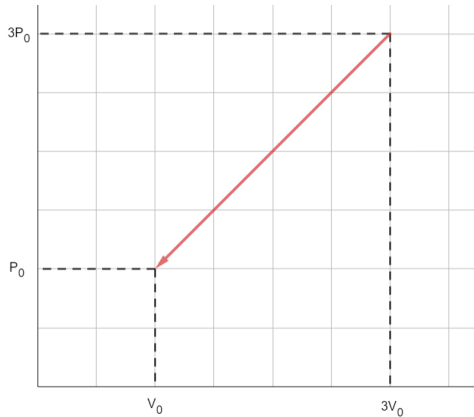


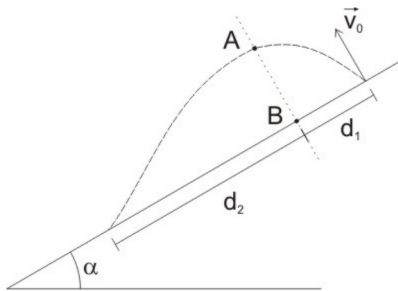
1 Gases do Bap

Bap possui uma amostra de gás ideal e realiza algumas medidas para produzir o diagrama $P \times V$ ilustrado abaixo. A amostra contém n mols de um gás diatômico. Calcule o calor trocado no processo ilustrado em função de P_0 , V_0 . Informe também o sentido do fluxo de calor.



2 Bola do Enzo

(OBF - Adaptada) Enzo estava jogando futebol quando acidentalmente chutou a bola em direção a uma descida de inclinação α com velocidade inicial v_0 . A velocidade da bola faz um ângulo de 90° com a direção do plano. Encontre:



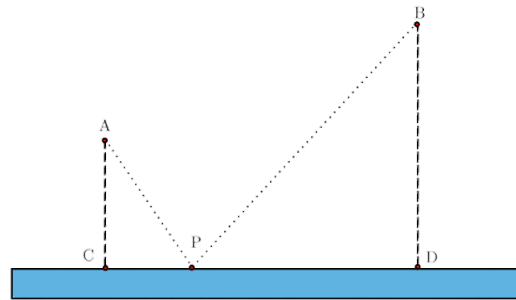
- A distância máxima AB que a partícula fica do plano inclinado.
- O alcance da partícula ao longo do plano inclinado.
- A razão entre d_2 e d_1 mostrada na figura. Sendo A o ponto cuja partícula está à distância máxima do plano e B sua projeção sobre o mesmo, as distâncias d_1 e d_2 são definidas como a distância do ponto de lançamento a B , e a distância de B ao ponto de retorno da partícula ao plano, respectivamente.

3 Vaca Hemétria

O fazendeiro Ítalo estava caminhando em sua propriedade e, quando estava no ponto A , avistou sua vaquinha preferida, Hemétria, no ponto B . Hemétria contou para Ítalo que estava desidratada e precisava beber água o mais rápido possível. Para cumprir essa tarefa, Ítalo precisa correr em direção ao rio (em algum ponto P) para pegar a água e depois ir até o ponto B . No entanto, existem vários caminhos possíveis e Ítalo não sabe o que fazer. Por sorte, você estava por perto! Responda os itens a seguir para garantir que Hemétria não morra de sede.

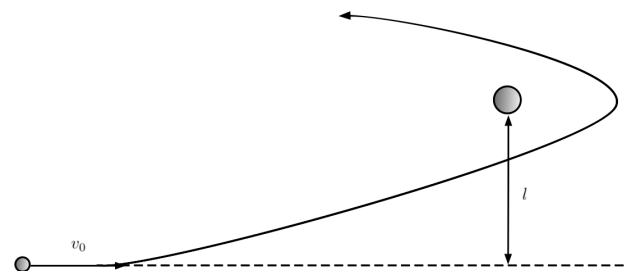
Ao longo do problema use as distâncias: $AC = 0,4$ km, $BD = 0,8$ km, $CD = 0,5$ km. A velocidade do fazendeiro Ítalo possui módulo constante de $v = 1,0$ m/s.

- Qual deve ser o valor da distância CP tal que o tempo do trajeto de Ítalo de A a B seja o menor possível?
- Sendo satisfeita a condição do item passado, determine o tempo gasto, em minutos, por Ítalo em seu trajeto.



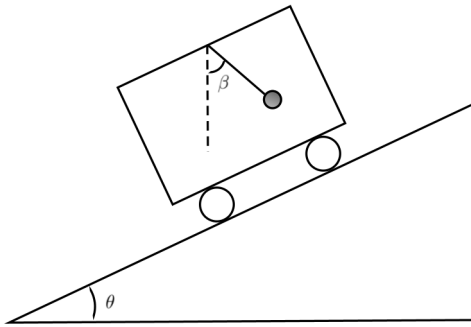
4 Nave do Joãozinho

Joãozinho estava em sua nave se movendo com velocidade v_0 pelo espaço. Muito longe dele, havia uma estrela de massa M e a distância entre a direção de v_0 e o centro da estrela vale l , conforme a figura ilustra. Joãozinho, preocupado com a segurança de sua nave, precisa saber a distância mínima entre sua nave e a estrela para verificar se ela não vai superaquecer devido à radiação da estrela. Ajude Joãozinho nessa missão!



5 Conta IMensa

A figura mostra um vagão subindo uma rampa fixa de inclinação θ com a horizontal. Fixo ao seu teto se encontra um pêndulo, que permanece estacionário em relação ao vagão, sem oscilar, durante todo o movimento. Sabendo que a gravidade local vale g e o coeficiente de atrito entre a rampa e o vagão vale μ , determine o ângulo $\beta > \alpha$ marcado na figura.



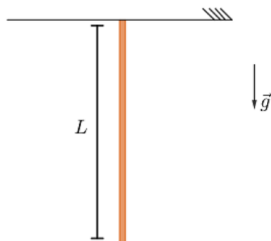
6 Paulo Atrás

Um recipiente cilíndrico muito grande contém uma coluna de água de altura H e um pequeno buraco a uma altura $h < H$ por onde um pequeno jato de água escapa. Everton, muito estudioso, argumenta que a velocidade de saída da água vale $v = \sqrt{2g(H-h)}$ devido ao comportamento laminar da água. Seu amigo Paulo, no entanto, discorda com a afirmação de Everton e diz que, na realidade, a velocidade vale $v = \sqrt{g(H-h)}$.

- Prove o resultado de Everton $v = \sqrt{2g(H-h)}$.
- Prove o resultado de Paulo $v = \sqrt{g(H-h)}$ utilizando argumentos de pressão hidrostática e a segunda lei de Newton.
- Quem será que está certo?

7 Corda do Lucas

Na academia de Lucas há uma corda homogênea de comprimento $L = 10\text{ m}$ e massa $m\text{ kg}$ presa ao teto, que é utilizada para atividades físicas. A gravidade vale $g = 10\text{ m/s}^2$.



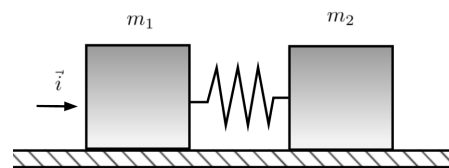
No instante $t = 0\text{ s}$ um pulso de onda é formado na extremidade livre da corda. Esse pulso sobe a corda até encostar no teto.

- Qual é o módulo da força de tração na corda a uma altura y , medida a partir da extremidade livre?
- Qual a velocidade do pulso a essa altura?
- Quanto tempo levará para que o pulso atinja o teto?
- Quando o pulso terminar de percorrer a corda, parte da energia é absorvida pelo teto e parte será refletida na forma de um novo pulso. O que pode-se dizer sobre a fase do pulso refletido em função do pulso original?

8 Sanfona

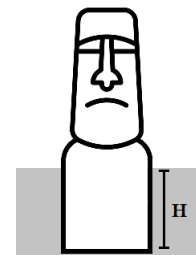
Dois corpos, um de massa m_1 e outro de massa m_2 estão conectados por uma mola de constante elástica k de massa zero. Em $t = 0\text{ s}$, o sistema está em repouso e recebe um impulso horizontal i ao longo de um plano horizontal liso. Calcule:

- A velocidade do centro de massa em função do tempo em relação ao solo.
- O período das oscilações do sistema para o caso em que $m_1 = m_2$.
- O período das oscilações do sistema para o caso em que $m_1 \neq m_2$.

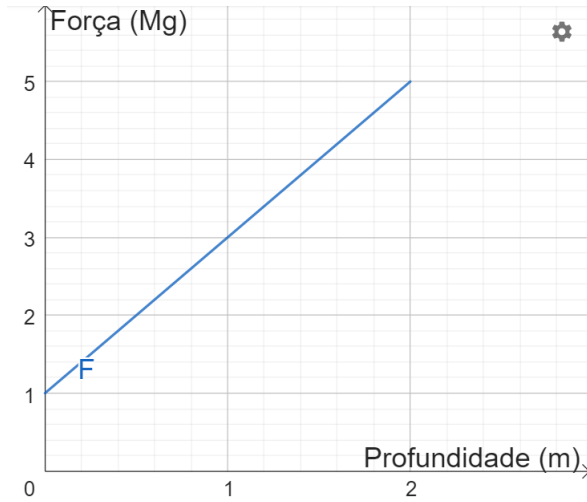


9 Páscoa

Gru, após sua falha tentativa de roubar a lua, decide roubar uma estátua da Ilha de Páscoa, grandes esculturas de pedra com o formato de uma cabeça humana. Para a nossa análise simplificada, vamos aproximar a estátua para um paralelepípedo uniforme de massa $M = 5000\text{ kg}$ e altura $L = 5,0\text{ m}$ e largura $D = 1,0\text{ m}$. Considere a gravidade $g = 10\text{ m/s}^2$.

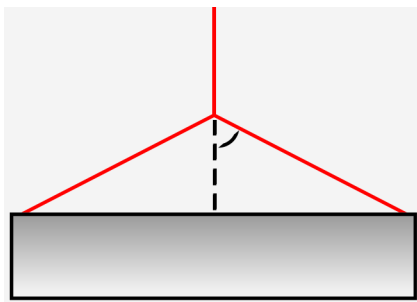


a) A estátua está parcialmente coberta por uma coluna de terra (de altura $H = 1,0\text{ m}$). A força necessária para manter o corpo em equilíbrio vertical está representada no gráfico abaixo:



O eixo vertical representa a força que deve ser aplicada para conseguir levantar a estátua (em unidades de Mg) em função da profundidade (H). Calcule o trabalho que deve ser realizado por Gru para extrair completamente a estátua do solo.

b) Com a estátua em mãos, Gru decide transportá-la utilizando alguns metros de corda. Vamos analisar apenas um caso bidimensional para facilitar as contas. Os segmentos em vermelho representam as cordas, e a caixa cinza, a estátua. Calcule a menor tensão máxima da corda T_{min} para que o transporte do objeto seja possível. A tensão máxima é a maior tração que a corda pode suportar antes de arrebentar.



c) Por motivos de segurança, o segmento superior da corda foi substituído por um cabo de aço, que pode ser considerado indestrutível. Os dois segmentos de corda inferiores não são alterados. Tomando o valor da tração máxima como sendo o T_{min} calculado no item anterior, encontre o maior valor possível para o ângulo marcado na figura para que nenhuma corda arrebente.

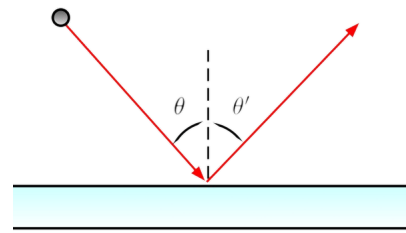
10 Star Wars

Podemos entender a luz como um grande conjunto de minúsculas partículas sem massa (conhecidas como fótons) que colidem sempre de maneira elástica, ou seja, $e = 1$. Caso o estudante não conheça, o coeficiente e é definido da seguinte maneira:

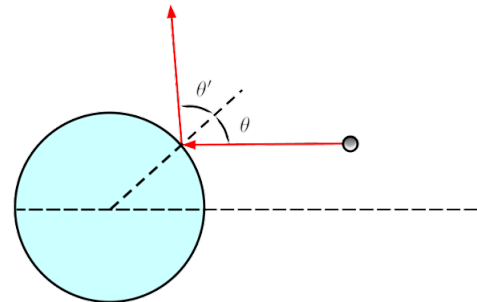
$$e = \frac{|v_{dep}|}{|v_{ant}|} \quad (1)$$

Em que v_{dep} é a velocidade de afastamento depois de uma colisão e v_{ant} é a velocidade de aproximação antes da colisão. Essa velocidade é medida na direção normal. A velocidade tangencial não muda em colisões sem atrito.

a) Vamos começar trabalhando um caso familiar da mecânica. Considere uma partícula de massa m que se move com velocidade v em direção a um espelho. Mostre que a velocidade da partícula é conservada e que $\theta = \theta'$ para uma colisão elástica. Calcule também a variação de momento linear (quantidade de movimento) da partícula. A terceira lei de Newton afirma que o momento linear de um sistema fechado é sempre conservado, então de onde veio o momento adicional da partícula?



b) Ao invés de uma superfície plana, vamos considerar a colisão de uma pequena partícula de massa m com um cilindro de massa M , que representa o sabre de luz. A partícula incide com velocidade v e sai com velocidade v' . O cilindro recua com velocidade u .



Encontre o ângulo θ' em função das massas M e m . Mostre que, no caso em que $M \gg m$, voltamos para o resultado do item anterior $\theta = \theta'$.