



universidade  
de aveiro

departamento de física

# MECÂNICA E CAMPO ELETROMAGNÉTICO

ano letivo 2023/2024

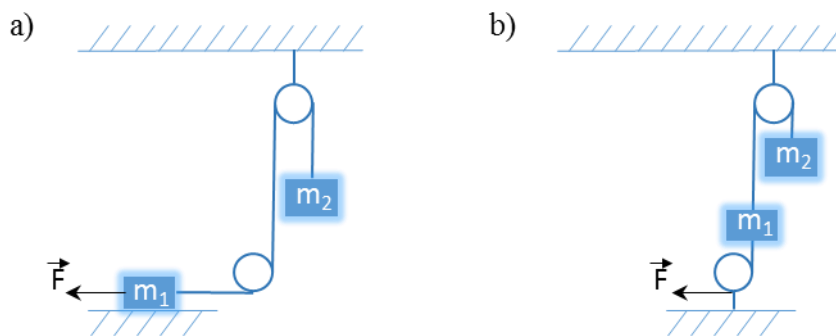
**Capítulo 1. Fundamentos de Mecânica Clássica**

**1.2 Dinâmica da partícula**

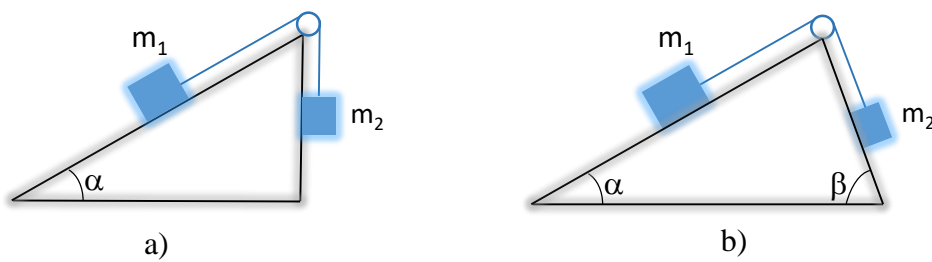
1. Um homem cuja massa é de 90 kg está num elevador. Determine a força que o chão,  $\vec{F}_{\text{homen/chão}}$ , exerce sobre ele quando:

- o elevador sobe com velocidade uniforme.
- o elevador desce com velocidade uniforme.
- o elevador sobe com uma aceleração de  $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ .
- o elevador desce com uma aceleração de  $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ .
- o cabo parte-se e o elevador cai livremente.

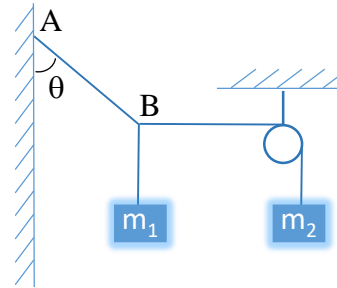
2. Calcule a aceleração dos corpos da figura e a tensão nas cordas. Aplique ao caso em que  $m_1 = 50 \text{ g}$ ,  $m_2 = 80 \text{ g}$  e  $F = 1 \text{ N}$ .



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  $\theta$  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  $10 \text{ m.s}^{-1}$ . A bola ressalta com uma velocidade de  $8 \text{ m.s}^{-1}$ . Supondo que a força média exercida pela bola sobre o solo é igual a  $180 \text{ N}$  e que o tempo em que ela fica em contacto com o solo é igual a  $10^{-3} \text{ s}$ , calcule a massa da bola.

7. Uma massa de  $1 \text{ kg}$  descreve um arco de circunferência situado no plano vertical, presa à extremidade dum fio de comprimento  $1 \text{ metro}$  e de peso desprezável. Sendo a sua velocidade  $2 \text{ m.s}^{-1}$  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  $80 \text{ voltas/min}$ .

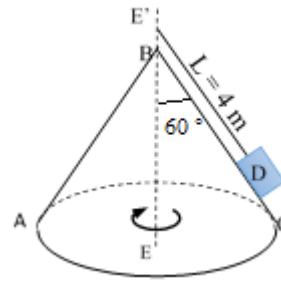
- Qual é a intensidade da força que a corda exerce sobre a massa?
- Se a corda se partir quando a tensão for superior a  $50 \text{ kgf}$ , qual é a maior velocidade angular possível para a corda?

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

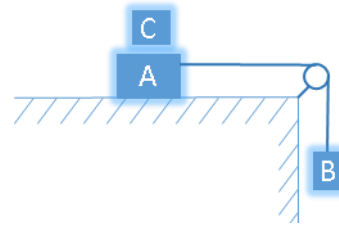
- velocidade linear do corpo.
- reação da superfície.
- tensão no fio.
- velocidade angular necessária para reduzir a reação do plano a zero.



**11.** O pêndulo cônico da figura anterior descreve no plano horizontal um círculo com uma velocidade angular  $\omega$ . 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<sup>-1</sup>.

**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.

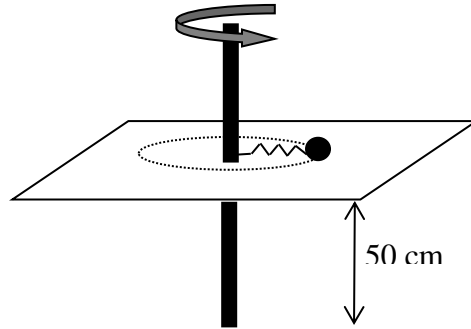
**15.** Partindo do repouso, um corpo percorre num plano inclinado de 45° e de coeficiente de atrito  $\mu$ , uma certa distância num tempo determinado. Qual deveria ser o coeficiente de atrito, para que o móvel percorresse nas mesmas condições, a mesma distância em metade do tempo?

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

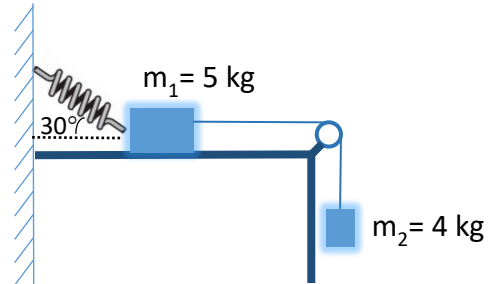
18. Uma régua, indeformável, está ligada a um eixo vertical (fig.) e serve de apoio a uma mola, de 50 cm de comprimento, que tem presa numa extremidade uma esfera de 200 g estando a outra extremidade fixa no eixo vertical. O comprimento da mola sofre um aumento de 1 cm quando está sujeita a uma força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



- 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  $k = 400 \text{ N/m}$ . Estando o sistema em repouso, e na iminência de se movimentar, qual o alongamento da mola (o ângulo mantém-se constante):

- a) Se não houver atrito.
- b) 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)  $\vec{I}(t) = \left(\frac{4}{3}t^3 - \frac{t^2}{2}\right) \hat{i} \text{ kg.m.s}^{-1}$ ; b)  $\vec{I}(4) = 77,3 \hat{i} \text{ kg.m.s}^{-1}$ ;  
 $\vec{\Delta p} = 77,33 \hat{i} \text{ kg.m.s}^{-1}$ ; 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)  $\vec{v}_L = 0,25 \hat{j} \text{ (m.s}^{-1}\text{)}$ ; b)  $\vec{v} = 0,09 \hat{j} \text{ (m.s}^{-1}\text{)}$ .
18. a)  $51 \text{ cm}$ ; b)  $\vec{v}(0,31 \text{ s}) = 1,61 \hat{i} - 2,94 \hat{j} \text{ (m.s}^{-1}\text{)}$ ,  $\theta = 63^\circ$
19. a)  $11,3 \text{ cm}$ ; b)  $7,4 \text{ cm}$