

TEXTO DE REVISÃO 04 – Movimento Uniforme - MU.

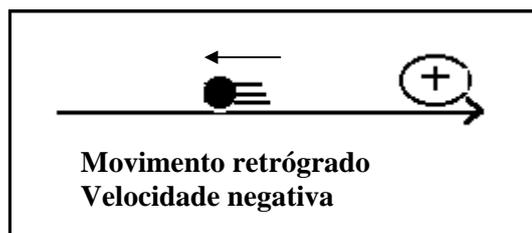
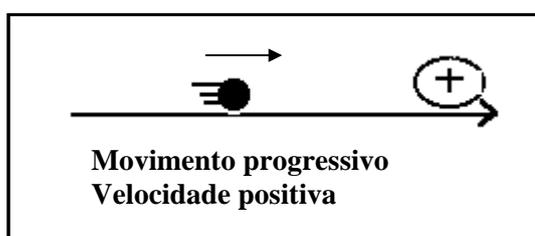
Caro aluno (a):

Este é um texto é a continuação do texto de revisão anterior, aqui também a melhor forma de abordá-lo seja sugerir que ele seja lido individualmente e, depois verificar a compreensão do conteúdo fazendo uma auto-avaliação através dos testes e exercícios propostos.

Movimento Uniforme (M.U.).

O movimento de uma partícula é uniforme quando ela percorre ao longo de sua trajetória, espaços iguais em intervalos de tempos iguais. Movimento Uniforme é o que se processa com velocidade escalar constante.

A cada trajetória associamos um sentido positivo de percurso. O movimento que se efetua neste sentido é chamado **progressivo** e se caracteriza por ter sua velocidade positiva. O movimento que se efetua em sentido contrário é chamado regressivo ou **retrógrado**. Neste caso a velocidade é considerada negativa. Portanto, o sinal (+) ou (-), associado à velocidade, apenas indica se o movimento é **progressivo ou retrógrado**.



Função Horária do M.U.: O movimento uniforme pode ser escrito matematicamente por uma equação que relaciona a posição do móvel com os instantes de tempo. Para se chegar a essa equação, considere que no M.U. a velocidade escalar instantânea V é igual a velocidade escalar média V_{med} :

$$v = v_{med} = \Delta x / \Delta t \quad (1)$$

Considere o intervalo de tempo Δt desde o instante inicial 0 (zero), em que se observa o movimento, até um instante de tempo t qualquer: $\Delta t = t - 0$. Nesse intervalo de tempo a variação da posição Δx será $\Delta x = x - x_0$, onde x é a posição correspondente ao instante t e x_0 é a posição no instante inicial zero. Substituindo x e t em (1) teremos:

$$v = \frac{x - x_0}{t - t_0} \quad \text{ou} \quad v = \frac{x - x_0}{t} \quad \text{logo} \quad \boxed{x = x_0 + v t} \Rightarrow \text{eq. horária do movimento}$$

Você verá agora, alguns exercícios resolvidos que são exercícios clássicos, tradicionalmente usados para que a partir deles você consiga resolver qualquer problema de Movimento Uniforme.

Exemplo 1: Um movimento uniforme é descrito por $x(t) = 20\text{m} + 5\text{m/s} \cdot t$. Determine:

- a) a posição inicial e a velocidade inicial;
- b) se o movimento é progressivo ou retrógrado;
- c) a posição do móvel no instante 5 s.

Solução: A equação horária do M.U. é $x = x_0 + V t$ Compare com a do exemplo : $x = 20 + 5 t$

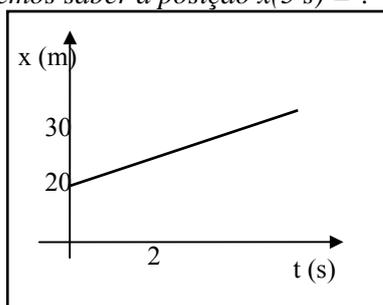
a) note que $x_0 = 20 \text{ m}$ e $V_0 = V = 5 \text{ m/s}$

b) Como $V = 5 \text{ m/s}$ o movimento é progressivo pois $V > 0 (+)$

c) Queremos saber a posição $x(5 \text{ s}) = ?$ no instante $t = 5 \text{ s} \Leftrightarrow$ Como $x = 20 + 5 t$

$$x = 20 + 5 \cdot 5$$

$$x = 20 + 25 \Rightarrow \underline{x(5\text{s}) = 45 \text{ m}}$$



Em $t = 2 \text{ s}$, $x(2\text{s}) = 30 \text{ m}$ o gráfico da função horária é uma reta crescente.

Exemplo 2: Um móvel passa pela posição + 50m no instante inicial e caminha contra a orientação da trajetória. Sua velocidade escalar é constante e igual a 25 m/s em valor absoluto.

- Determine:
- A sua função horária;
 - o instante em que o móvel passa pela origem das posições.

Solução: No início é fácil concluir que $x_0 = 50$ m. A velocidade móvel é $V = -25$ m/s. O sinal (-) é porque o móvel caminha contra a orientação da trajetória.

- $x = x_0 + V t$, logo $x = 50 + (-25) t$, sendo assim a função horária será: $x(t) = 50 - 25 t$
- A origem das posições é ($x = 0$). Queremos o instante t que isso ocorre: $t = ?$

$$\text{como } x = 50 - 25 t \quad , \quad 0 = 50 - 25 t \quad , \quad 25t = 50 \quad , \quad t = 50/25 \Rightarrow t = 2 \text{ s}$$

Exemplo 3: Dois móveis A e B descrevem movimentos sobre a mesma trajetória e as funções horárias dos movimentos são: $x_A = 60 - 10 t$ e $x_B = 15 + 5 t$ (SI). Determine:

- O espaço inicial e a velocidade de cada móvel;
- O sentido dos movimentos (progressivo ou retrógrado);
- O instante do encontro;
- A posição do encontro.

Solução: a) Para o primeiro móvel temos $x_0 = 60$ m e para o segundo móvel temos $x_0 = 15$ m \Rightarrow note que os dois estão à direita da origem.

b) O primeiro está indo contra a trajetória pois $V < 0$, logo seu movimento é retrógrado. Já o segundo móvel está indo a favor do movimento pois $V > 0$, logo seu movimento é progressivo.

c) No encontro os dois móveis deverão ocupar a mesma posição, logo teremos $x_a = x_b$

$$\text{como } x_a = 60 - 10 t \quad \text{e} \quad x_b = 15 + 5 t \quad , \quad \text{teremos que } 60 - 10t = 15 + 5t \Rightarrow 5t + 10t = -15 + 60$$
$$15t = 45 \Rightarrow t = 3 \text{ s}$$

d) Para achar a posição de encontro basta substituir $t = 3$ s em qualquer uma das equações horárias:

$$x_a = 60 - 10 \cdot 3 \Rightarrow x_a = 30 \text{ m}$$

Exemplo 4: Uma composição ferroviária com 19 vagões e uma locomotiva desloca-se a 20 m/s. Sendo o comprimento de cada composição igual a 10 m. Qual o tempo que o trem gasta para ultrapassar:

- Um sinaleiro?
- uma ponte de 100 metros de comprimento?

Solução: Observe que o trem tem ao todo 20 composições. Se cada composição tem 10 metros, o trem tem ao todo 200 metros. Mas como armar a equação horária desse trem, uma vez que a equação horária é para um ponto material?

A resposta é muito simples, basta você imaginar por exemplo um ponto material bem na frente do trem, ou seja, uma pulga no nariz do trem. Você fará a função horária deste ponto tendo em mente sempre que existe um trem atrás da pulga. Vamos agora à solução do problema.

a) O trem começará ultrapassar o sinaleiro, quando a pulga passar pelo sinaleiro, logo $x_0 = 0$ (considere o sinaleiro como origem das posições).

Logo a eq. horária ficará sendo: $x = x_0 + V t / S = 0 + 20 t / 10 \quad x = 20 t$

Para que o trem todo ultrapasse o sinaleiro, a pulga deverá estar a 200 metros a frente do sinaleiro

($x = 200$ m). Vamos determinar o tempo para que isto ocorra: $x = 20 t / 10 = 20 t / 10 = 200/20 / t = 10 \text{ s}$

b) Considere agora o início da ponte como sendo a origem das posições. Quando a pulga passar por aquele local, teremos $x_0 = 0$, ou seja, a eq. horária será a mesma: $x = 20 t$. Porém agora para o trem todo ultrapassar a ponte, a pulga deverá percorrer os 100 metros da ponte mais 200 metros, que é o equivalente para que todo o trem saia da ponte. Sendo assim a partir do instante em que a pulga entra na ponte, ela deverá percorrer 300 metros para que todo o trem saia da ponte. Sendo assim vamos calcular o tempo em que ela alcança a posição de 300 m:

$$x = 20 t / 10 = 20 t / 10 = 300 / 20 \quad t = 15 \text{ s}$$

Exemplo 5: Um móvel parte de certo ponto com uma velocidade constante de 240 m/min. Passados quatro segundos parte do mesmo ponto, na mesma direção e no mesmo sentido, do 1º móvel, um segundo móvel com uma velocidade constante de 21,6 Km/h. Quantos segundos após a partida do 2º móvel este encontrará com o 1º? E qual a posição de encontro?

Solução: Note que a primeira pergunta é quantos segundos, logo, devemos fazer primeiramente as transformações de m/min para m/s :

$$V_1 = 240 \text{ m/min} = 240 \text{ m} / 60 \text{ s} = 4 \text{ m/s} \quad \text{Já } V_2 = 21,6 \text{ Km/h} / 3,6 = 6 \text{ m/s}$$

Na realidade este problema se inicia, quando o 2º móvel passa pelo certo ponto, que nós chamaremos de origem das posições. Note que quando o 2º móvel passa pela origem das posições o primeiro móvel já terá 4 s de frente à uma velocidade de 4 m/s e que já dará um total de 16 m percorridos.

Logo $x_{01} = 16 \text{ m}$ e $x_{02} = 0$.

Montando a eq. horária de cada móvel teremos: $x_1 = x_{01} + V_1 t \Rightarrow x_1 = 16 + 4 t$

$$x_2 = x_{02} + V_2 t \Rightarrow x_2 = 0 + 6 t \Rightarrow x_2 = 6 t$$

Os dois móveis se encontrarão quando $x_1 = x_2$, logo: $16 + 4 t = 6 t$

$$6 t - 4 t = 16 \Rightarrow 2 t = 16 \Rightarrow t = 16/2 \Rightarrow t = 8 \text{ s}$$

Agora para determinar a posição de encontro, basta substituir o instante de encontro $t = 8 \text{ s}$ na eq. horária de qualquer um dos móveis: como $x_2 = 6 t \Rightarrow x_2 = 6 \cdot 8 \Rightarrow x_2 = 48 \text{ m}$

EXERCÍCIOS DE REVISÃO - AUTO-AVALIAÇÃO:

- 1) Um ponto material parte da posição (-30 m) e caminha em M.U. com velocidade de 15 m/s. Pede-se:
 - a) a função horária do móvel;
 - b) qual o instante em que ele passa pela origem dos espaços;
 - c) qual o instante em que ele passa pela posição 30 m.
- 2) Um automóvel parte da cidade C em direção à cidade C' com velocidade constante de 20 m/s e 20 s depois um automóvel B faz o mesmo trajeto também com velocidade constante de 40 m/s. Sabendo-se que os dois móveis se encontram entre as duas cidades, a que distância da cidade C este encontro se dá?
- 3) Um automóvel parte de uma cidade A rumo a uma cidade C passando por uma cidade B. Durante o trajeto AB, ele descreve M.U. com velocidade de 12 m/s e durante o trajeto BC também o seu movimento é uniforme porém, com velocidade de 8 m/s. Sabendo-se que o móvel gasta tempos iguais para ir de A a B e de B a C, qual a distância entre as duas cidades A e C? Dado $AB = 10.000 \text{ m}$.
- 4) Uma partícula se move com velocidade escalar constante. No instante $t_1 = 2 \text{ s}$ ela ocupa a posição escalar $S_1 = 19 \text{ m}$; no instante $t_2 = 4 \text{ s}$ ela ocupa a posição $S_2 = 23 \text{ m}$. Determine a equação horária do movimento.
- 5) Numa estrada andando de caminhão com velocidade constante, você leva 4 segundos para ultrapassar um outro caminhão cuja velocidade é também constante. Sendo 10 m o comprimento de cada caminhão, qual a diferença entre a sua velocidade e a do caminhão que você ultrapassou?
- 6) Dois corpos deslocam-se ortogonalmente entre si, com velocidades uniformes $V_1 = 1,5 \text{ m/s}$ e $V_2 = 2,0 \text{ m/s}$. No instante $t = 0 \text{ s}$ eles se encontram na origem de um sistema de referência 0xy. Considerando que o corpo (1) se desloca ao longo do eixo-x e o corpo (2) ao longo do eixo-y, qual a distância que os separa no instante $t = 2 \text{ s}$?

Gabarito dos exercícios de revisão - auto-avaliação:

- 1) $x = -30 + 15 t$
- 2) 800 m
- 3) $\cong 16,7 \text{ Km}$
- 4) $x = 15 + 2 t$
- 5) 5 m/s
- 6) 5 m

Testes:

7) Marque com V de verdadeiro ou F de falso:

- () No MRU o móvel percorre espaços iguais em intervalos de tempo iguais.
() Um MRU é sempre progressivo.
() Um corpo pode estar simultaneamente em MRU em relação a um dado referencial e em repouso em relação a outro referencial.
() Um movimento é uniforme quando sua trajetória em relação a um dado referencial é retilínea.

8) Uma pessoa lhe informa que um corpo está em *movimento retilíneo uniforme*.
a) O que está indicado pelo termo “retilíneo”?
b) E pelo termo “uniforme” ?
c) Qual é a expressão matemática que nos permite calcular a distância que este corpo percorre após decorrido um tempo t ?

9) Um set de uma partida de voleibol tem início às 19h 25 min e 30s e termina às 20h 5min 15s. O intervalo de tempo de duração dessa etapa do jogo é de:

- a) 1h 39min 46s. b) 1h 20min 15s.
c) 39min 45s. d) 30min 45s.
e) 20min 15s.

10) Dentre as velocidades citadas nas seguintes alternativas, qual é a maior?

- a) 190 m/s b) 25 m/min c) 10^5 mm/s
d) 900 Km/h e) 7,9 Km/s

11) Um automóvel mantém uma velocidade constante de 72 Km/h. Em 1h e 10min ele percorre, em Km, uma distância de:

- a) 79,2 b) 80 c) 82,4 d) 84 e) 90

12) Dois móveis partem das posições -30m e 10m respectivamente, ambos em MU. Sabendo-se que a velocidade de A é 18m/s e de B é 6 m/s, qual o instante em que eles vão se encontrar? Em que posição isto ocorre?

13) A distância de dois automóveis é de 225 Km. Se eles andam um ao encontro do outro com 60 Km/h e 90 Km/h, ao fim de quantas horas se encontrarão?

- a) 1 hora b) 1h 15min c) 1h 30min
d) 1h 50min e) 2h 30min

14) Dois móveis A e B partem simultaneamente do mesmo ponto, com velocidades constantes iguais a 6 m/s e 8 m/s . Qual a distância entre eles em metros, depois de 5s, se eles se movem na mesma direção e no mesmo sentido?

- a) 10 b) 30 c) 50 d) 70 e) 90

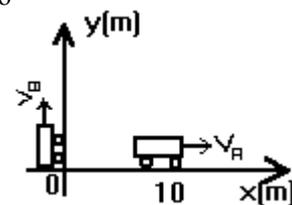
15) Um atirador aciona o gatilho de sua espingarda que aponta para um alvo fixo na terra. Depois de 1 s ele ouve o barulho da bala atingindo o alvo. Qual a distância do atirador ao alvo? Sabe-se que a velocidade da bala ao deixar a espingarda é 1.000 m/s e que a velocidade do som é 340 m/s.

16) Um trem de comprimento 130 metros e um automóvel de comprimento desprezível caminham paralelamente num mesmo sentido em um trecho retilíneo. Seus movimentos são uniformes e a velocidade do automóvel é o dobro da velocidade do trem. Pergunta-se: Qual a distância percorrida pelo automóvel desde o instante em que alcança o trem até o instante em que o ultrapassa?

17) Duas locomotivas, uma de 80m e outra de 120m de comprimento movem-se paralelamente uma à outra. Quando elas caminham no mesmo sentido são necessários 20 s para a ultrapassagem e quando caminham em sentidos opostos, 10 s são suficientes para a ultrapassagem. Calcule a velocidade das locomotivas sabendo que a maior é a mais veloz.

18) Um trem de 150 metros de comprimento, com velocidade de 90 Km/h, leva 0,5 minuto para atravessar um túnel. Determine o comprimento do túnel.

19) Dois móveis, A e B, deslocam-se segundo trajetórias perpendiculares entre si com movimento retilíneo e uniforme e velocidades $v_A = 72$ Km/h e $v_B = 108$ Km/h. No instante inicial eles se encontram nas posições indicadas pela figura abaixo:



Determine o instante em que a distância entre eles é $10\sqrt{18}$ m

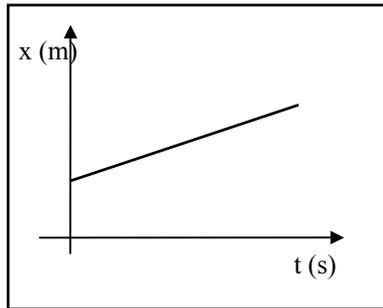
20) A cena de marcação de um gol foi filmada durante 30 segundos com uma máquina que tira 48 fotografias por segundo. Esta cena foi mostrada com uma máquina que projeta 24 imagens por segundo. Determine o tempo de projeção da cena.

21) Um motorista deseja percorrer uma certa distância com a velocidade média de 16 Km/h. Percorre a primeira metade mantendo uma velocidade de 10 Km/h. Com que velocidade ele deve completar o percurso?

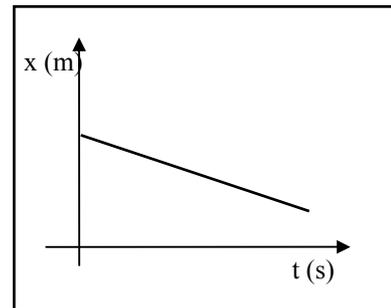
Gráficos do Movimento Uniforme: Uma das partes mais importantes da Cinemática envolve a interpretação de gráficos. Iremos agora aprender como tirar informações a partir de um gráfico do MU. A função horária das posições de um movimento uniforme é dada por $x = x_0 + v t$. Esta equação é do 1º grau em relação ao tempo; portanto, o gráfico da função é uma reta. Teremos dois casos:

1º caso: Quando a velocidade é positiva o móvel caminha no sentido positivo da trajetória, isto é, as posições crescem algebricamente com o tempo. O gráfico representativo é o de uma reta inclinada para cima.

2º caso: Se a velocidade é negativa, o móvel caminha no sentido contrário ao positivo da trajetória, isto é, as posições decrescem algebricamente no decorrer do tempo. O gráfico representativo é o de uma reta inclinada para baixo.



1º caso: mov. progressivo



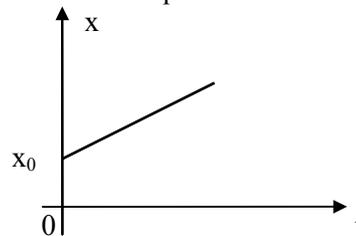
2º caso: mov. retrógrado

Observações importantes: a) O valor da ordenada em que a reta corta o eixo x representa o valor de x_0 .

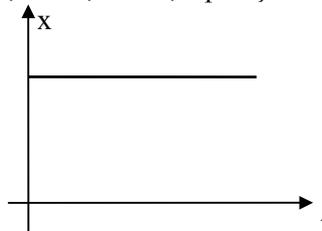
$$x = x_0 + v t$$

para $t = 0$ temos que $x = x_0 + v \cdot 0$

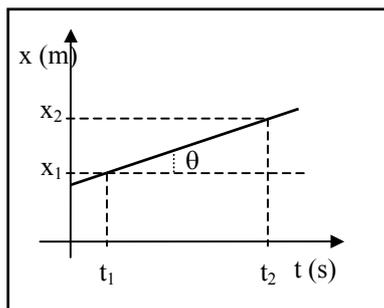
$$x = x_0$$



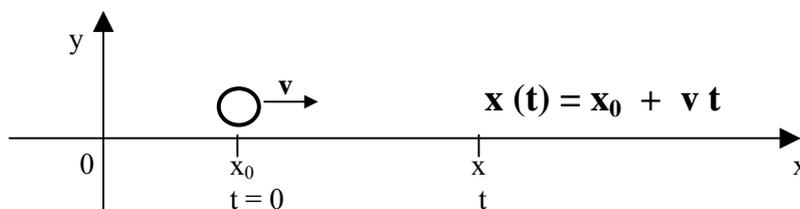
b) Quando o corpo não estiver em movimento, isto é, $v = 0$, a posição do móvel é sempre a mesma.



c) No gráfico $x = f(t)$ a $\text{tg } \theta$ é numericamente igual à velocidade:

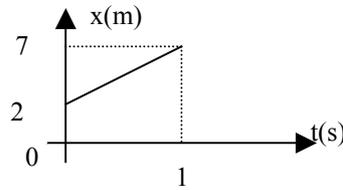


$$\text{tg } \theta = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = v$$



Exemplo: Um móvel tem posição em função do tempo, dada pelo gráfico abaixo. Pede-se:

- sua posição inicial;
- sua velocidade;
- sua função horária.



Solução: A reta corta o eixo - x em $x_0 = 2 \text{ m}$, logo: a) $x_0 = 2 \text{ m}$

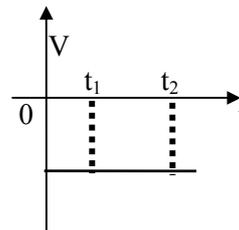
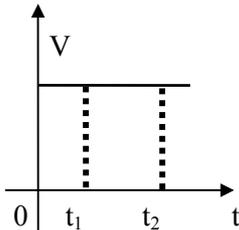
$$b) \quad \text{tg } \theta = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{7 - 2}{1 - 0} = \frac{5}{1} = 5 \text{ m/s}$$

c) Como você já conhece x_0 e V , a equação horária fica: $x(t) = 2 + 5t$

Gráfico Velocidade x Tempo: Sendo a velocidade constante e não nula em um movimento uniforme, o gráfico é representado por uma reta paralela ao eixo dos tempos. Temos os seguintes casos:

1º caso: Velocidade positiva ($V > 0$)

2º caso: Velocidade negativa ($V < 0$)



Obs: A área do gráfico compreendida entre a reta e o eixo das abcissas da figura, entre os tempos t_1 e t_2 , é numericamente igual ao deslocamento do móvel neste intervalo de tempo.

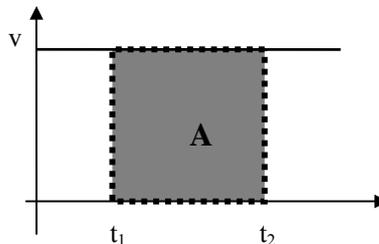
Demonstração: $A = b \times h$

$$A = (t_2 - t_1) \times V$$

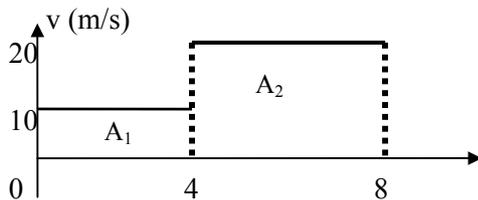
mas $t_2 - t_1 = \Delta t$ $A = \Delta t \times V$ ou $A = V \times \Delta t$

Como $V = \Delta x / \Delta t$, teremos que $\Delta x = V \times \Delta t$

Conclusão: $A \equiv \Delta x$



Exemplo: A velocidade de um ponto material em movimento sobre uma trajetória retilínea, no decorrer do tempo, é indicada no gráfico abaixo. Determine a velocidade média do ponto material no intervalo de tempo de 0 a 8s.



Solução: O deslocamento de 0 a 4s equivale a A_1 e entre 4 e 8s equivale a área 2, sendo assim devemos calcular o valor numérico das duas áreas e somar:

De 0 a 4s teremos - $A_1 = \Delta x_1 = 4 \cdot 10$, logo $\Delta x_1 = 40 \text{ m}$

De 4 a 8s teremos - $A_2 = \Delta x_2 = 4 \cdot 20$, logo $\Delta x_2 = 80 \text{ m}$

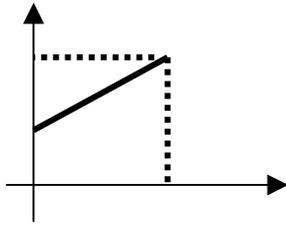
Como a velocidade média é dada por: $V = \Delta x / \Delta t$ e $\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2$, logo $\Delta x = 40 + 80 = 120 \text{ m}$

E como $\Delta t = 8 \text{ s}$, teremos que: $V = 120 / 8$, logo $V = 15 \text{ m/s}$

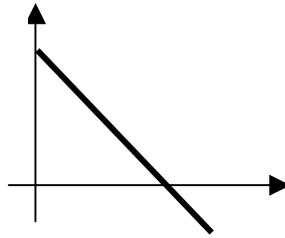
EXERCÍCIOS DE REVISÃO - AUTO-AVALIAÇÃO:

23) Em cada gráfico abaixo, determine a função horária do movimento que está registrado:

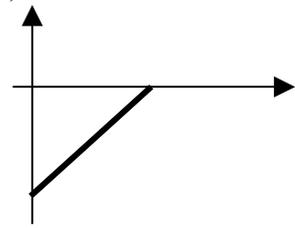
a)



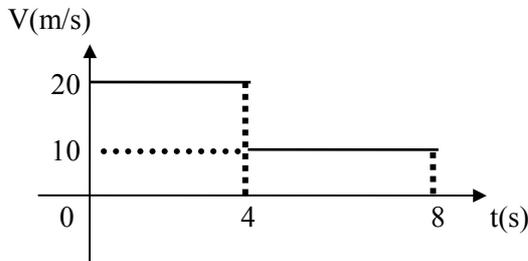
b)



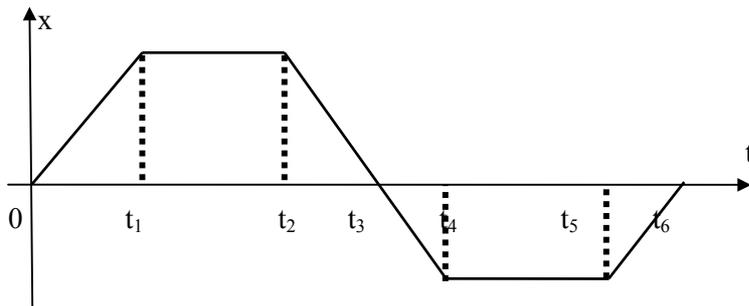
c)



24) A velocidade de um ponto material em movimento sobre uma trajetória retilínea, no decorrer do tempo, é indicada pelo gráfico abaixo. Determine a velocidade média do ponto no intervalo de tempo de 0 a 8s .



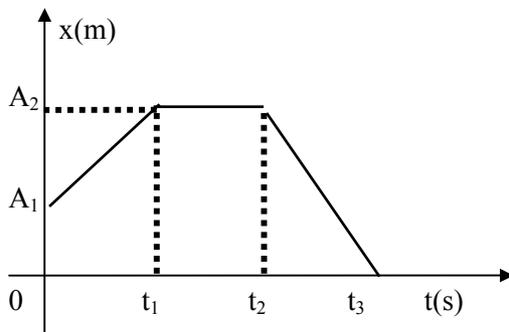
25) Classifique o movimento em cada trecho do diagrama abaixo:



26) Coloque V de verdadeiros ou F de falso:

- () 1. O diagrama $x \times t$ no MRU indica uma reta inclinada em relação ao eixo dos tempos.
- () 2. O diagrama $V \times t$ no MRU fornece uma reta paralela ao eixo dos tempos.
- () 3. A declividade da reta que você obtém constituindo $X \times t$ é numericamente igual à velocidade que o móvel apresenta em naquele instante.

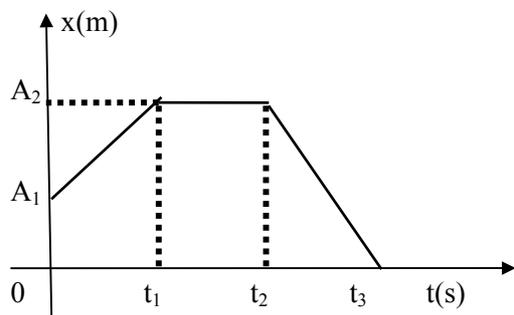
27) Dado o gráfico de um móvel:



Assinale a alternativa incorreta:

- a) Entre os instantes 0 e t_1 o movimento é progressivo.
- b) Entre os instantes t_1 e t_2 o móvel está em repouso.
- c) Entre os instantes t_2 e t_3 o movimento é retrógrado.
- d) Os itens A e B são incorretos.
- e) n.r.a.

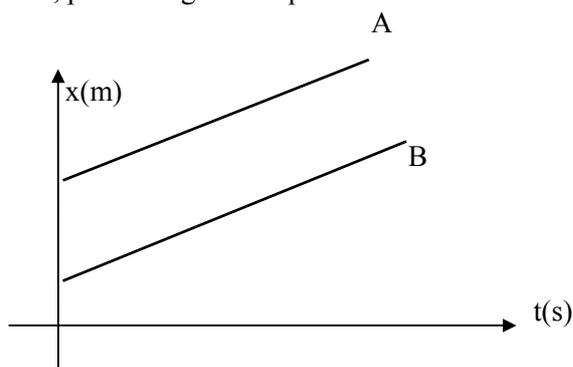
27) Dado o gráfico de um móvel:



Assinale a alternativa incorreta:

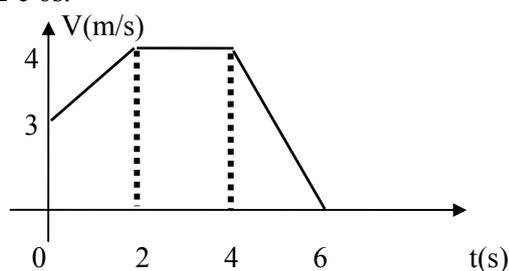
- Entre os instantes 0 e t_1 o movimento é progressivo.
- Entre os instantes t_1 e t_2 o móvel está em repouso.
- Entre os instantes t_2 e t_3 o movimento é retrógrado.
- Os itens A e B são incorretos.
- n.r.a.

28) O gráfico representa os deslocamentos de duas partículas A e B. Pela interpretação do gráfico, podemos garantir que:



- as partículas partem de pontos diferentes com velocidades diferentes.
- as partículas partem de pontos diferentes com a mesma velocidade.
- as partículas partem de pontos diferentes com velocidades distintas e conservam suas velocidades.
- as partículas partem do mesmo ponto com a mesma velocidade.
- as partículas partem do mesmo ponto com velocidades diferentes.

29) Um móvel se desloca obedecendo ao gráfico abaixo. Determine o deslocamento do móvel entre 2 e 6s.



Gabarito dos exercícios:

Movimento Uniforme

- $x = -30 + 15t$
- 800 m
- $\cong 16,7 \text{ Km}$
- $x = 15 + 2t$
- 5 m/s
- 5 m
- V F V F
- a) reta b) veloc. constante
- $d = Vt$
- c
- e
- d
- 3,3s e 30m
- c
- a
- $\cong 254 \text{ m}$
- 260 m
- 5 m/s e 15 m/s
- 600 m
- 1s
- 1 min.
- 40 Km/h
- a) $S = 4 + 5t$
b) $S = 20 - 2t$
c) $S = -1 + 0,5t$
- 15 m/s
- 0 - t_1 = progress. unif.
 $t_1 - t_2$ = repouso
 $t_2 - t_3$ = retróg. unif.
 $t_3 - t_4$ = retróg. unif.
 $t_4 - t_5$ = repouso
 $t_5 - t_6$ = progress. unif.
- 1.V 2.V 3.V
- d
- b
- 12m

Referência: Para disponibilizar este texto utilizei como fonte a página: <http://sites.uol.com.br/helderjf>

Unidade 04 Cinemática.

Elaborada pelo Prof. Hélder Matos de Medeiros