



universidade
de aveiro

departamento de física

MECÂNICA E CAMPO ELETROMAGNÉTICO

ano letivo 2022/2023

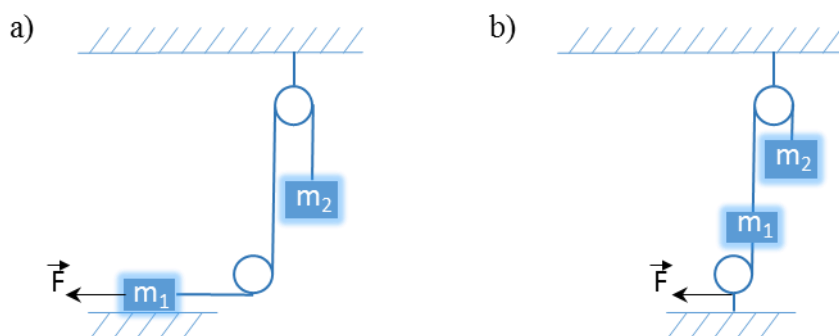
Capítulo 1. Fundamentos de Mecânica Clássica

1.2 Dinâmica da partícula

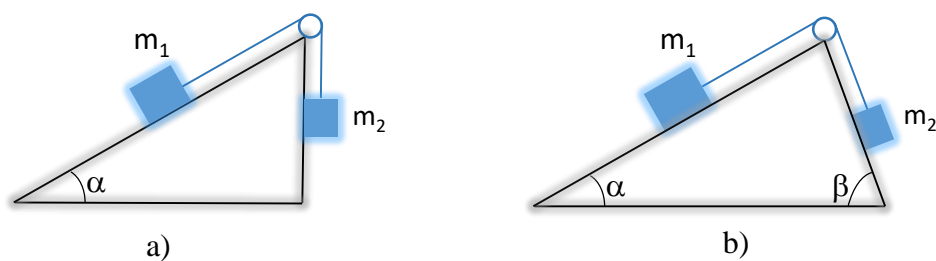
1. Um homem cuja massa é de 90 kg está num elevador. Determine a força que o chão, $\vec{F}_{\text{homen/chão}}$, exerce sobre ele quando:

- 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.

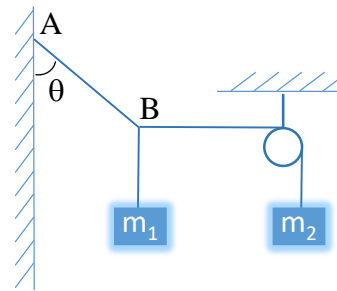
2. Calcule a aceleração dos corpos da figura e a tensão nas cordas. Aplique ao caso em que $m_1 = 50 \text{ g}$, $m_2 = 80 \text{ g}$ e $F = 1 \text{ N}$.



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 $M_1 = 3 \text{ kg}$ e $M_2 = 4 \text{ kg}$.



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

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

Determine:

- a expressão do impulso da força em função do tempo.
- o impulso da força em $t = 4 \text{ s}$.
- a variação do momento linear nos 4 s iniciais.
- a velocidade do bloco no instante $t = 4 \text{ s}$.
- a velocidade do bloco em função do tempo.
- 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 m.s^{-1} . A bola ressalta com uma velocidade de 8 m.s^{-1} . Supondo que a força média exercida pela bola sobre o solo é igual a 180 N e que o tempo em que ela fica em contacto com o solo é igual a 10^{-3} 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:

- as componentes radial e tangencial da aceleração.
- a grandeza e direção da aceleração resultante.

8. Uma massa de $0,4 \text{ kg}$ está presa a uma corda de $0,8 \text{ m}$ e é posta a rodar horizontalmente a 80 voltas/min .

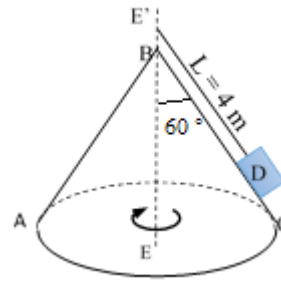
- Qual é a intensidade da força que a corda exerce sobre a massa?
- Se a corda se partir quando a tensão for superior a 50 kgf , qual é a maior velocidade angular possível para a corda?

9. Um comboio descreve uma curva a 63 km.h^{-1} . O raio da curva é 300 m . Calcule:

- a inclinação que a curva deve ter para que no comboio não atuem forças laterais.
- 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 cônica A B C e roda em torno do eixo EE' com uma velocidade angular de 10 rev/min. Calcule norma (módulo ou valor) da:

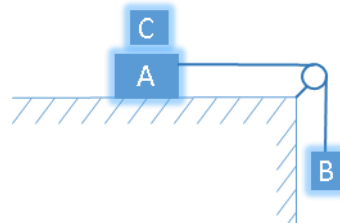
- velocidade linear do corpo.
- reação da superfície.
- tensão no fio.
- velocidade angular necessária para reduzir a reação do plano a zero.



11. O pêndulo cônico 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.

- Calcule a massa mínima C que impede A de se mover.
- 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.

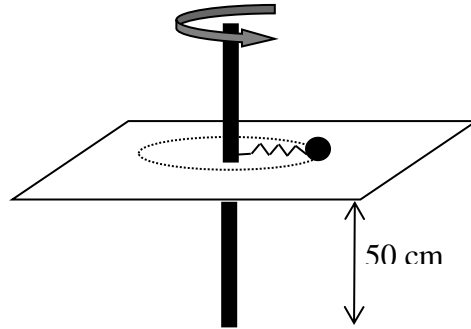
15. Partindo do repouso, um corpo percorre num plano inclinado de 45° e de coeficiente de atrito μ , uma certa distância num tempo determinado. Qual deveria ser o coeficiente de atrito, para que o móvel percorresse nas mesmas condições, a mesma distância em metade do tempo?

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 velocidade limite de uma esfera com raio 2 cm e massa volúmica $1,50 \text{ g.cm}^{-3}$ caindo através da glicerina (massa volúmica $1,26 \text{ g.cm}^{-3}$).
- a velocidade da esfera quando a sua aceleração é de $1,00 \text{ m.s}^{-2}$ ($\eta_{\text{glicerina}} = 833 \times 10^{-3} \text{ kg.m}^{-1}.\text{s}^{-1}$).

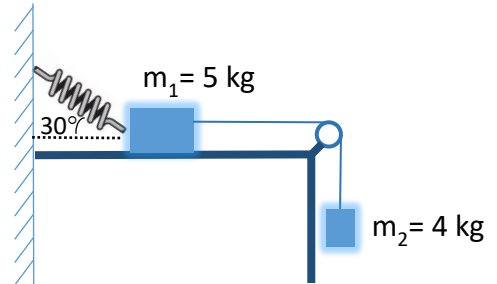
18. Uma régua, indeformável, está ligada a um eixo vertical (fig.) e serve de apoio a uma mola, de 50 cm de comprimento, que tem presa numa extremidade uma esfera de 200 g estando a outra extremidade fixa no eixo vertical. O comprimento da mola sofre um aumento de 1 cm quando está sujeita a uma força 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.



- Qual passará a ser o comprimento da mola quando o conjunto roda dando uma volta em cada 2 s?
- 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 $k = 400 \text{ N/m}$. Estando o sistema em repouso, e na iminência de se movimentar, qual o alongamento da mola (o ângulo mantém-se constante):

- Se não houver atrito.
- Se o coeficiente de atrito entre m_1 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) $\vec{a}_1 = 1,66 \hat{i} \text{ m.s}^{-2}$, $\vec{a}_2 = 1,66 \hat{j} \text{ m.s}^{-2}$, $\vec{T}_1 = -0,92 \hat{i} \text{ N}$, $\vec{T}_2 = 0,92 \hat{j} \text{ N}$
b) $\vec{a}_1 = -5,43 \hat{j} \text{ m.s}^{-2}$, $\vec{a}_2 = 5,43 \hat{j} \text{ m.s}^{-2}$, $\vec{T} = 1,22 \hat{i} \text{ N}$
3. a) $a = [m_1 \text{ sen}\alpha - m_2]g/[m_1 + m_2]$; $T = m_1 m_2[1 + \text{sen}\alpha]g/[m_1 + m_2]$;

b) $a = [m_1 \text{ sen}\alpha - m_2 \text{ sen}\beta]g/[m_1 + m_2]$; $T = m_1 m_2[\text{sen}\alpha + \text{sen}\beta]g/[m_1 + m_2]$
4. $\theta = 53,1^\circ$; $T = 49 \text{ N}$
5. a) $\vec{l}(t) = \left(\frac{4}{3}t^3 - \frac{t^2}{2}\right) \hat{i} \text{ kg.m.s}^{-1}$; b) $\vec{l}(4) = 77,3 \hat{i} \text{ kg.m.s}^{-1}$;
 $\vec{dp} = 77,33 \hat{i} \text{ kg.m.s}^{-1}$; d) $\vec{v}(4) = 7,73 \hat{i} \text{ m.s}^{-1}$.
 $\vec{v}(t) = \left(\frac{2}{15}t^3 - \frac{t^2}{20}\right) \hat{i} \text{ m.s}^{-1}$; f) $\vec{r}(t) = \left(\frac{t^4}{30} - \frac{t^3}{60}\right) \hat{i} \text{ m.s}^{-1}$.
6. $m \cong 10 \text{ g}$
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) $T = 22,5 \text{ N}$; b) $\omega = 39,13 \text{ rad.s}^{-1}$
9. a) $\alpha = 5,95^\circ$; b) $\theta = 5,95^\circ$
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. $T = 1252,8 \text{ N}$; $\theta = 89,5^\circ$
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) $\vec{v}_L = 0,25 \hat{j} \text{ (m.s}^{-1})$; b) $\vec{v} = 0,09 \hat{j} \text{ (m.s}^{-1})$.
18. a) 51 cm ; b) $\vec{v}(0,31 \text{ s}) = 1,61 \hat{i} - 2,94 \hat{j} \text{ (m.s}^{-1})$, $\theta = 63^\circ$
19. a) $11,3 \text{ cm}$; b) $7,4 \text{ cm}$