

universidade de aveiro



theoria poiesis praxis

**UNIVERSIDADE DE AVEIRO**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**  
**3810-193 AVEIRO**

**Mecânica e Campo Eletromagnético**  
**Ano letivo 2015/2016**

## **Capítulo 1. Fundamentos de Mecânica Clássica**

### **1.3 Trabalho e Energia**

1 - Um corpo de massa 2,0 kg é deslocado 10 metros numa mesa horizontal, com atrito ( $\mu_{\text{est}} = 0,2$  ;  $\mu_{\text{cin}} = 0,1$ ), por uma força constante  $F$  de intensidade 10,0 N, com inclinação de  $30^\circ$  com a horizontal, para baixo.

- Represente as forças aplicadas ao corpo.
- Determine o trabalho realizado pela força  $F$ .
- Determine o trabalho realizado pelo peso do corpo.
- Determine o trabalho realizado pela reação normal da superfície da mesa.
- Determine o trabalho realizado pela força de atrito.
- Qual a variação de energia cinética do corpo durante o deslocamento?
- Como mudariam as respostas anteriores se não existisse atrito entre a superfície e o corpo?

2 - Um corpo de massa 10 kg desce um plano inclinado, com inclinação  $45^\circ$  com a horizontal e altura 20 m. Entre o corpo e o plano existe atrito ( $\mu_{\text{est}} = 0,2$  ;  $\mu_{\text{cin}} = 0,1$ ). Para o deslocamento desde o topo do plano até à base, determine:

- o trabalho realizado pelo peso do corpo.
- o trabalho realizado pela reação normal da superfície do plano.
- o trabalho realizado pela força de atrito.
- a variação de energia cinética do corpo durante o deslocamento.
- Como mudariam as respostas anteriores se o corpo subisse o plano.
- Como mudariam as respostas anteriores, se não existisse atrito entre a superfície e o corpo?

3 - Uma partícula está sujeita a uma força  $\vec{F} = (2y^2 - x^2) \hat{i} + 2xy \hat{j}$ . Calcule o trabalho realizado pela força quando a partícula se move da origem (0,0) para o ponto (2,4) ao longo dos seguintes caminhos:

- ao longo do eixo dos  $x$  de (0,0) até (2,0) e depois paralelo a  $y$  até (2,4).
- ao longo do eixo dos  $y$  de (0,0) até (0,4) e depois paralelo a  $x$  até (2,4).
- ao longo do segmento de reta que une os dois pontos.
- ao longo da parábola  $y=x^2$ .
- Que conclui sobre a força poder ser conservativa? Justifique.

4 - Um arqueiro desloca 50 cm o apoio da seta na corda do arco, exercendo uma força que aumenta uniformemente desde 0 até 250 N.

- Qual a constante efetiva de mola que pode atribuir ao arco.
- Qual o trabalho realizado pelo arqueiro ao esticar o arco?
- Supondo que a massa da seta é 100 g, qual a norma da velocidade com que é lançada, na horizontal?

5 - Em estradas com descidas muito acentuadas existem zonas de travagem de emergência, com cascalho e pedras, para as quais o condutor pode orientar o veículo (sem travões, p. ex.) para o imobilizar em segurança. Suponha que um camião, de massa 5000 kg, entra numa zona de travagem de emergência, horizontal, com a velocidade de 100 km/h, parando numa distância de 150 m.

- Qual a norma da força média exercida pelo piso, que trava o camião?
- Se a zona de travagem só pudesse ter uma extensão de 100m, qual a inclinação que deveria haver para o camião poder ser travado?

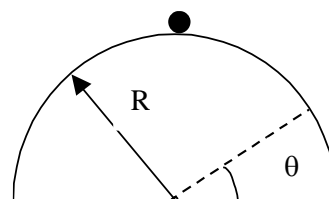
6 - Numa pista horizontal, um ciclista de massa 75 kg consegue pedalar à velocidade máxima de 36 km/h. Sabendo que se deixar de pedalar, pára em 150m, e que a massa da bicicleta é 15 kg, determine:

- a) a força de atrito (suposta constante) exercida no sistema bicicleta+ciclista
- b) a potência desenvolvida pelo ciclista quando se desloca à velocidade máxima

7 - Um corpo de massa de 10 g cai duma altura de 3 m em cima dum monte de areia. O corpo penetra 3 cm na areia antes de parar. Qual a norma da força que a areia exerce sobre o corpo?

8 - Uma partícula de massa  $m$ , encontra-se, em repouso no topo duma cúpula hemisférica, de raio  $R$ , onde pode deslizar, sem atrito

- a) Depois de largada, qual o ponto em que a partícula deixa de estar em contacto com a cúpula?
- b) Com que velocidade deve ser lançada, horizontalmente, para que não deslize sobre a cúpula?

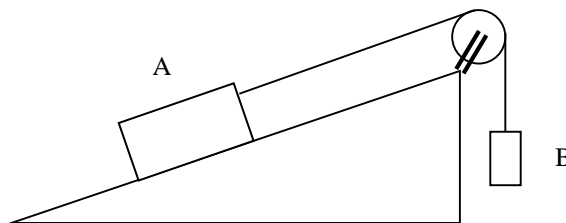


9 - Uma bola de massa  $M$  está presa a um fio de comprimento  $L$  e roda num plano vertical.

- a) Mostre que a norma das tensões máxima e mínima no fio verificam:  
 $T_{\max} - T_{\min} = 6 Mg$ .
- b) Qual o menor valor da velocidade da bola durante a trajetória?

10 - Um pêndulo simples de massa igual a 50 g suspenso por um fio de 1 m de comprimento oscila com uma amplitude de  $60^\circ$ . Qual é a norma da tensão do fio na passagem pela vertical e pela posição extrema?

11 - Dois corpos A e B de massa igual encontram-se ligados por uma corda inextensível e sem massa, que passa pela gola de uma roldana, sem atrito e sem massa, como indicado na figura. A inclinação do plano é  $\theta = 30^\circ$  e o sistema encontra-se inicialmente em repouso.



- a) Suponha que o corpo A pode deslizar sobre o plano sem atrito. Determine a norma da velocidade de B após ter percorrido uma distância de 1 m depois de largado.
- b) Repita a alínea anterior supondo que o coeficiente de atrito cinético entre A e o plano é  $\mu = 0,1$ .

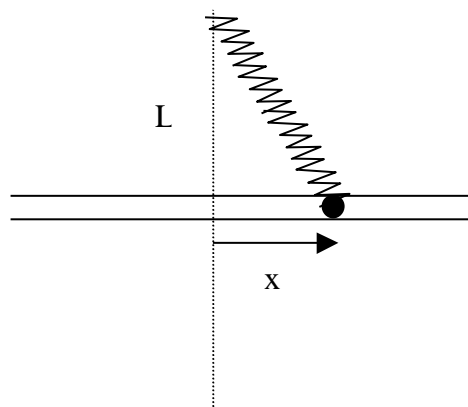
12 - Um bloco de massa 0,2 kg sobe um plano inclinado, que faz  $30^\circ$  com a horizontal, com uma velocidade inicial de  $12 \text{ ms}^{-1}$ . Se o coeficiente de atrito for 0,16, determine:

- a) o espaço percorrido pelo bloco, supondo que ele inicia o movimento da base, até parar.
- b) a norma da velocidade do bloco quando este volta à base do plano.

13 - Uma partícula de massa  $M=1\text{kg}$  está sujeita a uma força  $\vec{F}$  que resulta de uma energia potencial  $U(x,y)=K(x^2+y^2)$  ( $x, y$  em m).

- Determine  $\vec{F}(x,y)$ . Represente para alguns pontos do plano  $xy$ .
- Qual a posição de equilíbrio?
- Supondo que a partícula possui uma trajetória circular em torno da origem, determine o respetivo raio quando a energia total é de 2 J. Que tipo de movimento se verifica?

14 - Um corpo de massa  $m = 1 \text{ kg}$  pode deslocar-se, sem atrito, numa calha horizontal, ao longo do eixo dos  $x$ . O corpo está ligado a uma mola elástica, de comprimento natural  $L$  e constante elástica  $K$ , como representado na figura.



- Se o corpo for deslocado de uma distância  $x$  em relação à origem, mostre que a energia potencial é dada por

$$U(x) = \frac{1}{2} K \left( x^2 + 2L^2 - 2L\sqrt{L^2 + x^2} \right)$$

- Determine  $F(x)$ , a força resultante sobre a partícula
- Represente graficamente  $U(x)$  e  $F(x)$ . Qual a posição de equilíbrio?

### Soluções

1. b) 86,6 J; c) 0; d) 0; e) -24,6 J; f) 62 J; g)  $W_F$   $W_P$ ,  $W_R$  mantém-se;  $\Delta E_c = 86.6 \text{ J}$ .

2. a) 1960 J; b) 0; c) -196 J; d) 1764J; e) -2156 J; f)  $W_F$   $W_P$ ,  $W_R$  mantém-se;

$\Delta E_c = -1960 \text{ J}$

3. a) 88/3 J; b) 184/3J; c) 40 J; d) 536/15 J; e) não conservativa

4. a) 500 N/m; b) 62,5 J; c) 35 m/s

5. a)  $1,29 \times 10^4 \text{ N}$ ; b)  $7,6^\circ$

6. a)  $-30 \hat{i} \text{ N}$ ; b) 300 W

7. 9,8 N

8. a)  $\theta = 41,8^\circ$ ; b)  $\sqrt{gR}$

9. b)  $\sqrt{gL}$

10.  $T_v = 0,98 \text{ N}$ ;  $T_E = 0,245 \text{ N}$

11. a) 2,21 m/s; b) 2,01 m/s

12. a) 11,5 m; b) 9,0 m/s

13. a)  $\vec{F} = -2Kx \hat{i} - 2Ky \hat{j}$ ; b) (0,0); c)  $r = (1/K)^{1/2} \text{ m}$

14. b)  $F(x) = -Kx \left( 1 - \frac{L}{\sqrt{L^2 + x^2}} \right)$ ; c)  $x=0$