UNIVERSIDADE DE AVEIRO DEPARTAMENTO DE FÍSICA 3810-193 AVEIRO

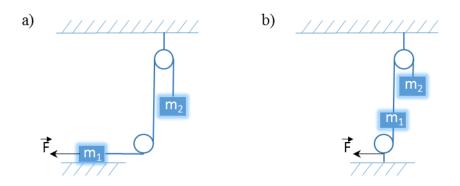
Mecânica e Campo Eletromagnético

Capítulo 1. Fundamentos de Mecânica Clássica

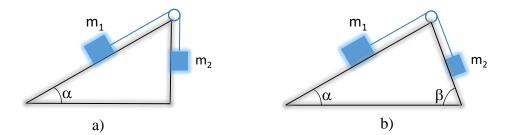
1.2 Dinâmica da partícula



- 1. Um homem cuja massa é de 90 kg está num elevador. Determine a força que o chão, $\vec{F}_{homen/chão}$, exerce sobre ele quando:
 - a) o elevador sobe com velocidade uniforme.
 - b) o elevador desce com velocidade uniforme.
 - c) o elevador sobe com uma aceleração de 3 m.s⁻².
 - d) o elevador desce com uma aceleração de 3 m.s⁻².
 - e) o cabo parte-se e o elevador cai livremente.
- **2.** Calcule a aceleração dos corpos da figura e a tensão nas cordas. Aplique ao caso em que $m_1 = 50$ g, $m_2 = 80$ g e F = 1N.

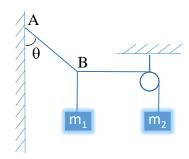


3. Determine a norma (módulo ou valor) do vetor a aceleração com que os corpos na figura se movem e a norma (módulo ou valor) das tensões nas cordas.





4. Considere o sistema em equilíbrio representado na figura. Calcule o ângulo θ e a norma (módulo ou valor) da tensão na corda AB, sendo $M_1 = 3$ kg e $M_2 = 4$ kg.



5. Um bloco de massa m=10 kg está em repouso na origem sobre uma superfície horizontal (plano OXY) sem atrito. Para $t \ge 0$, atua sobre o bloco uma força de intensidade variável

$$\vec{F} = (4t^2 - t)\hat{i}$$
 (t em s, F em N)

Determine:

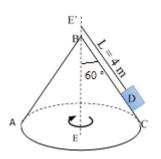
- a) a expressão do impulso da força em função do tempo.
- b) o impulso da força em t = 4 s.
- c) a variação do momento linear nos 4 s iniciais.
- d) a velocidade do bloco no instante t = 4 s.
- e) a velocidade do bloco em função do tempo.
- f) a posição do bloco em função do tempo.
- **6.** Uma bola de pingue-pongue cai verticalmente sobre o solo com velocidade cujo módulo é $10~\rm m.s^{-1}$. A bola ressalta com uma velocidade de $8~\rm m.s^{-1}$. Supondo que a força média exercida pela bola sobre o solo é igual a $180~\rm N$ e que o tempo em que ela fica em contacto com o solo é igual a $10^{-3}~\rm s$, calcule a massa da bola.
- 7. Uma massa de 1 kg descreve um arco de circunferência situado no plano vertical, presa à extremidade dum fio de comprimento 1 metro e de peso desprezável. Sendo a sua velocidade 2 m.s⁻¹ quando o fio faz um ângulo $\theta = 30^{\circ}$ com a vertical, determinar:
 - a) as componentes radial e tangencial da aceleração.
 - b) a grandeza e direção da aceleração resultante.
- **8.** Uma massa de 0,4 kg está presa a uma corda de 0,8 m e é posta a rodar horizontalmente a 80 voltas/min.
 - a) Qual é a intensidade da força que a corda exerce sobre a massa?
 - b) Se a corda se partir quando a tensão for superior a 50 kgf, qual é a maior velocidade angular possível para a corda?
- **9.** Um comboio descreve uma curva a 63 km.h⁻¹. O raio da curva é 300 m. Calcule:
 - a) a inclinação que a curva deve ter para que no comboio não atuem forças laterais.
 - b) o ângulo que uma vara suspensa do teto de uma das carruagens faz com a vertical.



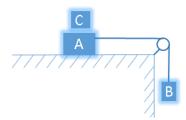
10. Um corpo D cuja massa é de 6 kg está sobre uma superfície cónica A B C e roda em torno do eixo EE' com uma velocidade angular de 10 rev/min. Calcule norma (módulo ou valor) da:



- b) reação da superfície.
- c) tensão no fio.
- d) velocidade angular necessária para reduzir a reação do plano a zero.



- 11. O pêndulo cónico da figura anterior descreve no plano horizontal um círculo com uma velocidade angular ω . Calcule a norma (módulo ou valor) da tensão na corda e o ângulo que faz com a vertical no caso de M=1,2 kg, L=1,16 m e $\omega=30$ rad.s⁻¹.
- **12.** As massas A e B da figura são respetivamente 10 kg e 5 kg. Os coeficientes de atrito estático e cinético de A com a mesa são 0,20.
 - a) Calcule a massa mínima C que impede A de se mover.
 - b) Calcule a norma (módulo ou valor) da aceleração resultante se levantar C.

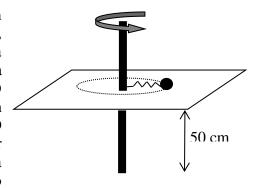


- **13.** Um corpo que pesa 4 kg está assente sobre uma superfície horizontal. Aplicando-lhe uma força horizontal de intensidade crescente, verifica-se que o corpo se mantém em equilíbrio até a força ser de 0,8 kgf. Determinar o coeficiente de atrito estático entre as duas superfícies.
- **14.** Um bloco de madeira está sobre um plano inclinado cuja inclinação se pode variar. Aumenta-se gradualmente a inclinação até que o bloco comece a deslizar, para uma inclinação de 30°. Determine o coeficiente de atrito estático entre o bloco e o plano.
- 15. Partindo do repouso, um corpo percorre num plano inclinado de 45° e de coeficiente de atrito μ , uma certa distância num tempo determinado. Qual deveria ser o coeficiente de atrito, para que o móvel percorresse nas mesmas condições, a mesma distância em metade do tempo?
- 16 Uma autoestrada cujo raio é de 300 m não é inclinada nas curvas. Sabendo que o coeficiente de atrito entre a borracha e o asfalto seco é de 0,75, entre a borracha e o asfalto molhado é de 0,5 e entre a borracha e o gelo é de 0,25, determine a norma (módulo ou valor) da velocidade máxima, dentro dos limites de segurança, de modo a que um carro possa descrever a curva em: a) dias secos; b) dias de chuva e c) dias com neve.



17. Calcule:

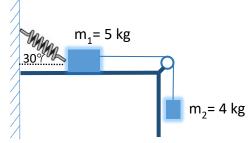
- a) a velocidade limite de uma esfera com raio 2 cm e massa volúmica 1,50 g.cm⁻³ caindo através da glicerina (massa volúmica 1,26 g.cm⁻³).
- b) a velocidade da esfera quando a sua aceleração é de 1,00 m.s $^{-2}$ ($\eta_{glicerina}$ = 833 \times 10 $^{-3}$ kg.m $^{-1}$.s $^{-1}$).
- 18. Uma régua, indeformável, está ligada a um eixo vertical (fig.) e serve de apoio a uma mola, de 50 cm de comprimento, que tem presa numa extremidade uma esfera de 200 g estando a outra extremidade fixa no eixo vertical. O comprimento da mola sofre um aumento de 1cm quando está sujeita a uma força de 1 N. O conjunto roda com movimento circular uniforme, em torno do eixo vertical, a uma altura de 50 cm acima do solo. Despreze o atrito entre a régua e a esfera.



- a) Qual passará a ser o comprimento da mola quando o conjunto roda dando uma volta em cada 2 s?
- b) Qual o vetor velocidade e o ângulo que este faz com a direção horizontal, quando a esfera atinge o solo, ao desprender-se num dado instante. Despreze todas as forças de resistência.
- 19. Considere o esquema da figura. A mola tem uma constante de força k = 400 N/m. Estando o sistema em repouso, e na iminência de se movimentar, qual o alongamento da mola (o ângulo mantém-se constante):



b) Se o coeficiente de atrito entre m₁ e a mesa for 0,4.





Soluções.

1. a)
$$\vec{F}_{homen/ch\tilde{a}o} = 882 \,\hat{j} \,\text{N}$$
; b) $\vec{F}_{homen/ch\tilde{a}o} = 882 \,\hat{j} \,\text{N}$; c) $\vec{F}_{homen/ch\tilde{a}o} = 1152 \,\hat{j} \,\text{N}$; e) $\vec{F}_{homen/ch\tilde{a}o} = \vec{0}$

2. a)
$$\vec{a}_1 = 1,66 \ \hat{\imath} \ \text{m.s}^{-2}, \ \vec{a}_2 = 1,66 \ \hat{\jmath} \ \text{m.s}^{-2}, \ \vec{T}_1 = -0,92 \ \hat{\imath} \ \text{N}, \ \vec{T}_2 = 0,92 \ \hat{\jmath} \ \text{N}$$

b) $\vec{a}_1 = -5,43 \ \hat{\jmath} \ \text{m.s}^{-2}, \vec{a}_2 = 5,43 \ \hat{\jmath} \ \text{m.s}^{-2}, \ \vec{T} = 1,22 \ \hat{\imath} \ \text{N}$

3. a)
$$a = [m_1 \operatorname{sen}\alpha - m_2]g/[m_1 + m_2]$$
; $T = m_1 m_2[1 + \operatorname{sen}\alpha]g/[m_1 + m_2]$;

b)
$$a = [m_1 sen \alpha - m_2 sen \beta]g/[m_1 + m_2]; T = m_1 m_2 [sen \alpha + sen \beta]g/[m_1 + m_2]$$

4.
$$\theta = 53,1^{\circ}$$
; T = 49 N

5. a)
$$\vec{I}(t) = \left(\frac{4}{3}t^3 - \frac{t^2}{2}\right) \hat{\imath} \text{ kg. m. s}^{-1}; \text{ b) } \vec{I}(4) = 77,3 \hat{\imath} \text{ kg. m. s}^{-1};$$

$$\vec{\Delta p} = 77,33 \hat{\imath} \text{ kg. m. s}^{-1}; \text{ d) } \vec{v}(4) = 7,73 \hat{\imath} \text{ m.s}^{-1}.$$

$$\vec{v}(t) = \left(\frac{2}{15}t^3 - \frac{t^2}{20}\right) \hat{\imath} \text{ m. s}^{-1}; \text{ f) } \vec{r}(t) = \left(\frac{t^4}{30} - \frac{t^3}{60}\right) \hat{\imath} \text{ m. s}^{-1}.$$

6.
$$m \cong 10 q$$

7. a)
$$\vec{a}_t = 4.9 \ \hat{u}_t \ \text{m s}^{-2}$$
, $\vec{a}_n = 4.0 \ \hat{u}_n \ \text{m s}^{-2}$; b) $a = 6.33 \ \text{m.s}^{-2}$; $\theta = 39.2^\circ$

8. a)T = 22,5 N; b)
$$\omega$$
 = 39,13 rad.s⁻¹

9. a)
$$\alpha$$
 = 5,95 °; b) θ = 5,95 °

10. a)
$$v = 3,64 \text{ m.s}^{-1}$$
; b) $R = 39,46 \text{ N}$; $T = 49,24 \text{ N}$; d) $\omega = 2,21 \text{ rad.s}^{-1}$

11. T = 1252,8 N;
$$\theta$$
 = 89,5°

12. a)
$$m_c = 15 \text{ kg}$$
; b) $a = 1.96 \text{ m.s}^{-2}$

13.
$$\mu = 0.2$$

14.
$$\mu$$
 = 0,58

15.
$$\mu' = 4\mu - -3$$

16. a)
$$v = 46,96 \text{ m. s}^{-1}$$
; b) $v = 38,34 \text{ m. s}^{-1}$; c) $v = 27,11 \text{ m. s}^{-1}$

17. a)
$$\overrightarrow{v_L} = 0.25 \,\hat{\jmath} \,(\text{m. s}^{-1}); \,\text{b}) \, \overrightarrow{v} = 0.09 \,\hat{\jmath} \,(\text{m. s}^{-1}).$$

18. a) 51cm; b)
$$\vec{v}(0.31 \text{ s}) = 1.61 \hat{i} - 2.94 \hat{j} \text{ (m. s}^{-1}), \theta = 63 ^{\circ}$$