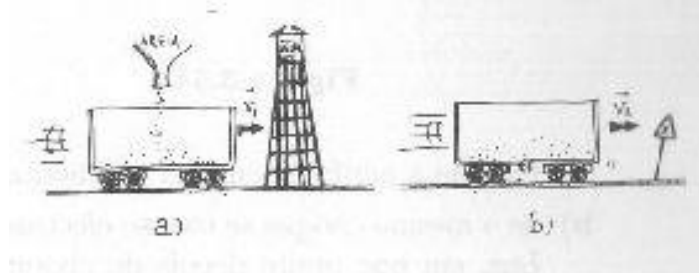


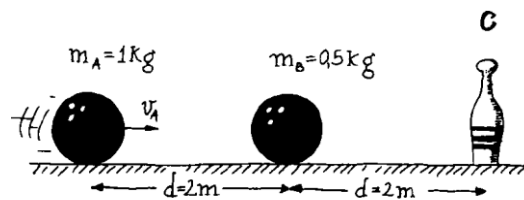
## 5ª Série de Problemas Mecânica e Relatividade MEFT

1. Um vagão move-se sem atrito em linha recta sobre um plano horizontal. A sua massa é  $M=500$  kg. No instante  $t=0$ , a sua velocidade é de  $7$  m/s. Nesse instante começa a receber areia de uma tremonha fixa ao solo. No instante  $t_1$  deixa de cair areia, e a massa de areia recebida é no total  $m=200$  kg.



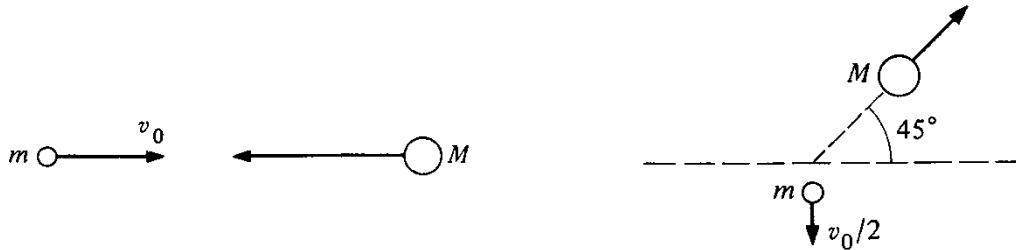
- 1.a) Qual a velocidade do vagão,  $v_1$ , a partir do instante  $t_1$  ?
- 1.b) No instante  $t_1$ , o vagão que continha areia num total de  $200$  kg além da sua massa de  $500$  kg e se movia com velocidade  $v_1$ , começa a perder areia através de um tubo vertical. Qual é a velocidade do vagão no instante  $t_2$  em que já perdeu  $100$  kg de areia?
2. Dois astronautas jogam à bola, flutuando em condições de ausência de peso. O primeiro astronauta, que tem  $80$  kg, lança a bola ao outro, que tem  $70$  kg. Despreze a resistência do ar. Sabendo que a massa da bola é  $8$  kg, e que esta é lançada com uma velocidade de  $10 \text{ m s}^{-1}$ , determine:
- 2.a) Qual a velocidade de recuo do 1º astronauta após ter lançado a bola?
- 2.b) Qual a velocidade do conjunto “bola+2º astronauta” após este ter recebido a bola?
- 2.c) Qual a velocidade do centro de massa do conjunto “astronautas + bola” nos casos da alínea a) e b)?
3. Um pescador de massa igual a  $75$  kg está no extremo de um barco de  $10$  m de comprimento e  $150$  kg de massa, à superfície da água, encontrando-se ambos em repouso. O pescador desloca-se até à outra extremidade do barco, e pára. Desprezando os efeitos de atrito do barco com a água:
- 3.a) Se o pescador tiver demorado um tempo total de  $5$  s, qual a velocidade do barco em relação à água?
- 3.b) Qual a distância percorrida pelo barco?
- 3.c) Tendo em conta os efeitos de atrito do barco com a água, imediatamente após o pescador parar em que sentido andar o barco?

4. Um projectil de 1 kg é lançado a um ângulo de  $60^\circ$  com a horizontal e com uma velocidade inicial de 400 m/s. Despreze os efeitos de atrito com o ar. No ponto mais alto da sua trajectória ele explode em dois pedaços de 0.3 e 0.7 kg. O pedaço de 0.3 kg cai na vertical (sem velocidade vertical inicial).
- 4.a) Qual a distância entre os dois fragmentos, quando atingem o chão?
- 4.b) Qual a energia libertada na explosão?
- 4.c) Quais as velocidades dos dois pedaços no referencial do Centro de Massa?
5. Um foguetão sobe no campo gravitacional partindo do repouso. Os gases de exaustão são ejectados com velocidade  $u$  relativa à velocidade  $v$  do foguetão. A taxa a que os gases de exaustão são expelidos é dada por  $\frac{dm}{dt} = \gamma M$ , com  $M$  a massa instantânea do foguetão. O foguetão sofre uma força de atrito com módulo dado por  $Mbv$ , com  $b$  constante. Determine a velocidade do foguetão em função do tempo.
6. Uma bola com velocidade  $v_A$  choca frontalmente com outra bola B em repouso. Ambas as bolas têm a massa  $m = 1$  kg e o choque é elástico.
- 6.a) Calcule as velocidades das bolas A e B após o choque, em relação ao referencial de laboratório. Qual a fracção de energia cinética de A que passa para B ( $T_{final}^B / T_{initial}^A$ )?
- 6.b) Se a bola B apenas tivesse a massa de 0.5 kg, quais seriam as velocidades das bolas A e B após o choque? Qual é a fracção de energia cinética que seria transmitida da bola A à bola B?

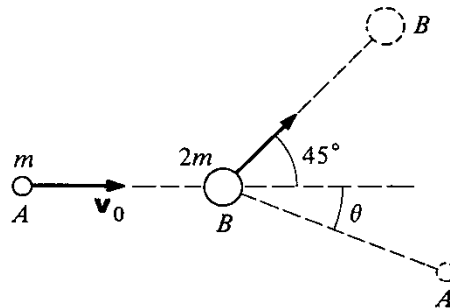


- 6.c) No chão, a bola A é lançada contra a bola B, a qual, por sua vez, deverá ir tocar num objecto C. Sabendo que existe uma força de atrito constante dada por  $F_a = 2P$ , em que  $P$  é o peso da bola, e supondo elástico o choque entre as duas bolas, calcule a velocidade mínima com que deve ser lançada a bola A para que o objecto C seja atingido. Considere que as duas bolas têm massas iguais.

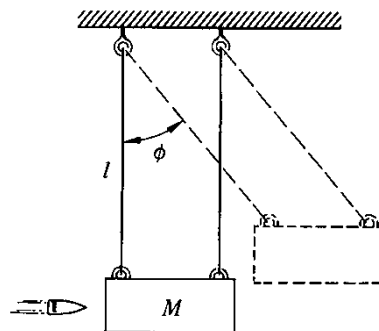
7. Uma partícula de massa  $m$  e velocidade inicial  $v_0$  colide elasticamente com uma partícula desconhecida de massa  $M$  como mostra a figura. Após a colisão, a partícula de massa  $m$  afasta-se na perpendicular da trajetória inicial com velocidade  $v_0/2$  e a partícula afasta-se com a direção indicada. Determine a razão  $M/m$ .



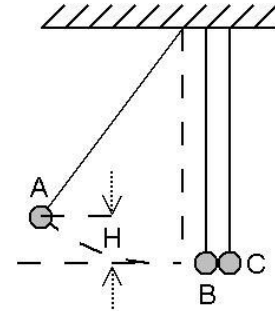
8. Uma partícula A de massa  $m$  e velocidade  $v_0$  colide elasticamente com uma partícula B de massa  $2m$  em repouso e seguem de acordo com o esquema representado na figura. Determine o ângulo  $\theta$  indicado.



9. A velocidade de uma bala pode ser determinada com um pêndulo balístico como mostra a figura. Sabendo que a massa da bala é  $m$  e a velocidade  $v$ , determine o ângulo  $\phi$ . A massa do bloco é  $M$  e o comprimento do pêndulo é  $l$ .



**10.** O sistema representado na figura é constituído por três pêndulos de massas e comprimentos iguais. No instante inicial, o pêndulo A é largado da altura H com velocidade nula.

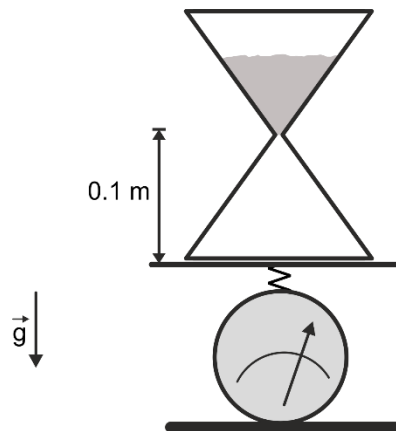


**10.a)** Se os choques forem elásticos, qual a altura máxima atingida pelo pêndulo C? Justifique.

**10.b)** Que acontece aos pêndulos A e B após o choque?

**10.c)** Se após o choque, as três esferas permanecerem ligadas entre si, qual a altura máxima atingida pelo conjunto.

**11.** Uma ampulheta de  $M=100\text{g}$  e  $20\text{ cm}$  de altura encontra-se em cima de uma balança dinamómetro como mostra a figura. Inicialmente toda a areia de massa  $m=50\text{g}$  está na câmara superior da ampulheta e o orifício está fechado. Em  $t=0$  o orifício é aberto e a areia cai sem velocidade inicial à taxa de  $10\text{ g/s}$ .



**11.a)** Quanto tempo demora até que os primeiros grãos de areia atinjam o fundo da ampulheta?

**11.b)** Calcule o peso indicado pela balança em função do tempo durante o intervalo descrito na alínea anterior.

**11.c)** Calcule o peso indicado pela balança quando a areia começa a atingir o fundo da ampulheta.

**11.d)** Faça um gráfico do peso indicado pela balança deste o instante em que toda a areia está na câmara superior da ampulheta até ao momento em que toda a areia se encontra em repouso na câmara inferior da ampulheta.

**12.** Duas bolas com massas respectivamente de 1 kg e de 100 g são deixadas cair (velocidade inicial nula) na vertical de uma altura de 5 m. Admita que pode desprezar o atrito e que todas as colisões são elásticas.

**12.a)** Supondo que as bolas são deixadas cair separadamente determine:



**12.a.i)** A velocidade com que cada bola chega ao solo

**12.a.ii)** A velocidade que cada bola tem após o embate com o solo

**12.a.iii)** A força exercida sobre o solo durante o embate de cada uma das bolas admitindo que este dura  $10^{-2}$ s.

**12.b)** Considerando agora que as bolas foram deixadas cair simultaneamente com a bola pequena no topo da bola grande determine:



**12.b.i)** A velocidade de cada bola antes do choque com o solo.

**12.b.ii)** A velocidade que cada bola tem após o embate com o solo