com o bloco D, de mesma massa, inicialmente em repouso. Em consequência, o bloco D desloca-se e ao passar no ponto mais alto B não exerce qualquer esforço sobre a pista. O bloco C continua em movimento e chega a subir na parte curva da pista até uma altura de 0,2 m em relação ao trecho horizontal.

Desprezando a resistência do ar e o atrito entre as superfícies, determine a velocidade do bloco C antes do choque.

Dados:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ;  $r = 2,88 \text{ m}$



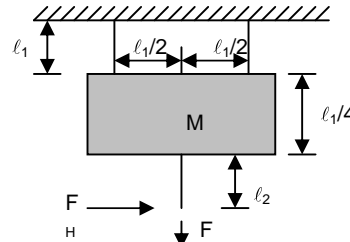
04) (IME-90) Uma bola cai de uma altura  $H = 5 \text{ m}$  e saltita sobre uma placa rígida na superfície da terra. Um pesquisador observa que o tempo decorrido entre o início de sua queda e o instante em que a bola atinge a altura máxima após dois choques com a placa é de 3,24 segundos. Desprezando-se as resistências e admitindo que os choques tenham o mesmo coeficiente de restituição, determine:

- o coeficiente de restituição dos choques;
- a altura máxima após o 2º choque.

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

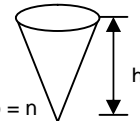
05) (IME-90) Durante um processo, são realizados 100 kJ de trabalho sobre um sistema, observando-se um aumento de 55 kJ em sua energia interna. Determine a quantidade de calor trocado pelo sistema, especificando se foi adicionado ou retirado.

06) (IME-90) Uma placa infinitamente rígida encontra-se suspensa do teto por duas cordas elásticas de comprimento  $\ell_1$ . Uma terceira corda, igualmente elástica e de comprimento  $\ell_2$ , tem uma extremidade fixada à placa e outra submetida a uma força vertical  $F_2$ . Num dado instante, um pulso horizontal  $F_H$  é aplicado nesta última extremidade. Determine o tempo transcorrido entre a aplicação do pulso e a chegada das ondas transversais no teto, considerando a massa das cordas desprezível na presença da massa da placa e uma tração constante ao longo das cordas.



- Dados:
- massa da placa:  $M = 210 \text{ kg}$
  - comprimento  $\ell_1 = 0,5 \text{ m}$
  - comprimento  $\ell_2 = 1,0 \text{ m}$
  - força  $F_2 = 300 \text{ N}$
  - aceleração da gravidade:  $g = 10 \text{ m/s}^2$
  - massa por unidade de comprimento das cordas:  $\mu = 0,030 \text{ kg/m}$

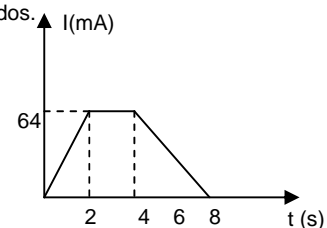
07) (IME-90) Quer-se construir um recipiente de material opaco, em forma de cone, com uma determinada altura  $h$ . O recipiente deve ser construído de modo tal que, quando totalmente cheio de um líquido, permita a qualquer observador localizado num ponto acima do plano definido pela superfície livre do líquido, visualizar o vértice interior do recipiente.



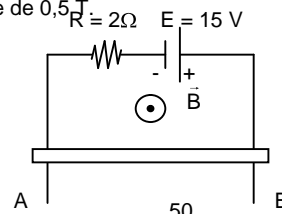
- Considere:
- índice de refração do ar = 1
  - índice de refração do líquido =  $n$

08) (IME-90) A intensidade da corrente elétrica em um condutor metálico varia, com o tempo, de acordo com o gráfico abaixo. Sendo a carga elementar de um elétron  $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ , determine:

- a carga elétrica que atravessa uma seção do condutor em 8 segundos;
- o número de elétrons que atravessa uma seção do condutor durante esse mesmo tempo;
- a intensidade média de corrente entre os instantes zero e 8 segundos.



09) (IME-90) A barra condutora AB com 50 cm de comprimento, 5 N de peso e resistência elétrica desprezível cai verticalmente com velocidade constante, fazendo contato com dois trilhos verticais, paralelos e sem atrito com resistências também desprezíveis, conforme mostra a figura abaixo. Perpendicularmente ao plano dos trilhos existe um campo de indução magnética uniforme  $\underline{B}$ , com intensidade de  $0,5 \text{ T}$ .



Determine:

- a) – a corrente na resistência R;
- b) – a velocidade da barra AB.

**CONVENÇÃO:**

- direção perpendicular ao plano da folha e saindo da mesma.

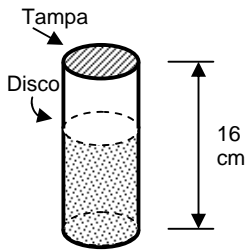
10) (IME-90) Na figura abaixo, vê-se um tubo cuja parede é de material isolante elétrico.

A tampa do tubo é metálica e está fixa. Um disco, também metálico, de raio igual ao da tampa, desliza sem atrito com a parede, ficando sempre paralelo à tampa, e mantendo fechado um gás perfeito na parte inferior do tubo.

Entre a tampa e o disco existe vácuo. Inicialmente, o volume ocupado pelo gás é de  $80 \text{ cm}^3$ , na pressão  $P_1$ .

A pressão subirá isotermicamente para um valor  $1,01 P_1$ , quando o disco metálico descer até  $15 \text{ cm}$  do fundo do tubo. Neste instante, aplica-se uma tensão de  $10000 \text{ volts}$  entre a tampa e o disco móvel.

Calcule a energia elétrica armazenada entre as duas peças metálicas.



Dados:  
- altura do tubo:  $16 \text{ cm}$   
- permissividade do vácuo:

$$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N.m}^2}$$

**IME – 1991**

01) (IME-91) As transformações politrópicas dos gases perfeitos são regidas pela equação  $PV^n = K$ , onde  $P$  é a pressão do gás,  $V$  o seu volume e  $n$  e  $K$  são constantes. Determine o valor de  $n$  para que a constante  $K$  tenha a equação dimensional de trabalho.

02) (IME-91) Um observador escuta a buzina de um carro em duas situações diferentes. Na primeira, o observador está parado e o carro se afasta com velocidade  $V$ ; na segunda, o carro está parado e o observador se afasta com velocidade  $V$ . Em qual das duas situações o tom ouvido pelo observador é mais grave? Justifique sua resposta.

03) (IME-91) Observe a figura abaixo. Os dois compartimentos, isolados entre si, contêm um gás perfeito, à mesma temperatura, e são separados por um êmbolo livre. Na situação mostrada,  $V_1 = 2V_2$ . Através de um processo isotérmico, retira-se parte da massa do compartimento até que o novo volume de seja o dobro de . Determine a fração de massa retirada do compartimento .

OBS.: despreze o atrito entre o êmbolo e a parede.



04) (IME-91) A figura mostra um bloco "p" de massa  $10 \text{ kg}$  que parte do repouso em "A" e desce o plano inclinado com atrito cujo coeficiente cinético é  $\mu = 0,2$ . Em "B", o bloco "p" choca-se com o bloco "Q" de massa  $2 \text{ kg}$ , inicialmente em repouso. Com o choque, "Q" desloca-se na pista horizontal, desliza sobre sua parte semicircular e vai cair sobre o ponto "B".

Sabendo que as partes horizontal e semicircular da pista não têm atrito e que o coeficiente de restituição entre "P" e "Q" é  $0,8$ , determine a altura "D".

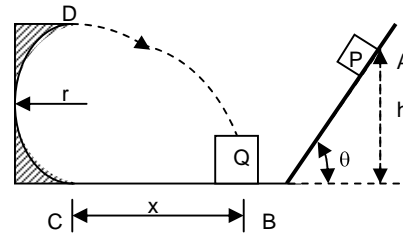
Dados:

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

$$r = 2,5 \text{ m}$$

$$x = 2\sqrt{11} \text{ m}$$

$$\theta = 45^\circ$$

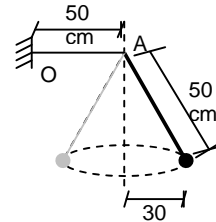


**Obs:** Despreze a resistência do ar e as dimensões dos blocos.

05) (IME-91) Um fio preso na extremidade O atravessa a argola fixa A e sustenta um corpo de massa  $m = 3,2 \text{ kg}$ . A densidade linear de massa do fio é de  $4 \text{ g/m}$ . O corpo move-se formando um pêndulo cônico conforme a figura.

Determine a menor frequência possível para uma onda estacionária que oscile na parte horizontal do fio.

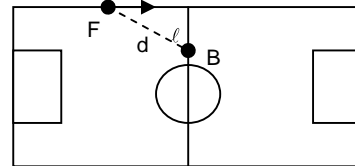
Dado:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .



06) (IME-91) Um jogador de futebol do Flamengo (F) conduz a bola aos pés, por uma reta junto à lateral do campo, com uma velocidade constante  $V_1$ , em direção à linha divisória do gramado.

Um atleta do Botafogo (B), situado na linha divisória, avalia estar distante  $d$  metros do adversário e  $\ell$  metros da lateral e parte com velocidade constante  $V_2 > V_1$  em busca do adversário, para interceptá-lo.

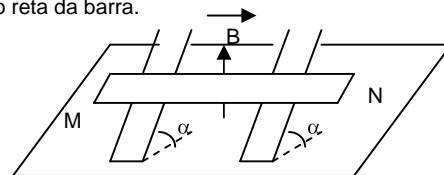
Determine em que direção deve decidir correr o jogador botafoguense.



07) (IME-91) Uma barra condutora MN, de massa  $m$  [kg], de resistividade  $\rho$  [ $\Omega.m$ ], submetida a uma tensão  $V$  [V] entre suas extremidades, apóia-se em dois trilhos condutores e paralelos, que formam com a horizontal um ângulo  $\alpha$  [°]. Não há atrito entre a barra e esses condutores e o conjunto está imerso em um campo magnético uniforme vertical, de intensidade  $B$  [T].

A barra permanece em repouso na posição indicada. Determine:

- a) o sentido da corrente na barra;
- b) a seção reta da barra.

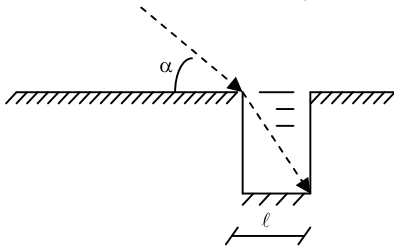


08) (IME-91) Um poço tem seção reta quadrada, de lado  $\ell$ . Duas de suas paredes opostas são metálicas. Enche-se o poço, até a borda, com um líquido de constante dielétrica  $k$  e índice de refração  $n$ .

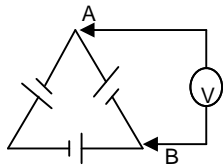
Fazendo-se incidir um raio luminoso monocromático em uma borda, com um ângulo  $\alpha$  em relação à horizontal, o raio entrante atinge exatamente a aresta interna oposta, no fundo do poço.

Dê, em função dos dados do problema, a expressão da capacitância entre as duas placas metálicas do poço cheio pelo líquido.

Dado: Permissividade do vácuo:  $\epsilon_0$ .

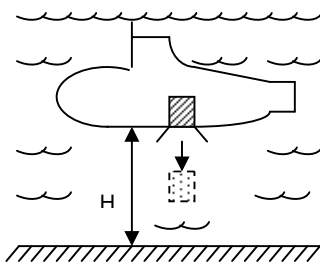


09) (IME-91) Três baterias exatamente iguais (mesma f.e.m. e mesma resistência interna) são ligadas conforme indicado na figura abaixo. Determine a d.d.p. medida pelo voltímetro entre os pontos A e B, justificando sua resposta.



10) (IME-91) Um submarino inimigo encontra-se a uma altura  $H$  do fundo do mar, numa região onde a gravidade vale  $g$  e a água pode ser considerada um fluido não viscoso, incompressível, com massa específica  $\rho$ . Subitamente, a nave solta do seu interior uma misteriosa caixa cúbica de volume  $h^3$  e massa específica  $1,2\rho$ . Determine o tempo que a caixa gasta até tocar o solo.

Dados:  
 $g = 10 \text{ m/s}^2$   
 $H = 7,5 \text{ m}$   
 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$   
 $h = 2 \text{ m}$



### IME - 1993

01. (IME-93) Seja a equação  $T = 2M^a K^b L^c$ , onde  $T$  é o tempo,  $M$  é a massa,  $K$  é  $\frac{\text{força}}{\text{comprimento}}$  e  $L$  é

comprimento. Para que a equação seja dimensionalmente homogênea, determine os valores de  $a$ ,  $b$  e  $c$ .

02. (IME-93) Determine se a temperatura do sistema aumenta, diminui ou permanece constante em cada uma das situações abaixo. Justifique as suas conclusões a partir da 1ª Lei da Termodinâmica.

- O sistema não realiza trabalho, recebe 120J de energia térmica e rejeita 80J;
- O sistema não realiza trabalho, recebe 20J de energia térmica e rejeita 80J;
- O sistema recebe 100J de energia térmica e realiza um trabalho de 100J;
- O sistema sofre um trabalho de 50J e rejeita 40J de energia térmica.

03. (IME-93) Sabemos que a luz é uma onda eletromagnética e que o som é uma onda mecânica.

Por que, então, observamos normalmente em nossa vida cotidiana difração do som e não observamos difração da luz?

04. (IME-93) Na borda de uma mesa há várias esferas pequenas de massas variadas. No solo, sobre a extremidade de uma gangorra, está um rato de 200g de massa, como mostra a figura.

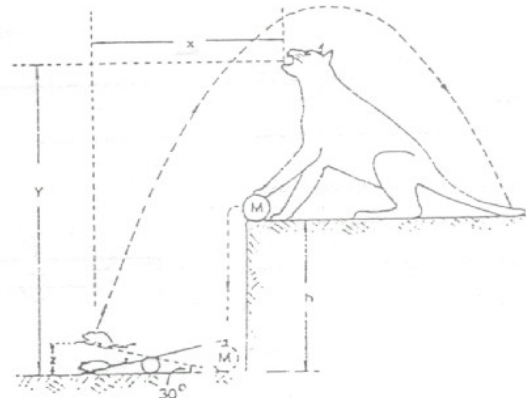
Um gato empurra uma esfera de massa  $M$  para cair na extremidade da gangorra oposta ao rato, na esperança de que este seja arremessado diretamente à sua boca, ao passar pelo ponto mais alto da trajetória.

O rato arremessado pela gangorra, passa sobre a cabeça do gato, cai sobre a sua cauda e foge...

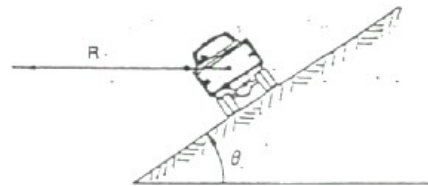
O gato desapontado, pede que você determine qual deveria ter sido a massa  $M$  da esfera para que seu plano tivesse dado certo.

**Dados:**  $h = 1\text{ m}$ ;  $y = 1,6 \text{ m}$ ;  $x = \frac{3}{\sqrt{3}} \text{ m}$   $z = 0,6 \text{ m}$

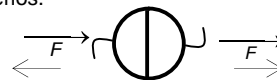
**OBS:** Despreze a resistência do ar, as resistências passivas e o peso da gangorra. Considere que metade da energia da queda da esfera é absorvida pelo solo.



05. (IME-93) Considere o veículo de massa  $M$  percorrendo uma curva inclinada, de ângulo  $\theta$ , com raio  $R$  constante, a uma velocidade  $V$ . Supondo que o coeficiente de atrito dos pneus com o solo seja  $\mu$ , calcule as velocidades mínima e máxima com que este veículo pode percorrer esta curva, sem deslizamento.



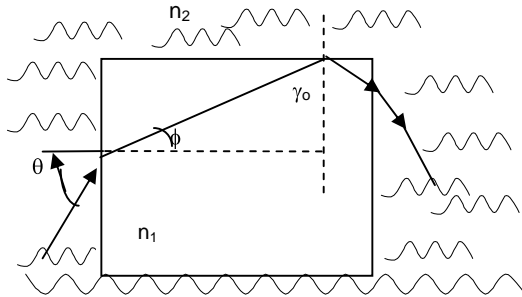
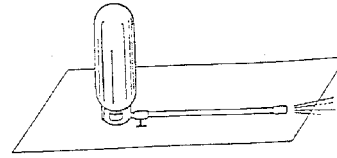
06. (IME-93) Foi estabelecido vácuo entre dois hemisférios opostos de raio  $R$  e com espessura de parede desprezível. A diferença de pressão entre o interior e o meio exterior é  $P$ . Determine o valor da força necessária para separar os hemisférios.



07. (IME-93) Um raio de luz incide sobre a face vertical esquerda de um cubo de vidro de índice de refração  $n_1$ , como mostrado na figura.

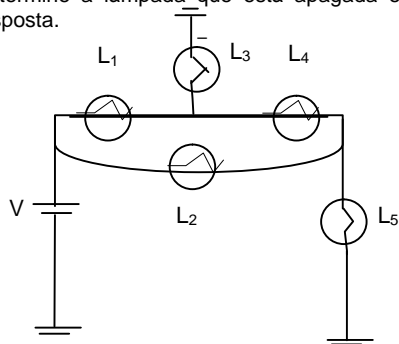
O plano de incidência é o da figura e o cubo está mergulhado em água com índice de refração  $n_2$ . Determine o maior ângulo que o raio incidente pode fazer com a face vertical esquerda do cubo para que haja reflexão interna total no topo do cubo.

força horizontal que a superfície deve exercer sobre o extintor para mantê-lo parado onde foi deixado.



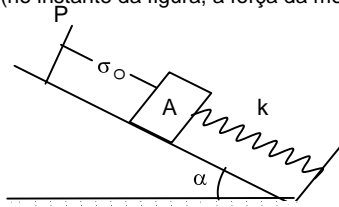
08. (IME-93) Determine o comprimento  $L$  mínimo de um espelho de parede, de modo que uma pessoa com altura  $x$  possa se ver por inteiro no espelho, desde o topo da cabeça até os pés.

09. (IME-93) No circuito mostrado na figura existem cinco lâmpadas iguais. Quatro estão acessas e uma apagada. Determine a lâmpada que está apagada e justifique sua resposta.



10. (IME-93) Na figura abaixo, o bloco  $A$  é um cubo de aresta  $a$  e massa específica  $\rho$ . Sua face superior e esquerda está coberta por uma fina placa metálica de massa desprezível, paralela a uma placa quadrada  $P$ , metálica, de lado  $a$ , fixada na rampa, a uma distância  $d_0$  do bloco, o qual oscila sem atrito sobre a rampa partindo da posição indicada na figura.

Sabendo que a aceleração da gravidade é  $g$ , a permissividade do ar é  $\epsilon_0$  e a capacitância mínima entre as placas é  $C$ , determine a expressão literal da constante de mola  $K$  (no instante da figura, a força da mola é nula).



**IME - 1994**

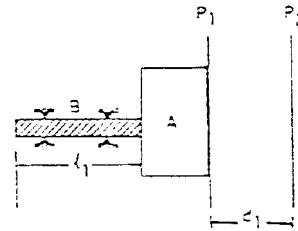
1) (IME-94) Um extintor é colocado em repouso sobre uma superfície áspera e, em seguida, é aberta a torneira da mangueira. Admitindo que a massa líquida seja expelida com velocidade  $v$  constante, a mangueira tenha raio de seção reta  $r$ , que o líquido tenha densidade  $\rho$  e que a mangueira permaneça esticada na horizontal, determine a

2) (IME-94) Uma pequena esfera está suspensa por um fio ideal que está preso ao teto de um vagão. O trem faz uma curva plana horizontal de raio  $r$ , com velocidade  $v$  constante. Determine o ângulo  $\theta$  que o fio forma com a direção vertical.

3) (IME-94) Entre duas placas metálicas iguais e paralelas,  $P_1$  e  $P_2$ , inicialmente afastadas de  $d_1$  metros, há uma tensão elétrica de  $V_1$  volts.

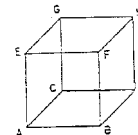
A placa  $P_1$ , mantendo-se sempre paralela a  $P_2$ , pode mover-se apoiada ao bloco isolante termoeletrônico "A" fixado no extremo de uma barra metálica "B", de comprimento  $\ell_1$  metros, a qual está inicialmente à temperatura de  $t_1$  °C. Aquecendo-se a barra até  $t_2$  °C, a tensão entre as placas fica igual a  $V_2$  volts.

Determine, em função dos dados, a expressão literal da constante de dilatação térmica linear,  $\alpha$ , da barra "B". Despreze as massas do bloco "A" e da placa  $P_1$  e suponha o bloco "A" indeformável.



4) (IME-94) Um cubo de 4 centímetros de aresta, feito de material dielétrico, tem a face inferior (ABCD) e a face superior (EFGH) cobertas por finas placas metálicas quadradas, entre as quais há uma tensão elétrica de 173 volts (a placa superior é a de potencial mais positivo).

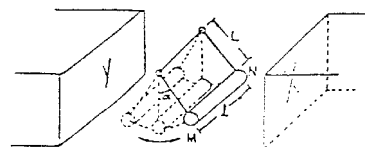
Calcule o trabalho necessário para se levar uma partícula de massa desprezível, carregada com  $+2 \times 10^{-6}$  Coulombs, do ponto "A" para o ponto "H".



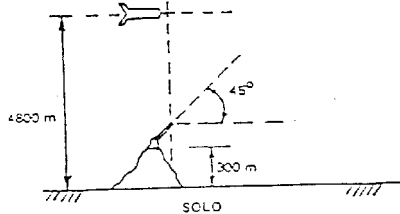
5) (IME-94) Um fio de cobre, de comprimento  $\ell$ , seção  $S$ , percorrido por uma corrente elétrica  $i$ , balança entre as faces X e Y de um ímã, suspenso por tirantes rígidos (de massa desprezível) de comprimento  $L$ . Na posição mostrada na figura abaixo, determine:

- a direção e sentido do campo magnético  $\vec{B}$  gerado pelo ímã, para manter o fio de cobre na posição indicada na figura.
- a expressão da corrente elétrica  $i$  para que o fio de cobre permaneça na posição mostrada na figura.
- o sentido da corrente  $i$ .

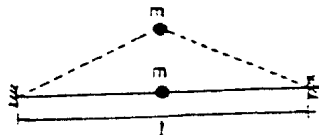
Dados: a massa específica do cobre é igual a  $\rho$  e a aceleração da gravidade a  $g$ .



6) (IME-94) Um míssil viajando paralelamente à superfície da terra com uma velocidade de 180 m/s, passa sobre um canhão à altura de 4800 m no exato momento em que seu combustível acaba. Neste instante, o canhão dispara a 45° e atinge o míssil. O canhão está no topo de uma colina de 300 m de altura. Sabendo-se que a aceleração local da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , determine a altura da posição de encontro do míssil com a bala do canhão, em relação ao solo. Despreze a resistência do ar.

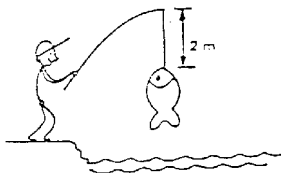


7) (IME-94) Uma corda, presa, nas duas extremidades, possui um corpo fixo de massa  $m$ , localizado no meio do seu comprimento. Ao ser distendida, como mostra a figura, fica sujeita a uma força de tração  $f$ . Determine a frequência das pequenas oscilações do corpo fixo, quando se libera a corda. Despreze a massa da corda e a ação da gravidade.



8) (IME-94) Um pescador desenvolveu um método original de medir o peso dos peixes pescados. Ele utiliza uma vara com uma linha de 2 m de comprimento e um freqüencímetro. Ao pescar um peixe, ele "percute" a linha na posição da figura e mede a frequência do som produzido.

O pescador quer selecionar uma linha adequada, de modo que para um peixe de peso 10 N ele obtenha uma frequência fundamental de 50 Hz. Determine a massa (em gramas) da linha que deve ser utilizada para obter o resultado desejado.



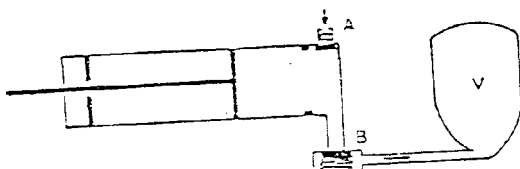
9) (IME-94) Pretende-se colocar ar sob pressão em um reservatório de volume  $V$ . A operação se faz isotermicamente.

Utiliza-se uma bomba mostrada na figura onde as válvulas A e B impedem o fluxo do ar em sentido inverso ao indicado pelas setas.

O volume da bomba descomprimida (a pressão atmosférica) é  $V_0$ .

- estando inicialmente o reservatório na pressão atmosférica, determine a expressão da pressão absoluta no reservatório após  $N$  compressões da bomba;
- voltando à condição inicial, considere agora a operação como adiabática e determine a expressão da pressão absoluta no reservatório após  $N + 1$  compressões da bomba.

OBS.: Dê as respostas em função das variáveis  $P_{atm}$ ,  $V$ ,  $V_0$ ,  $N$  e  $\gamma$ . Considere o ar um gás perfeito.



10) (IME-94) Uma fonte sonora é arremessada verticalmente a partir da superfície da Terra. O som emitido no momento em que a fonte atinge o ponto mais alto da trajetória é ouvido por um observador que está imóvel no ponto de lançamento com uma frequência de 400 Hz. Desprezando os efeitos do atrito com o ar e da rotação da Terra, determine a frequência com que o observador ouvirá um som emitido 17 segundos após o início da descida. Dados: aceleração da gravidade:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ; velocidade do som:  $v_s = 340 \text{ m/s}$ .

## IME - 95

1) (IME-95) A figura abaixo representa vários pontos imersos num campo elétrico. Pede-se:

- Determine o trabalho elétrico necessário para levar uma carga puntiforme de  $+2 \mu\text{C}$  do ponto A para o ponto G, seguindo o itinerário ABCDEFG, mostrado na figura.
- Determine a energia que seria armazenada num capacitor de  $2 \mu\text{F}$  se ele fosse ligado entre os pontos C e F.

Dados:

Tensões nos pontos:

$$V_A = +2V$$

$$V_B = +3V$$

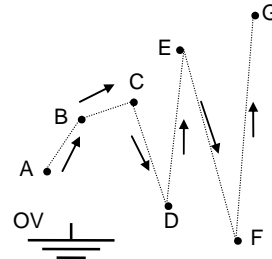
$$V_C = +3V$$

$$V_D = -1V$$

$$V_E = +4V$$

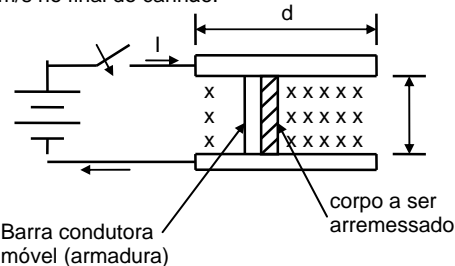
$$V_F = -2V$$

$$V_G = +6V$$



2) (IME-95) A figura abaixo mostra um canhão magnético sem atrito, que tem dimensões  $d = 10 \text{ m}$ ,  $L = 0,1 \text{ m}$  e campo magnético  $B = 100 \text{ T}$ .

Determine a corrente na armadura necessária para acelerar 100g (incluindo a armadura) de zero a 11,3 km/s no final do canhão.



3) (IME-95) Um tanque rígido contém um determinado gás a uma temperatura de 300K. Durante o seu transporte o tanque fica exposto a incidência de energia solar absorvendo 40 kJ/h. Considerando um período de três horas de exposição, determine:

- O trabalho realizado pelo gás. Justifique sua resposta.
- A temperatura final do gás.

DADO:

Capacidade térmica do gás: 2KJ/K

4) (IME-95) Um feixe de luz com polarização plana é combinado com um feixe de luz com polarização circular. Quando o feixe composto atravessa uma placa polarizadora, observa-se que a intensidade da luz transmitida varia por um fator de 7, dependendo da orientação da placa.

Determine as intensidades relativas dos dois feixes.

5) (IME-95) A imagem nítida de um objeto é obtida em uma tela devido a uma lente convergente de distância focal  $f$ . A altura da imagem é  $A_1$ . Mantendo constante a distância  $D$  entre o objeto e a tela, quando deslocamos a lente encontramos uma outra imagem nítida de altura  $A_2$ . Determine:

- a) A distância entre o objeto e a lente nas duas posições mencionadas;
- b) A altura do objeto.