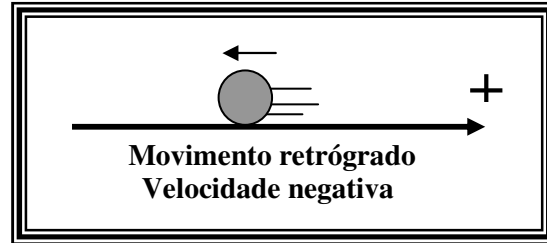
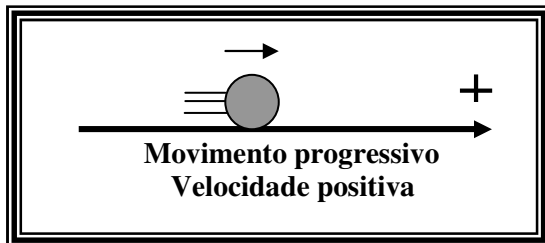


## Unidade II: Movimento Uniforme (M.U.)

O movimento de uma partícula é uniforme quando ela percorre ao longo de sua trajetória, espaços iguais em intervalos de tempos iguais. Resumindo o que foi dito, 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**.



**2.1- Função Horária do M.U.:** O movimento uniforme pode ser escrito matematicamente por uma equação que relaciona os espaços 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 "Vm" :

$$v = v_M = \Delta s / \Delta t \quad (1)$$

Considere o intervalo de tempo  $\Delta t$  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 de espaço  $\Delta s$  será  $\Delta s = s - s_0$ , onde s é o espaço correspondente ao instante t e  $s_0$  é o espaço no instante inicial zero. Substituindo S e t em (1) teremos:

$$v = \frac{s - s_0}{t - t_0} \quad \text{ou} \quad v = \frac{s - s_0}{t} \quad \text{logo} \quad \boxed{s = s_0 + v t} \quad \Rightarrow \text{eq. horária do movimento}$$

Você verá agora, alguns exercícios resolvidos. Caso não entenda alguma passagem, consulte ao seu professor pois estes exemplos são clássicos e a partir deles você resolverá qualquer problema de Movimento Uniforme.

**Exemplo 1:** Um movimento uniforme é descrito por  $S = 20 + 5 t$  (SI). Determine:

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

*Solução:* A equação horária do M.U. é  $S = S_0 + V t$

Compare com a do exemplo :  $S = 20 + 5 t$

a) note que  $S_0 = 20 \text{ m}$  e  $V = 5 \text{ m/s}$

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

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

$$S = 20 + 5 \cdot 5$$

$$S = 20 + 25 \Rightarrow \underline{S = 45 \text{ m}}$$

**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  $S_0 = 50 \text{ m}$ . A velocidade móvel é  $V = - 25 \text{ m/s}$ . O sinal (-) é porque o móvel caminha contra a orientação da trajetória.

a)  $S = S_0 + V t$ , logo  $S = 50 + (-25) t$ , sendo assim a função horária será :  $S = 50 - 25 t$

b) A origem das posições é ( $S = 0$ ). Queremos o instante  $t$  que isso ocorre:  $t = ?$

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

**Exemplo 3:** Dois móveis A e B descrevem movimentos sobre a mesma trajetória e as funções horárias dos movimentos são:  $S_A = 60 - 10t$  e  $S_B = 15 + 5t$  (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  $S_0 = 60 \text{ m}$  e para o segundo móvel temos  $S_0 = 15 \text{ m} \Rightarrow$  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  $S_a = S_b$

$$\text{como } S_a = 60 - 10t \quad \text{e} \quad S_b = 15 + 5t \quad , \quad \text{teremos que } 60 - 10t = 15 + 5t \Rightarrow 5t + 10t = -15 + 60$$

$$15t = 45 \Rightarrow \underline{t = 3s}$$

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

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

**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  $S_0 = 0$  (considere o sinaleiro como origem das posições.). Logo a eq. horária ficará sendo:  $S = S_0 + Vt$  /  $S = 0 + 20t$  /  $S = 20t$

Para que o trem todo ultrapasse o sinaleiro, a pulga deverá estar a 200 metros a frente do sinaleiro ( $S = 200 \text{ m}$ ). Vamos determinar o tempo para que isto ocorra:  $S = 20t$  /  $200 = 20t$  /  $t = 200/20$  /  $\underline{t = 10 \text{ s}}$

b) Considere agora o início da ponte como sendo a origem das posições. Quando a pulga passar por aquele local, teremos  $S_0 = 0$ , ou seja, a eq. horária será a mesma:  $S = 20t$ . 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:

$$S = 20t \quad / \quad 300 = 20t \quad / \quad t = 300/20 \quad / \quad \underline{t = 15 \text{ s}}$$

**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  $S_{01} = 16 \text{ m}$  e  $S_{02} = 0$ . Montando a eq. horária de cada móvel teremos:  $S_1 = S_{01} + V_1 t \Rightarrow S_1 = 16 + 4t$

$$S_2 = S_{02} + V_2 t \Rightarrow S_2 = 0 + 6t \Rightarrow S_2 = 6t$$

Os dois móveis se encontrarão quando  $S_1 = S_2$ , logo:  $16 + 4t = 6t$

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

Agora para achar a posição de encontro, basta substituir o instante de encontro  $t = 8 \text{ s}$  na eq. horária de qualquer um dos móveis:

$$\text{como } S_2 = 6t \Rightarrow S_2 = 6 \cdot 8 \Rightarrow \underline{S_2 = 48 \text{ m}}$$

### **EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM:**

- 1) Um ponto material parte da posição (-30 m) e caminha em M.U. com velocidade de 15 m/s. Pede-se:
- a função horária do móvel;
  - qual o instante em que ele passa pela origem dos espaços;
  - 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 ?

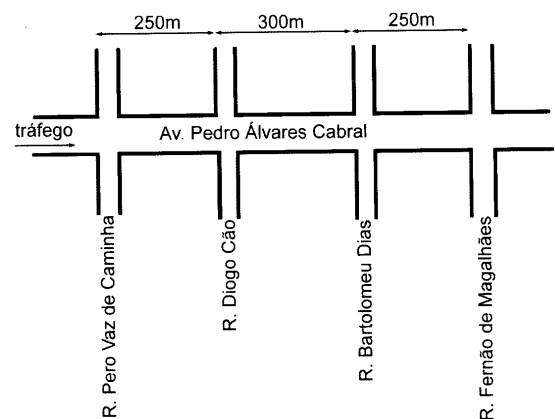
- 3) Um automóvel parte de uma cidade A rumo a uma cidade C passando por uma cidade B. Durante o trajeto AB, ele descreve M.U. com velocidade de 12 m/s e durante o trajeto BC também o seu movimento é uniforme porém, com velocidade de 8 m/s. Sabendo-se que o móvel gasta tempos iguais para ir de A a B 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 ?

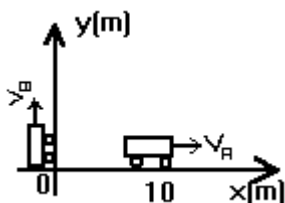
6) Dois corpos deslocam-se ortogonalmente entre si, com velocidades uniformes  $V_1 = 1,5 \text{ m/s}$  e  $V_2 = 2,0 \text{ m/s}$ . No instante  $t = 0 \text{ s}$  eles se encontram na origem de um sistema de referência  $Oxy$ . Considerando que o corpo (1) se desloca ao longo do eixo-x e o corpo (2) ao longo do eixo-y, qual a distância que os separa no instante  $t = 2 \text{ s}$  ?

7) (UFJF) – A Avenida Pedro Álvares Cabral, localizada numa grande cidade, é plana e retilínea. Num trecho, a avenida é cortada por ruas transversais, conforme mostra a figura. Para permitir a travessia segura de pedestres, os sinais de trânsito existentes nos cruzamentos devem ser fechados, simultaneamente, a cada 1,5 min. Um carro, trafegando pela avenida com velocidade constante, chega ao cruzamento com a Rua Pero Vaz de Caminha 10s depois que o sinal abriu. Qual deve ser o módulo dessa velocidade, em km/h, para que ele possa percorrer todo o trecho da avenida indicado na figura, desde a Rua Pero Vaz de Caminha até a Rua Fernão de Magalhães, encontrando todos os sinais abertos?



**Exercícios de Fixação:**

- 1) 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.
- 2) 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  $t$  ?
- 3) 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.
- 4) 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
- 5) 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
- 6) 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?
- 7) 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
- 8) 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
- 9) 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.
- 10) 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?
- 11) 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.
- 12) 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.
- 13) 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  $10\sqrt{18} \text{ m}$

14) 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?

### Respostas:

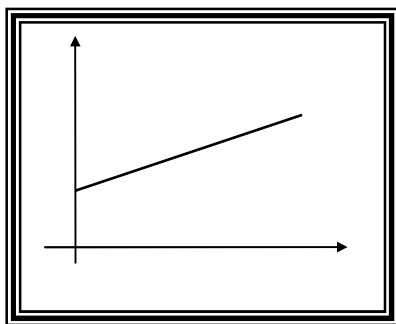
- 1) V F V F
- 2) a) reta b) veloc. Constante c)  $d = V t$
- 3) c
- 4) e
- 5) d
- 6) 3,3s e 30m
- 7) c
- 8) a
- 9)  $\cong 254 \text{ m}$
- 10) 260 m
- 11) 5 m/s e 15 m/s
- 12) 600 m
- 13) 1s
- 14) 40 Km/h**

**2.2 - 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.

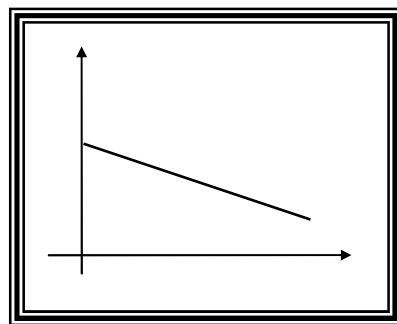
A função horária das posições de um movimento uniforme é dada por  $s = s_0 + v t$ . Esta equação é do 1º grau em relação ao tempo; portanto, o gráfico da função é uma reta. Teremos dois casos:

**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



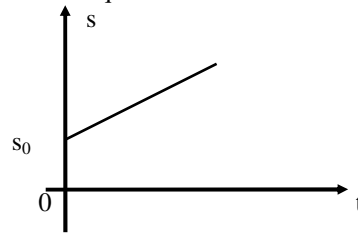
2º caso: mov. Retrógrado

**Observações importantes:** a) O valor da ordenada em que a reta corta o eixo "s" representa o valor de  $s_0$ .

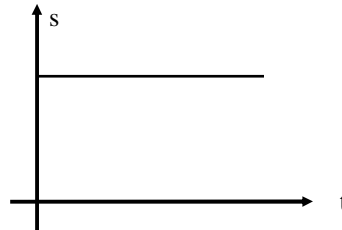
$$s = s_0 + v t$$

para  $t = 0$  temos que  $s = s_0 + v \cdot 0$

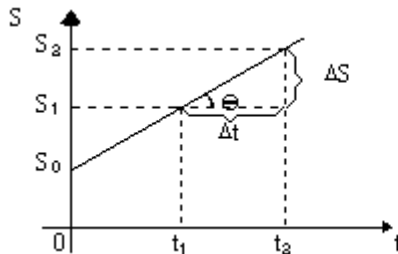
$$s = s_0$$



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



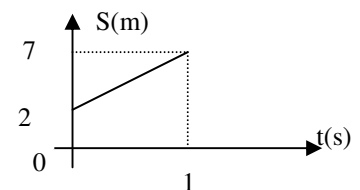
c) No gráfico  $S = f(t)$  a  $\text{tg } \theta$  é numericamente igual à velocidade:



$$\text{tg } \theta = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1} = v$$

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

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



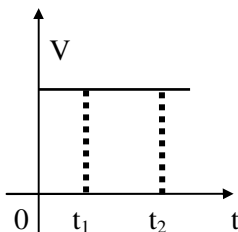
**Solução:** A reta corta o eixo - S em  $S_0 = 2 \text{ m}$ , logo: a)  $S_0 = 2 \text{ m}$

$$b) \text{tg } \theta = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} = \frac{7 - 2}{1 - 0} = \frac{5}{1} = 5 \text{ m/s}$$

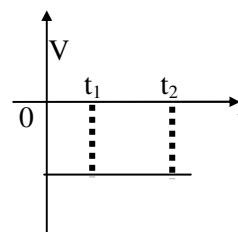
c) Como você já conhece  $s_0$  e  $v$ , a equação horária fica:  $S = 2 + 5 t$

- **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 abscissas da figura, entre os tempos  $t_1$  e  $t_2$ , é numericamente igual ao deslocamento do móvel neste intervalo de tempo.

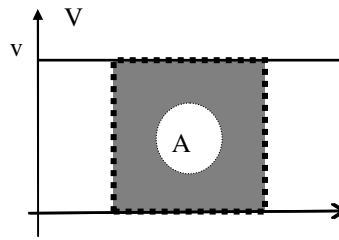
Demonstração:  $A = b \times h$

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

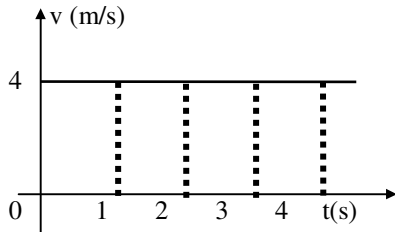
mas  $t_2 - t_1 = \Delta t$   $A = \Delta t \times V$  ou  $A = V \times \Delta t$

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

Conclusão:  $A \equiv \Delta S$

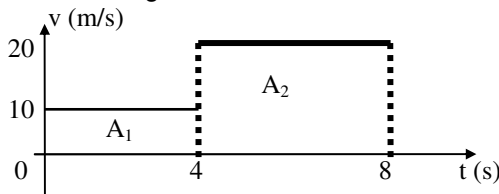


**Exemplos:** 1) Um móvel tem velocidade, em função do tempo, dada pelo gráfico abaixo: Determine o espaço percorrido pelo móvel entre 1s e 4s, sabendo-se que o móvel desloca-se em linha reta.



Solução:  $A = \Delta s = V \cdot \Delta t$   
 $\Delta s = V \cdot (t_2 - t_1)$   
 $\Delta s = 4 \cdot (4 - 1)$   
 $\Delta s = 4 \cdot 3$   
 $\Delta s = 12 \text{ m}$

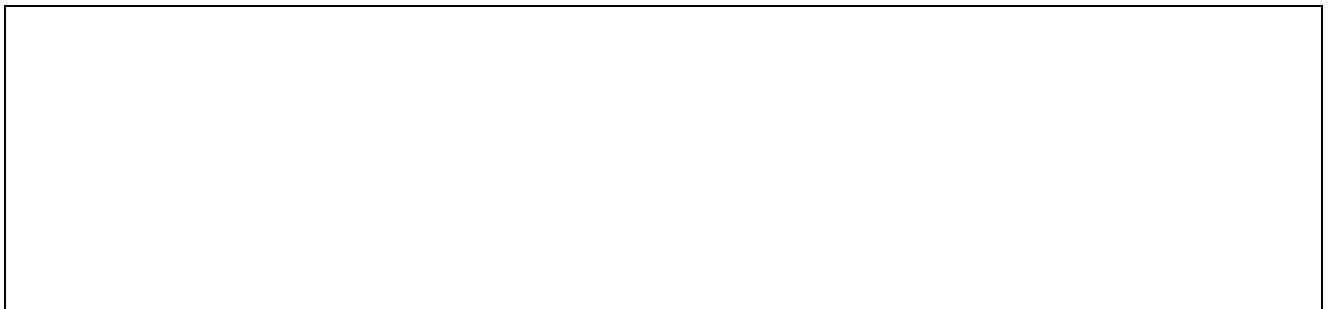
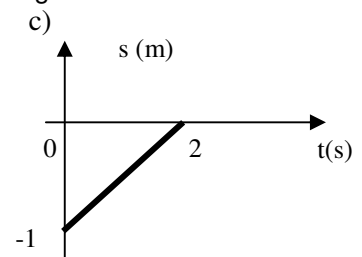
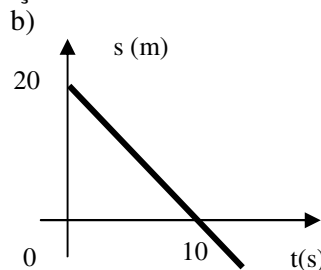
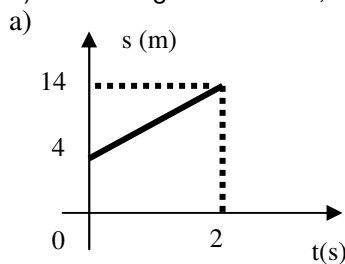
2) A velocidade de um ponto material em movimento sobre uma trajetória retilínea, no decorrer do tempo, é indicada no gráfico abaixo. Determine a velocidade média do ponto material no intervalo de tempo de 0 a 8s.



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 -  $A_1 = \Delta S_1 = 4 \cdot 20$ , logo  $\Delta S_1 = 80 \text{ m}$   
 De 4 a 8s teremos -  $A_2 = \Delta S_2 = 4 \cdot 10$ , logo  $\Delta S_2 = 40 \text{ m}$   
 Como a velocidade média é dada por:  $V = \Delta S / \Delta t$  e  $\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2$ , logo  $\Delta S = 80 + 40 = 120 \text{ m}$   
 E como  $\Delta t = 8 \text{ s}$ , teremos que:  $V = 120 / 8$ , logo  $V = 15 \text{ m/s}$

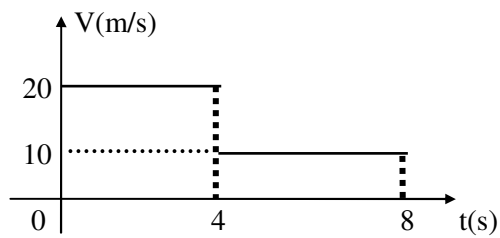
**EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM:**

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

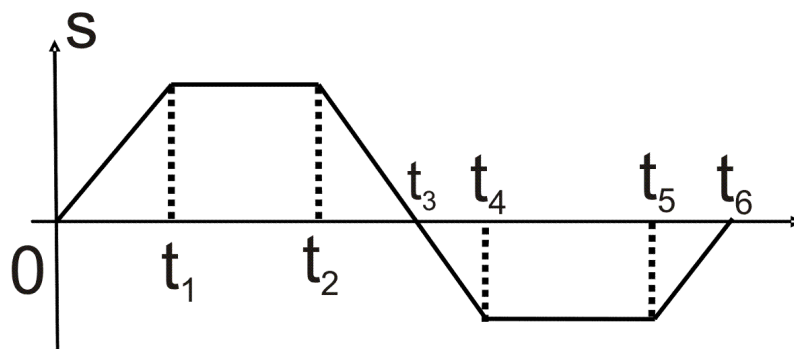




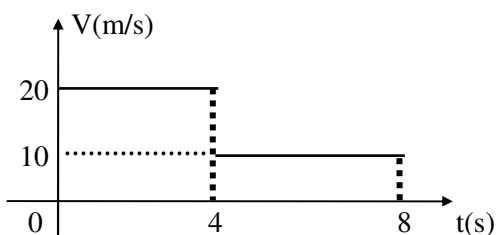
2) A velocidade de um ponto material em movimento sobre uma trajetória retilínea, no decorrer do tempo, é indicada pelo gráfico abaixo. Determine a velocidade média do ponto material no intervalo de tempo de 0 a 8s .



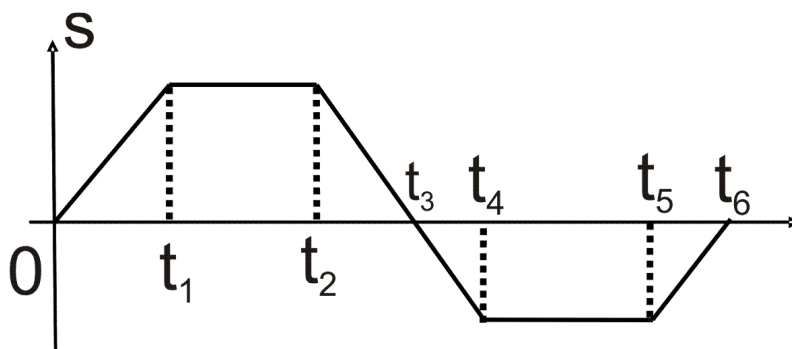
3) Classifique o movimento em cada trecho do diagrama abaixo:



2) 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 material no intervalo de tempo de 0 a 8s



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





## Aula de Física

Aula particular de Física pela internet, individual ou em grupo.

☎ (21) 98469-9906 - Whatsapp

Programas Skype ou TeamViwer

Veja como funciona em [www.fisicafacil.net](http://www.fisicafacil.net)