

## Sumário

A aceleração instantânea e o movimento uniformemente acelerado .....	2
Determinação da aceleração instantânea a partir do gráfico .....	2
1) Aceleração a partir do gráfico de posição .....	2
Equação horária do movimento de queda livre em uma dimensão.....	2
2) RHK E2.20 – Aplicação da queda livre.....	2
3) Lançamento com movimento livre, altura máxima .....	2
4) Dedução da condição inicial a partir de uma relação de distâncias.....	3
5) Lançamento de um pacote, tempo do voo, condições iniciais parcialmente desconhecidas ...	3
6) Lançamento de bola, condições iniciais parcialmente desconhecidas.....	3
7) Bola em queda, condições iniciais parcialmente desconhecidas .....	3
Equação horária do MRUA em geral.....	3
8) Movimento com condições iniciais conhecidas .....	3
9) Condição de colisão de dois corpos .....	4
Representação algébrica do movimento: a velocidade é a derivada da função posição .....	4
10) Determinação da aceleração a partir da equação de posição .....	4
11) Movimento de dois corpos no mesmo eixo .....	4
12) RHK E2.9 – Comparação da velocidade média com instantânea a partir de uma equação horária .....	4
13) Comparação da velocidade e aceleração médias com instantâneas a partir de uma equação horária .....	5

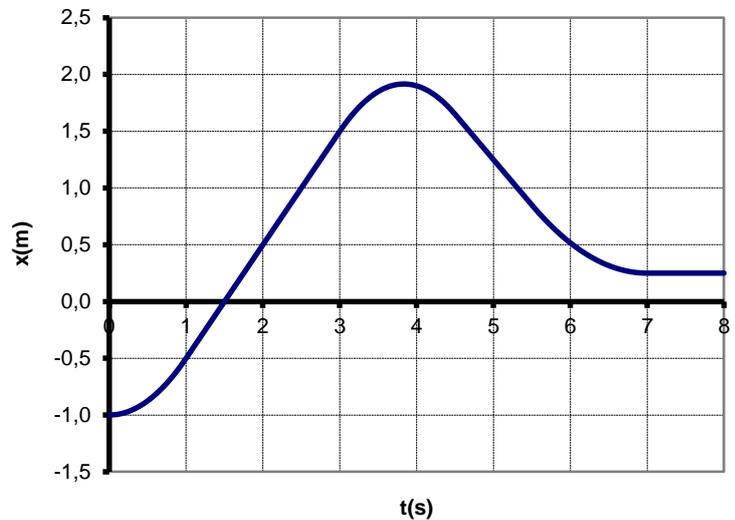
## A aceleração instantânea e o movimento uniformemente acelerado

### Determinação da aceleração instantânea a partir do gráfico

1) Aceleração a partir do gráfico de posição  
O gráfico ao lado descreve o movimento de um professor na frente da classe, que em  $t = 0$  s estava parado na posição  $-1,0$  m.

A partir do gráfico, determine

- a velocidade do professor nos instantes:  $t = i + 0,5$  s, onde  $i$  é um número inteiro entre 0 e 7 (ou seja, de segundo em segundo, começando em 0,5 s e terminando em 7,5 s).
- o gráfico da velocidade em função do tempo, a partir das suas respostas do item a) e do gráfico ao lado.
- as acelerações em  $t = i$  segundos, onde  $i$  é um número inteiro entre 1 e 7 (use o gráfico do item anterior).
- (OPCIONAL) a equação horária correspondente ao gráfico, sabendo que o movimento é uniformemente acelerado entre  $t = 0$  e 1,0 s com aceleração  $1,0 \text{ m/s}^2$ ; uniforme, de 1,0 a 3,0 s; uniformemente retardado entre 3,0 e 4,5 s com aceleração  $-1,2 \text{ m/s}^2$ ; uniforme, de 4,5 a 5,5 s e uniformemente retardado entre 5,5 e 7,0, parando em  $t = 7,0$  s e permanecendo parado a partir daí.



### Equação horária do movimento de queda livre em uma dimensão

2) RHK E2.20 – Aplicação da queda livre.

Uma pessoa em pé sobre uma passarela deixa cair uma maçã por cima do parapeito justamente quando a frente de um caminhão passa exatamente por baixo dele. A maçã passa rente à traseira do caminhão. O veículo move-se a  $55 \text{ km/h}$  e tem  $12 \text{ m}$  de comprimento.

**Determine** a que altura, acima do caminhão, está o parapeito.

3) Lançamento com movimento livre, altura máxima

Uma bola é lançada verticalmente para cima de  $2,0 \text{ m}$  do piso e leva  $1,00 \text{ s}$  para atingir a altura máxima. Considere o eixo  $x$  orientado verticalmente para cima e a origem no piso.

Determine:

- a velocidade inicial da bola;
- a equação horária do movimento  $x(t)$ ;
- a altura máxima atingida pela bola;
- o tempo decorrido desde o lançamento até que a bola atinge o piso.

4) Dedução da condição inicial a partir de uma relação de distâncias

Um corpo na Terra cai a partir de uma posição de repouso, de modo que no último segundo de sua queda ele descreve a metade da distância total percorrida.

Determine:

- o tempo de queda
- a altura em relação ao piso.

5) Lançamento de um pacote, tempo do voo, condições iniciais parcialmente desconhecidas

Um balão, que sobe com velocidade de 12,0 m/s, larga um pacote quando está a 80 m de altura em relação ao solo.

Determine o intervalo de tempo em que o pacote permanece no ar.

6) Lançamento de bola, condições iniciais parcialmente desconhecidas

Um observador no fundo do quarto vê uma bola de tênis passar em frente a sua janela de 1,40 m de altura, primeiro para cima e depois para baixo. O tempo total em que a bola permanece visível (na ida e na volta) é 0,40 s.

**Determine**

- a velocidade da bola ao cruzar o batente inferior da janela.
- a altura que a bola atinge acima da janela.

Considere que a bola fique visível desde o instante em que cruza o batente superior até que cruza o inferior; ignore o tamanho da bola e o efeito de paralaxe.

Ignore a força de atrito com o ar. Adote  $g = 10,0 \text{ m/s}^2$ .

Dica: Coloque a origem do tempo no momento em que a bola cruza o batente inferior.

7) Bola em queda, condições iniciais parcialmente desconhecidas

Uma bola de tênis é abandonada a partir do repouso do telhado de uma casa e passa em frente a uma janela de 1,50 m de altura. Um observador no fundo do quarto vê a bola por 0,10 s.

**Determine** de que altura, em relação ao batente superior da janela, caiu a bola.

Considere que a bola fique visível desde o instante em que cruza o batente superior até que cruza o inferior; ignore o tamanho da bola e o efeito de paralaxe.

Ignore a força de atrito com o ar. Adote  $g = 10,0 \text{ m/s}^2$ .

Dicas: Resolva o exercício 6. Coloque a origem do tempo no momento em que a bola cruza o batente

### Equação horária do MRUA em geral

8) Movimento com condições iniciais conhecidas

Um objeto se move em linha reta num sistema de referência orientado da esquerda para a direita.

Esse objeto está sujeito a uma aceleração constante para a direita igual a  $2 \text{ m/s}^2$ . No instante  $t = 0 \text{ s}$ , o objeto possui velocidade de  $-8 \text{ m/s}$  e está na posição  $-9 \text{ m}$ .

- Determine a equação horária do movimento  $x(t)$  e construa um gráfico.
- Descreva qualitativamente o movimento do objeto.
- Determine em que instante (ou instantes) o objeto passa pela origem.
- Determine o instante em que a velocidade tem módulo igual ao módulo da velocidade inicial, e determine a posição nesse instante.
- Repita os itens a) até d) supondo que em  $t = 0 \text{ s}$  o objeto possui uma velocidade de  $-8 \text{ m/s}$  e esteja na posição  $20 \text{ m}$ , mantidas as demais condições.

9) Condição de colisão de dois corpos

Em um trem que se move com velocidade  $v_1$ , o maquinista enxerga, a uma distância  $d$  à sua frente, um trem de carga deslocando-se no mesmo sentido com uma velocidade menor  $v_2$ . Ele aciona os freios, provocando uma desaceleração do trem de módulo  $a$ .

**Mostre** que se  $d > \frac{(v_1 - v_2)^2}{2a}$ , não haverá colisão, e se  $d < \frac{(v_1 - v_2)^2}{2a}$ , haverá colisão.

**Representação algébrica do movimento: a velocidade é a derivada da função posição**

10) Determinação da aceleração a partir da equação de posição

Uma partícula move-se ao longo do eixo  $x$  de acordo com a equação  $x(t) = 50t + 2t^3$ , com  $x$  em metros e  $t$  em segundos.

Calcule:

- a velocidade média da partícula durante os três primeiros segundos de movimento.
- a velocidade instantânea da partícula em  $t = 3,0$  s.
- a aceleração em  $t = 3,0$  s.

11) Movimento de dois corpos no mesmo eixo

A equação horária do movimento do corpo A é  $x(t) = -3 + 4t - 2t^2$  em m para  $t$  em s. No instante  $t = 0$ , o corpo B, movendo-se uniformemente com rapidez  $|v| = 2,0$  m/s no sentido oposto ao do eixo  $Ox$ , cruza com A.

- Esboce o gráfico da posição  $x$  do corpo A contra o tempo  $t$  no intervalo  $(-1; 3)$  s.
- Determine as equações da velocidade,  $v$ , e aceleração,  $a$ , do corpo A em função do tempo,
- Esboce os gráficos da velocidade e da aceleração do corpo A no intervalo  $(-1; 3)$  s.
- Determine a velocidade média do corpo A no intervalo  $(-1; 2)$  s.
- Escreva a equação horária do movimento do corpo B.
- Determine o instante posterior a  $t = 0$  em que os dois corpos voltam a se cruzar.
- Determine a posição em que os dois corpos voltaram a se cruzar.

12) RHK E2.9 – Comparação da velocidade média com instantânea a partir de uma equação horária

A posição de uma partícula que se move ao longo do eixo  $x$  é dada, em cm para  $t$  em s, por  $x(t) = A + Bt^3$ , em que  $A = 9,75$  cm e  $B = 1,50$  cm/s<sup>3</sup>.

Calcule, a velocidade:

- média no intervalo de tempo de  $t = 2,00$  s a  $t = 3,00$  s.
- instantânea em  $t = 2,00$  s.
- instantânea em  $t = 3,00$  s.
- instantânea em  $t = 2,50$  s.
- instantânea quando a partícula estiver no ponto médio entre as posições ocupadas nos instantes  $t = 2,00$  s e  $t = 3,00$  s.

13) Comparação da velocidade e aceleração médias com instantâneas a partir de uma equação horária

A posição de uma partícula ao longo do eixo  $x$  depende do tempo de acordo com a equação  $x(t) = At^2 - Bt^3$ , em que  $x$  está em metros e  $t$  em segundos. Os valores numéricos de  $A$  e  $B$ , em unidades do SI, são 3,0 e 1,0, respectivamente.

Determine:

- as unidades do SI em que  $A$  e  $B$  devem estar.
- o instante a partir do qual a partícula passa a ocupar posições na parte negativa do eixo  $Ox$ .
- O comprimento total da trajetória percorrida pela partícula nos primeiros 4,0 s.
- o deslocamento durante os primeiros 4,0 s.
- a velocidade da partícula ao final
- a aceleração da partícula ao final de 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 s.
- a velocidade média no intervalo de tempo compreendido entre  $t = 2,0$  e  $t = 4,0$  s.