

# CINEMÁTICA

## MOVIMENTO RETILÍNEO

1. Duas partículas A e B estão do lado oposto de uma reta com 500 m de comprimento. A partícula A desloca-se na direção AB e no sentido de B, com uma velocidade constante de 30 km/h. B desloca-se na direção AB e no sentido de A, com uma velocidade constante de 50 km/h.

- Escreva as equações dos espaços para as partículas A e B, considerando a origem dos eixos no ponto A e o eixo orientado de A para B
- Calcule o tempo que as partículas demoram a encontrar-se
- Calcule a distância percorrida pelo ponto A

2. Resolva o problema anterior considerando:

- que o movimento das partículas é uniformemente acelerado, em que a aceleração de A é de  $0,2 \text{ m/s}^2$  e a aceleração de B é de  $0,3 \text{ m/s}^2$ ;
- que a velocidade inicial de A é de  $3 \text{ m/s}$  e que a velocidade inicial de B é de  $2 \text{ m/s}$

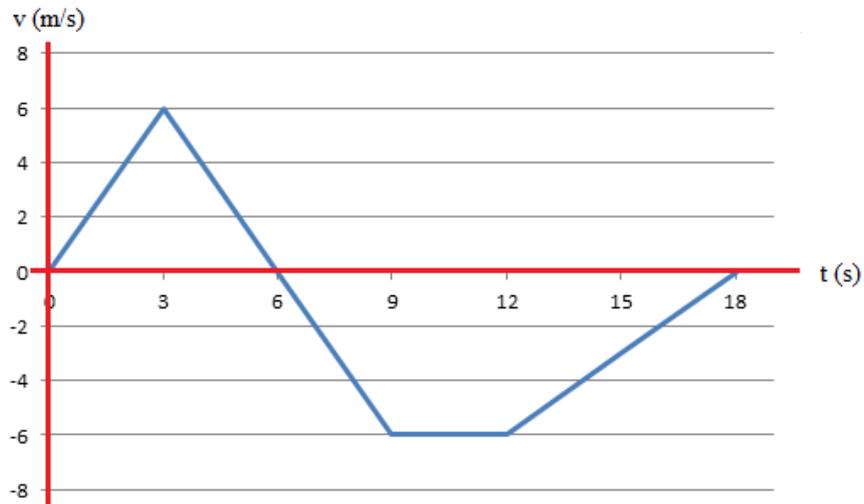
3. Uma partícula percorre 100 m em 10 segundos em movimento retilíneo uniformemente acelerado. Calcule a aceleração do movimento e a velocidade do ponto ao fim daquele tempo, admitindo que partiu do repouso.

4. Um rio é atravessado por uma ponte que no seu ponto mais alto tem uma altura de 300 m. Perpendicularmente à ponte desloca-se um barco com uma velocidade constante de 25 km/h. Pretende-se, a partir do ponto mais alto da ponte, deixar cair um objeto que atinja a cabine de comando do barco. A que distância da ponte, em metros, deverá estar a cabine de comando quando se larga o objeto?

5. Uma partícula, com velocidade inicial de  $5 \text{ m/s}$ , tem movimento uniformemente retardado.

- Admitindo que a partícula para ao fim de 20 s, calcule a aceleração do movimento e o espaço percorrido pela partícula.
- Admitindo que ao fim de 100 m a velocidade é de  $1 \text{ m/s}$ , calcule a aceleração do movimento e o tempo que a partícula demoraria a parar.

6. A figura representa a variação com o tempo da velocidade instantânea de uma partícula que realiza um movimento retilíneo partindo do ponto  $x=2$  m no instante  $t=0$  s.



- Observando a figura, verifica-se que a aceleração da partícula pode tomar vários valores. Indique quais são esses valores e em que intervalo é que eles se verificam
- Verifique se há inversão do sentido do movimento e, em caso afirmativo, indique o instante em que ocorreu.
- Calcule o espaço percorrido durante os dezoito segundos a que se refere a figura.

7. Uma partícula em queda livre é lançada de 100 m de altura, de cima para baixo, com uma velocidade inicial de 1 m/s. Três postos de observação estão colocados de 30 em 30 m ao longo de uma reta vertical, a partir do ponto mais alto.

- Calcule o tempo de passagem em cada um dos postos. Que conclusão pode tirar?
- Determine a velocidade da partícula a 15 metros acima do solo.
- Considerando que não havia velocidade inicial, calcule a altura acima do solo em que a partícula atingiria uma velocidade de 3 m/s

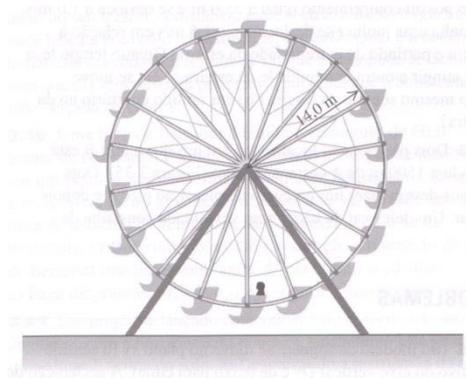
## MOVIMENTO CIRCULAR

1. Uma partícula que se desloca com movimento circular uniforme, numa circunferência de raio  $r=2$  m, dá 30 rotações por minuto.

- Calcule a velocidade angular expressa em rad/s
- Calcule o período do movimento
- Calcule a velocidade tangencial
- Calcule o espaço percorrido pela partícula nos primeiros 21 segundos
- Calcule o valor da aceleração centrípeta.

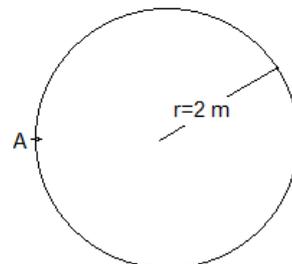
2. Uma roda gigante com raio igual a 14,0 m está a rodar em torno de um eixo horizontal passando pelo seu centro. A velocidade linear de uma passageira na sua periferia é de 7,0 m/s.

- Determine o módulo a direção e o sentido da aceleração da passageira no ponto mais baixo e no ponto mais alto do movimento circular.
- Quanto tempo leva a roda gigante para completar uma volta.



3. Uma partícula desloca-se com movimento circular uniformemente acelerado, com uma aceleração tangencial de  $0,2$   $\text{m/s}^2$ . Sabendo que a partícula saiu do ponto A sem velocidade inicial, diga:

- Qual o espaço percorrido em 50 segundos e a velocidade nesse instante.
- Quantas voltas completas deu a partícula nesse período
- Calcule a aceleração centrípeta.
- Calcule o módulo do vetor aceleração



## Soluções

MOVIMENTO RETILÍNEO		
1	a)	$x_A = v_A \times t$ $x_B = 500 - v_B \times t$
	b)	t=22,5 s
	c)	x <sub>A</sub> =187,5 m
2	a)	$x_B = 500 - v_{0B} \times t - 0.5 \times a_B \times t^2$ $x_A = v_{0A} \times t + 0.5 \times a_A \times t^2$
	b)	t=35,8 s
	c)	x <sub>A</sub> =235,8 m
3		a=2 ms <sup>-2</sup>
		v=20 ms <sup>-1</sup>
4		d=54,4 m
5	a)	a=-0,25 ms <sup>-2</sup> ; d=50 m
	b)	a=-0,12 ms <sup>-2</sup> ; t=41,67 s
6	a)	[0-3] 2ms <sup>-2</sup> ; [3-9] -2 ms <sup>-2</sup> ; [9-12] 0 ms <sup>-2</sup> ; [12-18] -1 ms <sup>-2</sup>
	b)	A inversão dá-se no instante t=6, quando v muda de sinal.
	c)	s=63 m
7	a)	t=2,37s; 3,40s; 4,18 s
	b)	40,8 ms <sup>-1</sup>
	c)	h=99,54 m
MOVIMENTO CIRCULAR		
1	a)	3,14 rad/s
	b)	T=2 s
	c)	v=6,3 ms <sup>-1</sup>
	d)	s=131,9 m
	e)	a <sub>n</sub> =19,7 ms <sup>-2</sup>
2	a)	a <sub>n</sub> =3,5 ms <sup>-2</sup>
	b)	T= 12,56 s
3	a)	s=250 m
	b)	n=19 voltas
	c)	a <sub>n</sub> =50 ms <sup>-2</sup>
	d)	a=50,0004 ms <sup>-2</sup>

## MOVIMENTO DE UM PROJÉTIL

1. De um avião que voa horizontalmente a 2000 m de altura com uma velocidade de  $720 \text{ km h}^{-1}$ , pretende-se atingir um alvo no solo. Excluindo qualquer outro fator, a que distância na horizontal se deve deixar cair o projétil?

2. Uma avião voa horizontalmente com uma velocidade de  $360 \text{ km h}^{-1}$ , quando abandona um projétil que atinge o solo em 10 s. Calcule:

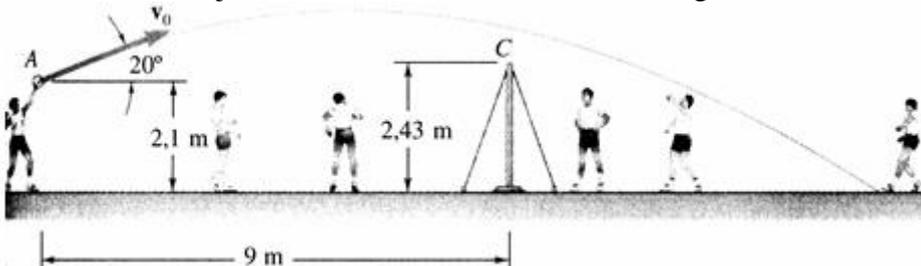
- a altura do avião no instante em que abandona o projétil,
- a distância horizontal percorrida pelo projétil.

3. Um projétil é disparado do topo de uma ribanceira com 150 m de altura, com uma velocidade inicial de  $180 \text{ m s}^{-1}$ , fazendo um ângulo de  $30^\circ$  com a horizontal. Considerando que a resistência do ar se pode desprezar, calcule:

- a distância horizontal desde a arma até ao ponto onde o projétil toca o solo;
- a altura máxima atingida pelo projétil.

4. Um projétil é disparado com uma velocidade inicial de  $240 \text{ m s}^{-1}$  contra um alvo localizado 600 m acima da arma, à distância horizontal de 3600 m. Determine o valor do ângulo do disparo.

5. Um jogador de volleyball executa o serviço do jogo imprimindo à bola uma velocidade  $v_0$  cujo módulo é  $13,4 \text{ m s}^{-1}$  com um ângulo de  $20^\circ$  com a horizontal.

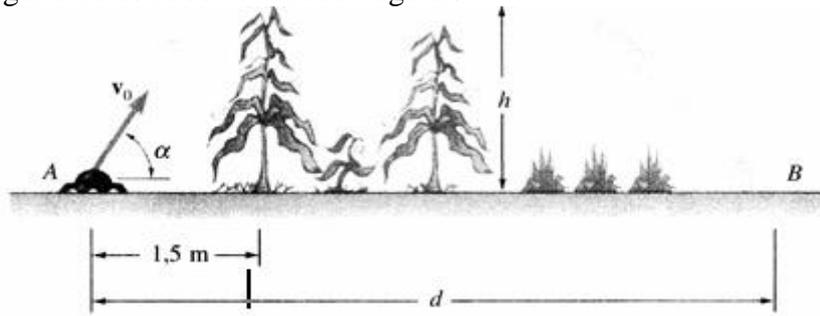


Determine:

- se a bola passa a rede;
- a que distância da rede a bola toca o solo.

6. Um projétil é lançado com velocidade inicial  $v_0$ , formando um ângulo de  $45^\circ$  com a horizontal. O seu alcance é  $A_1$  e a sua altura máxima é  $h_1$ . Com um ângulo de lançamento de  $60^\circ$ , o alcance passa a ser  $A_2$  e a altura máxima  $h_2$ . Determine as razões  $A_1/A_2$  e  $h_1/h_2$ .

7. Um aspersor oscilante de um jardim lança água com velocidade inicial de  $8 \text{ m s}^{-1}$ , de maneira a regar uma zona de cultura de vegetais.



Determine a distância  $d$ , até ao ponto B mais afastado que ainda pode ser regado, e o correspondente ângulo  $\alpha$  quando:

- os vegetais estão na fase inicial de crescimento,
- a altura  $h$  é de  $1,8 \text{ m}$ .

8. Um homem está  $4 \text{ m}$  à frente de uma parede vertical contra a qual lança uma bola. A bola deixa a mão do homem, a uma altura de  $2 \text{ m}$  do chão, com velocidade inicial  $v = 10 \text{ i} + 10 \text{ j} \text{ m s}^{-1}$ . Quando a bola bate na parede, a componente horizontal do vector velocidade troca de sinal e a vertical permanece inalterada. A que distância da parede a bola tocará no solo?

9. Num dia solarengo do ano 50 a.C., um legionário romano entrou na aldeia onde viviam Astérix e Obélix. Astérix, que tinha acabado de beber a sua poção mágica, apanhou o romano dando-lhe um tabefe que o fez voar, com uma velocidade inicial de  $25 \text{ ms}^{-1}$ . Quando Obélix estava a  $63 \text{ m}$  de distância de Astérix, pediu-lhe que atirasse o legionário romano na sua direção pois que também tinha vontade de lhe bater.

- Que ângulo deve a trajectória do punho de Astérix fazer com a horizontal para que o legionário chegue até Obélix?
- Quanto tempo demorou o “voo” do legionário desde Astérix até Obélix?

(Problema adaptado de José Romão Valente, aluno de Física 1 em Abril 2000)

MOVIMENTO DE UM PROJÉTIL	
1	$d=4040 \text{ m}$
2	a) $h=490 \text{ m}$ b) $d=1000 \text{ m}$
3	a) $d=3103 \text{ m}$ b) $h=563 \text{ m}$
4	$\alpha_1 = 30^\circ$ e $\alpha_2 = 70^\circ$
5	a) Sim, a bola passa sobre a rede b) $h= 7 \text{ m}$
6	$A_1 / A_2 = 1,15$ ; $h_1 / h_2 = 2/3$
7	a) $d = 6,53 \text{ m}$ ; $\alpha = 45^\circ$ b) $d = 5,84 \text{ m}$ ; $\alpha = 58,2^\circ$
8	$d=17,8 \text{ m}$
9	a) $\alpha=40,5^\circ$ b) $t=3,32 \text{ s}$

