PROVA DE FÍSICA

CADERNO DE QUESTÕES

CONCURSO DE ADMISSÃO
AO
PRIMEIRO ANO
DO
CURSO DE FORMAÇÃO E GRADUAÇÃO

1992 - 1993

COMISSÃO DE EXAME DE ESCOLARIDADE

1992 - 1993

INSTRUÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DA PROVA DE FÍSICA

1. Não assine ou faça qualquer sinal em sua prova que possa identificá-la. A inobservância disto poderá anulá-la.

2. Utilize caneta azul para resolução das questões. As figuras julgadas necessárias deverão ser feitas a lápis preto. Não use lápis de outras cores.

3. A interpretação faz parte das questões; por conseguinte são vedadas perguntas ao Grupo de Aplicação e Fiscalização.

4. O espaço destinado à solução de cada questão é suficiente, não sendo considerada resolução fora do local especificamente designado.

5. Você recebeu 2(dois) Cadernos : o de Questões e o de Soluções.

6. Neste Caderno constam as 10(dez) questões que constituem a prova, cada uma no valor de 1,0(um) ponto.

7. O de Soluções é constituido por 39(trinta e nove) páginas, das quais 30(trinta) destinam-se às resoluções e 9(nove) aos rascunhos. Observe que o rascunho não será levado em conta para efeito de correção.

8. O tempo total para execução da prova é limitado a 4 (quatro) horas.

9. Leia os enunciados com atenção. Resolva as questões na ordem que mais lhe convier. Observe o local correto para a resolução de cada questão. Escreva com caligrafia legivel.

10. Não é permitido destacar quaisquer das folhas que compõem os cadernos.

11. Ao entregar a prova devolva todo o material recebido. O Caderno de Questões estará liberado após o término da prova.

12. <u>Lembre-se :</u> Não deixe questão alguma em branco. Se porventura não conseguir resolver integralmente uma questão, procure mostrar conhecimento sobre o assunto, deixando indicado o encaminhamento da solução. Com isto você certamente obterá uma fração do grau atribuido à questão.

Estamos aguardando-o como nosso aluno no inicio do periodo letivo e lhe desejamos <u>FELICIDADE</u> nesta prova

1ª Questão: Valor: 1,0

Seja a equação $T = 2M^aK^bL^c$, onde T é o tempo, M é 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.

2ª Questão: Valor: 1,0

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

a) o sistema não realiza trabalho, recebe 120 J de energia térmica e rejeita 80 J;

b) o sistema não realiza trabalho, recebe 20 J de energia térmica e rejeita 80 J;

c) o sistema recebe 100 J de energia térmica e realiza um trabalho de 100 J.

d) o sistema sofre um trabalho de 50 J e rejeita 40 J de energia térmica.

3ª Questão: Valor: 1,0

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?

4ª Questão: Valor: 1,0

Na borda de uma mesa há várias esferas pequenas de massas variadas.

No solo, sobre a extremidade de uma gangorra, está um rato de 200 g de massa, como mostra figura.

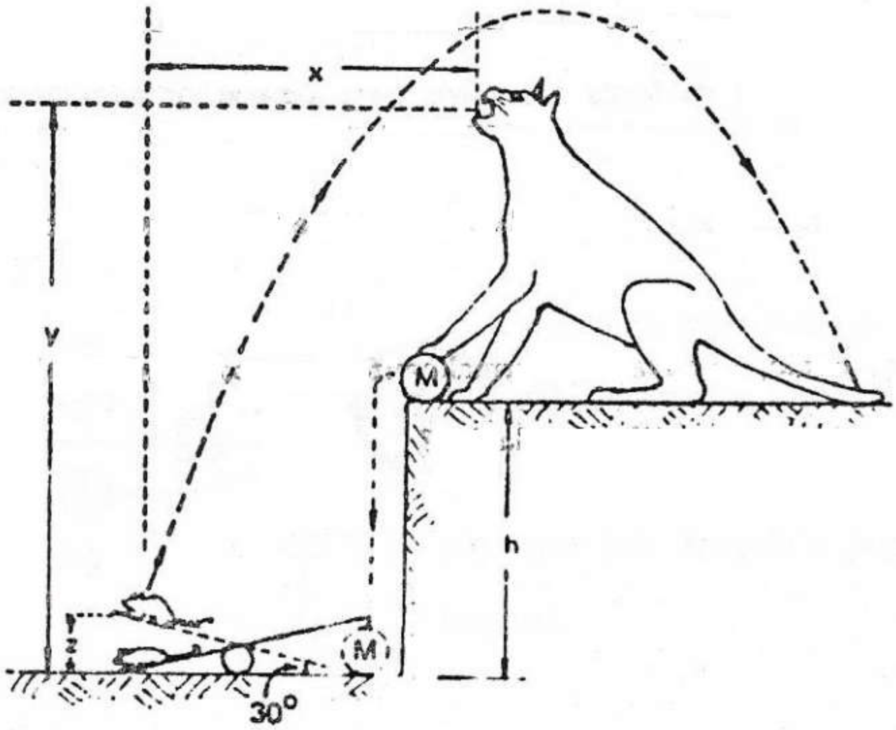
Um gato empurra uma esfera de massa M para cair na extremidade da gangorra oposta ao rato, na esperança de que este seja arremessado diretamente à sua boca, ao passar pelo ponto mais alto da trajetória.

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.

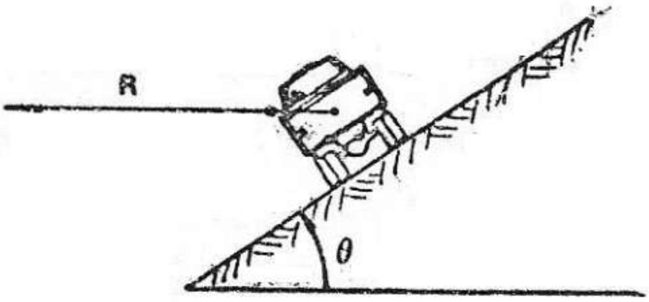
DADOS: $h = 1$ m $y = 1,6$ m $x = \frac{3}{\sqrt{3}}$ m $z = 0,6$ m

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.



5ª Questão: Valor: 1,0

Considere o veículo de massa M percorrendo uma curva inclinada, de ângulo θ, com raio R constante, a uma velocidade V. Supondo que o coeficiente de atrito dos pneus com o solo seja μ, calcule as velocidades mínima e máxima com que este veículo pode percorrer esta curva, sem deslizamento.



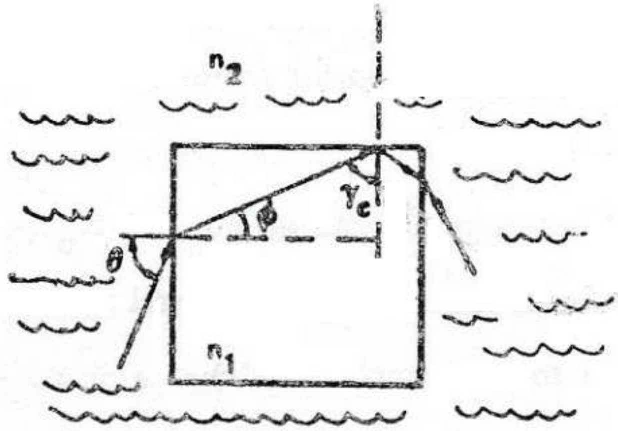
6ª Questão: Valor: 1,0

Foi estabelecido vácuo entre dois hemisférios ocos 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.

7ª Questão: Valor: 1,0

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.

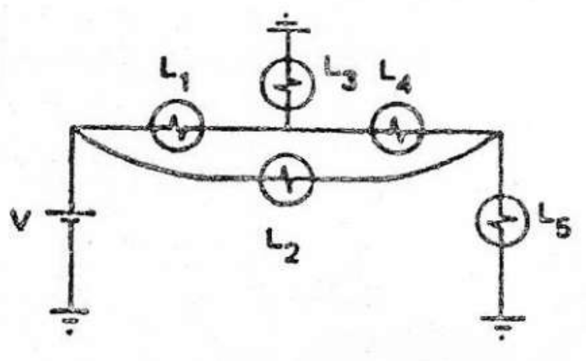


O plano de incidência é o da figura e o cubo está mergulhado em água com índice de refração n_2. Determine o maior ângulo que o raio incidente pode fazer com a face vertical esquerda do cubo para que haja reflexão interna total no topo do cubo.

8ª Questão: Valor: 1,0

Determine o comprimento L mínimo de um espelho de parede, de modo que uma pessoa com altura h possa se ver por inteiro no espelho, desde o topo da cabeça até os pés.

9ª Questão: Valor: 1,0

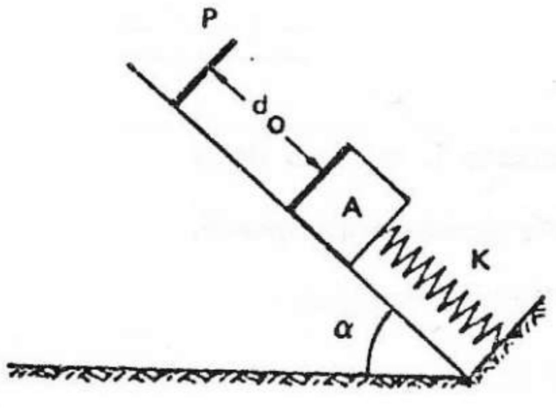


No circuito mostrado na figura existem cinco lâmpadas iguais. Quatro estão acesas e uma apagada. Determine a lâmpada que está apagada e justifique sua resposta.

10ª Questão: Valor: 1,0

Na figura abaixo, o bloco A é um cubo de aresta a e massa específica ρ. 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_o do bloco, o qual oscila sem atrito sobre a rampa partindo da posição indicada na figura.

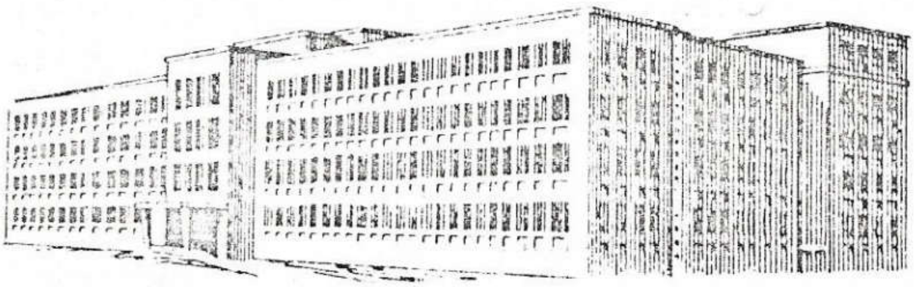
Sabendo que a aceleração da gravidade é g, a permissividade do ar é ϵ_o e a capacitância mínima entre as placas é C, determine a expressão literal da constante da mola K (no instante da figura, a força da mola é nula).



1792 - 1992

Da
Real Academia
de
Artilharia, Fortificação e Desenho
ao
Instituto Militar de Engenharia

200 ANOS DE ENGENHARIA



O EXÉRCITO ENSINANDO REGULARMENTE ENGENHARIA,
CONSTRUINDO A GRANDEZA DO PAÍS

Resoluções

IME – FÍSICA – 1992/1993

01 - Seja a equação $T = 2M^aK^bL^c$, onde T é o tempo, M é massa, K é força/comprimento, L é comprimento. Para que a equação seja dimensionalmente homogênea, determine os valores de a , b e c .

Solução:- A equação dimensional é [T].

Para $M^aK^bL^c$, tem-se $M^a.(MLT^{-2}/L)^b.L^c = M^{a+1}.L^{1+c-b}.T^{-2b}$. Para que tal expressão seja igual a T, devemos ter: (1) -2b = 1 ➔ b = -1/2. (2) a + 1 = 0 ➔ a = -1 e (3) 1 + c – b = 0 ➔ 1 + c + ½ = 0 ➔ c = -3/2.

Resposta: a = -1, b = -1/2 e c = -3/2.

02 - 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.

(A) o sistema não realiza trabalho, recebe 120 J de energia térmica e rejeita 80 J;

(B) o sistema não realiza trabalho, recebe 20 J de energia térmica e rejeita 80 J;

(C) o sistema recebe 100 J de energia térmica e realiza um trabalho de 100 J;

(D) o sistema sofre um trabalho de 50 J e rejeita 40 J de energia térmica.

Informação. A temperatura de um sistema aumenta quando a energia interna aumenta.

Resposta:

(A) ΔU = 120 – 80 = 40 ➔ aumenta a energia interna ➔ aumenta a temperatura.

(B) ΔU = 20 – 80 = - 60 ➔ diminui a energia interna ➔ diminui a temperatura.

(C) ΔU = 100 – 100 = 0 ➔ mantém a energia interna ➔ a temperatura permanece constante.

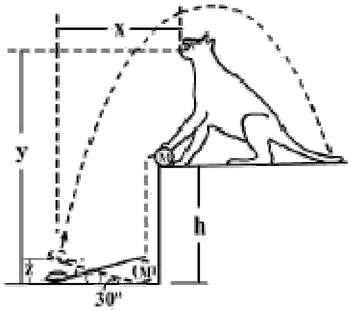
(D) ΔU = -40 + 50 = 10 ➔ aumenta a energia interna ➔ aumenta a temperatura.

03 - 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?

Resposta:- A difração é percebida quando a fenda tem dimensões pequenas com relação ao comprimento de onda. As ondas sonoras têm grande comprimento de onda enquanto a luz tem pequeno comprimento de onda, por este motivo a difração sonora é mais percebida que a luminosa.

04 - Na borda de uma mesa há várias esferas pequenas de massas variadas. No solo, sobre a extremidade de uma gangorra, está um rato de 200 g 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 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 sua calda 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 m; y = 1,6 m; x = 3/√3 m; z = 0,6 m.



Assim, a componente horizontal do movimento é $v\cos\theta = x/t = (3/\sqrt{3})/0{,}2 = 3/\sqrt{0{,}6}$. Para a componente vertical do movimento temos $(v\,\mathrm{sen}\,\theta)^2 = 2g(y - z) = 2.10.1 = 20$

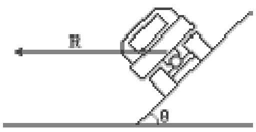
Elevando $v\cos\theta$ ao quadrado e somando à expressão anterior: $v^2.(\mathrm{sen}^2\,\theta + \cos^2\theta) = 20 + 9/0{,}6 = 35$ ➔ $v^2 = \sqrt{35}$.

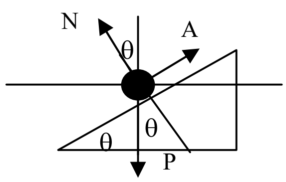
Como metade da energia da esfera é absorvida pelo solo, a outra metade é transferida ao rato.

Assim, $mgz + mv^2/2 = 0{,}5MgH$ ➔ $0{,}2.10.0{,}6 + 0{,}2.35/2 = 0{,}5.M.10.1$ ➔ $5M = 3{,}5 + 1{,}2 = 4{,}7$ ➔ $M = 0{,}94$ kg = 940 g.

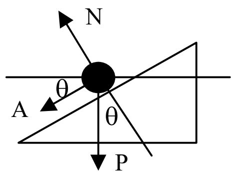
Resposta: 940 g.

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





V mínima



V máxima

Solução:- Para que o carro não derrape, a resultante de N (normal), P (peso) e A (atrito) deve ser igual à força centrípeta (mv^2/R).

(1)Para a velocidade mínima, a tendência do carro é deslizar para baixo. Sendo a resultante uma força dirigida para o centro, (horizontal), devemos ter $N\cos\theta + A\,\mathrm{sen}\theta = P$ e $N\,\mathrm{sen}\theta - A\cos\theta = mv^2/R$. Como $A = \mu N$,

$N\cos\theta + \mu N\,\mathrm{sen}\theta = P$ ➔ $N = P/(\cos\theta + \mu\,\mathrm{sen}\theta)$ e $A = \mu\, P/(\cos\theta + \mu\,\mathrm{sen}\theta)$.

Assim, $mv^2/R = P\,\mathrm{sen}\theta/(\cos\theta + \mu\,\mathrm{sen}\theta) - \mu\, P\cos\theta/(\cos\theta + \mu\,\mathrm{sen}\theta)$ ➔ $mv^2/R = mg\,\mathrm{sen}\theta/(\cos\theta + \mu\,\mathrm{sen}\theta) - \mu mg\cos\theta/(\cos\theta + \mu\,\mathrm{sen}\theta)$ ➔ $v2/R = g(\mathrm{sen}\theta - \mu\,\mathrm{sen}\theta)/(\cos\theta + \mu\,\mathrm{sen}\theta)$ ➔

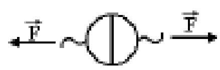
➔ $v = \sqrt{R.g(\mathrm{sen}\theta - \mu\,\mathrm{sen}\theta)/(\cos\theta + \mu\,\mathrm{sen}\theta)}$.

Resposta: $v_{min} = \sqrt{R.g(\mathrm{sen}\theta - \mu\,\mathrm{sen}\theta)/(\cos\theta + \mu\,\mathrm{sen}\theta)}$.

(2) Para a velocidade máxima a modificação seria na equação $N\,\mathrm{sen}\theta - A\cos\theta = mv2/R$ que passaria para $N\,\mathrm{sen}\theta + A\cos\theta = mv^2/R$. Usando o mesmo desenvolvimento resultaria

$v_{max} = \sqrt{R.g(\mathrm{sen}\theta - \mu\,\mathrm{sen}\theta)/(\cos\theta + \mu\,\mathrm{sen}\theta)}$.

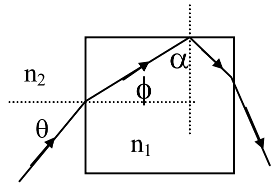
06 - Foi estabelecido vácuo entre dois hemisférios ocos de raio R e com espessura de parede desprezível. A diferença de pressão entre o interior e o meio exterior é "p". Determine o valor da força necessária para separar os hemisférios.



Solução:- Considerando dA como uma pequena área tendendo a zero, a força sobre esta área é pdA e está dirigida para o centro. Para separar os hemisférios, a força F deverá ser igual à soma das resultantes. Isto equivale a p.A onde A é a área do círculo máximo. Portanto, $F = p.\pi R^2$.

Resposta:- $F = p.\pi R^2$.

07 - 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.



Solução:- Para que ocorra reflexão total interna o ângulo α deve ser maior ou igual ao ângulo limite de refração. Isto é: $\text{sen}\ \alpha = n_2/n_1$ (1) ➔ $\cos\alpha = \sqrt{1 - (n_2/n_1)^2} = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)/n_1^2} = (1/n_1).\sqrt{n_1^2 - n_2^2}$. (1)

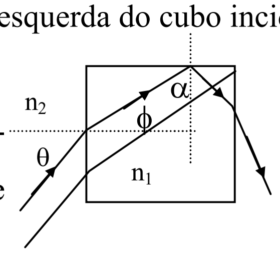
Da refração na face da esquerda, $\text{sen}\ \theta/\text{sen}\ \phi = n_1/n_2$ ➔ $\text{sen}\ \theta = (n_1/n_2)\text{sen}\phi$. Como $\alpha + \phi = 90º$ ➔

➔ $\text{sen}\ \phi = \cos\alpha$ ➔ $\text{sen}\ \theta = (n_1/n_2).\cos\alpha$ (2).

De (1) e (2), $\text{sen}\ \theta = (n_1/n_2).(1/n_1).\sqrt{n_1^2 - n_2^2} = (1/n_2).\sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \sqrt{(n_1/n_2)^2 - 1}$.

Para que a incidência na parte superior seja com ângulo superior a α, o ângulo ϕ deve diminui o que implica em diminuir θ.

Considerando uma incidência com ângulo θ de modo que o raio refratado na face esquerda do cubo incida no vértice superior direito, teríamos a figura ao lado.



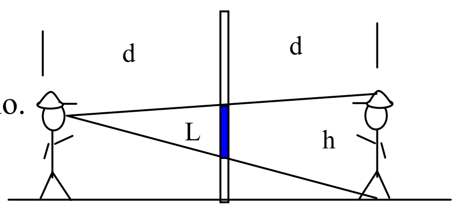
O maior valor de θ possível é o acima, pois para ângulo maiores que θ o raio incidiria na face direita. Portanto, $90º - \theta$ é o menor valor do ângulo que o raio pode fazer com a superfície (no ponto mais baixo possível).

Portanto, o menor ângulo com a superfície (designado β) deve ser tal que $\cos\beta = \text{sen}\ \theta$ ➔ $\cos\beta = \sqrt{(n_1/n_2)^2 - 1}$.

Resposta: arc cos$\sqrt{(n_1/n_2)^2 - 1}$.

08 - Determine o comprimento L mínimo de um espelho de parede, de modo que uma pessoa com altura h possa se ver inteira no espelho, desde o topo da cabeça até os pés.

Solução:- A figura mostra a pessoa, a imagem e o espelho.

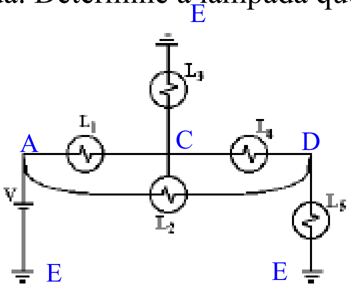


A distância da imagem ao espelho é igual à distância do objeto ao espelho.

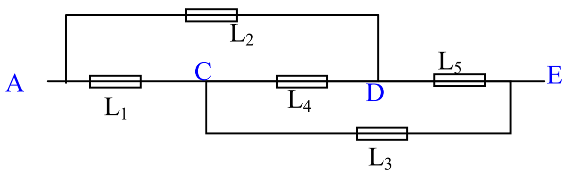
Por semelhança de triângulos: $L/h = d/2d$ ➔ $L = h/2$.

Resposta: $L = h/2$.

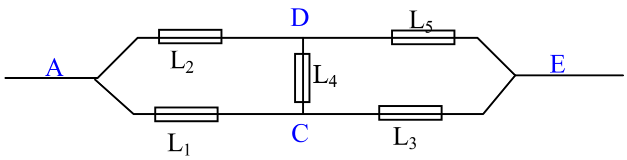
09 - No circuito mostrado na figura existem cinco lâmpadas iguais. Quatro estão acesas e uma está apagada. Determine a lâmpada que está apagada e justifique sua resposta.



Solução:- Na figura acrescentamos as indicações em Azul.
Como os pontos de ligações à terra são potenciais considerados como nulos as três ligações foram indicadas por E.
Refazendo o circuito, teremos:



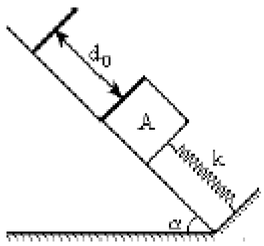
O conjunto pode ainda ser indicado como

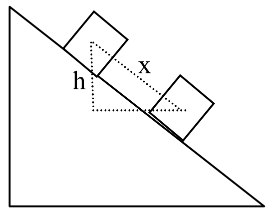


Como as lâmpadas são iguais, suas resistências são iguais e assim, $L_2.L_3 = L_1.L_5$, o que caracteriza o conjunto como uma ponte de Wheatstone. Deste modo, a corrente em L4 é nula e a mesma estará apagada.

Resposta: a lâmpada apagada é a L_4. Ver justificativa acima.

10 - Na figura abaixo, o bloco A é um cubo de aresta a e massa específica ρ. 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 vácuo é ϵ_0 e a capacitância mínima entre as placas é C, determine a expressão literal da constante da mola K (no instante da figura a força da mola é nula).





Solução:- A capacitância é dada por $C = \epsilon_0 A/d = \epsilon_0 a^2/d$. A capacitância será mínima quando d for máximo. Isto é: quando o bloco estiver na parte mais baixa.

Seja x a compressão da mola. Pelo princípio da conservação da energia $mgh = kx^2/2$. Como $h/x = \text{sen}\alpha$, resulta: $mgx\text{sen}\alpha = kx^2/2 \Rightarrow x = 2mg\text{sen}\alpha/k = 2.V.\ \rho.g.\text{sen}\ \alpha/k = 2.a^3.\ \rho.g.\text{sen}\ \alpha/k$

A distância máxima entre as placa é $d = d_0 + x = d_0 + 2.a^3.\ \rho.g.\text{sen}\ \alpha/k$. Portanto, a capacitância mínima é $C = \epsilon_0 a^2/(\ d_0 + 2.a^3.\ \rho.g.\text{sen}\ \alpha/k) \Rightarrow C = k\epsilon_0 a^2\ /(d_0 + 2.a^3.\ \rho.g.\text{sen}\ \alpha) \Rightarrow$

$\Rightarrow k = (C/\epsilon_0 a^2).(d_0 + 2.a^3.\ \rho.g.\text{sen}\ \alpha)$

Resposta:- $k = (C/\epsilon_0 a^2).(d_0 + 2.a^3.\ \rho.g.\text{sen}\ \alpha)$