

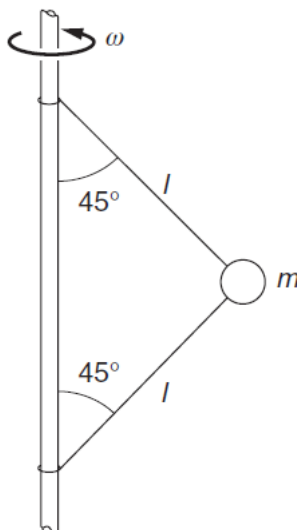


**Duração do Teste: 1h45m (Perguntas 3, 4 e 5; cotação x20/18)**

**Duração do Exame: 2h15m (Perguntas 1, 2, 4 e 5; cotação x20/24)**

**Só serão cotadas as respostas em que há trabalho mostrado**

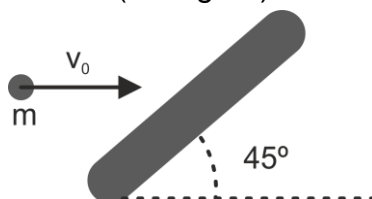
- 1) Um corpo de massa  $m = 0.2 \text{ kg}$  está ligada a um eixo vertical por duas cordas inextensíveis de comprimento  $l = 0.6 \text{ m}$  e de massa desprezável. O conjunto roda com velocidade angular  $\omega = 8 \text{ rad/s}$  (ver figura) e encontra-se submetido à aceleração da gravidade.



- [2,0] a) Calcule a energia cinética do corpo.
- [2,0] b) Faça um diagrama representando todas as forças a que o corpo se encontra submetido.
- [2,0] c) Calcule a tensão em cada uma das cordas.

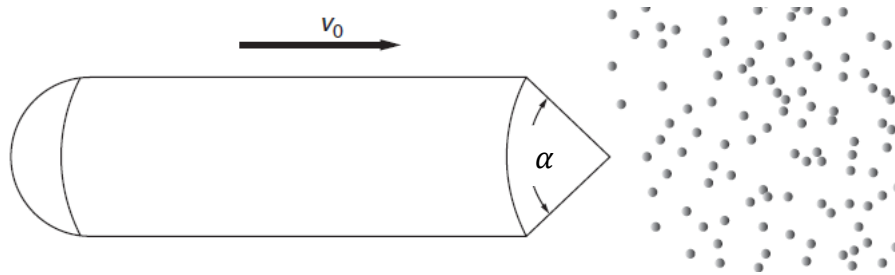
2)

- [2,0] a) Uma partícula de massa  $m = 3 \times 10^{-27} \text{ kg}$  move-se com uma velocidade  $v_0 = 2600 \text{ m/s}$  segundo uma direção de  $45^\circ$  relativamente a uma parede de massa infinita (ver figura).



Qual é a velocidade (módulo, direção e sentido) da partícula após uma colisão elástica com a parede. Qual foi o momento linear transferido para a parede na direção do movimento inicial da partícula?

- b) Considere agora um foguetão cilíndrico de diâmetro  $2R=4$  m e massa  $M=25\,000$  kg com uma frente cônica de  $\alpha=90^\circ$  de abertura (ver figura) que se move no espaço interstelar com uma velocidade  $v_0=2600$  m/s e que atravessa uma nuvem interstelar formada por partículas de massa  $m=3\times 10^{-27}$  kg com uma densidade de  $10^{10}$  m<sup>-3</sup>. Inicialmente as partículas da nuvem estão em repouso.



[2,0]

- i) Considere que cada partícula colide elasticamente com a frente cônica do foguetão. O número de colisões é suficientemente grande e em igual número em qualquer secção igual do cone para se poder considerar o processo aproximadamente contínuo. Calcule a força que atua sobre o foguetão em função da velocidade instantânea do foguetão  
*Sugestão: Comece por calcular o número de partículas que colide com o foguetão num infinitésimo  $dt$  e calcule de seguida o momento total transferido para o foguetão nesse infinitésimo.*

[2,0]

- ii) Calcule a velocidade do foguetão em função do tempo à medida que atravessa a nuvem.  
*Nota: Caso não tenha calculado a alínea anterior admita que a força que atua sobre o foguetão é  $\vec{F} = -10^{-15} v^2 \vec{e}_v$  [N]*

- 3) O Cometa Halley de massa  $m_H=2,2\times 10^{14}$  kg descreve em torno do sol uma órbita elíptica. A distância mínima e máxima do cometa ao Solé aproximadamente de 0.6 UA e 35 UA, respetivamente. Suponha que se colocou, numa orbita circular em torno do Sol, uma sonda com uma massa de 10 toneladas que se deve encontrar com o cometa no ponto da sua órbita mais próximo do Sol. Determine:

[2,0]

- a) A velocidade, a energia e o momento angular da sonda.

[2,0]

- b) O momento angular e a velocidade do cometa Halley no ponto mais próximo do Sol.

[2,0]

- c) A velocidade mínima que o cometa Halley devia ter no ponto mais próximo do Sol de modo a que a sua órbita fosse aberta.

- 4) Num plano inclinado que faz um ângulo de  $\varphi = 20^\circ$  com a horizontal e tem 1 m de comprimento rola sem deslizar um tubo cilíndrico de raio  $r=3$  cm e massa  $m=0.1$  kg. O momento de inércia do tubo é  $I_{CM}=mr^2$ .

[2,0]

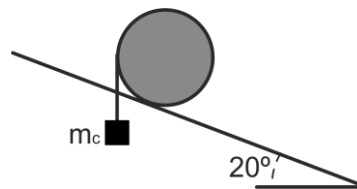
- a) Calcule a velocidade do CM do tubo cilíndrico no final do plano inclinado sabendo que foi largado no topo em repouso.

[2,0]

- b) Calcule a aceleração e a força atrito na direção do plano inclinado que atua sobre o corpo.

[2,0]

- c) Considere que enrola um fio em torno do tubo cilíndrico de onde suspende um corpo de massa  $m_c$  como mostrado na figura. Determine a massa  $m_c$  que permite manter o corpo em repouso, se for colocado sem velocidade inicial no plano inclinado.



- 5) Uma partícula de massa  $m=10^{-27}$  kg e de tempo de vida próprio igual  $2.6 \times 10^{-8}$  s move-se no laboratório com velocidade  $v=0.999c$ .

[2,0]

- a) Calcule o tempo de vida da partícula no referencial do laboratório e o percurso realizado.

[2,0]

- b) A partícula colide frontalmente com outra partícula igual que se dirige para a primeira com uma velocidade  $-v$  no referencial de laboratório. Sabendo que as partículas se fundem na colisão, calcule a massa da partícula formada.

[2,0]

- c) Numa nave que se move com velocidade  $V_{nave}=0.8c$  uma partícula inicialmente em repouso na nave é submetida a uma aceleração  $a_0$  na direção e sentido do movimento da nave. Calcule qual é a aceleração da partícula no referencial de laboratório em função de  $a_0$ .

Aceleração da gravidade (Terra)		g=9,8 m/s <sup>2</sup>	
Constantes de Gravitação		G=6,67260x10 <sup>-11</sup> Nm <sup>2</sup> kg <sup>-2</sup>	
Massa do Sol		M <sub>S</sub> =1,99x10 <sup>30</sup> kg	
1 UA		1,5x10 <sup>11</sup> m	
Velocidade da Luz		c=2.99x10 <sup>8</sup> m/s	
Massa do próton		m <sub>e</sub> =1.67x10 <sup>-27</sup> kg	
Transformações de Lorentz		$x = \frac{x' + Vt'}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$ $t = \frac{t' + \frac{x'V}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$	
		$E = \frac{E' + Vp'}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$ $p = \frac{p' + \frac{E'V}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$	
Conversão de Energia		1 eV= 1.6 ×10 <sup>-19</sup> J	
Conversão massa	Mass (kg)	Mass (u)	Mass (MeV/c <sup>2</sup> )
1 unidade de massa atômica	1.660540 x 10 <sup>-27</sup> kg	1.000 u	931.5 MeV/c <sup>2</sup>