

## Lista de exercícios nº 2

### MOVIMENTO EM UMA DIMENSÃO

**Exercício 1:** A velocidade escalar média é definida como a razão entre a distância total percorrida por um objeto e o tempo decorrido para realizar tal percurso ( $v_{em} = s_{total}/\Delta t$ ). Se um objeto é jogado para cima a partir do solo, leva um tempo  $t$  para atingir uma altura máxima  $h$  e cai até atingir o solo novamente, calcule:

- A velocidade escalar média ( $v_{em}$ ) do objeto.
- A velocidade média ( $v_{med}$ ) do objeto.

**Exercício 2:** Dê um exemplo de movimento unidimensional onde:

- A velocidade é positiva e a aceleração negativa.
- A velocidade é negativa e a aceleração positiva.

**Exercício 3:** Desenhe cuidadosamente os gráficos da posição, da velocidade e da aceleração para o período de tempo  $0 \leq t \leq 25s$  para um *kart* que:

- Se move a partir da origem com baixa velocidade uniforme (constante) durante os primeiros 5s.
- Se move a uma velocidade média uniforme (constante) durante os próximos 5s.
- Fica parado pelos 5s seguintes.
- Se move no sentido de retorno à origem com baixa velocidade uniforme (constante) durante os próximos 5s.
- Fica parado durante os últimos 5s.

**Exercício 4:**

- Qual das curvas posição *versus* tempo, no gráfico (a) da Figura 1 abaixo, melhor representa o movimento de um corpo com aceleração positiva e constante?
- Qual das curvas velocidade *versus* tempo, gráfico (b) da Figura 1, melhor representa o movimento de um corpo com aceleração positiva e constante?

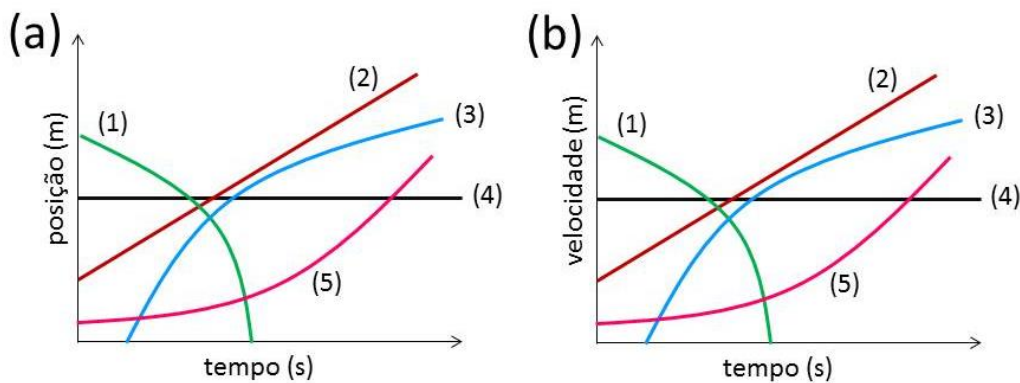


Figura 1

**Exercício 5:** Em 16 de junho de 1999, o norte-americano Maurice Greene bateu um novo recorde mundial dos 100 m com um tempo de 9,79s. Suponha que ele partiu do repouso com aceleração constante  $a$  e atingiu a velocidade máxima em 3,00s, mantendo-a até a linha de chegada. Faça o gráfico da velocidade *versus* tempo do corredor. Qual foi sua aceleração  $a$ ?

**Resp:**  $4,02\text{m/s}^2$ .

**Exercício 6:** Um veículo, viajando a uma velocidade de 20m/s, passa por um cruzamento no tempo  $t=0$  e, 5s mais tarde, outro veículo com velocidade constante de 30m/s passa pelo mesmo cruzamento, no mesmo sentido.

- Esquematize graficamente as funções  $x_1(t)$  e  $x_2(t)$  dos dois veículos.
- Determine quando o segundo veículo ultrapassará o primeiro
- A que distância do cruzamento os dois veículos quando eles se cruzarem?
- Onde estará o primeiro veículo quando o segundo passar pelo cruzamento?

**Resp:** (b) 15s, (c) 300m, (d) 100 m.

**Exercício 7:** A posição de um objeto que se move ao longo do eixo  $x$  é dada por  $x = 3t - 4t^2 + t^3$ , onde  $x$  está em metros e  $t$  em segundos. Determine a posição do objeto para os seguintes valores de  $t$ :

- 1s, b) 2s, c) 3s, d) 4s,
- Qual é o deslocamento do objeto entre  $t = 0$  e  $t = 4s$ ?
- Qual é a velocidade média para o intervalo de tempo  $t = 2s$  e  $t = 4s$ ?

g) Faça o gráfico de  $x$  em função de  $t$  para  $0 \leq t \leq 4s$  e indique como a resposta do item (f) pode ser determinada a partir do gráfico.

**Resp:** (a) 0, (b) -2m, (c) 0, (d) 12m, (e) +12m, (f) +7m/s.

**Exercício 8:**

A posição de uma partícula é dada por  $x = 4 - 12t + 3t^2$  (onde  $t$  está em segundos e  $x$  em metros),.

- Qual é a velocidade da partícula em  $t = 1s$ ?
- O movimento neste instante é no sentido positivo ou negativo de  $x$ ?
- Qual é a velocidade escalar da partícula neste instante?
- A velocidade escalar está aumentando ou diminuindo neste instante?
- Existe algum instante no qual a velocidade se anula? Para que instante  $t$  isto acontece?
- Existe algum instante após  $t = 3s$  para o qual a partícula está se movendo no sentido negativo de  $x$ ? Caso a resposta seja afirmativa, para que valor de  $t$  isto acontece?

**Resp:** (a) -6m/s, (b) negativo, (c) 6m/s, (d) diminuindo, (e) 2s, (f) não.

**Exercício 9:** Uma amostra tem duas colônias de bactérias diferentes. Os números de bactérias são dados, respectivamente, por:

$$N_1 = 10t^2 - 20t + 20$$

$$N_2 = 130 + 80t$$

sendo  $t$  em minutos. Analise as funções e determine:

- O número de membros e a taxa de crescimento de cada colônia no instante inicial  $t=0$ .
- Quando (se) o número de membros das duas colônias se iguala, e o número de bactérias e a taxa de crescimento de cada colônia neste instante.
- Antes de igualarem, em que instante a diferença do número de bactérias é máxima? Qual é o número de bactérias e a taxa de crescimento de cada colônia neste instante?

**Exercício 10:** Suponha que uma nave espacial se move com uma aceleração de  $9,8m/s^2$ , que dá aos tripulantes a ilusão de uma gravidade normal durante o vôo.

- Se a nave parte do repouso, quanto tempo leva para atingir um décimo da velocidade de luz, que é  $3,0 \times 10^8 m/s$ ?

b) Que distância a nave percorre neste tempo?

**Resp:** (a)  $3,1 \times 10^6 \text{s}$ , (b)  $4,6 \times 10^{13} \text{m}$ .

**Exercício 11:** A água pinga de um chuveiro em um piso situado a 200cm abaixo. As gotas caem em intervalos de tempos regulares (iguais), com a primeira gota atingindo o piso quando a quarta gota começa a cair. Quando a primeira gota atinge o piso, a que distância do chuveiro se encontram (a) a segunda e (b) a terceira gotas?

**Resp:** (a) 89cm, (b) 22cm

### **MOVIMENTO EM DUAS OU TRÊS DIMENSÕES**

**Exercício 12:** Um pósitron sofre um deslocamento  $\Delta \vec{r} = 2,0\hat{x} - 3,0\hat{y} + 6,0\hat{z}$  e termina com o vetor posição  $\vec{r} = 3,0\hat{y} - 4,0\hat{z}$ , em metros. Qual era o vetor posição inicial do pósitron?

**Resp:**  $(-2,0\text{m})\hat{x} + (6,0\text{m})\hat{y} - (10\text{m})\hat{z}$

**Exercício 13:** O vetor posição de um íon é inicialmente  $\vec{r} = 5,0\hat{x} - 6,0\hat{y} + 2,0\hat{z}$  e 10s depois passa a ser  $\vec{r} = 2,0\hat{x} + 8,0\hat{y} - 2,0\hat{z}$ , com todos os valores em metros. Na notação de vetores unitários, que é a velocidade média  $\vec{v}_{med}$  durante os 10s?

**Resp:**  $(-0,3\text{m/s})\hat{x} + (1,4\text{m/s})\hat{y} - (0,40\text{m/s})\hat{z}$

**Exercício 14:** A posição de um elétron é dada por  $\vec{r} = 3,00t \hat{x} - 4,00t^2 \hat{y} + 2,00\hat{z}$ , com t em segundos e  $\vec{r}$  em metros.

- Qual é a velocidade  $\vec{v}(t)$  do elétron na notação de vetores unitários?
- Quanto vale  $\vec{v}(t)$  no instante  $t = 2\text{s}$  na notação de vetores unitários?
- E na notação de módulo em ângulo em relação ao sentido positivo do eixo x?

**Exercício 15:** A posição  $\vec{r}$  de uma partícula que se move em um plano xy é dada por  $\vec{r} = (2,00t^3 - 5,00t)\hat{x} + (6,00 - 7,00t^4)\hat{y}$  com  $\vec{r}$  em metros e t em segundos. Na notação de vetores unitários calcule (a)  $\vec{r}$ , (b)  $\vec{v}$ , e (c)  $\vec{a}$  para  $t = 2,00\text{s}$ . (d) Qual é o ângulo entre o sentido positivo do eixo x e uma reta tangente à trajetória da partícula em  $t = 2,00\text{s}$ ?

**Resp:** (a)  $(6,0\text{m})\hat{x} - (106\text{m})\hat{y}$ ; (b)  $(19,0\text{m/s})\hat{x} - (224\text{m/s})\hat{y}$ ;

(c)  $(24,0\text{m/s}^2)\hat{x} - (336\text{m/s}^2)\hat{y}$ ; (d)  $-85,2^\circ$

**EXERCÍCIOS ADICIONAIS**

**Exercício 16:** Para cada um dos gráficos x versus t mostrados na Figura 2, responda se a velocidade no tempo  $t_2$  é maior, menor ou igual à velocidade no tempo  $t_1$ .

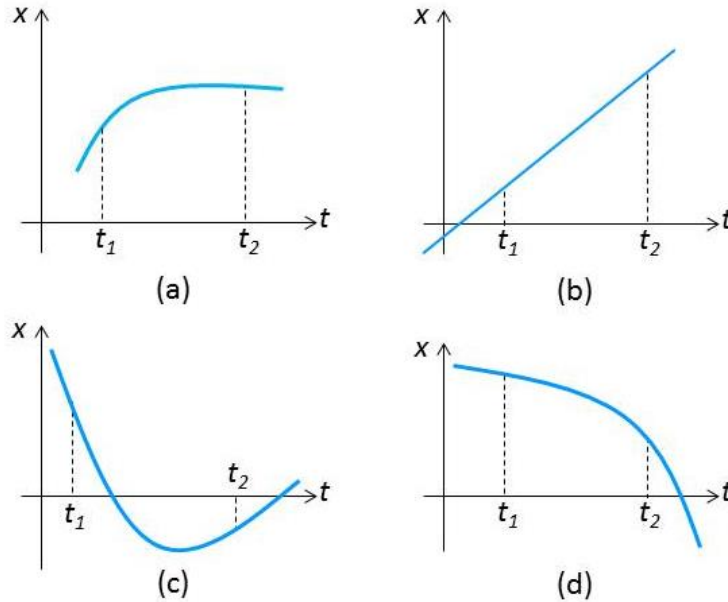


Figura 2

**Exercício 17:** O movimento unidimensional de uma partícula é mostrado na Figura 3.

- Qual é a aceleração média nos intervalos AB, BC e CE?
- Qual é a distância percorrida pela partícula 10s após o início de seu movimento?
- Esquematiza, em um gráfico, o deslocamento da partícula em função do tempo, indicando os instantes A, B, C, D e E.
- Em que tempo a partícula está se movendo mais lentamente?

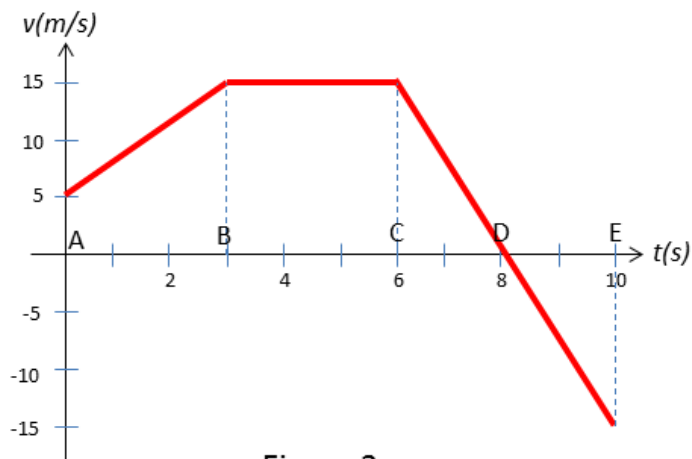


Figura 3

**Resp:** (a)  $3,33\text{m/s}^2$ ,  $0\text{m/s}^2$ ,  $-7,5\text{m/s}^2$  (b)  $75,0\text{m}$ , (d)  $8\text{s}$ .

**Exercício 18:** Observou-se que numa certa epidemia, o número de pessoas infectadas era bem descrita pela função:

$$N(t) = \begin{cases} 60t - 2t^2, & \text{para } t \leq 20 \text{ dias} \\ 400e^{-(t-20)/20}, & \text{para } t \geq 20 \text{ dias} \end{cases}$$

onde  $t$  é dado em dias. Faça um gráfico desta função.

Quando o número de pessoas infectadas atingirá seu número máximo e qual este número? Depois de atingir este máximo, quando o número de pessoas infectadas cairá para metade do número máximo?

Considerando o período em que o número de pessoas infectadas está crescendo, quando a taxa de infecção é máxima e qual este valor máximo? E quando esta taxa se torna metade do valor máximo e quando isto acontece?

**Exercício 19:** A posição de uma partícula que se desloca ao longo do eixo  $x$  varia com o tempo de acordo com a equação  $x = ct^2 - bt^3$ , onde  $x$  é dado em metros e  $t$  em segundos. Quais são as unidades:

- Da constante  $c$ ?
- Da constante  $b$ ?
- Suponha que os valores de  $b$  e  $c$  sejam  $3,0$  e  $2,0$ , respectivamente. Em que instante a partícula passa pelo maior valor positivo de  $x$ ?
- De  $t = 0,0$  a  $t = 4,0\text{s}$  qual é a distância percorrida pela partícula?
- Qual o seu deslocamento?
- Determine a velocidade da partícula para os instantes  $t = 1,0\text{s}$  e  $t = 4,0\text{s}$ .
- Determine a aceleração da partícula para os instantes  $t = 1,0\text{s}$  e  $t = 4,0\text{s}$ .

**Resp:** (a)  $\text{m/s}^2$ , (b)  $\text{m/s}^3$ , (c)  $1,0\text{s}$ , (d)  $82\text{m}$ , (e)  $-80\text{m}$ , (f)  $0$  e  $-72\text{m/s}$ , (g)  $-6\text{m/s}^2$  e  $-42\text{m/s}^2$ .

**Exercício 20:** Um foguete é lançado verticalmente para cima com uma aceleração para cima de  $20\text{m/s}^2$ . Após  $25\text{s}$ , o motor é desligado e o foguete continua subindo (com movimento livre). O foguete então para de subir e, em seguida, cai, retornando ao solo. Calcule:

- O ponto mais alto atingido pelo foguete.
- O tempo total do foguete no ar.
- A velocidade do foguete no instante imediatamente anterior ao seu impacto no solo.

**Resp:** (a) 19,0 km, (b) 2min 18s (c) 610 m/s.

**Exercício 21:** Uma bola é solta de uma altura de 20m até o chão. Uma segunda bola é atirada com velocidade inicial de 10m/s após um tempo  $t$  que a primeira bola foi solta a partir do repouso. Para que as duas bolas atinjam a chão ao mesmo tempo, de quanto deve ser o tempo  $t$  de espera?

**Resp:** 0,8s

**Exercício 22:** Em  $t = 0$ , uma partícula localizada na origem possui uma velocidade de 40m/s a um ângulo de  $\theta=45^\circ$ . Em  $t = 3s$ , a partícula está em  $x = 100m$  e  $y=80m$  com uma velocidade de 30m/s e a um ângulo  $\theta=50^\circ$ . Calcule (a) a velocidade média e (b) a aceleração média da partícula durante este intervalo.

**Resp:** (a)  $(33,3m/s)\hat{x} + (26,7m/s)\hat{y}$ ; (b)  $(-3,00m/s^2)\hat{x} - (1,77m/s^2)\hat{y}$ .

**Exercício 23:** Uma partícula deixa a origem com uma velocidade inicial  $\vec{v} = (3,00\hat{x})m/s$  e uma aceleração constante  $\vec{a} = (-1,00\hat{x} - 0,500\hat{y})m/s^2$ . Quando ela atinge o máximo valor da coordenada  $x$ , quais são:

- A sua velocidade.
- O seu vetor posição.

**Resp:** (a)  $-(1,5m/s)\hat{y}$ ; (b)  $(4,50m)\hat{x} - (2,25m)\hat{y}$ .