

# MÓDULO 1



MECÂNICA - CINEMÁTICA

# Conteúdos

Acerca deste Módulo	1
Lição 1	5
Lição 2	14
Lição 3	23
Lição 4	30
Lição 5	35
Lição 6	40
Lição 7	46
Lição 8	51
Lição 9	56
B            C	58
Lição 10	60
Lição 11	64
Lição 12	69
Lição 13	77

---

<b>Lição 14</b>	<b>81</b>
<b>Lição 15</b>	<b>85</b>
<b>Lição 16</b>	<b>94</b>
<b>Lição 17</b>	<b>98</b>
<b>Lição 18</b>	<b>103</b>
<b>Teste de Preparação de Final de Módulo 1</b>	<b>111</b>
<b>Soluções</b>	<b>114</b>

---



# Acerca deste Módulo

FÍSICA

---

## Como está estruturado este Módulo

### A visão geral do curso

Este curso está dividido por módulos autoinstrucionais, ou seja, que vão ser o seu professor em casa, no trabalho, na machamba, enfim, onde quer que você deseja estudar.

Este curso é apropriado para você que já concluiu a 10ª classe mas vive longe de uma escola onde possa frequentar a 11ª e 12ª classes, ou está a trabalhar e à noite não tem uma escola próxima onde possa continuar os seus estudos, ou simplesmente gosta de ser auto didacta .

Neste curso a distância não fazemos a distinção entre a 11ª e 12ª classes. Por isso, logo que terminar os módulos da disciplina estará preparado para realizar o exame nacional da 12ª classe.

O tempo para concluir os módulos vai depender do seu empenho no auto estudo, por isso esperamos que consiga concluir com todos os módulos o mais rápido possível, pois temos a certeza de que não vai necessitar de um ano inteiro para concluí-los.

Ao longo do seu estudo vai encontrar as actividades que resolvemos em conjunto consigo e seguidamente encontrará a avaliação que serve para ver se percebeu bem a matéria que acaba de aprender. Porém, para saber se resolveu ou respondeu correctamente às questões colocadas, temos as resposta no final do seu módulo para que possa avaliar o seu despenho. Mas se após comparar as suas respostas com as que encontrar no final do módulo, tem sempre a possibilidade de consultar o seu tutor no Centro de Apoio e Aprendizagem – CAA e discutir com ele as suas dúvidas.

No Centro de Apoio e Aprendizagem, também poderá contar com a discussão das suas dúvidas com outros colegas de estudo que possam ter as mesmas dúvidas que as suas ou mesmo dúvidas bem diferentes que não tenha achado durante o seu estudo mas que também ainda tem.

### Conteúdo do Módulo

Cada Módulo está subdividido em Lições. Cada Lição inclui:



- Título da lição.
- Uma introdução aos conteúdos da lição.
- Objectivos da lição.
- Conteúdo principal da lição com uma variedade de actividades de aprendizagem.
- Resumo da unidade.
- Actividades cujo objectivo é a resolução conjunta consigo estimado aluno, para que veja como deve aplicar os conhecimentos que acaba de adquirir.
- Avaliações cujo objectivo é de avaliar o seu progresso durante o estudo.
- Teste de preparação de Final de Módulo. Esta avaliação serve para você se preparar para realizar o Teste de Final de Módulo no CAA.



---

## Habilidades de aprendizagem



Estudar à distância é muito diferente de ir a escola pois quando vamos a escola temos uma hora certa para assistir as aulas ou seja para estudar. Mas no ensino a distância, nós é que devemos planejar o nosso tempo de estudo porque o nosso professor é este módulo e ele está sempre muito bem disposto para nos ensinar a qualquer momento. Lembre-se sempre que “*o livro é o melhor amigo do homem*”. Por isso, sempre que achar que a matéria está a ser difícil de perceber, não desanime, tente parar um pouco, reflectir melhor ou mesmo procurar a ajuda de um tutor ou colega de estudo, que vai ver que irá superar todas as suas dificuldades.

Para estudar a distância é muito importante que planeie o seu tempo de estudo de acordo com a sua ocupação diária e o meio ambiente em que vive.

---

## Necessita de ajuda?



Ajuda

Sempre que tiver dificuldades que mesmo após discutir com colegas ou amigos achar que não está muito claro, não tenha receio de procurar o seu tutor no CAA, que ele vai lhe ajudar a supera-las. No CAA também vai dispor de outros meios como livros, gramáticas, mapas, etc., que lhe vão auxiliar no seu estudo.





# Lição 1

---

## Cinemática - Noção de Espaço, Posição e Deslocamento

### Introdução

Desde a mais remota antiguidade, o homem preocupa-se em explicar os fenômenos que a natureza coloca diante dele. O movimento dos corpos foi alvo das primeiras atenções. Assim, a Mecânica é a mais antiga das partes da Física.

A Mecânica é o ramo da Física que estuda os fenômenos relacionados com o movimento dos corpos. As suas leis relacionam as condições impostas pelas massas dos corpos e pelos agentes causadores do movimento. A mecânica é dividida em três partes:

**Cinemática** – Estuda o movimento dos corpos sem se preocupar com as suas causas.

**Estática** – Estuda as forças e suas condições de equilíbrio nos corpos sólidos e fluidos (líquidos e gases).

**Dinâmica** – Estuda a relação entre força e o movimento dos corpos.

Nesta lição iremos iniciar com o estudo da Cinemática.

Ao concluir esta lição você será capaz de:

- *Calcular* o espaço percorrido por um corpo.
- *Determinar* a posição de um corpo.
- *Calcular* o deslocamento sofrido por um corpo.



#### Objectivos



## Cinemática

Carro aluno, bem vindo ao estudo do primeiro módulo de física! Nesta lição vamos iniciar o estudo da cinemática, definindo alguns conceitos importantes para a análise o movimento e do repouso dos corpos.

### Então preste atenção às definições e conceitos!

#### Ponto Material(PM)

Ponto Material, é um modelo idealizado, cuja finalidade é de representar qualquer corpo, independentemente das dimensões.

Assim, por exemplo, o movimento da Terra em torno do Sol, o movimento da queda de uma pedra, etc., pode ser descrito como movimento de um PM. Por isso, a localização destes corpos no espaço, pode ser feita através de um só ponto.

Nota:

O Ponto Material tem as dimensões desprezíveis, mas possui massa.

O termo Ponto Material costuma normalmente ser substituído por móvel ou partícula.

### Repouso e Movimento – Referencial

Sempre que nos aproximamos ou nos afastamos de um determinado corpo, considera-se que estamos em movimento. Caso contrário, estamos em repouso.

Exemplos:

- a) uma pessoa viajando de machimbombo estará em movimento em relação a um observador postado à beira da estrada (ambiente exterior ao masmbombo); mas estará em repouso, isto é; parado ou sentado em relação aos outros ocupantes deste machimbombo.
- b) Amadeu e Benício observam a terra. O amadeu vê aterra a partir da lua e o Benício a partir da própria terra. Para Amadeu oa terra está em movimento (de rotação e de translação), porém, para o Benício estará sumariamente em respouso.

Portanto, um corpo estará em movimento ou em repouso em relação aos corpos que nos rodeiam ou a um corpo tomado como referência.

No caso da pessoa que viaja de masmbombo o referencial a partir do qual se discute o esta de movimento do viajante é o observador posta à beira



da estrada, enquanto que o referencial a partir do qual se discute a condição de repouso é o ambiente interno de masmbombo.

No caso da observação da terra, o referencial (corpo de referência) a partir do qual se estuda o movimento é Amadeu, que fixado na lua reporta-nos sobre a rotação e a translação da terra. O Benício constitui o referencial (corpo de referência) a partir do qual estuda a condição de repouso da terra.

Por isso, o estado de movimento ou de repouso de um corpo é relativo.

Ao corpo em relação ao qual estamos em movimento ou em repouso, dá-se o nome de referencial ou corpo de referência. Assim:

*Um corpo está em movimento quando a sua distância em relação ao corpo de referência varia (aumenta ou diminui).*

*Um corpo está em repouso quando a sua distância em relação ao corpo de referência se mantém, isto é, não varia.*

Isso mesmo querido aluno, diz-se que um carro está em movimento quando ele se aproxima ou se afasta de um corpo tomado para referência.

Mas também dizemos que nós próprios estamos em movimento quando nos aproximamos ou nos afastamos dos corpos que nos rodeiam.

Os corpos que nos rodeiam podem ser uma árvore, uma casa, uma pessoa, uma montanha, etc. Porém, se os corpos que nos rodeiam não se afastam de nós, consideramos que esses corpos estão parados ou seja, em repouso.

## Trajectória

Um corpo em movimento deixa sempre um sulco, um rasto ou uma linha com base na qual se pode caracterizar o seu movimento.

A linha real ou imaginária, descrita por um corpo durante o seu movimento recebe o nome de trajectória.

De acordo com a trajectória, os movimentos recebem os seguintes nomes:

**Movimento rectilíneo**, quando a sua trajectória é uma linha recta.

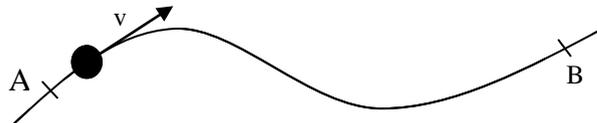
**Movimento curvilíneo**, quando a sua trajectória é uma linha curva.

Amigo aluno, durante o movimento de um corpo, três situações podem nos interessar; saber: Espaço percorrido pelo corpo, o deslocamento do

corpo a como a sua posição e relação ao ponto de partida no decorrer do tempo. Então preste bastante atenção:

### a) Espaço (S) percorrido pelo corpo durante o movimento

O espaço  $S$ , percorrido por um ponto material, num dado intervalo de tempo, é definido pelo comprimento do arco  $AB$  – ou seja, a distância percorrida pelo Ponto Material de “A” até “B”, veja a figura. Por isso,



*O Espaço “S”, é a distância percorrida por um Ponto Material num dado intervalo de tempo.*

Nota:

O espaço percorrido por um corpo é sempre positivo. Também pode ser nulo se o corpo não se movimentar.

### b) Posição de um corpo em movimento em relação a um corpo de referência

Para se definir a posição “ $x$ ” ou “ $y$ ” de um corpo em movimento, num dado instante, conhecida a trajetória descrita por este, é necessário escolher, arbitrariamente, uma posição fixa de referência – origem “O” –, uma recta graduada, que constitui o referencial e um sentido positivo da trajetória, através de uma seta na extremidade da recta, veja a figura. Por isso,



A Posição, é o lugar onde o corpo se encontra sobre um dado referencial.

Como vê, da figura, o ponto A corresponde à uma posição  $x_1$  e o ponto B corresponde à uma posição  $x_2$ .

Se considerarmos, por exemplo, o movimento de um ponto material, apenas de A para B,  $x_1$  é designada, posição inicial e  $x_2$  é a posição final do PM.

Nota:



A Posição de um corpo pode ser positiva, negativa ou nula.

### c) Deslocamento de um corpo

Um corpo em movimento varia a sua posição em relação a um determinado referencial. Assim, o deslocamento “ $\Delta x$ ” de um corpo, é dado pela diferença entre a sua posição final “ $x_2$ ” e sua posição inicial “ $x_1$ ”, veja figura anterior. Por isso, a expressão para o seu cálculo é,

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

Nota:

O deslocamento pode ser:

- positivo se  $x_2 > x_1$  ( movimento progressivo, ou seja, no mesmo sentido que o do referencial escolhido),
- negativo se  $x_2 < x_1$  ( movimento regressivo, ou seja, em sentido contrário ao do referencial escolhido), ou;
- nulo se  $x_2 = x_1$  ( o corpo vai e volta à posição inicial ou não se movimenta).



## Resumo da lição



### Resumo

Ótimo estimado aluno! Terminado o estudo do texto desta lição, preste atenção ao respectivo resumo:

- Ponto Material, é um modelo idealizado, cuja finalidade é de representar qualquer corpo, independentemente das dimensões.
- Um corpo está em movimento quando a sua distância em relação ao corpo de referência varia (aumenta ou diminui).
- Um corpo está em repouso quando a sua distância em relação ao corpo de referência se mantém, isto é, não varia.
- A trajectória é a linha imaginária descrita por um corpo durante o seu movimento.
- O movimento é rectilíneo quando a sua trajectória é uma linha recta.
- O movimento curvilíneo quando a sua trajectória é uma linha curva.
- O Espaço “S”, é a distância percorrida por um PM num dado intervalo de tempo.
- O espaço percorrido por um corpo é sempre positivo. Também pode ser nulo se o corpo não se movimentar.
- A Posição, é o lugar onde o corpo se encontra sobre um dado referencial.
- A Posição de um corpo pode ser positiva, negativa ou nula.
- O deslocamento “ $\Delta x$ ” sofrido por um corpo, é dado pela diferença entre a sua posição final “ $x_2$ ” e sua posição inicial “ $x_1$ ”, veja figura anterior. Por isso, a expressão para o seu cálculo é.
- O deslocamento pode ser positivo se  $x_2 > x_1$  ( movimento progressivo, ou seja, no mesmo sentido que o do referencial escolhido).
- O deslocamento pode ser negativo se  $x_2 < x_1$  ( movimento regressivo, ou seja, em sentido contrário ao do referencial escolhido).



- O movimento pode ser nulo se  $x_2 = x_1$  ( o corpo vai e volta à posição inicial ou não se movimenta).

Terminado o estudo do texto e do resumo desta lição, vá à secção seguinte onde encontrará uma proposta de actividades de fixação. Força! Resolva-as!



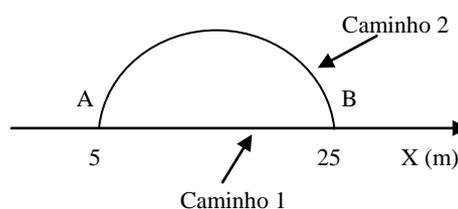
## Actividades de fixação



### Actividades

Força estimado aluno! Após o estudo do texto e do resumo desta lição, passe à realização das actividades de fixação.

Um carro vai de “A” para “B” podendo usar o caminho “1” ou o caminho “2”. O comprimento do arco do caminho “2” é de 30 metros.



- Calcule o espaço e o deslocamento do carro usando o caminho “1”.
- Calcule o espaço e o deslocamento do carro usando o caminho “2”.

**Já terminou a resolução das questões das actividades de fixação? Então compare a sua resolução com a que se apresenta na chave de correcção e passe a realização das actividades de avaliação se tiver alcançado 100% de acertos.**

### Chave de Correção

- No caminho1

O espaço “S” percorrido pelo corpo será igual 20 m, porque o móvel parte do marco 5 para marco 25. Assim:

$$S = (25-5)m = 20 \text{ m}$$

Para calcularmos o deslocamento usamos a fórmula:

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

$$\Rightarrow \Delta x = 25 - 5$$

$$\Rightarrow \Delta x = 20 \text{ m}$$

- No caminho2

S = 30 m, porque o comprimento do arco é de 30 metros.



O deslocamento do corpo continua sendo a distância que separa o marco 5m do marco 25m.

$$\begin{aligned}\Delta x &= x_2 - x_1 \\ \Rightarrow \Delta x &= 25 - 5 \\ \Rightarrow \Delta x &= 20 \text{ m}\end{aligned}$$

Como vê, o deslocamento não mudou, porque as posições inicial e final são as mesmas.

**Caro aluno, compare a sua resolução com a que se apresenta na chave de correção. Se tiver acertado na resolução de todas as questões das atividades de fixação, então passe à seção onde encontrará questões de avaliação. Caso não peça ajuda dos seus colegas, do tutor ou consulte livros, enquanto reestuda o texto e o resumo da lição e refaz estas atividades!**

---

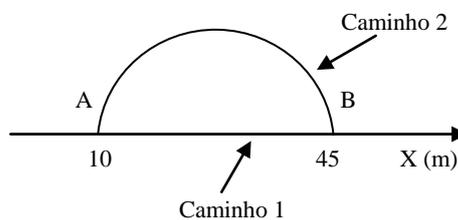
## Actividades de avaliação



### Avaliação

**Maravilhoso! Caro aluno, saudamo-lo pela resolução com sucesso das actividades de fixação. Agora resolva no seu caderno as actividades de avaliação que lhe propomos para que possa avaliar o seu progresso.**

Um carro vai de “A” para “B” podendo usar o caminho “1” ou o caminho “2”. O comprimento do arco do caminho “2” é de 47 metros.



- Calcule o espaço e o deslocamento do carro usando o caminho “1”.
- Calcule o espaço e o deslocamento do carro usando o caminho “2”.

**Ótimo, agora compare a sua resoluções com a que se apresenta no últimas páginas do módulo. Se tiver acertado em todas as questões das actividades de avaliação, passe ao estudo da lição seguinte. Caso não reestude o texto eo resumo da lição e refaça todas actividades as**

actividades com ajuda dos seus colegas, do tutor ou consultando outros livros. Sucessos!

## Lição 2

Caro aluno, saudamo-lo por ter terminado com sucesso o estudo da lição anterior. Agora preste muita atenção lição sobre a Velocidade Média e Velocidade Escalar Média.

### Introdução

Na lição anterior estudamos os conceitos fundamentais da Cinemática. Nesta lição iremos aplicar esses conceitos, em especial os conceitos de espaço e deslocamento, na definição de novas grandezas Físicas – a Velocidade Média e a Velocidade Escalar Média.

Ao concluir o estudo desta lição você será capaz de:



Objectivos

- *Aplicar* o conceito de velocidade média na resolução de exercícios concretos.
- *Aplicar* o conceito de velocidade escalar média na resolução de exercícios concretos.

### VELOCIDADE MÉDIA “ $v_m$ ” e VELOCIDADE ESCALAR MÉDIA “ $v_{em}$ ”

Bom aluno, na discussão do estado de movimento de um corpo, às vezes interessa-nos avaliar a rapidez desse movimento. Aqui a questões são: o corpo é veloz? Qual é a medida da sua velocidade?

A velocidade de um corpo é a rapidez com que ele se movimenta num determinado intervalo de tempo e a sua medida (velocidade média ou velocidade escalar média) encontra-se determinando a razão entre a variação da posição do corpo  $\Delta x = x_2 - x_1$  e variação tempo

$\Delta t = t_2 - t_1$ . Assim:

$$v_m = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$



ou

Se o corpo se move com velocidade variada teremos que dividir o percurso  $(\Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_n)$  e o tempo gasto pequenos intervalos  $(\Delta t_1, \Delta t_2, \dots, \Delta t_n)$ .

Nestas condições a velocidade média será dada pelo quociente da soma dos diversos troços pela soma dos diversos intervalos de tempo:

$$v_m = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \dots + \Delta x_n}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots + \Delta t_n}$$

A velocidade escalar média, é o quociente entre o espaço total " $S_t$ " percorrido pelo corpo e o tempo gasto a percorrer esses mesmo espaço.

$$v_{em} = \frac{S_t}{\Delta t}$$

## Resumo da lição



### Resumo

Isso mesmo, caro aluno! Termine o estudo do texto desta lição fazendo um pequeno resumo de tudo o que nela aprendeu. Exacto, nesta lição você aprendeu que:

- A velocidade média, é o quociente entre o deslocamento sofrido por um corpo e o tempo gasto nesse deslocamento.
- A expressão para o cálculo da velocidade média é:

$$v_m = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \quad \text{ou} \quad v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

- No caso de se dividir o movimento do corpo em vários percursos na mesma direcção, a velocidade média pode ser calculada pela expressão:

$$v_m = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \dots + \Delta x_n}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots + \Delta t_n}$$

- A velocidade escalar média, é o quociente entre o espaço total “ $S_t$ ” percorrido pelo corpo e o tempo gasto a percorrer esses mesmo espaço.
- A expressão para o cálculo da velocidade escalar média é:

$$v_{em} = \frac{S_t}{\Delta t}$$

**Terminado o estudo do texto e do resumo desta lição, vá à secção seguinte onde encontrará uma proposta de actividades de fixação. Força. Resolva-as!**



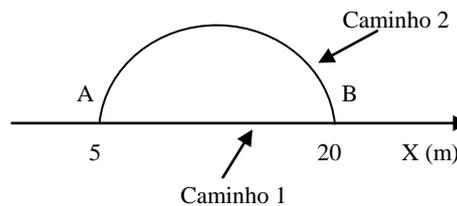
## Actividades de fixação



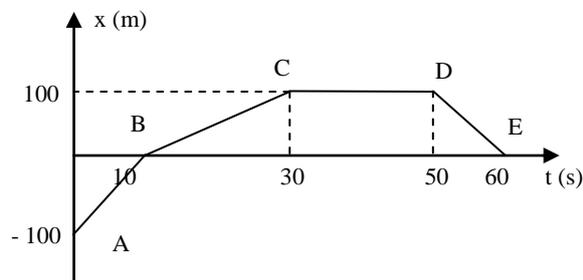
### Actividades

Estimado aluno, concludido o estudo do texto e do resumo desta lição, passe à realização das actividades de fixação. Mãos à obra!

1. Um carro vai de "A" para "B" podendo usar o caminho "1" ou o caminho "2". O comprimento do arco do caminho "2" é de 30 metros.



- a) Calcule o espaço e o deslocamento do carro usando o caminho "1".
  - b) Calcule o espaço e o deslocamento do carro usando o caminho "2".
  - c) Calcule a velocidade média e a velocidade escalar média do carro usando o caminho "1", sabendo que ele gastou 10 segundos de A para B.
  - d) Calcule a velocidade média e a velocidade escalar média do carro usando o caminho "2", sabendo que ele também gastou 10 segundos de A para B.
2. O gráfico dado corresponde ao movimento de um ciclista.



- a) Calcule o espaço e o deslocamento de "A" para "E".
- b) Calcule a velocidade média e a escalar média de "A" para "E".



Lição 2 Caro aluno, saudamo-lo por ter terminado com sucesso o estudo da lição anterior. Agora preste muita atenção lição sobre a Velocidade Média e Velocidade Escalar Média.

**Amigo aluno, já terminou a resolução das questões das actividades de fixação? Então compare a sua resolução com a que se apresenta nesta secção.**

1. Para resolver este exercício temos que nos apoiar no que aprendemos na lição anterior sobre o cálculo do espaço e do deslocamento.

a) Caminho “1”

$$S = 15 \text{ m (porque de 5 para 20 vão 15)}$$

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 20 - 5 = 15 \text{ m (porque } x_1 = 5 \text{ m e } x_2 = 15 \text{ m)}$$

Veja estimado aluno que numa trajectória rectelínea, o espaço percorrido coincide o deslocamento do corpo em cada intervalo de tempo.

b) Caminho “2”

$$S = 30 \text{ m (igual ao comprimento do arco)}$$

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 20 - 5 = 15 \text{ m (porque } x_1 = 5 \text{ m e } x_2 = 15 \text{ m)}$$

Porém, numa trajectória curvelínea o espaço percorrido é diferente do deslocamento do móvel em cada intervalo de tempo.

c) A questão é encontrar a velocidade média e a velocidade escalar média do móvel ao usa o caminho 1.

Para responder a esta alínea temos que tirar os dados e aplicar a fórmula aprendida nesta lição.

#### Cálculo da velocidade média

Dados	Fórmula	Resolução
$\Delta x = 15 \text{ m}$ $\Delta t = 10 \text{ s}$ $v_m = ?$	$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$	$v_m = \frac{15}{10}$ $v_m = 1,5 \text{ m/s}$

**Resposta:** A velocidade média é de 1,5 m/s.

#### Cálculo da velocidade escalar média



Dados	Fórmula	Resolução
$S = 15 \text{ m}$ $\Delta t = 10 \text{ s}$ $v_{em} = ?$	$v_{em} = \frac{S}{\Delta t}$	$v_{em} = \frac{15}{10}$ $v_{em} = 1,5 \text{ m/s}$

**Resposta:** A velocidade escalar média é de 1,5 m/s.

Naturalmente! Da igualdade do espaço percorrido com o deslocamento do móvel, vai resultar a igualdade entre a velocidade média e a velocidade escalar média; como se pode ver a partir dos cálculos anteriores.

- d) Neste caso a questão é calcular a velocidade média e a velocidade escalar média quando o móvel segue o caminho 2.

Para responder a esta alínea também temos que tirar os dados e aplicar a fórmula aprendida nesta lição.

#### Cálculo da velocidade média

Dados	Fórmula	Resolução
$\Delta x = 30 \text{ m}$ $\Delta t = 10 \text{ s}$ $v_m = ?$	$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$	$v_m = \frac{30 \text{ m}}{10 \text{ s}}$ $v_m = 3 \text{ m/s}$

**Resposta:** A velocidade média é de 3 m/s.

#### Cálculo da velocidade escalar média

Dados	Fórmula	Resolução
$S = 30 \text{ m}$ $\Delta t = 10 \text{ s}$ $v_{em} = ?$	$v_{em} = \frac{S}{\Delta t}$	$v_{em} = \frac{30}{10}$ $v_{em} = 3 \text{ m/s}$

**Resposta:** A velocidade escalar média é de 3 m/s.

Da diferença entre o espaço percorrido e o deslocamento do móvel resulta a diferença entre a velocidade média e a velocidade escalar média.

Daqui conclui-se que a velocidade média é a razão entre o deslocamento de um corpo e o intervalo de tempo gasto em o percorrer, enquanto que a velocidade escalar média é a razão entre o espaço percorrido pelo móvel e o intervalo de tempo gasto em o percorrer.



Lição 2 Caro aluno, saudamo-lo por ter terminado com sucesso o estudo da lição anterior. Agora preste muita atenção lição sobre a Velocidade Média e Velocidade Escalar Média.

Vamos resolver mais um exercício para veja mais uma aplicação das fórmulas aprendidas nesta lição.

2. Para resolver este exercícios temos que nos recordar que o espaço é sempre positivo e que o deslocamento pode ser positivo, negativo ou mesmo nulo.

a)

$$S = S_{AB} + S_{BC} + S_{CD} + S_{DE}$$

$$S = 100 + 100 + 0 + 100$$

$$S = 300 \text{ m}$$

**Resposta:** O espaço percorrido pelo ciclista é de 300 m.

$$\Delta x = \Delta x_{AB} + \Delta x_{BC} + \Delta x_{CD} + \Delta x_{DE}$$

$$\Delta x_{AB} = x_B - x_A = 0 - (-100) = 100 \text{ m}$$

$$\Delta x_{BC} = x_C - x_B = 100 - 0 = 100 \text{ m}$$

$$\Delta x_{CD} = x_D - x_C = 100 - 100 = 0 \text{ m}$$

$$\Delta x_{DE} = x_E - x_D = 0 - 100 = -100 \text{ m}$$

$$\Delta x = 100 + 100 + 0 - 100 = 100 \text{ m}$$

**Resposta:** O deslocamento sofrido pelo ciclista é de 100 m.

b)

Cálculo da velocidade média

Dados	Fórmula	Resolução
$\Delta x = 100 \text{ m}$ $\Delta t = 60 \text{ s}$ $v_m = ?$	$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$	$v_m = \frac{100}{60}$ $v_m = \frac{5}{3} \text{ m/s}$



**Resposta:** A velocidade média é de  $\frac{5}{3}$  m/s.

Cálculo da velocidade escalar média

Dados	Fórmula	Resolução
$S = 300$ m $\Delta t = 60$ s $v_{em} = ?$	$v_{em} = \frac{S}{\Delta t}$	$v_{em} = \frac{300}{60}$ $v_{em} = 5$ m/s

**Resposta:** A velocidade escalar média é de 5 m/s.

**Exacto! Se tiver acerto em todas as questões das actividades de fixação passe a resolução das actividades de avaliação, caso não, reestude o texto e o resumo da lição e refaça as respectivas actividades de fixação.**

## Actividades de Avaliação

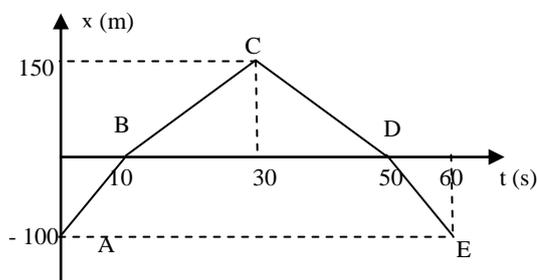


### Avaliação

Maravilhoso! Caro aluno, saudamo-lo pela resolução com sucesso da actividades de fixação. Agora resolva no seu caderno as actividades de avaliação que lhe propomos para que possa avaliar o seu progresso.

1. Um atleta faz 1,5Km em 3 minutos e 30 segundos, e, em seguida leva 7 minutos a voltar ao ponto de partida. Determine:
  - a) A sua velocidade média nos primeiros 3,5 minutos.
  - b) A sua velocidade média durante tempo de regresso.
  - c) A sua velocidade média e velocidade escalar média durante todo o evento (ida e volta ao ponto de partida).

2. Observe o gráfico dado.



- a) Calcule o espaço e o deslocamento de “A” para “E”.
- b) Calcule a velocidade média e a escalar média de “A” para “E”.

**Ótimo, agora compare a sua resoluções com a que se apresenta no últimas páginas do módulo.**

**Se tiver acertado em todas as questões das actividades de avaliação, passe ao estudo da lição seguinte. Caso não reestude o texto e o resumo da lição e refaça todas actividades as com ajuda dos seus colegas, do tutor ou consultando outros livros. Sucessos!**



## Lição 3

# Velocidade Instantânea e Velocidade Relativa

### Introdução

Cara aluno, bem vindo ao estudo desta lição. Nela propõe-se o estudo da Velocidade Instantânea e da velocidade relativa.

A velocidade Instantânea importante fornece com precisão o valor da velocidade ou a rapidez do movimento num determinado instante. A velocidade relativa fornece a velocidade de um corpo em movimento em relação a um outro corpo também em movimento.

Comce o seu estudo tratando da Velocidade Instantânea.

Então mãos à obra!

Por exemplo, para um avião poder levantar voo em segurança deve se encontrar a uma determinada velocidade. Essa velocidade é a velocidade instantânea.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:



#### Objectivos

- Definir a velocidade instantânea.
- Definir a velocidade relativa.
- *Aplicar* o conceito de velocidade instantânea na resolução de exercícios concretos.
- *Aplicar* o conceito de velocidade relativa na resolução de exercícios concretos.

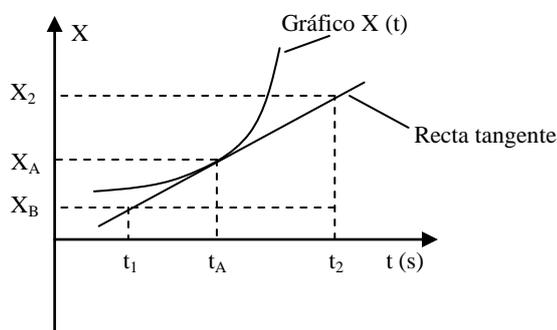
## VELOCIDADE INSTANTÂNEA “v”

Quando nos encontramos dentro de um carro em movimento, o velocímetro deste dá-nos a velocidade a que o carro se encontra em cada instante, isto é; a velocidade instantânea. Assim:



A velocidade instantânea, é a velocidade do corpo num determinado instante.

Preste atenção ao seguinte gráfico. Ele descreve a situação de um corpo animado de movimento variado, onde  $x(t)$  é a posição do corpo em cada instante  $t(s)$ .



A velocidade instantânea é igual ao declive ou coeficiente angular da recta tangente ao gráfico da posição em função do tempo.

A velocidade num instante “ $t_1$ ” é:

$$v = \operatorname{tg} \alpha \Rightarrow v = \frac{X_2 - X_1}{t_2 - t_1}$$

Quanto maior for o declive da recta tangente ( ou seja, quanto maior for  $\alpha$ ), maior é a velocidade nesse instante.

**Nota:** O ângulo  $\alpha$  deve ser escolhido, como o menor ângulo (ângulo agudo) que a recta tangente forma com o eixo “ $t$ ”.

Caro aluno, esta é a definição do conceito da velocidade instantânea. Mas o que será a velocidade relativa?

Então preste muita atenção.

Considere dois corpos A e B que movem um em relação ao outro com as velocidades  $V_A$  e  $V_B$ .

A velocidade relativa denota-se por  $V_{AB}$  e indica a velocidade do corpo A em relação à velocidade do corpo B.

Assim, expressão para o seu cálculo de  $V_{AB}$

é:

$$V_{AB} = V_A - V_B$$

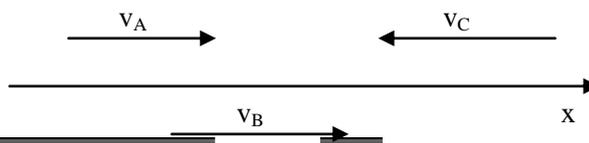


onde  $V_{AB}$  é a velocidade do corpo A em relação ao corpo B,  $V_A$  e  $V_B$  são as velocidades dos corpos A e B, respectivamente.

Para calcular a velocidade relativa, escolhe-se, arbitrariamente, um referencial como mostra a figura.

Os corpos cujo sentido da velocidade coincide com o sentido do referencial escolhido, têm velocidade positiva. Caso contrário, a velocidade do corpo é negativa.

Por isso, na figura,  $V_A < 0$ ,  $V_B > 0$  e  $V_C < 0$



## Resumo da lição



### Resumo

Caro aluno, já terminou com sucesso o estudo do texto desta lição? Caso afirmativo, faça um pequeno resumo do que aprendeu e compare-o com o que se apresenta a seguir.

Nesta lição você aprendeu que:

- A velocidade instantânea, é a velocidade que um corpo possui num determinado instante.
- A velocidade instantânea é igual ao declive ou coeficiente angular da recta tangente ao gráfico da posição em função do tempo “X(t)”.
- A expressão para o seu cálculo é:  $v = \text{tg}\alpha \Rightarrow v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$
- Quanto maior for o declive da recta tangente ( ou seja, quanto maior for  $\alpha$ ), maior é a velocidade nesse instante.
- A velocidade relativa, é a velocidade de um corpo em relação à outro corpo que também esteja em movimento.
- A expressão para o seu cálculo é:  $V_{AB} = V_A - V_B$

Maravilha! Caro estudante, você está mesmo a entender esta matéria. Agora avalie a sua aprendizagem realizando as actividades de fixação.

e

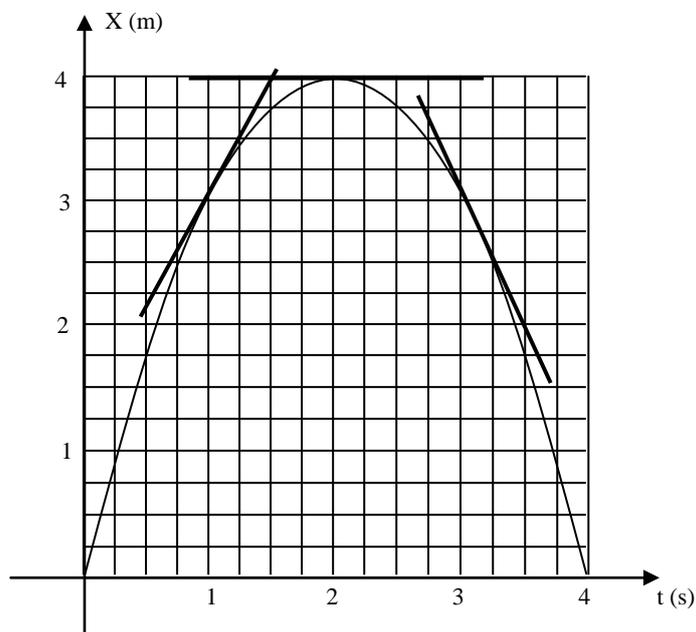


## Actividades de Fixação



### Actividades

O gráfico a seguir representa a posição em função do tempo para o movimento de um carro numa estrada rectilínea. Nele são dadas as rectas tangentes ao gráfico nos instantes 1, 2 e 3 segundos.



- Calcule a velocidade no instante  $t = 1$  s.
- Calcule a velocidade no instante  $t = 2$  s.
- Calcule a velocidade no instante  $t = 3$  s.

**Caríssimo aluno, já resolveu todas as questões das actividades de fixação? Então compare a sua resolução com a que se apresenta a seguir.**

Para podermos responder as questões colocadas temos que observar as rectas tangentes ao gráfico, porque a velocidade instantânea é igual ao declive da recta tangente ao gráfico  $x(t)$ .

a)

Observando a recta tangente ao gráfico no instante  $t = 1$  s, podemos verificar que quando:

- $x_1 = 2,5$  m    temos     $t_1 = 0,7$  s



- $x_2 = 4 \text{ m}$  temos  $t_2 = 1,5 \text{ s}$

Assim podemos calcular a velocidade instantânea, veja as seguir.

Dados	Fórmula	Resolução
$x_1 = 2,5 \text{ m}$ $t_1 = 0,7 \text{ s}$ $x_2 = 4 \text{ m}$ $t_2 = 1,5 \text{ s}$ $v = ?$	$v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$	$v = \frac{4 - 2,5}{2,5 - 1,5}$ $v = 1,5 \text{ m/s}$

**Resposta:** A velocidade no instante  $t = 1 \text{ s}$  é de  $1,5 \text{ m/s}$ .

- b) Para calcularmos a velocidade no instante  $t = 2 \text{ s}$  temos que ler os valores da recta tangente neste estante. Assim, quando, por exemplo:

- $t_1 = 1 \text{ s}$  temos  $x_1 = 4 \text{ m}$
- $t_2 = 3 \text{ s}$  temos  $x_2 = 4 \text{ m}$

Dados	Fórmula	Resolução
$x_1 = 4 \text{ m}$ $t_1 = 1 \text{ s}$ $x_2 = 4 \text{ m}$ $t_2 = 3 \text{ s}$ $v = ?$	$v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$	$v = \frac{4 - 4}{3 - 1}$ $v = 0 \text{ m/s}$

**Resposta:** A velocidade no instante  $t = 2 \text{ s}$  é de  $0 \text{ m/s}$ .



c) O procedimento para o instante  $t = 3$  s é semelhante aos casos anteriores.

Dados	Fórmula	Resolução
$x_1 = 3,75$ m $t_1 = 2,75$ s $x_2 = 2$ m $t_2 = 3,5$ s $v = ?$	$v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$	$v = \frac{2 - 3,75}{3,5 - 2,75}$ $v = \frac{-1,75}{0,75}$ $v = -2,3 \text{ m/s}$

**Resposta:** A velocidade no instante  $t = 3$  s é de  $-2,3$  m/s.

Observando os resultados obtidos podemos concluir que:

- Quando a recta tangente é crescente, a velocidade é positiva.
- Quando a recta tangente é horizontal, a velocidade é nula.
- Quando a recta tangente é decrescente, a velocidade é negativa.

**Que tal estimado aluno, acertou em todas as questões das actividades de fixação? Se sim, então avance! Caso não reestude o texto e o resumo da lição e refaça as actividades de fixação.**

**Não se esqueça, você tem colegas, tutor e outro livros. Por favor, consulte-os!**



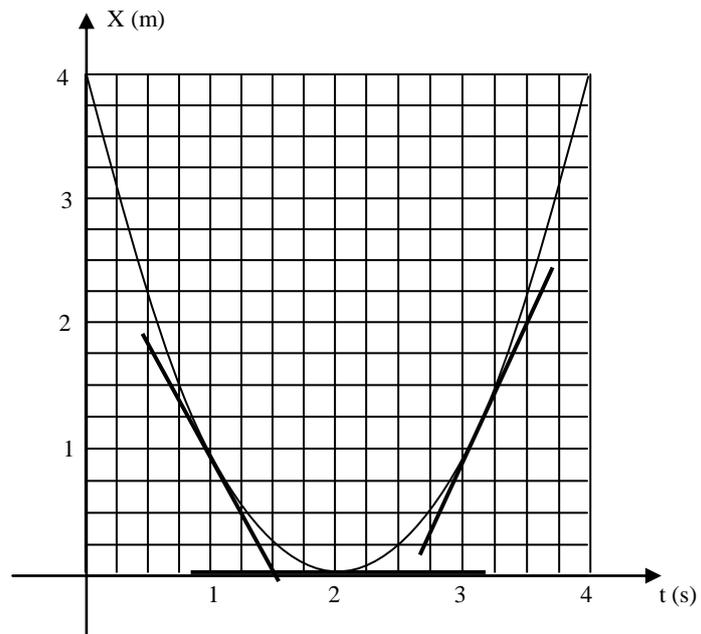
## Actividades de Avaliação



### Avaliação

Agora avalie a sua aprendizagem resolvendo no seu caderno as actividades de avaliação.

O gráfico dado representa a posição em função do tempo para o movimento de um carro numa estrada rectilínea. Também são dadas as rectas tangentes ao gráfico nos instantes 1, 2 e 3 segundos.



- Calcule a velocidade no instante  $t = 1$  s.
- Calcule a velocidade no instante  $t = 2$  s.
- Calcule a velocidade no instante  $t = 3$  s.

**Ótimo.** Se acabou de realizae as actividades de avaliação compare as suas soluções com as que se apresentam no final do módulo e passe ao estudo da lição seguinte se tiver acertado em todas a questões propostas. Sucessos!



# Lição 4

## Movimento Rectilíneo Uniforme - MRU

### Introdução

Na lição anterior aprendemos a velocidade instantânea e vimos como calcula-la a partir do gráfico  $x(t)$ .

Nesta e nas próximas lições vamos usar a velocidade instantânea para descrever o movimento dos corpos na natureza.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:

- *Aplicar* as leis do MRU na resolução de exercícios concretos.



#### Objectivos

### Movimento Rectilíneo Uniforme (M.R.U)

Certamente já reparou que o velocímetro de um carro dificilmente mantém a mesma velocidade ao descrever uma curva ou numa estrada com buracos. Mas quando o mesmo carro se move numa linha recta e sem buracos, facilmente ele mantém a mesma velocidade. Quando a velocidade de um corpo mantém-se constante, diz-se que movimento é uniforme. E como já sabe, um corpo descreve uma trajectória rectilínea quando este se move ao longo de um alinhamento recta imaginária. Por isso,

*Movimento Rectilíneo Uniforme (MRU) é um movimento cuja trajectória descrita pelo corpo é uma linha recta e a sua velocidade é constante.*

Como já sabe, a velocidade é a rapidez do movimento de um corpo. Ela indica o espaço percorrido pelo corpo por unidade de tempo. Por isso, quando um corpo está animado de um MRU, ele percorre espaços iguais em intervalos de tempo iguais.

Por exemplo, quando um carro move-se com uma velocidade de 40 m/s animado de MRU, ele percorre, em cada segundo uma distância de 40 m. Por isso,



*Quando um corpo está animado de um MRU, ele percorre espaços iguais em intervalos de tempos iguais.*

---

## Resumo da lição



### Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- Movimento Rectilíneo Uniforme (MRU) é aquele em que um corpo ele percorre espaços iguais em intervalos de tempos iguais e cuja trajectória descrita é uma linha recta.
- Quando um corpo está animado de um MRU, ele percorre espaços iguais em intervalos de tempos iguais.

**Amigo aluno, terminou o estudo da lição e do respectivo resumo?  
Então realize as seguintes actividades de fixação.**



## Actividades de Fixação



### Actividades

A tabela representa o movimento de um barco que se move numa linha recta no canal de Moçambique passando pelas boias A, B, C, D, E e F colocadas na ordem indicadas na tabela. AS distâncias enter boias consecutivas são iguais entre si.

Boias	A	B	C	D	E	F
t (s)	0	20	40	60	80	100
x (m)	- 1000	- 500	0	500	1000	1500

- Calcule a velocidade do barco no percurso da boia A para a B.
- Calcule a velocidade do barco no percurso da boia B para a C.
- Qual é a velocidade do barco durante todo o percurso (de A a F)?
- Classifique o movimento do barco. Justifique a sua resposta.
- Qual é o deslocamento do barco em 100 segundos a partir do início da contagem do tempo?

### Resolução:

Para resolvermos este exercício temos que tirar os dados e aplicarmos a fórmula para o cálculo da velocidade instantânea.

a)

Dados	Fórmula	Resolução
$X_A = - 1000 \text{ m}$ $T_A = 0 \text{ s}$ $X_B = -500 \text{ m}$ $T_B = 20 \text{ s}$ $v = ?$	$v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$	$v = \frac{- 500 - (-1000)}{20 - 0}$ $v = \frac{500}{20}$ $v = 25 \text{ m/s}$

**Resposta:** A velocidade do barco da Boia A para a B é de 25 m/s.



b)

Dados	Fórmula	Resolução
$X_B = -500 \text{ m}$ $t_B = 20 \text{ s}$ $X_C = 0 \text{ m}$ $t_C = 40 \text{ s}$ $v = ?$	$v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$	$v = \frac{0 - (-500)}{40 - 20}$ $v = \frac{500}{20}$ $v = 25 \text{ m/s}$

**Resposta:** A velocidade do barco da Boia C para a F é de 25 m/s.

c) A velocidade é de 25 m/s.

d) O movimento do barco é rectilíneo e uniforme. Porque a velocidade é constante e a trajectória é uma linha recta.

e)

Dados	Fórmula	Resolução
$x_1 = -1000 \text{ m}$ $x_2 = 1500 \text{ m}$ $\Delta x = ?$	$\Delta x = x_2 - x_1$	$\Delta x = 1500 - (-1000)$ $\Delta x = 2500 \text{ m}$

**Resposta:** O deslocamento do barco é de 2500 m.

**Ótimo caro aluno, felicitamo-lo por ter concluído com sucesso a as actividades de fixação. Agora passe à secção das actividades de avaliação!**



## Actividades de Avaliação



### Avaliação

**Amigo aluno, bem vindo a esta secção! Aqui você terá de resolver as actividades de avaliação para medir o seu nível da compreensão da matéria estudada nesta lição. Mão à obra!**

A tabela representa um comboio no troço recto na linha de SENA na província de Sofala, passando por vários postes A, B, C, D, E e F.

Postes	A	B	C	D	E	F
t (s)	0	30	60	90	120	150
x (m)	- 1800	- 900	0	900	1800	2700

- Calcule a velocidade do comboio do poste A para o D.
- Calcule a velocidade do comboio do poste C para o F.
- Qual é a velocidade do comboio durante todo o percurso (de A a F)?
- Classifique o movimento do comboio. Justifique a sua resposta.
- Qual é o deslocamento do comboio em 2700 segundos a partir do início da contagem do tempo?

**Isso mesmo! Se Você acertou em todos os exercícios propostos nesta secção, então passe ao estudo da lição seguinte. Caso não reestude a lição e o respectivo resumo e refaça todas as actividades com a ajuda dos seus colegas, do tutor ou consultando bibliografia especializada.**



# Lição 5

## MRU – Gráfico $v(t)$

### Introdução

Na lição anterior vimos que o movimento retilíneo uniforme é aquele cuja trajectória descrita pelo corpo é uma linha recta e a sua velocidade é constante, daí que, um corpo animado de MRU percorre espaços iguais em intervalos de tempo iguais.

Nesta lição vamos identificar e interpretar o gráfico da velocidade em função do tempo de um MRU.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:



#### Objectivos

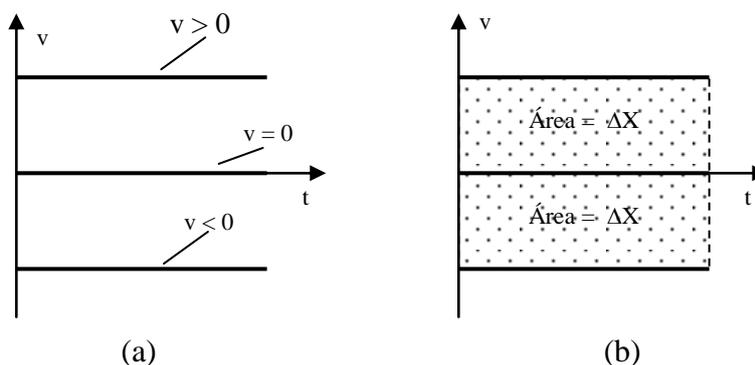
- Identificar o gráfico da velocidade em função do tempo ( $V \times T$ ) de um corpo animado de Movimento Rectilíneo Uniforme.
- Interpretar o gráfico da velocidade em função do tempo na resolução de exercícios concretos.

## Gráficos da Velocidade em Função do Tempo $V(t)$

Como num MRU a velocidade é constante, podemos afirmar que:

- O gráfico da velocidade em função do tempo é uma linha recta horizontal:
  - acima do eixo “t” se a velocidade é positiva, veja figura (a).
  - sobre o eixo “t” se a velocidade é nula, veja a figura (a).
  - abaixo do eixo “t” se a velocidade é negativa, veja a figura (a).

- A área subentendida pelo gráfico da velocidade em função do tempo é igual ao deslocamento  $\Delta x$  da partícula, veja a figura (b).



## Resumo da lição



### Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- O gráfico da velocidade em função do tempo é uma linha recta horizontal, acima do eixo “ $t$ ” se a velocidade é positiva, sobre o eixo “ $t$ ” se a velocidade é nula e abaixo do eixo “ $t$ ” se a velocidade é negativa.
- A área subentendida pelo gráfico da velocidade em função do tempo é igual ao deslocamento  $\Delta x$ .

**Amigo aluno, terminou o estudo da lição e do respectivo resumo?  
Então realize as actividades de fixação que se apresentam a seguir.**



## Actividades de Fixação



### Actividades

A tabela corresponde ao movimento de uma motorizada numa estrada recta, animada de MRU.

<b>t (s)</b>	0	5	10		20
<b>x (m)</b>	-150	0		300	450
<b>v (m/s)</b>	30		30	30	

- Acabe de preencher a tabela.
- Construa o gráfico da velocidade em função do tempo.

### Resolução:

Para resolvermos este exercício temos que tirar os dados para cada intervalo e calcular a grandeza em falta (velocidade, tempo ou posição).

- Como o movimento é rectilíneo uniforme, a velocidade deve ser constante, ou seja não varia. Por isso na linha da velocidade colocaremos o valor “30”.

Agora vamos calcular o valor da posição “x” quando o tempo é igual 10 segundos.

Dados	Fórmula	Resolução
$v = 30 \text{ m/s}$ $x_1 = -150 \text{ m}$ $t_1 = 0 \text{ s}$ $t_2 = 10 \text{ s}$ $x_2 = ?$	$v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$	$30 = \frac{x_2 - (-150)}{10 - 0}$ $30 = \frac{x_2 + 150}{10}$ $300 = x_2 + 150$ $x_2 = 150 \text{ m}$



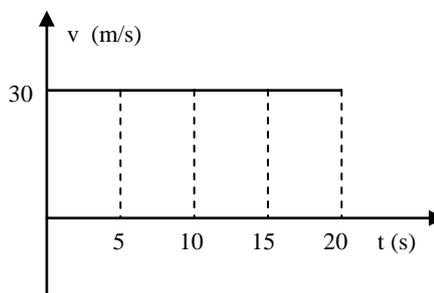
Em seguida vamos calcular o valor do tempo “t” quando a posição “x” é igual 450 m.

Dados	Fórmula	Resolução
$v = 30 \text{ m/s}$ $x_1 = 300 \text{ m}$ $t_1 = ?$ $t_2 = 20 \text{ s}$ $x_2 = 450 \text{ m}$	$v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$	$30 = \frac{450 - 300}{20 - t_1}$ $30 = \frac{150}{20 - t_1}$ $30 \cdot (20 - t_1) = 150$ $600 - 30t_1 = 150$ $t_1 = \frac{450}{30}$ $t_1 = 15 \text{ s}$

Finalmente podemos preencher a tabela dada.

<b>t (s)</b>	0	5	10	15	20
<b>x (m)</b>	- 150	0	150	300	450
<b>v (m/s)</b>	30	30	30	30	30

- b) Agora podemos construir o gráfico da velocidade em função do tempo.



**Ótimo caro aluno, felicitamo-lo por ter concluído com sucesso a as atividades de fixação. Agora passe à secção das actividades de avaliação!**



## Actividades de Avaliação



### Avaliação

**Amigo aluno, força! Agora resolva as actividades de avaliação e verifique o seu nível da compreensão da matéria estudada nesta lição.**

A tabela corresponde ao movimento de um avião animado de um MRU.

<b>t (s)</b>	0	2		6	8
<b>x (m)</b>	- 4000	0	4000	8000	
<b>v (m/s)</b>	200	200		200	

- Acabe de preencher a tabela.
- Construa o gráfico da velocidade em função do tempo.

**Terminada a realização das actividades da avaliação, compare as suas soluções com as que lhe apresentamos no final do módulo. Passe ao estudo da lição seguinte se tiver acertado em todas as questões propostas. Sucessos!**



## Lição 6

### MRU – Equação da Posição em Função do Tempo

#### Introdução

Já sabemos que num MRU A área sob gráfico da velocidade em função do tempo é igual ao deslocamento  $\Delta X$  da partícula.

Nesta lição vamos usar esse conhecimento para encontrar a expressão matemática que relaciona a posição e o tempo num MRU.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:

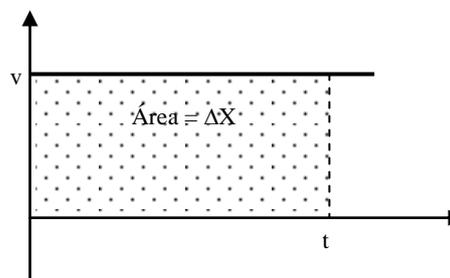
- Deduzir a equação da posição em função do tempo de um MRU na resolução de exercícios concretos.



#### Objectivos

#### Equação da Posição em Função do Tempo

A figura representa o gráfico de  $V \times T$  referente ao movimento de um corpo animado de MRU.



- Já sabemos que a área sob gráfico da velocidade em função do tempo é igual ao deslocamento  $\Delta x$ .



Por isso, Área =  $\Delta x$ .

- Mas como a figura é um retângulo, veja figura acima, cujo comprimento é o tempo e a largura é a velocidade, e tendo em conta que  $\Delta x = x - x_0$ , podemos escrever:

$$\Delta x = v \cdot t$$

$$x - x_0 = vt$$

$$x = x_0 + vt$$

- Finalmente podemos então escrever:

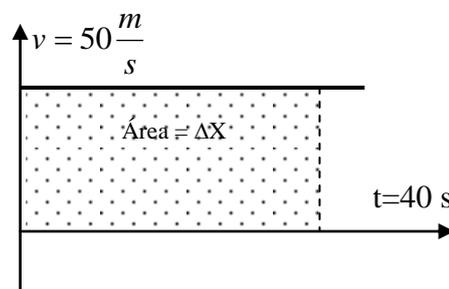
$$x(t) = x_0 + v \cdot t$$

Esta é a equação que nos dá a posição em função do tempo para uma partícula animada de MRU.

Onde “x” é a posição final, “ $x_0$ ” é a posição inicial, “v” é a velocidade e “t” é o tempo.

Caro estudante, observe o gráfico a seguinte. Ele descreve o movimento de um ciclista que corre na pista com uma velocidade constante.

Encontremos a posição do ciclista ao fim de 40 segundos da corrida.



Ora, veja caro estudante que a velocidade do ciclista é  $v = 50 \frac{m}{s}$  e esta se mantém constante durante 40 s.

A sua posição após este intervalo de tempo será  $x(t) = x_0 + v \cdot t$ , onde  $x_0 = 0$



Dados	Fórmula	Resolução
$v = 50 \frac{m}{s}$	$x(t) = x_0 + v \cdot t$	$X(t) = 0 + 50 \frac{m}{s} \cdot 40$
$t = 40 \text{ s}$		$X(t) = 50 \cdot 40 \text{ m}$
$x_0 = 0$		$X(t) + 200 \text{ m}$
$X(t) - ?$		

## Resumo da lição



### Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- A equação da posição em função do tempo para uma partícula animada de MRU é dada pela expressão:

$x(t) = x_0 + v \cdot t$  e a aplicar esta fórmula na resolução de um problema concreto.

**Amigo aluno, terminou o estudo da lição e do respectivo resumo?  
Então realize as actividades de fixação que se apresentam a seguir..**



## Actividades de Fixação



### Actividades

1. Duas partículas **A** e **B**, movem-se segundo as funções:  
 $x_A(t) = -10 + 5t$  e  $x_B(t) = 4 - 2t$  em unidades do SI.
  - a) Classifique o movimento de **A** e de **B**.
  - b) Determine o instante e a posição de encontro das duas partículas.
2. Dois indivíduos **A** e **B** marcham na mesma direcção e no mesmo sentido com velocidades respectivas de 10 m/s e 5 m/s. No início da contagem do tempo, **B** leva já um avanço de 60 m sobre **A**.
  - a) Construa um referencial “**x**” e indique a posição inicial dos indivíduos.
  - b) Dê a equação de **x(t)** para ambos.
  - c) Determine o instante e a posição em que **A** alcança **B**.

### Chave de Correção

1.
  - a) Os dois movimentos são uniformes, porque têm velocidades constantes, onde  $v_A = 5$  m/s e  $v_B = 2$  m/s.
  - b) Para que as duas partículas se encontrem devem ocupar a mesma posição no mesmo instante, isto é,  $x_A(t) = x_B(t)$ . Assim,

$$\begin{aligned}x_A(t) &= x_B(t) \\ -10 + 5t &= 4 - 2t \Rightarrow -10 - 4 = -2t - 5t \Rightarrow -14 = -7t \\ t &= \frac{-14}{-7} \Rightarrow t = 2 \text{ s}\end{aligned}$$

Agoras que temos o instante em que as duas partículas se encontram, podemos calcular a posição de encontro das mesmas.

Para achar a posição em que as partículas se encontram substituímos o valor do instante de encontro (2 s) em qualquer das equações  $x_A(t)$  ou  $x_B(t)$ . Assim,

$$\begin{aligned}X_A(t) &= -10 + 5t \\ X_A(t) &= -10 + 10 \\ X_A(t) &= 0 \text{ m}\end{aligned}$$

Como vê, as duas partículas encontram-se a uma posição  $X_A = 0 \text{ m}$ .

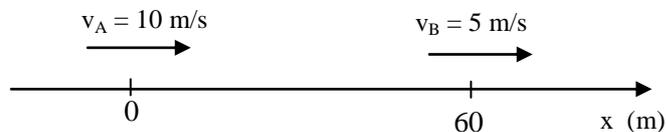
**Resposta:** As partículas encontram-se no instante  $t = 2 \text{ s}$  e na posição



$$x = 0 \text{ m.}$$

2.

a) No referencial, se o indivíduo “A” está na origem e o “B” deve estar 60 m depois da origem.



b) Sabemos que no Movimento Retilíneo Uniforme,  $x(t) = x_0 + vt$ . Por isso,

$$x_A(t) = 0 + 10t \Rightarrow x_A(t) = 10t$$

e

$$x_B(t) = 60 + 5t$$

c) Para achar o instante e a posição de encontro já sabemos que  $x_A(t) = x_B(t)$ . Logo,

$$x_A(t) = x_B(t)$$

$$10t = 60 + 5t \Rightarrow 10t - 5t = 60 \Rightarrow 5t = 60$$

$$t = \frac{60}{5} \Rightarrow t = 12 \text{ s}$$

$$x_A(t) = 10t$$

$$\Rightarrow x_A(12) = 10 \cdot 12 \Rightarrow x_A(12) = 120 \text{ m}$$

ou

$$x_B(t) = 60 + 5t$$

$$x_B(12) = 60 + 5 \cdot 12 \Rightarrow x_B(12) = 60 + 60$$

$$\Rightarrow x_B(12) = 120 \text{ m}$$

**Resposta:** Os indivíduos encontram-se no instante  $t = 12 \text{ s}$  e na posição  $x = 120 \text{ m}$ .

**Muito bem, querido aluno! Se acertou em todas as questões desta secção, continue resolvendo as actividades da avaliação propostos a seguir. Caso não, consulte seus os colegas, o tutor de física ou a bibliografia especializada. Sucessos!**



## Actividades de Avaliação



### Avaliação

Ótimo caro amigo, bevindo a esta secção. Resolva no seu caderno as actividades propostas e meça você mesmo o seu nível da compreensão da matéria tratada nesta lição. Bom trabalho!

Duas partículas **A** e **B**, movem-se segundo funções:  $x_A(t) = 20 - 10t$  e  $x_B(t) = -10 - 5t$  em unidades do SI.

- a) Classifique o movimento de **A** e de **B**.
  - b) Determine o instante e posição de encontro das duas partículas.
  - c) Construa no mesmo referencial  $v_A(t)$  e  $v_B(t)$ .
- 
1. Dois indivíduos **A** e **B** marcham na mesma direcção e no mesmo sentido com velocidades respectivas de 6 m/s e 3 m/s. No início da contagem do tempo, **B** leva já um avanço de 90 m sobre **A**.
    - a) Construa um referencial “**x**” e indique a posição inicial dos indivíduos.
    - b) Dê a equação de  $x(t)$  para ambos.
    - c) Determine o instante e a posição em que **A** alcança **B**
  
  2. Suponha que no exercício anterior o indivíduo **B** marcha na mesma direcção, mas em sentido contrário. Nestas condições, determine o instante e a posição de encontro dos dois indivíduos.

**Terminada a resolução das actividades de avaliação? Então compare as suas soluções com as que lhe apresentamos no final do módulo. Sucessos!**



# Lição 7

## MRU – Gráfico da Posição em Função do Tempo – $x(t)$

### Introdução

Na lição anterior aprendemos a equação da posição em função do tempo para um MRU.

Caro aluno, nesta lição vai aprender a representar e interpretar graficamente a posição em função do tempo  $X(t)$ .

Então vamos a isso.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:

- Construir o gráfico da posição em função do tempo  $X(t)$ .
- Interpretar o gráfico da posição em função do tempo  $X(t)$ .

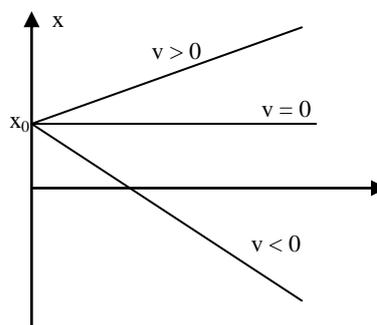


### Objectivos

### Gráfico da Posição em Função do Tempo – $x(t)$

Da equação  $x(t) = x_0 + v.t$ , vê-se que no M.R.U., a posição é directamente proporcional ao tempo gasto em adquerir essa posição. Por isso,

- O gráfico da posição em função do tempo é uma recta:
  - crescente se a velocidade é positiva, veja a figura.
  - constante se a velocidade é nula, veja a figura.
  - decrescente se a velocidade é negativa, veja a figura.
- O declive ou coeficiente angular do gráfico é igual à velocidade do corpo.





Em alguma literatura usam-se os termos movimento progressivo e movimento regressivo. Este facto tem apenas a ver com o sentido do movimento em relação ao referencial da posição “x”. Assim,

*Um M.R.U progressivo é aquele em que o movimento ocorre no mesmo sentido que o do referencial “x”. A velocidade tem o mesmo sentido que o sentido do referencial. Por isso, neste caso, a velocidade é positiva ( $v > 0$ ).*

*Um M.R.U Regressivo é aquele em que o movimento ocorre no sentido contrário que o do referencial “x”. A velocidade tem sentido contrário ao do referencial. Por isso, a velocidade é negativa ( $v < 0$ ).*

**Estimado aluno, terminou o estudo da lição proposta? Então faça um pequeno resumo da matéria aprendida e compare-o ao que se segue. Mão à obra.**

---

## Resumo da lição



### Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- O gráfico da posição em função do tempo é uma recta crescente se a velocidade é positiva, horizontal se a velocidade é nula decrescente se a velocidade é negativa.
- Um M.R.U progressivo é aquele em que o movimento ocorre no mesmo sentido que o do referencial “x”. A velocidade tem o mesmo sentido que o sentido do referencial. Por isso, neste caso, a velocidade é positiva ( $v > 0$ ).
- Um M.R.U Regressivo é aquele em que o movimento ocorre no sentido contrário que o do referencial “x”. A velocidade tem sentido contrário ao do referencial. Por isso, a velocidade é negativa ( $v < 0$ ).

**Isso mesmo. Esta é a hora de passar para a resolução das actividades de fixação. Assim, pegue no seu material e resolva os exercícios propostos.**



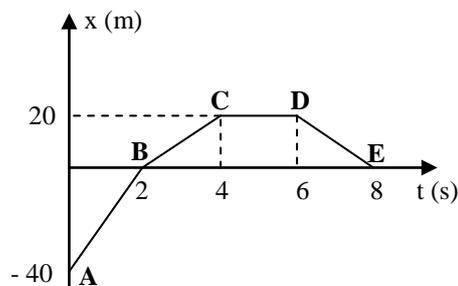
## Actividades de Fixação



### Actividades

Caro estudante, bem vindo à secção das actividades de fixação. Resolva-as com muita atenção.

1. Observe o gráfico seguinte. Ele representa o movimento de um atleta que corre numa estrada rectilínea percorrendo os troços AB, BC, CD e DE.



- a) Classifique o movimento do atleta em cada trecho.
- b) Calcule a velocidade do atleta em cada trecho.
- c) Construa o gráfico da velocidade em função do tempo correspondente.

### Chave de Coração

AB – MRU, com velocidade positiva, porque o gráfico é crescente.

BC – MRU, com velocidade positiva, porque o gráfico é crescente.

CD – O corpo está em repouso porque a velocidade é nula.

DE – MRU, com velocidade negativa, porque o gráfico é decrescente.

- a) Para calcular a velocidade em cada trecho devemos ter em conta que a velocidade pode ser calculada pela expressão:  $v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$ .

Assim,

$$v_{AB} = \frac{0 - (-40)}{2 - 0} \Rightarrow v_{AB} = \frac{40}{2} \Rightarrow v_{AB} = 20 \text{ m/s}$$

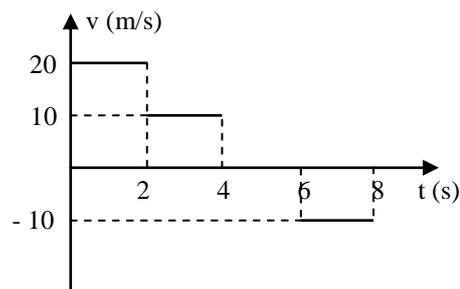


$$v_{BC} = \frac{20 - 0}{4 - 2} \Rightarrow v_{AB} = \frac{20}{2} \Rightarrow v_{AB} = 10 \text{ m/s}$$

$$v_{CD} = \frac{20 - 20}{6 - 4} \Rightarrow v_{AB} = \frac{0}{2} \Rightarrow v_{AB} = 0 \text{ m/s}$$

$$v_{DE} = \frac{0 - 20}{8 - 6} \Rightarrow v_{AB} = \frac{-20}{2} \Rightarrow v_{AB} = -10 \text{ m/s}$$

b)



**Muito bem, querido aluno! Se acertou em todas as questões desta secção, continue resolvendo as actividades da avaliação propostos a seguir. Caso não, consulte seus os colegas, o tutor de física ou a bibliografia especializada. Sucessos!**

---

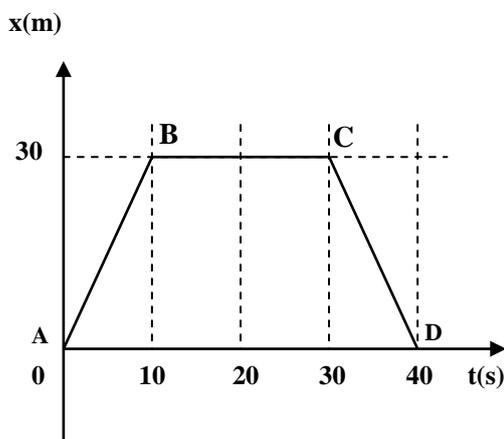
## Actividades de Avaliação



**Avaliação**

Ótimo caro amigo, bevindo a esta secção. Resolva no seu caderno as actividades propostas e meça você mesmo o seu nível da compreensão da matéria tratada nesta lição. Bom trabalho!

1. A figura a seguir corresponde ao movimento de um móvel:



- Classifique o movimento do móvel em cada trecho.
  - Calcule a velocidade em cada trecho.
  - Construa o gráfico  $v(t)$  correspondente.
2. Duas partículas **A** e **B**, movem-se segundo as funções:
- $$x_A(t) = -3 + 4t \text{ e } x_B(t) = 3 - 8t.$$
- Represente graficamente  $x_A(t)$  e  $x_B(t)$ , num só referencial.
  - A partir dos gráficos construídos em determine o instante em que as duas partículas se cruzam.
  - Construa os gráficos  $v_A(t)$  e  $v_B(t)$  num único referencial.

**Agora querido aluno, compare as suas soluções com as que lhe apresentamos no final do módulo e apenas passe ao estudo da lição seguinte se tiver acertado na resolução de todas as questões das actividades de avaliação. Sucessos!**



## Lição 8

---

### Movimento Rectilíneo Uniformemente Variado - MRUV

#### Introdução

Após o estudo do movimento rectilíneo uniforme, vamos iniciar o estudo do movimento que decorre com uma velocidade uniformemente variada. Neste tipo de movimento, o corpo descreve uma trajectória rectilínea. Porém adquire uma aceleração constante, isto é; devinui ou aumenta uniformemente a sua velocidade

Nesta lição vamos aprender as leis que regem este tipo de movimento.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:



#### Objectivos

- Identificar a fórmula do cálculo da aceleração de um corpo animado de movimento uniformemente variado.
- Determinar a aceleração de um corpo animado de movimento uniformemente variado.

### Movimento Rectilíneo Uniformemente Variado (M.U.V)

Movimento Uniformemente Variado - M.U.V., é aquele em que o móvel sofre variações de velocidade iguais para intervalos de tempo iguais.

Quando um móvel em M.U.V. descreve uma trajectória rectilínea, o seu movimento diz-se Movimento Rectilíneo Uniformemente Variado – M.R.U.V. Assim,

*Um Movimento Rectilíneo Uniformemente Variado é aquele cuja trajectória é uma linha recta e que sofre variações de velocidade iguais em intervalos de tempo iguais.*



## Aceleração

A grandeza física que caracteriza a variação da velocidade na unidade de tempo chama-se aceleração. Portanto sempre que há uma variação da velocidade no movimento de um corpo é porque existe uma aceleração. Assim,

*A aceleração é a variação da velocidade na unidade de tempo.*

A aceleração exprime a variação da velocidade por unidade de tempo., por iso ela calcula-se através da fórmula:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Onde  $\Delta v$  é a variação da velocidade,  $\Delta t$  é a variação do tempo e  $a$  é a aceleração.

A unidade da aceleração no S.I. é o metro por segundo ao quadrado “m.s<sup>-2</sup>”.

**Caro estudante, terminou o estudo do texto desta lição ?  
Então faça um pequeno resumo e compare-o com o que se apresenta a seguir.**



## Resumo da lição



### Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- Um Movimento Rectilíneo Uniformemente Variado é aquele cuja trajectória é uma linha recta e que sofre variações de velocidade iguais em intervalos de tempo iguais.
- A aceleração é a variação da velocidade na unidade de tempo.
- A aceleração diz-nos em quantas unidades se dá o aumento ou diminuição da velocidade em cada segundo.
- A expressão para o seu cálculo é  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ ,
- A unidade da aceleração no S.I. é o metro por segundo ao quadrado “m.s<sup>-2</sup>”.

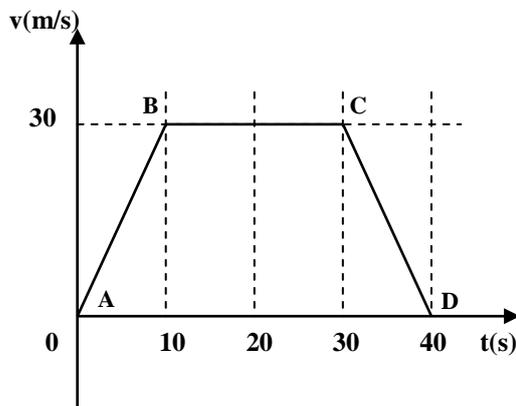
**Isso mesmo, você percebeu muito bem o texto e o resumo desta lição. Agora realize as actividades fixação que se seguem e confira as suas respostas na respectiva chave de correcção.**

## Actividades de Fixação



### Actividades

Observe o gráfico dado. Ele descreve o movimento de uma partícula que percorre cada um dos treços AB, BC e CD com uma velocidade uniformemente variada.



- Calcule a aceleração da partícula em cada trecho.
- Classifique o movimento da partícula em cada trecho.

### Chave de Correção

- Já sabemos que a expressão para o cálculo da aceleração

é:  $a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$ . Vamos então aplicar esta fórmula.

$$a_{AB} = \frac{30 - 0}{10 - 0} \Rightarrow a = 3 \text{ m/s}^2$$

$$a_{BC} = \frac{30 - 30}{20 - 10} \Rightarrow a = 0 \text{ m/s}^2$$

$$a_{CD} = \frac{0 - 30}{30 - 20} \Rightarrow a = -3 \text{ m/s}^2$$

- AB – O Movimento é Rectilíneo Uniformemente Acelerado, porque a velocidade aumenta.

BC – O Movimento é Rectilíneo Uniforme, porque a velocidade é constante.

CD – O Movimento é Rectilíneo Uniformemente



Retardado, porque a velocidade diminui.

**Caro aluno, se as suas respostas coincidem com as apresentadas na chave de correcção, então passe à realização das actividades de avaliação. Caso não, reestude o texto e o resumo da lição e refaça as actividades de fixação com a ajuda dos seus colegas ou do tutor de física.**

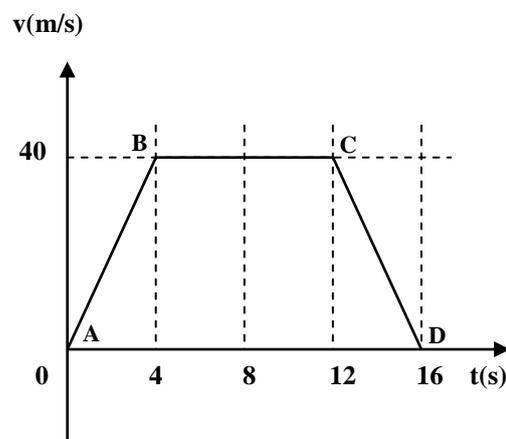
## Actividades de Avaliação



### Avaliação

Agora resolva no seu caderno as actividades que lhe propomos para que possa avaliar o seu progresso.

Observe o gráfico dado. Ele refere-se ao movimento de uma bola rola fazendo os trechos AB, BC e CD



- Calcule a aceleração da bola em cada trecho.
- Classifique o movimento da bola em cada trecho.

**Caro amigo, já terminou a realização das actividades avaliação? Agora compare as suas soluções com as que lhe apresentamos no final do módulo. Vá ao estudo da lição seguinte apenas se tiver acertado em todas as questões propostas. Sucessos!**



# Lição 9

## Gráfico da Aceleração em Função do Tempo de um MRUV

### Introdução

Caro estudante, você já sabe como calcular a aceleração de um corpo que se move com Movimento Uniformemente Variado.

Nesta lição vamos aprender como construir e interpretar graficamente a aceleração.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:



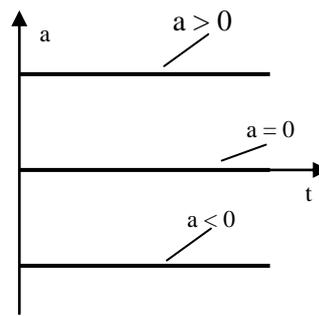
#### Objectivos

- Construir o gráfico da aceleração em função do tempo  $a(t)$
- *Interpretar* o gráfico da aceleração em função do tempo  $a(t)$

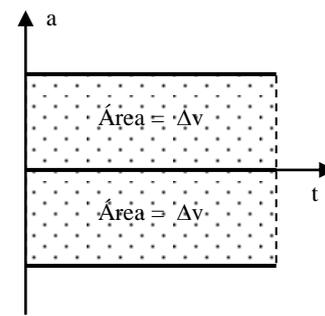
### Gráfico da Aceleração em Função do Tempo $a(t)$

Já sabemos que no Movimento Rectilíneo Uniformemente Variado a aceleração é constante. Por isso,

- O gráfico da aceleração em função do tempo é uma linha recta horizontal:
  - acima do eixo  $t$  se a velocidade é positiva, veja a figura (a).
  - sobre o eixo  $t$  se a velocidade é nula, veja a figura (a).
  - abaixo do eixo  $t$  se a velocidade é negativa, veja a figura (a).
- A área subentendida pelo gráfico da aceleração em função do tempo é igual à variação da velocidade  $\Delta V$  da partícula, veja a figura (b).



(a)



(b)

**Ótimo querido aluno, terminado o estudo do texto desta lição faça um pequeno resumo do que acabou de aprender e compare-o ao que se apresenta a seguir. Vamos a isso!**

## Resumo da lição



### Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

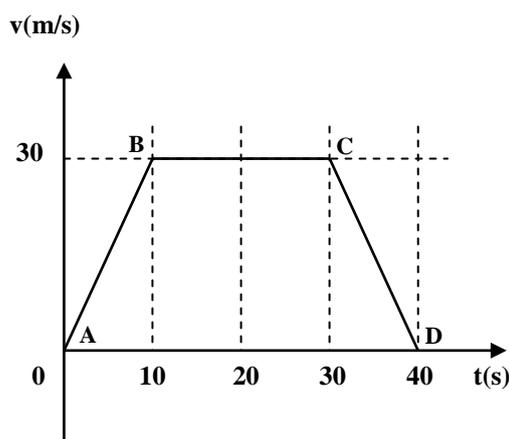
- O gráfico da aceleração em função do tempo é uma linha recta horizontal acima do eixo  $t$  se a velocidade é positiva, sobre o eixo  $t$  se a velocidade é nula, abaixo do eixo  $t$  se a velocidade é negativa.
- A área subentendida pelo gráfico da aceleração em função do tempo é igual à variação da velocidade  $\Delta V$  da partícula.

**Certamente, o seu pequeno resumo assemelha-se ao abaco de ver nesta secção. Então continue o seu estudo realizando as actividades de fixação propostas a seguir.**

## Actividades de fixação



Estimado aluno, a figura a seguir descreve o movimento de um móvel com aceleração constante em cada um dos trechos AB, BC e CD. Então construa o respectivo gráfico da aceleração em função do tempo - a(t).



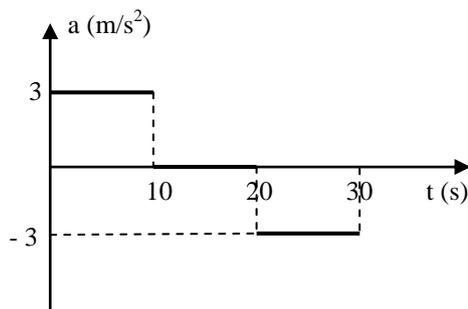
### Chave de Correção

Para construir o gráfico a(t) correspondente, devemos calcular em primeiro lugar a aceleração em cada trecho. Assim,

$$a_{AB} = \frac{30 - 0}{10 - 0} \Rightarrow a = 3 \text{ m/s}^2$$

$$a_{BC} = \frac{30 - 30}{20 - 10} \Rightarrow a = 0 \text{ m/s}^2$$

$$a_{CD} = \frac{0 - 30}{30 - 20} \Rightarrow a = -3 \text{ m/s}^2$$





Que maravilha! Você caro aluno, terminou a resolução das questões das actividades de fixação com 100% de acertos. Então Passe à realização das actividades de avaliação proposta na secção a seguir.

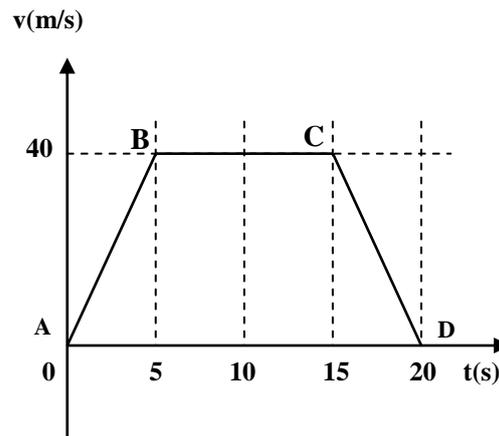
## Actividades de Avaliação



### Avaliação

Amigo estudante, resolva no seu caderno as actividades que lhe propomos para que possa avaliar o seu progresso.

A figura a seguir corresponde ao movimento de um móvel.



- Classifique o movimento do móvel em cada trecho.
- Construa o gráfico  $a(t)$  para o móvel.

Terminada a resolução das questões das actividades de avaliação, agora compare as suas soluções com as que lhe apresentamos no fim deste módulo.

Lembre-se que só pode passar ao estudo da lição seguinte se tiver alcançado 100% de acertos!



## Lição 10

### Equação da Velocidade em Função do Tempo de um MRUV

#### Introdução

Estimado aluno, você já sabe como calcular a aceleração em função do tempo, construir e interpretar o seu gráfico.

Nesta lição vamos aprender como calcular a velocidade de um corpo animado de movimento retilíneo uniformemente variado. Preste bastante atenção!

Ao concluir esta unidade você será capaz de:

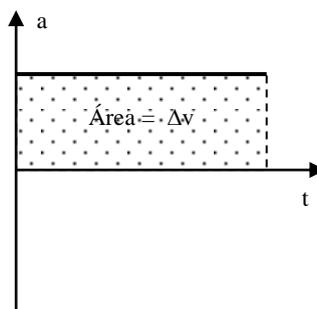
- Deduzir a equação da velocidade em função de tempo no MRUV
- Aplicar a equação da velocidade em função do tempo no MRUV na resolução de exercícios concretos.



#### Objectivos

### Equação da Velocidade em Função do Tempo de um MRUV

Já sabemos que a área subentendida pelo gráfico da aceleração em função do tempo é igual à variação da velocidade  $\Delta v$ . Por isso,  $\text{Área} = \Delta v$ .





Mas como a figura é um rectângulo, veja a figura, cujo comprimento é o tempo e a largura é a aceleração, e tendo em conta que  $\Delta v = v - v_0$ , podemos escrever,

$$v - v_0 = a.t$$

$$v(t) = v_0 + a.t$$

Esta é a equação que nos dá a velocidade em função do tempo para uma partícula animada de M.R.U.V.

Como pode ver, a velocidade é directamente proporcional ao tempo necessário para adequá-la.

**Ótimo! Terminado o estudo do texto desta lição, faça um pequeno resumo seu do conteúdo e compare-o ao que se apresenta a seguir. Mão na massa!**

---

## Resumo da lição



### Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- A velocidade é directamente proporcional ao tempo gasto a adequá-la.
- A expressão para o seu cálculo é:  $v(t) = v_0 + a.t$

**Certamente o seu resumo condiz com o que se apresenta nesta secção. Então passe à realização das actividades de fixação que se a propõem a seguir.**



## Actividades de Fixação



A expressão da velocidade em função do tempo para o movimento de um carro é dado pela expressão:  $v(t) = 40 + 4t$ .

- Qual é a velocidade inicial do carro.
- Qual é a aceleração do carro.
- Calcule a velocidade do carro após 10 segundos.

**Caro aluno, terminada a resolução das actividades de fixação, confira as suas respostas com as constam da chave de correcção.**

### Chave de Correcção

- Para determinar a a velocidade inicial do carro devemos comparar a expressão dada com a expressão geral,  
 $v(t) = v_0 + a.t$ . Assim é fácil verificar que:

$$v_0 = 40 \text{ m/s}$$

- Neste caso também devemos comparar as mesmas equações. Assim,

$$a = 4 \text{ m/s}^2$$

- Como o tempo é de 10 segundos podemos calcular:

$$v(t) = 40 + 4t$$

$$\Rightarrow v(10) = 40 + 4 \cdot 10 \Rightarrow v(10) = 40 + 40$$

$$\Rightarrow v(10) = 80 \text{ m/s}$$

Como vê, a velocidade após 10s é de 80 m/s.

**Você acabou de confirmar as suas respostas com as que constam da chave de correcção. Se tiver acertado na resolução de todas as questões das actividades de fixação, avance realizando as actividades de avaliação.**



## Actividades de Avaliação



### Avaliação

**Bom aluno, bem vindo à esta secção. Agora resolva no seu caderno as actividades que lhe propomos para que possa avaliar o seu progresso.**

A expressão da velocidade em função do tempo para o movimento de um carro é dado pela expressão:  $v(t) = -20 + 5t$ .

- Qual é a velocidade inicial do carro.
- Qual é a aceleração do carro.
- Calcule a velocidade do carro após 4 segundos.

**Estimado estudante, conculda a resolução das actividades de avaliação, compare as suas soluções com as que lhe apresentamos no fim deste módulo. Sucessos!**



# Lição 11

## Gráfico da Velocidade em Função do Tempo de um MRUV

### Introdução

Prezado aluno, você já sabe calcular a velocidade de um corpo animado de movimento rectilíneo uniformemente variado. Nesta lição, vamos aprender a construir e interpretar o gráfico da velocidade em função do tempo.

Preste muita atenção!

Ao concluir esta unidade você será capaz de:

- Representar graficamente o velocidade de um corpo animado de movimento rectilíneo uniformemente variado
- Interpretar o gráfico da velocidade em função do tempo na resolução de exercícios concretos.

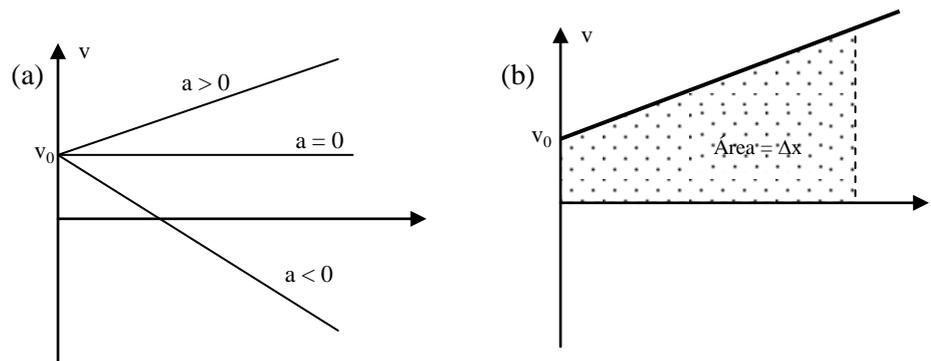


#### Objectivos

### Gráfico da velocidade em função do tempo “v (t)”

Da equação  $v(t) = v_0 + a.t$ , vê-se que no M.R.U.V., a velocidade é directamente proporcional ao tempo gasto em alcançar essa velocidade. Por isso,

- O gráfico da velocidade em função do tempo é uma recta:
  - crescente se a aceleração é positiva, veja a figura (a).
  - horizontal se a velocidade é nula, veja a figura (a).
  - decrescente se a velocidade é negativa, veja a figura (a).
- O declive ou coeficiente ângular do gráfico é igual à aceleração.
- A área subentendida pelo gráfico é igual ao deslocamento  $\Delta x$ , veja a figura (b).



**Bom amigo! Leu e percebeu o conteúdo do texto? Então, faça um pequeno resumo e compare-o ao que se apresenta a seguir.**

---

## Resumo da lição



### Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- O gráfico da velocidade em função do tempo é uma recta crescente se a aceleração é positiva, horizontal se a velocidade é nula, decrescente se a velocidade é negativa.
- O declive ou coeficiente angular do gráfico é igual à aceleração.
- A área subentendida pelo gráfico é igual ao deslocamento  $\Delta x$ , veja a figura (b).

**Creemos que o caro estudante fez um ótimo resumo. Agora realize com muita atenção as actividades de fixação propostas a seguir.**



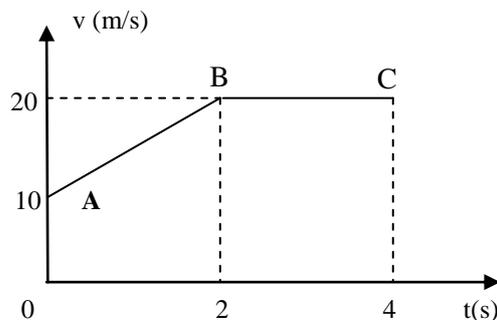
## Actividades de Fixação



### Actividades

Estimado aluno, bem vindo à secção das actividades de fixação. Consultando o seu material de estudo, resolva-as com cuidado e muita atenção. Mãos à obra!

1. A equação da velocidade em função do tempo para o movimento de um avião é dada pela expressão:  $v(t) = 100 + 80t$  em unidades do SI.
  - a) Qual é a velocidade inicial do avião?
  - b) Qual é a aceleração do referido avião?
  - c) Calcule a velocidade do avião após 20 segundos.
  - d) Construa o gráfico da velocidade em função do tempo.
  
2. O gráfico dado corresponde ao movimento de uma partícula.



- a) Classifique o movimento em cada trecho.
- b) Calcule a aceleração em cada trecho.
- c) Escreva a equação da velocidade em função do tempo para o trecho AB.

Tendo terminado a resolução das questões propostas nas actividades de fixação, compare as suas soluções com as que se apresentam na chave de correcção.

### Chave de Correção

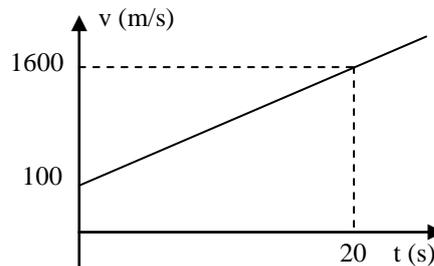


- a) A velocidade inicial do avião é de 100 m/s.
- b) A aceleração do avião é de  $50 \text{ m/s}^2$ .
- c) Temos que substituir o tempo dado no lugar do tempo. Assim:

Dados	Fórmula	Resolução
$t = 20 \text{ s}$ $v = ?$	$v(t) = 100 + 80t$	$v(20) = 100 + 80 \cdot 20$ $v(20) = 1600 \text{ m/s}$

**Resposta:** A velocidade do avião após 20 segundos é de 600 m/s.

- d) Construa o gráfico da velocidade em função do tempo.



**Maravilha! Você acertou em todas as questões das atividades de fixação. Então continue o estudo desta lição resolvendo os exercícios das atividades de avaliação.**



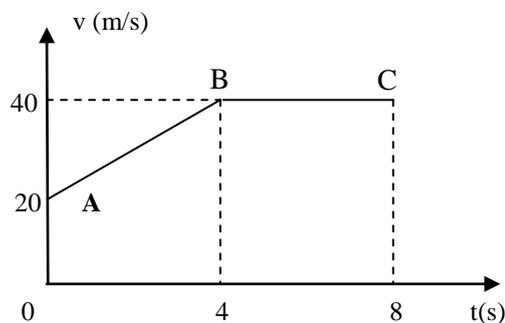
## Actividades de Avaliação



### Avaliação

Bem vindo às actividades de avaliação. Resolva-as no seu caderno de exercícios e avalie você mesmo o seu nível da assimilação da matéria tratada nesta lição.

1. A equação da velocidade em função do tempo para o movimento de um avião supersónico é dada pela expressão:  $v(t) = 200 + 100t$  em unidades do SI.
  - a) Qual é a velocidade inicial do avião?
  - b) Qual é a aceleração do referido avião?
  - c) Calcule a velocidade do avião após 40 segundos.
2. O gráfico dado corresponde ao movimento de uma partícula.



- a) Classifique o movimento em cada trecho.
- b) Calcule a aceleração em cada trecho.
- c) Escreva a equação da velocidade em função do tempo para o trecho AB.

**Caro aluno compare as suas soluções com as que se apresentam no fim deste módulo e passe ao estudo da lição seguinte se tiver acertado em todas as questões das actividades de avaliação . Sucessos!**



## Lição 12

### Equação da Posição em Função do Tempo de um MRUV

#### Introdução

Estimado aluno, tendo terminado com sucesso o estudo do cálculo da aceleração e da velocidade de um corpo animado de movimento rectilíneo uniformemente variado, a construção e interpretação dos respectivos gráficos; vamos aprender a expressão para o cálculo da posição em função do tempo. Vamos a isso!

Ao concluir esta unidade você será capaz de:



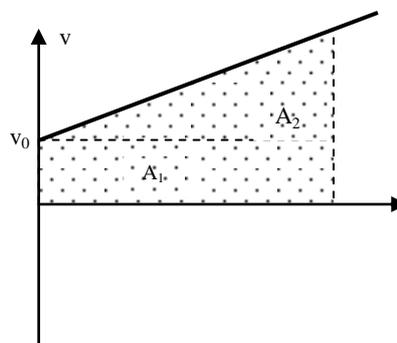
#### Objectivos

- Identificar a posição de em função do tempo de um corpo animado de movimento rectilíneo uniformemente variado.
- Aplicar a equação da posição em função do tempo de um MRUV na resolução de exercícios concretos.

### Equação da Posição em Função do Tempo de um MRUV

Amigo aluno, você já sabe que a área sub o gráfico da velocidade em função do tempo é ao deslocamento  $\Delta x$ . Por isso, Área =  $\Delta x$ .

Mas como a figura é um trapézio dividimo-la em rectângulo (área  $A_1$ ) e triângulo (área  $A_2$ ) como se vê na figura:



Assim, podemos escrever,  $A_1 + A_2 = \Delta x$

Mas o comprimento de  $A_1$  é  $t$  e a largura é  $v_0$ . A base do triângulo  $A_2$  é  $t$  e a sua altura é  $v - v_0$ . Então,

$$v_0 \cdot t + \frac{t(v - v_0)}{2} = x - x_0$$

Da equação,  $v - v_0 = a \cdot t$

$$\text{Então, } v_0 \cdot t + \frac{t \cdot a \cdot t}{2} = x - x_0$$

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Esta é a equação que nos dá a posição em função do tempo para uma partícula animada de M.R.U.V.

Como pode ver, a posição é directamente proporcional ao quadrado do tempo gasto em adquiri-la.

**Bom amigo! Leu e percebeu o conteúdo do texto? Então, faça um pequeno e resumo e compare-o ao que se apresenta a seguir.**

## Resumo da lição



### Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- A posição é directamente proporcional ao quadrado do tempo gasto em adquiri-la.
- A expressão para o seu cálculo é:  $x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

**Ótimo cara estudante, terminado o estudo do texto e do resumo desta lição passeie à realização das actividades de fixação propostas a seguir.**



## Actividades



### Actividades

Estimado aluno, bem vindo à secção das actividades de fixação. Consultando o seu material de estudo, resolva-as com cuidado e muita atenção. Mãos à obra!

1. A equação da posição em função do tempo para o movimento de um corpo é dada pela expressão:  $x(t) = -80t + 10t^2$  em unidades do SI.
  - a) Qual é a posição inicial do corpo?
  - b) Qual é a velocidade inicial do corpo?
  - c) Determine a aceleração do corpo.
  - d) Determine a equação da velocidade em função do tempo para o movimento do corpo.
  - e) Calcule a posição do corpo após 10 segundos.
  - f) Calcule a velocidade do corpo após 10 segundos.

**Concluída a realização das actividades de fixação, confira as suas respostas com as se apresentam na chave de correcção**

### Chave de Correção

Para resolver este exercício temos que comparar a equação dada:

$$x(t) = -80t + 10t^2 \text{ com a equação do movimento } x(t) = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2.$$

Assim:

1.  $x(t) = -80t + 10t^2$ 
  - a) A posição inicial do é  $x_0 = 0$  m.
  - b) A velocidade inicial do corpo é  $v_0 = 80$  m/s.
  - c) Neste caso temos que resolver a relação:

$$10t^2 = \frac{1}{2}at^2$$



Deste modo temos:

$$10t^2 = \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow 10t^2 \cdot 2 = at^2 \Rightarrow a = \frac{20t^2}{t^2}$$

$$\Rightarrow a = 20 \text{ m/s}^2$$

**Resposta:** A aceleração é de  $20 \text{ m/s}^2$ .

- d) A equação geral da velocidade em função do tempo para o movimento do corpo é dada pela expressão:

$v(t) = v_0 + at$ . Mas como,  $v_0 = 80 \text{ m/s}$  e  $a = 20 \text{ m/s}^2$ , então podemos escrever substituindo os valores da velocidade inicial e da aceleração na equação geral. Logo,

$$v(t) = 80 + 20t$$

**Resposta:** A equação da velocidade em função do tempo para o movimento do corpo é dada pela expressão  $v(t) = 80 + 20t$ , em unidades do SI.

- e) Para calcular a posição do corpo após 10 segundos, temos que substituir este tempo na expressão dada

$$x(t) = -80t + 10t^2. \text{ Assim,}$$

$$x(10) = -80 \cdot 10 + 10 \cdot 10^2$$

$$x(10) = -800 + 10 \cdot 100$$

$$x(10) = -800 + 1000$$

$$x(10) = 200 \text{ m}$$

**Resposta:** A posição do corpo após 10 segundos é  $x = 200 \text{ m}$ .

- f) Para calcular a velocidade do corpo após 10 segundos também temos que substituir o tempo dado na expressão

$$v(t) = 80 + 20t. \text{ Assim,}$$

$$v(10) = 80 + 20 \cdot 10$$

$$v(10) = 280 \text{ m/s}$$

**Resposta:** A velocidade do corpo após 10 segundos é de  $280 \text{ m/s}$ .



**Isso mesmo! Se você acertou em todas as questões das actividades de fixação, passe à resolução das actividades de avaliação. Caso não reestude o texto e o resumo da lição e refaça todas as respectivas actividades de aprendizagem.**

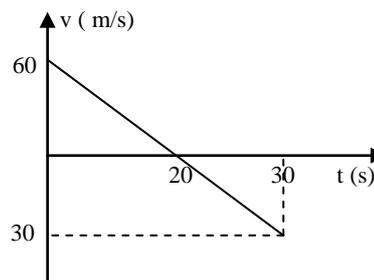
## Actividades de Avaliação



### Avaliação

Agora resolva no seu caderno as actividades que lhe propomos para que possa avaliar o seu progresso.

1. A equação da posição em função do tempo para o movimento de um corpo é dada pela expressão:  $x(t) = -16t + 2t^2$  em unidades do SI.
  - a) Qual é a posição inicial do corpo?
  - b) Qual é a velocidade inicial do corpo?
  - c) Determine a aceleração do corpo.
  - d) Determine a equação da velocidade em função do tempo para o movimento do corpo.
  - e) Calcule a posição do corpo após 4 segundos.
  - f) Calcule a velocidade do corpo após 4 segundos.
2. Observe o gráfico da velocidade em função do tempo para o movimento de uma partícula. Sabe-se que no início do movimento a partícula encontra-se na origem ( $x_0 = 0$ ).



- a) Calcule a aceleração do movimento da partícula.
- b) Determine a equação da velocidade em função do tempo.
- c) Determine a equação da posição em função do tempo.
- d) Calcule a posição da partícula após 40 segundos.



**Bom aluno, compare as suas soluções com as que se apresentam no fim deste módulo passe ao estudo da lição seguinte se tiver alcançado 100% de acertos. Sucessos!**





# Lição 13

## Gráfico da Posição em Função do Tempo de um MRUV

### Introdução

Carríssimo aluno, você já sabe aplicar a equação da posição em função do tempo do MRUV na resolução de problemas concretos.

Agora vamos estudar a sua representação gráfica e fazer a sua interpretação.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:



#### Objectivos

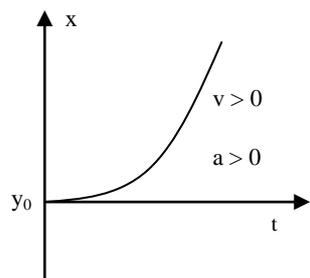
- Construir o gráfico da posição em função do tempo do movimento de em MRUV
- Interpretar o gráfico da posição em função do tempo na resolução de exercícios concretos.

### Gráfico da Posição em Função do Tempo “x(t)”

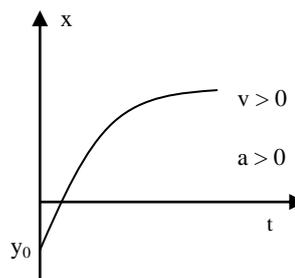
Da Equação  $x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ , vê-se que a posição em função do tempo é directamente proporcional ao quadrado do tempo gasto em alcançá-la. Por isso,

- O gráfico da posição em função do tempo de um M.R.U.V. é o ramo de uma parábola:
  - crescente, se a velocidade é positiva, veja figuras (a) e (b).
  - decrescente, se a velocidade é negativa, veja figuras (c) e (d).
  - com a concavidade voltada para cima, se a aceleração é positiva, veja figuras (a) e (d).

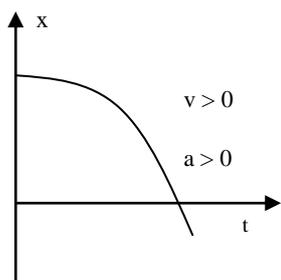
- com a concavidade voltada para baixo, se a aceleração é negativa, veja figuras (b) e (c).



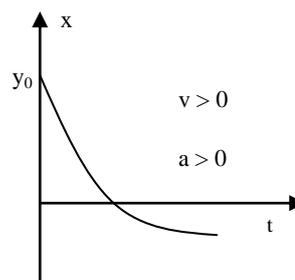
(a)



(b)



(c)



(d)

**Estimado aluno, você acaba de terminar o estudo do texto desta lição. Assim convidamo-lo a elaborar um pequeno resumo do seu conteúdo e compará-lo ao que se apresenta a seguir.**

## Resumo da lição



### Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- O gráfico da posição em função do tempo de um M.R.U.V. é o ramo de uma parábola crescente, se a velocidade é positiva, decrescente, se a velocidade é negativa, com a concavidade voltada para cima, se a aceleração é positiva, com a concavidade voltada para baixo, se a aceleração é negativa.

**Certamente o seu resumo condiz com o que acaba de estudar agora. Então realize as actividades de fixação que se seguem e assegure assimilação da matéria tratada nesta lição.**



## Actividades de Fixação

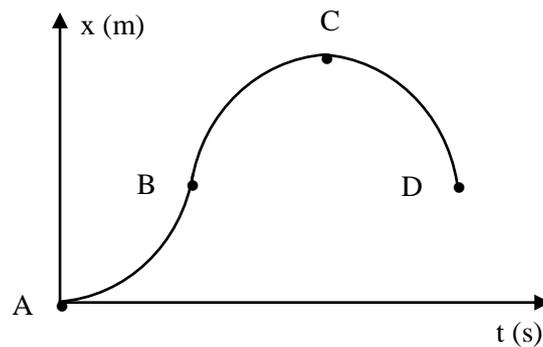


### Actividades

Caríssimo aluno, bem vindo à secção das actividades de fixação. Então realize-as com muita atenção.

1. O gráfico representa a posição em função do tempo para o movimento de uma motorizada, em unidades do SI, numa estrada recta.

Preencha na tabela, o sinal da velocidade e da aceleração em cada trecho dado.



	Trecho AB	Trecho BC	Trecho CD
Sinal de "V"			
Sinal de "a"			

Amigo estudante, agora confira as suas respostas com as que se apresentam na chave de correcção. Mão a obra!

### Chave Correcção

Para resolver este exercício temos inicialmente que observar:

- se no trecho o gráfico é crescente ou decrescente, para obtermos o sinal da velocidade, e,
- se a concavidade da parábola está voltada para baixo ou para cima para obtermos o sinal da aceleração. Assim,

	Trecho AB	Trecho BC	Trecho CD
Sinal de "V"	Positivo	Positivo	Negativo
Sinal de "a"	Positivo	Negativo	Negativo

## Atividades de Avaliação

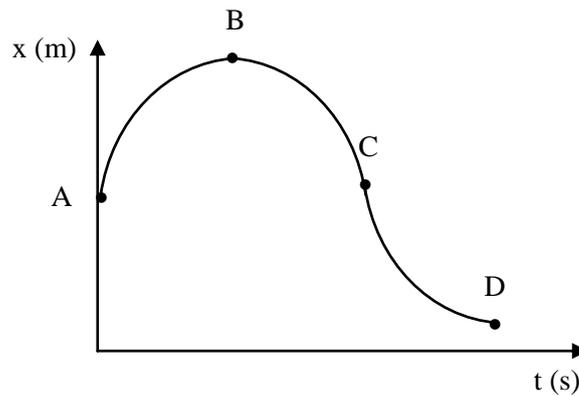


### Avaliação

Caríssimo aluno, se você terminou com sucesso a realização das atividades de fixação, passe a realização das atividades de avaliação.

- O gráfico representa a posição em função do tempo para o movimento de uma motorizada, em unidades do SI, numa estrada recta.

Preencha na tabela, o sinal da velocidade e da aceleração em cada trecho dado.



	Trecho AB	Trecho BC	Trecho CD
Sinal de "V"			
Sinal de "a"			

Estimado aluno, compare as suas soluções com as que se apresentam no fim do módulo e passe ao estudo da lição seguinte se tiver acertado na resolução de todas as questões que fazem parte das atividades de avaliação. Sucessos!



# Lição 14

## Movimento Rectilíneo Uniformemente Acelerado e Retardado

### Introdução

O Movimento Uniformemente Variado pode ser Acelerado ou Retardado. Nesta lição vamos aprender como distinguir estes dois tipos de movimento através da interpretação gráfica dos mesmos.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:



#### Objectivos

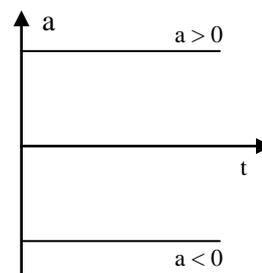
- Identificar o Movimento Rectilíneo Uniformemente Acelerado e Movimento Rectilíneo Uniformemente Retardado.
- Interpretar os gráficos do Movimento Rectilíneo Uniformemente Acelerado e Movimento Rectilíneo Uniformemente Retardado.

### Movimento Uniformemente Acelerado e Retardado

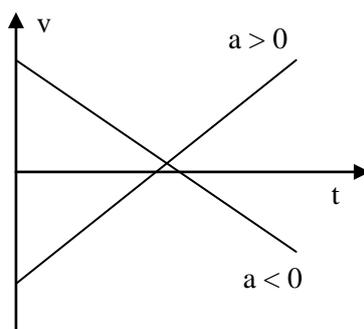
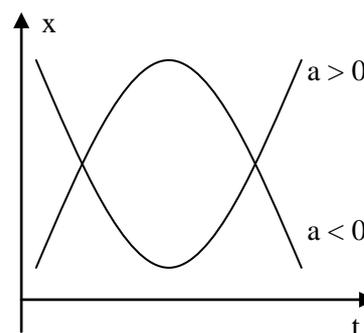
O Movimento Uniformemente Variado, pode ser acelerado ou retardado. Assim,

Um Movimento é Uniformemente Acelerado, quando a velocidade e a aceleração têm o mesmo sinal. Caso contrário, o Movimento é Uniformemente Retardado.

Nos gráficos apresentados nas figuras (a), (b) e (c) estão identificados os trechos em que o Movimento é Uniformemente Acelerado e Uniformemente Retardado.



(a) Gráfico  $a(t)$

(b) Gráfico  $v(t)$ (c) Gráfico  $x(t)$ 

**Certamente o querido aluno já percebeu muito bem a matéria tratada nesta lição. Então faça um pequeno resumo do que acabou de aprender e compare-o ao que se apresenta a seguir.**

---

## Resumo da lição



### Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- O Movimento Uniformemente Variado, pode ser Acelerado ou Retardado.
- Um Movimento é Uniformemente Acelerado, quando a velocidade e a aceleração têm o mesmo sinal.
- Um movimento é Uniformemente Retardado, quando a velocidade e a aceleração têm sinais contrários.

**Certamente o seu resumo condiz com o que acaba de estudar, assim convidamo-lo a realizar as actividades de fixação propostas na secção seguinte.**

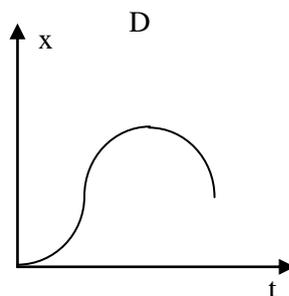
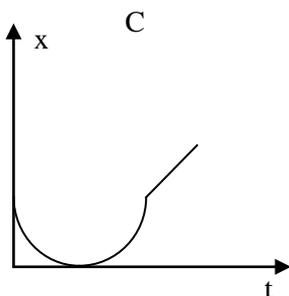
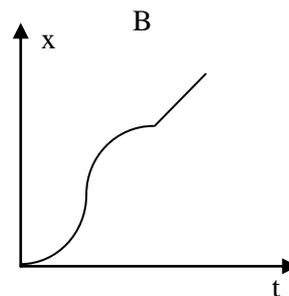
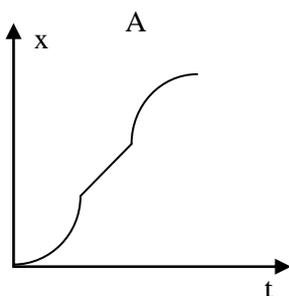
## Actividades de Fixação



### Actividades

Um autocarro está parado num sinal. Quando o sinal abre, esse autocarro entra em movimento e aumenta sua velocidade até um determinado valor.

Ele mantém essa velocidade até se aproximar de uma paragem, quando, então, diminui a velocidade até parar. O gráfico posição  $x$  em função do tempo  $t$  que melhor representa esse movimento é:



**Isso mesmo, você amigo aluno acabou de realizar as actividades de fixação. Agora compare as suas soluções com as se apresentam na chave de correcção de se segue.**

### Chave de correcção

Para resolver este exercício temos que caracterizar o movimento do autocarro.

- Ao arrancar do sinal, o movimento é uniformemente acelerado. Por isso o gráfico  $x(t)$  é um ramo de uma parábola com a concavidade voltada para cima.
- Ao mover-se com a mesma velocidade, o movimento é uniforme, por isso o gráfico  $x(t)$  é uma linha recta crescente.

- Ao diminuir a velocidade até parar o movimento é uniformemente retardado, por isso o gráfico  $x(t)$  é um ramo de uma parábola com a concavidade voltada para baixo.

Com base nesta análise, o gráfico correcto é o “A”.

**Muito bem. O caríssimo amigo acabou de resolver com sucesso as questões das actividades de fixação. Então passe à realização das actividades de avaliação.**

**Caso não, reestude o texto, oresumo e refaça todas as actividades propostas. Mão à obra!**

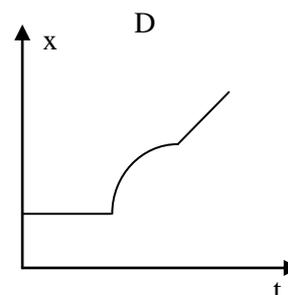
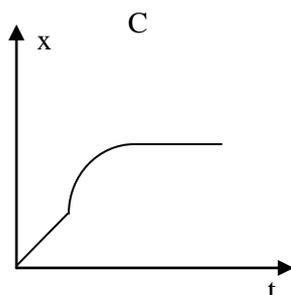
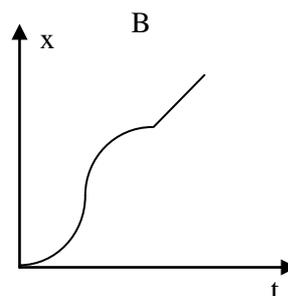
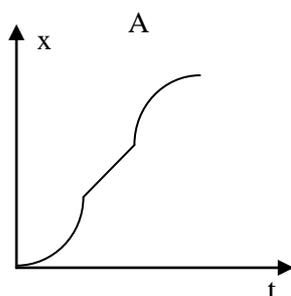
## Actividades de Avaliação



### Avaliação

Estimado estudante, bem vindo à secção das actividades de avaliação. Resolva-as no seu caderno de exercícios avalie o seu progresso.

1. Um autocarro está em movimento com uma velocidade constante e ao se aproximar de uma paragem, diminui a sua velocidade até parar. Na paragem fica parado por algum tempo. O gráfico posição  $x$  em função do tempo  $t$  que melhor representa esse movimento é:





Muito bem cara aluno, compare as suas soluções com as que se apresentam no fim do módulo. Se tiver alcançado 100% de acertos, passe ao estudo da lição seguinte. Sucessos!

## Lição 15

---

### Queda Livre

#### Introdução

Do nosso dia a dia, por exemplo, sabemos que uma pedra cai mais depressa do que um pedaço de papel. Este fenómeno e outros semelhantes, levaram a que os povos e cientistas de antigamente chegassem à conclusão de que o movimento de queda dos corpos dependia da sua massa, isto é, quanto maior e mais pesado fosse um corpo, mais depressa cairia.

O cientista Galileu, estudando experimentalmente o movimento de queda dos corpos, chegou à conclusão de que, abandonados de uma mesma altura, corpos de diferentes massas caem com a mesma velocidade quando se encontram no vácuo (na ausência do ar), atingindo o chão no mesmo instante, contrariamente ao que os povos e cientistas de antigamente pensavam. Portanto, as conclusões de Galileu, tiradas experimentalmente, são uma prova de que a velocidade de queda dos corpos não depende da sua massa.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:



### Objectivos

- *Aplicar* as equações da queda livre na resolução de exercícios concretos sobre corpos lançados verticalmente.

## Queda Livre dos Corpos

No estudo da queda livre dos corpos, desprezaremos a resistência do ar, isto é, consideraremos que o movimento se realiza no vácuo. Desprezar a resistência do ar no movimento de um corpo em queda significa também que ele passa a mover-se apenas sob acção de gravidade. Por isso,

Diz-se que um corpo está em queda livre, quando ele move-se apenas sob a acção da força de gravidade.

A queda livre é um movimento uniformemente variado (uniformemente acelerado durante a descida e uniformemente retardado durante a subida). A sua aceleração tem sempre direcção vertical e sentido de cima para baixo, e o seu valor na superfície da terra é de cerca de  $9,8 \text{ m/s}^2$  ( $g = 9,8 \text{ m/s}^2 \approx 10 \text{ m/s}^2$ ).

Como a queda livre é um Movimento Uniformemente Variado, as equações do movimento são semelhantes às do Movimento Rectilíneo Uniformemente Variado, substituído a letra “a” por “g” e “x” por “y”. Assim,

$$v(t) = v_0 + gt \quad y(t) = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

### Lançamento de Projécteis

O termo projéctil é aqui usado, para designar um Ponto Material em queda livre.

Um ponto material ou projéctil pode ser lançado verticalmente, horizontalmente e oblíquamente.

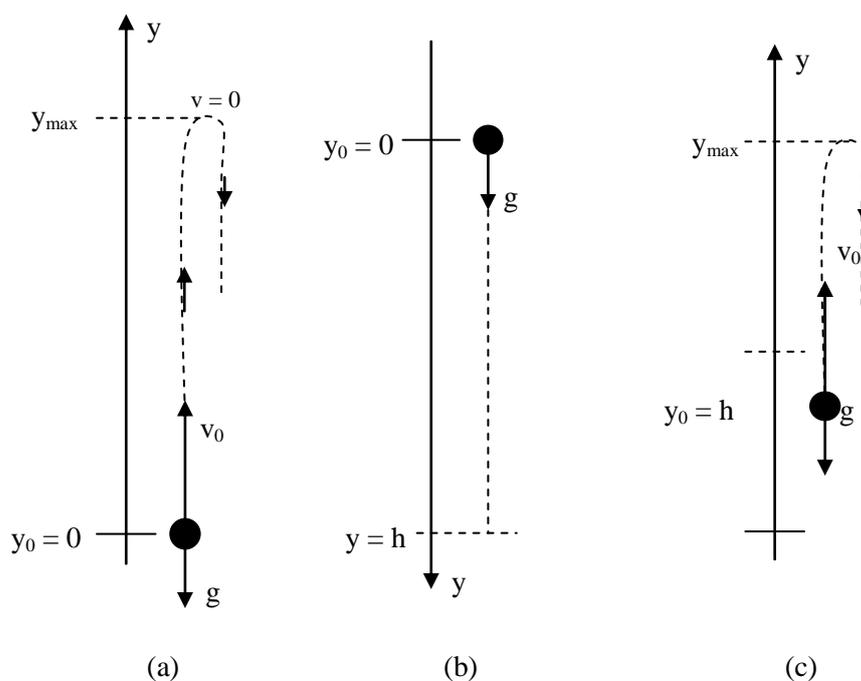
Iremos em seguida estudar as particularidades de cada forma de lançamento.



## Lançamento Vertical

Num lançamento vertical, o projectil é lançado verticalmente de baixo para cima ou de cima para baixo.

A figura (a), (b) e (c), mostra três casos mais comuns de lançamento vertical. Em (a) o corpo é lançado verticalmente à partir do solo, em (b) o corpo é lançado verticalmente para baixo à partir de uma determinada altura “h” e em (c) o corpo é lançado verticalmente para cima à partir de uma determinada altura “h”.



Para a resolução de exercícios sobre o lançamento vertical, é, normalmente, necessário estabelecer as equações horárias do movimento, isto é, as equações  $v(t)$  e  $x(t)$ .

Ao se estabelecer as equações do movimento para o lançamento vertical, deve-se escolher um referencial adequado, de tal forma que simplifique as equações do movimento. Por isso, é sempre aconselhável à escolher o referencial com o sentido inicial do movimento, ou seja, com o sentido da velocidade inicial. Por exemplo, Quando o corpo é lançado verticalmente para cima, casos (a) e (c), convém escolher o referencial para cima. Caso contrário convém escolher o referencial para baixo.

Uma vez escolhido o sentido do referencial, todas as grandezas cujo sentido coincide com o sentido do referencial escolhido, são positivas, e as que apontam em sentido contrário são negativas. Por isso,

- Em (a), (b) e (c), a velocidade inicial  $v_0$  é positiva.
- Em (b) a aceleração de gravidade é positiva ( $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ ).
- Em (a) e (c) a aceleração de gravidade é negativa ( $g = -10 \text{ m.s}^{-2}$ ).

Quando o ponto de lançamento do corpo coincide com o valor zero (0), a posição inicial  $Y_0$  é nula, caso contrário, a posição inicial é diferente de zero. Por isso,

- Em (a) e (b)  $y_0 = 0$ .
- Em (c)  $y_0 \neq 0$ .

Quando se lança um corpo verticalmente para cima, ele sobe até atingir uma determinada altura e depois ele retorna ao sol. No ponto onde o corpo retorna, a sua velocidade é nula ( $v = 0$ ) e a altura atingida é chamada altura máxima, veja a figura.

#### Nota:

Uma vez estabelecidas as equações horárias do movimento convém:

- Igualar a equação  $v(t)$  a zero [ $v(t) = 0$ ] se o pedido for o tempo necessário para o corpo atingir a altura máxima.
- Substituir o tempo que o corpo necessita para atingir a altura máxima na equação  $y(t)$ , se o pedido for a altura máxima atingida pelo corpo.
- Igualar  $y(t)$  a zero [ $y(t) = 0$ ] se o pedido for o tempo para o corpo atingir novamente o solo.

**Amigo, já concluiu o estudo do texto desta lição. Então faça um pequeno resumo daquilo que acabou de aprender e compare-o ao que se apresenta a seguir.**



## Resumo da lição



### Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- Diz-se que um corpo está em queda livre, quando ele move-se apenas sob a acção da força de gravidade.
- Para a resolução de exercícios sobre o lançamento vertical, é, normalmente, necessário estabelecer as equações horárias do movimento, isto é, as equações  $v(t)$  e  $x(t)$ .
- Ao se estabelecer as equações do movimento para o lançamento vertical, deve-se escolher um referencial adequado, de tal forma que simplifique as equações do movimento.
- É sempre aconselhável à escolher o referencial com o sentido inicial do movimento, ou seja, com o sentido da velocidade inicial. Por exemplo, Quando o corpo é lançado verticalmente para cima, casos (a) e (c), convém escolher o referencial para cima. Caso contrário convém escolher o referencial para baixo.
- Uma vez escolhido o sentido do referencial, todas as grandezas cujo sentido coincide com o sentido do referencial escolhido, são positivas, e as que apontam em sentido contrário são negativas.

**De certeza, o estimado aluno elaborou um resumo que condiz com o que se apresenta nesta secção. Agora continue o estudo desta lição realizando as actividades de fixação propostas a seguir.**

## Actividades de Fixação



### Actividades

Bem vindo à secção das actividades de fixação. Resolva-as no seu caderno de exercícios e assegure a assimilação da matéria tratada nesta lição.

1. Um corpo é atirado verticalmente para cima, a partir do solo com uma velocidade de 60 m/s. Desprezando o atrito do ar, determine:
  - a) As funções horárias do movimento  $[y(t); v(t)]$ .
  - b) O tempo para atingir a altura máxima.
  - c) A altura máxima.
  - d) A posição e velocidade do corpo no instante  $t = 8$  s.
  - e) O instante e a velocidade do corpo ao atingir novamente o solo.

**Maravilha! O caro aluno acabou de realizar as actividades de fixação. Agora confira as suas respostas com as que se apresentam na seguinte chave de correcção.**

### Chave de Correcção

Para resolver este exercício temos que tirar os dados e estabelecer as equações horárias.

- a) Note que neste caso a velocidade inicial é positiva enquanto que a aceleração de gravidade é negativa porque escolhemos o sentido do referencial para cima.

Dados	Fórmula	Resolução
$v_0 = 60$ m/s $x_0 = 0$ $y_0 = 0$ $g = 10$ m/s <sup>2</sup> $v(t) = ?$ $y(t) = ?$	$v(t) = v_0 + vt$  $y(t) = y_0 + v_0t + \frac{1}{2}gt^2$	$v(t) = 60 - 10t$  $y(t) = 0 + 60t - \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$ $y(t) = 60t - 5t^2$

**Resposta:** As equações horárias do movimento são:  $v(t) = 60 - 10t$  e  $y(t) = 60t - 5t^2$  em unidades do SI.



- b) Para calcular o tempo para atingir a altura máxima, devemos considerar que no ponto da altura máxima a velocidade do corpo é nula. Por isso, devemos igualar a equação da velocidade à zero ( $v = 0$ ). Por isso,

Como  $v(t) = 60 - 10t$ , então temos que resolver a equação:

$$60 - 10t = 0$$

Logo,

$$60 - 10t = 0 \Rightarrow 60 = 10t \Rightarrow t = \frac{60}{10}$$

$$\Rightarrow t = 6 \text{ s}$$

**Resposta:** O tempo para atingir a altura máxima é de 6 segundos.

- c) Para calcular a altura máxima devemos substituir o tempo para atingir a altura máxima (6s) na equação  $y(t)$ . Assim,

Como  $y(t) = 60t - 5t^2$ , então

$$y(6) = 60 \cdot 6 - 5 \cdot 6^2 \Rightarrow y(6) = 360 - 5 \cdot 36 \Rightarrow y(6) = 360 - 180$$

$$\Rightarrow y(6) = 180 \text{ m}$$

**Resposta:** A altura máxima atingida pelo corpo é de 180 metros.

- d) Para calcular a posição e velocidade do corpo no instante  $t = 8 \text{ s}$  temos que substituir este tempo nas equações da posição e da velocidade. Assim,

$$y(8) = 60 \cdot 8 - 5 \cdot 8^2 \Rightarrow y(8) = 480 - 320$$

$$y(8) = 160 \text{ m}$$

e

$$v(8) = 60 - 10 \cdot 8 \Rightarrow v(8) = 60 - 80$$

$$\Rightarrow v(8) = -20 \text{ m/s}$$

**Resposta:** A posição e a velocidade do corpo no instante  $t = 8 \text{ s}$ , são, 160 m e -20 m/s, respectivamente.

**Nota:** O sinal negativo na velocidade significa que o corpo já está no sentido descendente (a descer).

- e) Para calcular o instante em que o corpo volta a atingir novamente o solo temos que igualar a equação  $y(t)$  a zero. Assim,

$$60t - 5t^2 = 0 \Rightarrow t \cdot (60 - 5t) = 0 \Rightarrow t = 0 \vee (60 - 5t) = 0$$

$$t = 0 \vee t = \frac{60}{5} \Rightarrow t = 0 \text{ s} \vee t = 12 \text{ s}$$

Como pode ver, o tempo para o corpo atingir novamente o solo é de 12 segundos. (o tempo  $t = 0$  s, é no início do movimento).

Para a velocidade do corpo ao atingir novamente o solo temos que substituir o tempo gasto a atingir novamente o solo na equação  $v(t)$ . Assim,

$$v(12) = 60 - 10 \cdot 12 \Rightarrow v(12) = 60 - 120$$

$$\Rightarrow v(12) = -60 \text{ m/s}$$

**Resposta:** O instante e a velocidade do corpo ao atingir novamente o solo são  $t = 12$  s e  $v = -60$  m/s.

**Nota:**

- Como pode observar o corpo atinge novamente o solo com a mesma velocidade de lançamento, porém com sinal contrário, porque este vai a descer (sentidos contrários).
- Também pode ver que o tempo de subida e descida são iguais (6 segundos a subir e 6 segundos a descer. Por isso o tempo para subir e descer é de 12 segundos).

**Ótimo caro aluno, se acerto em todas as questões das actividades de fixação, passe à realização das actividades de avaliação.**



## Avaliação



### Avaliação

**Caro aluno, bem vindo à secção das actividades de avaliação. Agora resolva-as no seu caderno de exercícios e avalie o seu progresso.**

1. Um corpo é atirado verticalmente para cima, a partir do solo com uma velocidade de 40 m/s. Desprezando o atrito do ar, determine:
  - a) As funções horárias do movimento  $[y(t); v(t)]$ .
  - b) O tempo para atingir a altura máxima.
  - c) A altura máxima.
  - d) A posição e velocidade do corpo no instante  $t = 6$  s.
  - e) O instante e a velocidade do corpo ao atingir novamente o solo.
  
2. Larga-se uma pedra do topo de um edifício e esta atinge o solo após 4s. Determine:
  - a) A altura do edifício.
  - b) As equações  $y(t)$  e  $v(t)$ .
  - c) A velocidade da pedra ao atingir o solo.
  
3. De cima de um prédio de 125 metros de altura, largou-se um corpo, o qual cai livremente até chegar ao solo.
  - a) Escreva as equações horárias do movimento.
  - b) O tempo que o corpo gasta a atingir o solo e a sua velocidade.

**Bom aluno, compare as suas soluções com as que se apresentam no fim deste módulo. Se tiver alcançado 100% de acertos passe ao estudo da lição seguinte. Sucessos!**

## Lição 16

### Gráfico da Velocidade em Função do Tempo do Lançamento Vertical

#### Introdução

Caro aluno, você já sabe que a queda livre é um Movimento Uniformemente Variado e que as equações do movimento são semelhantes às do Movimento Rectilíneo Uniformemente Variado, sendo apenas necessário substituir a letra “a” por “g” e “x” por “y”.

Agora vamos usar a mesma semelhança para construir os gráficos.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:

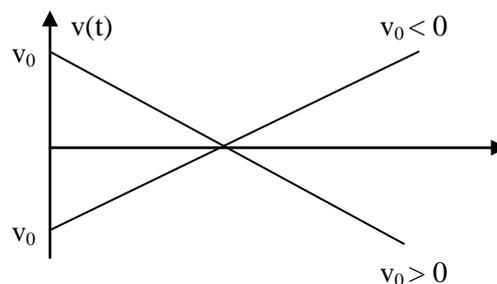


#### Objectivos

- Construir os gráficos do lançamento vertical dos corpos.
- *Interpretar* o gráfico da velocidade em função do tempo do lançamento vertical.

#### Gráfico $v(t)$ Para um Lançamento Vertical

No Movimento Rectilíneo Uniformemente Variado, o gráfico da velocidade em função do tempo é uma linha recta crescente se a velocidade inicial é positiva, decrescente se a velocidade inicial é negativa e horizontal se a velocidade é nula.





**Caro aluno, já terminou o estudo do texto desta. Agora faça um pequeno resumo do que acabou de aprender e compare-o ao que se apresenta a seguir.**

---

## Resumo da lição



### Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- O gráfico da velocidade em função do tempo é uma linha recta crescente se a velocidade inicial é positiva,
- O gráfico da velocidade em função do tempo é uma linha recta decrescente se a velocidade inicial é negativa, e,
- O gráfico da velocidade em função do tempo é uma linha recta horizontal se a velocidade é nula.

**Certamente você elaborou um resumo que condiz com o que lhe é apresentado nesta secção. Agora passe à realização das actividades de fixação.**

## Actividades de Fixação



### Actividades

**Amigo, bem vindo secção das actividades de avaliação. Resolva-as no seu caderno de exercícios e assegure a apreensão da matéria dada nesta lição.**

1. Um corpo é atirado verticalmente para cima, a partir do solo com uma velocidade de 30 m/s. Desprezando o atrito do ar, determine:
  - a) A equação da velocidade em função do tempo  $[v(t)]$ .
  - b) O tempo para atingir a altura máxima.
  - c) Esboçe o gráfico  $v(t)$ .

**Caríssimo aluno, confira as suas repostas com as se apresentam na chave de correcção.**

### Chave de Correcção

- a) Como a aceleração da gravidade é contrária ao movimento do corpo, ela terá sinal negativo. Por isso:

$$v(t) = 30 - 10t$$

- b) Já sabe que ao atingir a altura máxima a velocidade do corpo é nula ( $v = 0$ ). Por isso,

$$0 = 30 - 10t \Rightarrow 10t = 30 \Rightarrow t = \frac{30}{10}$$

$$\Rightarrow t = 3 \text{ s}$$

**Resposta:** O tempo para atingir a altura máxima é de 3 s.

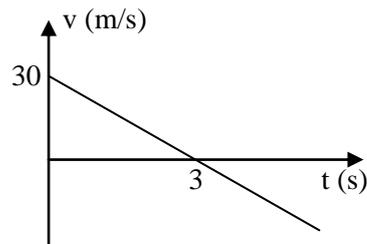
- c) Para esboçar o gráfico devemos ter em conta que a velocidade inicial é de 30 m/s, por isso:

- Para  $t = 0 \text{ s}$ ,  $v = 30 \text{ m/s}$

Por outro lado o corpo atinge a altura máxima após 3 segundos, pelo que a velocidade se torna nula após esse tempo. Assim:

- Para  $t = 3 \text{ s}$ ,  $v = 0 \text{ m/s}$

Então, podemos agora marcar esses pontos e esboçar o gráfico, veja em seguida.



De certeza o caro estudante acertou em todas as questões das actividades de fixação. Então passe à realização das actividades de avaliação. Caso não, reestude o texto, o resumo e refaça todas as actividades desta lição.

## Avaliação



### Avaliação

Resolva no seu caderno as actividades de avaliação propostas nesta secção e avalie, você mesmo o seu nível de compreensão da matéria tratada nesta lição.

Um corpo é atirado verticalmente para cima, a partir do solo com uma velocidade de 50 m/s. Desprezando o atrito do ar, determine:

- A equação da velocidade em função do tempo  $[v(t)]$ .
- O tempo para atingir a altura máxima.
- Esboce o gráfico  $v(t)$ .

**Bom aluno, Compare as suas soluções com as que se apresentam no fim deste módulo. Lembre-se que só pode passar para o estudo da lição seguinte se tiver alcançado 100% de acertos nas actividades de avaliação. Sucessos!**

# Lição 17

---

## Gráfico da Posição em Função do Tempo de um Lançamento Vertical

### Introdução

Caro aluno, bem vindo ao estudo desta lição. Nas lição anterior você aprendeu a construir o gráfico da velocidade em função do tempo para o lançamento vertical.

Nesta lição vai aprender a construir o gráfico da posição em função do tempo.

Preste muita atenção!

Ao concluir esta unidade você será capaz de:

Construir o gráfico da posição em função do tempo

- *Interpretar* o gráfico da posição em função do tempo do lançamento vertical.



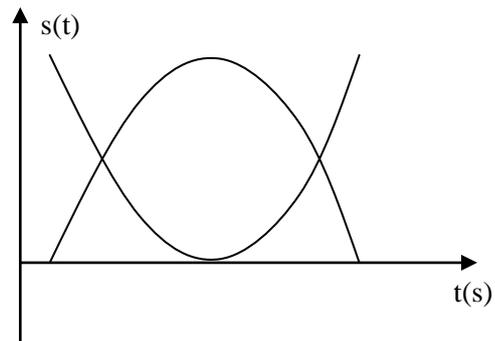
Objectivos

### Gráfico $y(t)$

No Movimento Rectilíneo Uniformemente Variado, o gráfico da posição em função do tempo é o ramo de uma parábola crescente se a velocidade é positiva, decrescente se a velocidade é negativa, com a concavidade voltada para baixo se a aceleração é negativa e com a concavidade voltada para cima se a aceleração é positiva.



Na figura estão representados os gráficos da posição em função do tempo.



**Terminado o estudo do text desta lição, faça um pequeno resumo e compare-o com o que se apresenta a seguir.**

---

## Resumo da lição



### Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- No Movimento Rectilíneo Uniformemente Variado, o gráfico da posição em função do tempo é o ramo de uma parábola crescente se a velocidade é positiva, decrescente se a velocidade é negativa, com a concavidade voltada para baixo se a aceleração é negativa e com a concavidade voltada para cima se a aceleração é positiva.

**Certamente o seu resumo condiz com o que se apresenta nesta secção, então passe à realização das actividades de fixação.**

## Actividades de Fixação



### Actividades

**Caro estudante, realize as actividades de fixação e assegure a compreensão da matéria tratada nesta lição. Bom trabalho!**

1. Larga-se uma pedra do topo de um edifício e esta atinge o solo após 5 s.
  - a) Determine a equação  $y(t)$ .
  - b) Calcule a altura do edifício.
  - c) Representa graficamente  $y(t)$ .

**Credo! O amigo aluno terminou a resolução das actividades de fixação. Agora compare as suas respostas com as que se apresentam na chave de correcção.**

### Resolução:

- a) Para escrever a equação da posição em função do tempo " $y(t)$ ", que a velocidade inicial do corpo é nula e considerando que o referencial " $y$ " está voltado para baixo a posição inicial é nula ( $y_0 = 0$ ) e a aceleração de gravidade é positiva ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).

Como  $y(t) = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$ , então:

$$y(t) = 0 + 0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot 10 t^2$$

$$\Rightarrow y(t) = 5t^2$$

- b) Como o corpo gasta 5 s para atingir o solo, temos que calcular o valor de " $y$ " quando  $t = 5$ , ou seja, calcular  $y(5)$ . Assim,

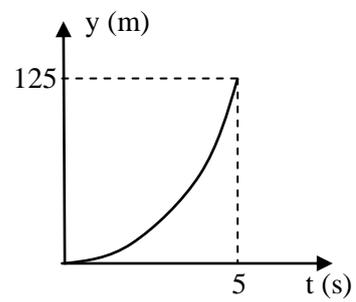
$$y(5) = 5 \cdot 5^2$$

$$\Rightarrow y(5) = 125 \text{ m}$$

Resposta: A altura do prédio é de 125 m.

- c) Para esboçar o gráfico  $y(t)$ , devemos ter em conta que:
  - Para  $t = 0 \text{ s}$ ,  $y = 0 \text{ m}$
  - Para  $t = 5 \text{ s}$ ,  $y = 125 \text{ m}$
  - O gráfico  $y(t)$  é o ramo de uma parábola.

Assim obtemos o gráfico que se segue.



**Ótimo caríssimo aluno, se acertou em 100% na resolução das questões das actividades de avaliação, passe à secção das actividades de avaliação.**

## Actividades de Avaliação



### Avaliação

**Agora resolva no seu caderno as actividades que se propõem a seguir e avalie o seu nível da compreensão da matéria dada nesta lição. Mão na massa!**

1. De cima de um prédio de 125 metros de altura, largou-se um corpo, o qual cai livremente até chegar ao solo.
  - a) Escreva a equação  $y(t)$ .
  - b) Calcule o tempo que o corpo gasta a atingir o solo.
  - c) Esboce o gráfico  $y(t)$ .
  
2. Larga-se uma pedra do topo de um edifício e esta atinge o solo após 6 s.
  - a) Determine as equações  $y(t)$  e  $v(t)$ .
  - b) Calcule a velocidade da pedra ao atingir o solo.
  - c) Calcule a altura do edifício.
  - d) Represente graficamente  $v(t)$  e  $y(t)$ .

**Isso mesmo estimado aluno, compare as suas soluções com aquelas que se apresentam no fim deste módulo. Se tiver acertado em 100% passe ao estudo da lição seguinte. Caso não reestude o texto, o resumo e faça as todas as actividades desta lição.**

**Sucessos!**



# Lição 18

## Lançamento Horizontal

### Introdução

O facto de durante o movimento de um corpo arremessado para o ar estar apenas sob a acção da força de gravidade, se desprezarmos a força de atrito do ar, intrigou bastante os cientistas, pois achavam que lançarmos de uma determinada altura um corpo na direcção horizontal e simultaneamente largarmos outro, eles deveriam chegar em tempos diferentes.

Esta experiência vai servir para iniciarmos com o estudo do lançamento vertical dos corpos.

Ao concluir esta unidade você será capaz de:



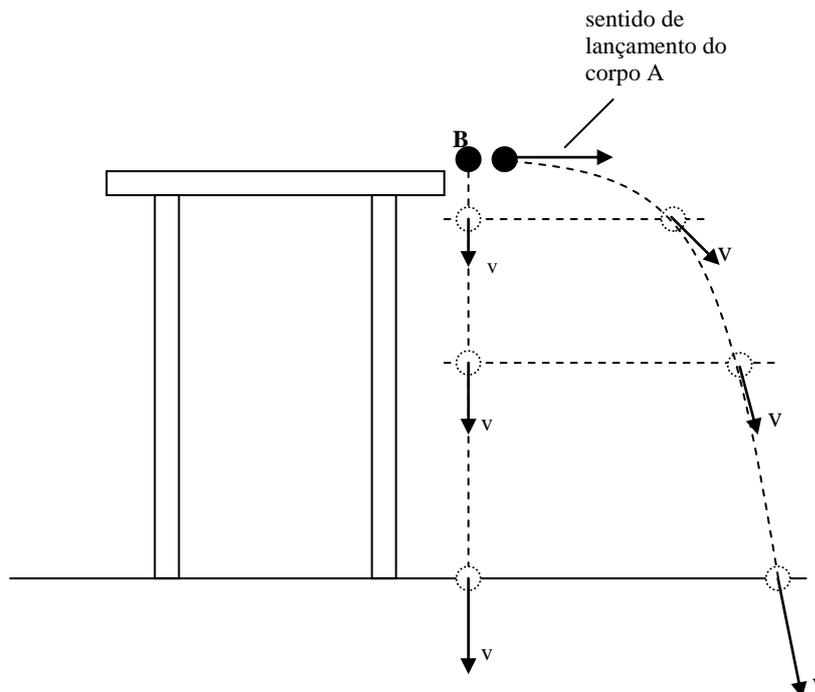
#### Objectivos

- *Aplicar* as equações do movimento do lançamento horizontal na resolução de exercícios concretos.

## Lançamento Horizontal

A figura, mostra uma experiência semelhante à realizada por Galileu no século XVII. Esta interessante e divertida experiência, sempre constituiu grande preocupação para a humanidade durante vários séculos.

Conforme nos referimos, esta experiência intrigou a humanidade durante muitos anos, pois, através de experiências semelhantes à de Galileu era possível observar que, quando se deixasse cair verticalmente um objecto “A” e, no mesmo instante, lançando horizontalmente um outro objecto “B”, ambos chegavam ao solo ao mesmo tempo.



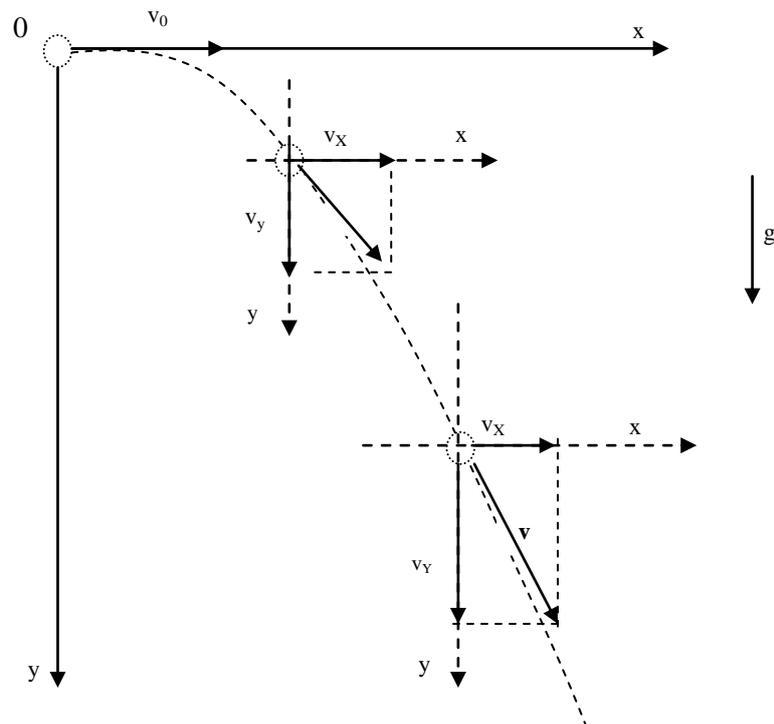
Galileu, realizando várias vezes a experiência, e, tendo reconfirmado que ambos os corpos chegam de facto ao mesmo tempo ao chão, deu, pela primeira vez uma explicação mais exhaustiva à este fenómeno, tendo concluído o seguinte:

- Os Corpos “A” e “B” chegam ao chão ao mesmo tempo porque os dois estão em queda livre.
- O objecto “A” tem apenas a velocidade vertical “ $v_y$ ” porque o seu movimento é apenas vertical. A característica do movimento do objecto “A”, é uniformemente acelerado.
- O objecto “B”, que ao mesmo tempo é lançado na horizontal, além da velocidade vertical “ $v_y$ ” tem também a velocidade horizontal “ $v_x$ ” porque ele está animado, simultaneamente de dois movimentos perpendiculares entre si (um movimento na vertical e outro na horizontal).
- O movimento vertical é uniformemente acelerado (na vertical a aceleração do corpo é constante e igual a aceleração de gravidade) e o movimento horizontal é uniforme (na horizontal a velocidade do corpo não varia, pois não existe uma força e consequentemente também não existe uma aceleração na direcção horizontal).
- O movimento horizontal surge devido ao impulso que se dá ao corpo B no momento do lançamento.



- Para o corpo “B” lançado horizontalmente, a velocidade “ $v_x$ ” na direcção horizontal não tem influência em seu movimento segundo a direcção vertical. Portanto, as velocidades “ $v_y$ ” e “ $v_x$ ” actuam, simultaneamente, sobre o corpo “B”, independentemente uma da outra.
- Como para o corpo “B” “os dois movimentos são independentes um do outro, então, o movimento do corpo “B” pode ser estudado a partir das suas projecções.

Para descrever o movimento de um corpo lançado horizontalmente, é também útil escolher um referencial. Escolhe-se um referencial OX cujo eixo OY tenha o sentido vertical do movimento do corpo, veja a figura.



De acordo com a figura, podemos constatar que:

- A velocidade inicial no sentido vertical é nula porque o corpo foi lançado horizontalmente ( $v_{0y} = 0$ ).
- As componentes da velocidade “ $v$ ” em qualquer ponto da trajectória são:
- $v_{0x} = v_0 = v_x$  e  $v_y$ .

- vector velocidade “v” em cada instante é igual à resultante das velocidades ao longo eixo - x e ao longo do eixo - y.
- A aceleração de gravidade g é positiva no sentido do movimento.
- As posições iniciais  $x_0$  e  $y_0$  é nula ( $x_0 = 0$  e  $y_0 = 0$ ).

### Equações do movimento

Como segundo a horizontal o movimento é uniforme de velocidade  $v_{0x} = v_x$ , e  $x_0 = 0$  então, as equações do movimento na direcção do eixo - x são:

$$\begin{cases} v_x = v_0 \\ x = v_0 \cdot t \end{cases}$$

Como segundo a vertical o movimento é uniformemente acelerado sem velocidade inicial ( $v_{0y} = 0$ ) e  $y_0 = 0$ , as equações do movimento ao longo do eixo - y, são:

$$\begin{cases} v_y = g \cdot t \\ y = \frac{1}{2} g t^2 \end{cases}$$

Como o vector velocidade “v” em cada instante é igual à resultante das velocidades ao longo eixo - x e ao longo do eixo - y, então,

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

Também se pode calcular o ângulo que o vector da velocidade “v”, forma com o eixo horizontal. Da anterior podemos escrever,

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{v_y}{v_x}$$



Também se pode determinar a equação da trajectória  $y(x)$ . Por isso, devemos usar as equações de  $x = v_0 \cdot t$  e  $y = \frac{1}{2}at^2$ . Eliminando “t” nas duas equações obtemos,

$$y(x) = \frac{a}{2v_0^2} x^2$$

**Estimado aluno, você acaba de terminar o estudo do texto desta lição. Agora elabore um pequeno resumo do que aprendeu e compare-o ao que se apresenta a seguir.**

---

## Resumo da lição



### Resumo

Nesta lição você aprendeu que:

- Durante o lançamento horizontal há sobreposição de dois movimentos: O Movimento Uniforme na direcção do horizontal (eixo – OX) e Movimento Uniformemente Acelerado na direcção vertical (eixo – OY).
- As equações horárias do movimento são:

$$\begin{cases} v_x = v_0 \\ x = v_0 \cdot t \end{cases} \text{ e } \begin{cases} v_y = g \cdot t \\ y = \frac{1}{2} g t^2 \end{cases}$$

- Também são válidas as relações:  $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ ,

$$t g \beta = \frac{v_y}{v_x} \text{ e } y(x) = \frac{a}{2v_0^2} x^2$$

**Certamente o seu resumo condiz com o que se apresenta nesta secção, então passe à realização das actividades de fixação.**

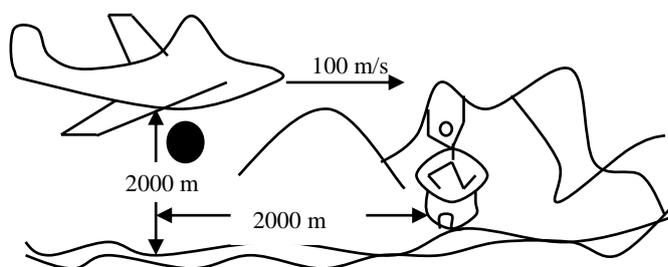
## Actividades



### Actividades

Estimado aluno, resolva no seu caderno de exercícios as actividades de fixação e assegure a sua assimilação da matéria dada nesta lição.

1. Observe o avião voando a uma velocidade de 100 m/s distribuindo sacos de mantimentos e voando a uma altura de 2000 metros. A casa encontra-se a 2000 m da base do avião.



- a) Escreva as equações horárias do movimento.
- b) Quanto tempo o saco gastou no ar?
- c) Calcule o alcance do saco.
- d) O saco atingiu as casas? Justifique a sua resposta.

**Que maravilha, você resolveu todas as questões das actividades de fixação. Agora compare as suas respostas com as que se apresentam na chave de avaliação.**

### Chave de Correção

- a) Para escrever as equações horárias do movimento devemos observar os dados do exercício. Neste caso temos:
  - $v_0 = 100 \text{ m/s}$
  - $g = 10 \text{ m/s}$  (aceleração positiva)

Assim obtemos:

$$\begin{cases} v_x = 100 \\ x = 100t \end{cases} \text{ e } \begin{cases} v_y = 10t \\ y = 5t^2 \end{cases}$$

- b) Para calcular o tempo que o saco gasta no ar devemos saber que quando o saco chega ao solo  $y = 200 \text{ m}$ . Por isso,



$$2000 = 5t^2 \Rightarrow t^2 = \frac{2000}{5} \Rightarrow t = \pm\sqrt{400}$$

$$\Rightarrow t = \pm 20s$$

**Resposta:** O sago gasta 20 s no ar (o tempo nunca é negativo).

- c) O alcance é a distância horizontal que o saco percorre. Por isso temos que substituir o tempo que o saco gasta no ar na equação “x”. Logo,

$$x = 100t \Rightarrow x = 100.20$$

$$\Rightarrow x = 2000 \text{ m}$$

**Resposta:** O alcance do saco é de 2000 m.

- d) O saco atingiu as casas porque o seu alcance é de 2000 m.

**Estimado aluno, se acertou em todas as questões das actividades de fixação passe à realização das actividades de avaliação**

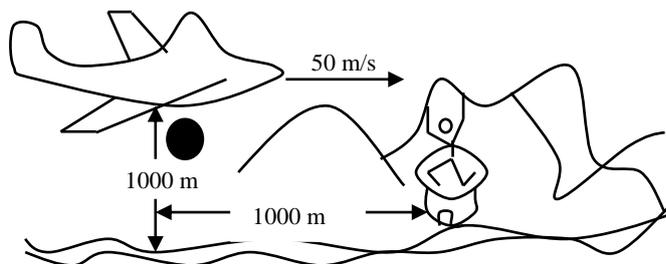
## Avaliação



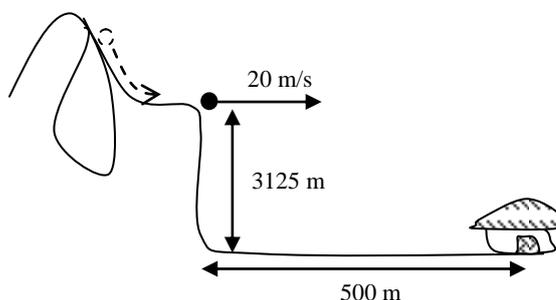
### Avaliação

**Amigo, você terminou com sucesso a realização das actividades de fixação. Agora resolva no seu caderno as actividades de avaliação que se propõem a seguir. Mãos à obra!**

1. Observe o avião voando a uma velocidade de 50 m/s distribuindo sacos de mantimentos e voando a uma altura de 1000 metros. A casa encontra-se a 1000 m da base do avião.



- a) Escreva as equações horárias do movimento.
  - b) Quanto tempo o saco gastou no ar?
  - c) O saco atingiu as casas? Justifique através de cálculo.
2. A figura mostra uma pedra projectada horizontalmente de cima de uma montanha 3125 m de altura com uma velocidade de 20 m/s. A uma distância de 500 m da base da montanha encontra-se uma casa.



- a) Quanto tempo gasta a pedra no ar.
- b) Calcule o alcance da pedra.
- c) A pedra atinge a casa? Justifique a sua resposta.

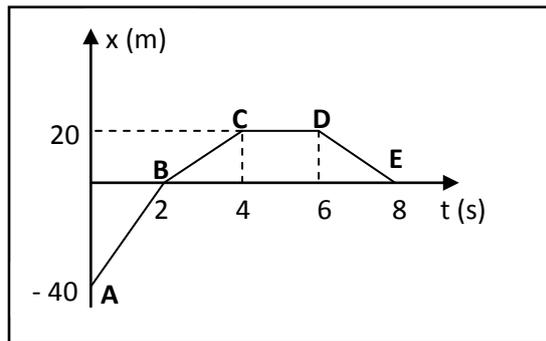
**Agora compare as suas soluções com as que se apresentam no fim do módulo. Lembre-se que só passa a resolução do teste de preparação se tiver acertado em 100% as questões das actividades de avaliação**



**Sucessos!**

**Teste de Preparação de Final de Módulo 1**

1. Observe o gráfico dado.



- Classifique o movimento em cada trecho.
  - Calcule a velocidade em cada trecho.
  - Construa o gráfico da velocidade em função do tempo correspondente.
2. A equação da velocidade em função do tempo para o movimento de um avião é dada pela expressão:  $v(t) = 100 + 80t$  em unidades do SI.
- Qual é a velocidade inicial do avião?
  - Qual é a aceleração do referido avião?
  - Calcule a velocidade do avião após 20 segundos.
  - Construa o gráfico da velocidade em função do tempo.
3. Larga-se uma pedra do topo de um edifício e esta atinge o solo após 5s.
- Determine a equação  $y(t)$ .
  - Calcule a altura do edifício.
  - Representa graficamente  $y(t)$ .
4. Um avião voando a uma velocidade horizontal de 100 m/s distribuindo sacos de mantimentos e voando a uma altura de 2000 metros. A casa encontra-se a 2000 m da base do avião.



- a) Escreva as equações horárias do movimento.
- b) Quanto tempo o saco gastou no ar?
- c) Calcule o alcance do saco.
- d) saco atingiu as casas? Justifique a sua resposta.

# Soluções

## Lição 1

- a) O espaço “S” será igual 35m.

Para calcularmos o deslocamento usamos a fórmula:

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 45 - 10 = 35\text{m}$$

- b) S = 30 m, porque o comprimento do arco é de 30 metros.

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 45 - 10 = 35\text{m}$$

## Lição 2

1. Reduzir 1.5 km para unidades do SI. Sistema Internacional

- a)  $\Delta x_1 = 1.5\text{km} = 1500\text{m}$ ,  $\Delta t = 3 \cdot 60\text{s} + 30\text{s} = 210\text{segundos}$

$$\Delta x_1 = 1.5\text{km} = 1500\text{m}, \Delta t = 3 \cdot 60\text{s} + 30\text{s} = 210\text{segundos}$$

$$V_m = \frac{\Delta X_1}{\Delta t} = \frac{1500\text{m}}{210\text{s}} = 7,14 \text{ m/s}$$

- b)

$$\Delta t = 7 \cdot 60 = 420 \text{ s}, \Delta x_2 = -1500\text{m}$$

$$V_m = \frac{\Delta X_2}{\Delta t} = \frac{-1500\text{m}}{420\text{s}} = -3,57 \text{ m/s}$$

- c)

$$V_{em} = \frac{S_1 + S_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} = \frac{1500 + 1500}{210 + 420} = 4,76 \text{ m/s}$$

Velocidade média

$$V_m = \frac{\Delta X_1 + \Delta X_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} = \frac{1500\text{m} + (-1500\text{m})}{630\text{s}} = 0 \text{ m/s}$$



2. Para resolver este exercício temos que nos recordar que o espaço é sempre positivo e que o deslocamento pode ser positivo, negativo ou mesmo nulo.

a) Espaço percorrido de “A” até “E”

$$S_t = S_{AB} + S_{BC} + S_{CD} + S_{DE}$$

$$S_t = 100 + 150 + 150 + 100$$

$$S_t = 500 \text{ m}$$

Deslocamento, do ponto “A” até “E”

- $\Delta x_{AB} = x_B - x_A = 0 - (-100) = 100 \text{ m}$
- $\Delta x_{BC} = x_C - x_B = 150 - 0 = 150 \text{ m}$
- $\Delta x_{CD} = x_D - x_C = 0 - 150 = -150 \text{ m}$
- $\Delta x_{DE} = x_E - x_D = -100 - 0 = -100 \text{ m}$

$$\Delta x = \Delta x_{AB} + \Delta x_{BC} + \Delta x_{CD} + \Delta x_{DE}$$

$$\Delta x = 100\text{m} + 150\text{m} + (-150\text{m}) + (-100\text{m}) = 0 \text{ m}$$

b)

Cálculo da velocidade média

Dados	Fórmula	Resolução
$\Delta x = 0 \text{ m}$ $\Delta t = 60 \text{ s}$ $v_m = ?$	$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$	$v_m = \frac{0\text{m}}{60}$ $v_m = 0 \text{ m/s}$

**Resposta:** A velocidade média é de 0 m/s.

Cálculo da velocidade escalar média

Dados	Fórmula	Resolução
$S_t = 300 \text{ m}$ $\Delta t = 60 \text{ s}$ $v_{em} = ?$	$v_{em} = \frac{S_t}{\Delta t}$	$v_{em} = \frac{500}{60}$ $v_{em} = 8.3 \text{ m/s}$

**Resposta:** A velocidade escalar média é de 8,3 m/s.

## Lição 3

a) A velocidade no instante  $t=1s$

Dados	Fórmula	Resolução
$x_1 = 1,75 \text{ m}$ $t_1 = 0,5 \text{ s}$ $x_2 = 0,5 \text{ m}$ $t_2 = 1,25 \text{ s}$ $v = ?$	$v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$	$v = \frac{0,5 - 1,75}{1,25 - 0,5}$ $v = -1,67 \text{ m/s}$

**Resposta:** A velocidade no instante  $t=1s$  é igual a  $-1,67\text{m/s}$

b) A velocidade no instante  $t=2s$

Dados	Fórmula	Resolução
$x_1 = 0 \text{ m}$ $t_1 = 1 \text{ s}$ $x_2 = 0 \text{ m}$ $t_2 = 3 \text{ s}$ $v = ?$	$v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$	$v = \frac{0 - 0}{3 - 1}$ $v = 0 \text{ m/s}$

**Resposta:** A velocidade no instante  $t=2s$  é igual a  $0 \text{ m/s}$

c) A velocidade no instante  $t=3s$

Dados	Fórmula	Resolução
$x_1 = 0,25 \text{ m}$ $t_1 = 2,75 \text{ s}$ $x_2 = 2 \text{ m}$ $t_2 = 3,5 \text{ s}$ $v = ?$	$v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$	$v = \frac{2 - 0,25}{3,5 - 2,75}$ $v = 2,33 \text{ m/s}$

**Resposta:** A velocidade no instante  $t=3s$  é igual a  $2,33 \text{ m/s}$



## Lição 4

a) Velocidade do comboio do poste “A” até “D”

Dados	Fórmula	Resolução
$X_A = -1800 \text{ m}$ $t_A = 0 \text{ s}$ $X_D = 900 \text{ m}$ $t_D = 90 \text{ s}$ $v = ?$	$v = \frac{X_D - X_A}{t_D - t_A}$	$v = \frac{900 - (-1800)}{90 - 0}$ $v = \frac{2700}{90}$ $v = 30 \text{ m/s}$

**Resposta:** A velocidade do comboio do poste “A” até “D” é de 30 m/s

b) A velocidade do comboio do poste “C” para o poste “F”

Dados	Fórmula	Resolução
$X_C = 0 \text{ m}$ $t_C = 60 \text{ s}$ $x_F = 2700 \text{ m}$ $t_F = 150 \text{ s}$ $v = ?$	$v = \frac{X_F - X_C}{t_F - t_C}$	$v = \frac{2700 - 0}{150 - 60}$ $v = \frac{2700}{90}$ $v = 30 \text{ m/s}$

**Resposta:** A velocidade do comboio do poste “C” até “F” é de 30 m/s

c) A velocidade do comboio durante todo o percurso, do poste “A” para o poste “F”

Dados	Fórmula	Resolução
$X_A = -1800 \text{ m}$ $t_A = 0 \text{ s}$ $x_F = 2700 \text{ m}$ $t_F = 150 \text{ s}$	$v = \frac{X_F - X_A}{t_F - t_A}$	$v = \frac{2700 - (-1800)}{150 - 0}$ $v = \frac{4500}{150}$ $v = 30 \text{ m/s}$

$v = ?$		
---------	--	--

**Resposta:** A velocidade do comboio do poste “C” até “F” é de 30 m/s

d) O movimento do barco é rectilíneo e uniforme. Porque a velocidade é constante e a trajectória é uma linha recta.

e)

Dados	Fórmula	Resolução
$x_A = -18000 \text{ m}$	$\Delta x = x_F - x_A$	$\Delta x = 2700 - (-1800)$ $\Delta x = 4500 \text{ m}$
$x_F = 2700 \text{ m}$		
$\Delta x = ?$		

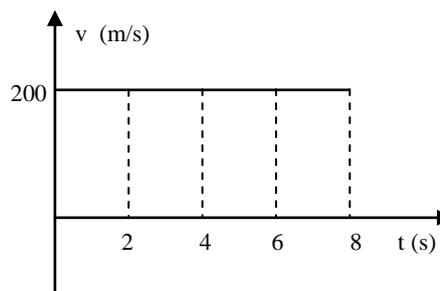
**Resposta:** O deslocamento do barco é de 4500 m.

## Lição 5

a)

<b>t (s)</b>	0	2	4	6	8
<b>x (m)</b>	-4000	0	4000	8000	<b>1200</b>
<b>v (m/s)</b>	200	200	<b>200</b>	200	<b>200</b>

a)





## Lição 6

1.

- a) Os dois movimentos são uniformes, porque têm velocidades constantes, onde  $v_A = 10 \text{ m/s}$  e  $v_B = 5 \text{ m/s}$ .
- b) Instante de encontro das duas partículas:

$$x_A(t) = 20 - 10t ; x_B(t) = -10 - 5t$$

$$x_A(t) = x_B(t)$$

$$20 - 10t = -10 - 5t$$

$$-10t + 5t = -10 - 20$$

$$-5t = -30$$

$$t = -30/-5$$

$$t = 6\text{s}$$

**Resposta:** As duas partículas encontram-se no instante  $t=6\text{s}$

$$x_A(t) = 20 - 10t$$

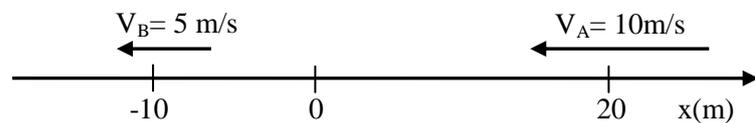
$$x_A(t=6) = 20 - 10 \cdot 6$$

$$x_A(t=6) = -40 \text{ m}$$

**NB: Poder-se-á usar a equação da partícula "B" substituindo  $t=6\text{s}$**

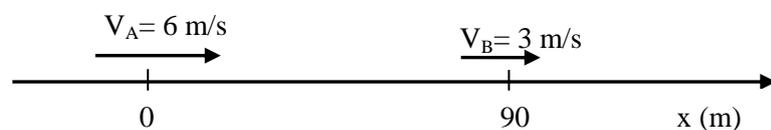
**Resposta:** As duas partículas encontram-se na posição  $x = -40 \text{ m}$ .

c)



2. Sistema de referencia da posição inicial dos corpos "A" e "B"

a)



b) Equação de posição em função do tempo:

$$\text{Corpo "A": } \mathbf{X_A(t) = x_0 + v \cdot t} \quad x_A(t) = 6 \cdot t$$

$$\text{Corpo "B": } \mathbf{X_B(t) = x_0 + v \cdot t} \quad x_B(t) = 90 + 3 \cdot t$$

c) Posição em que o "A" alcança "B"

$$\mathbf{X_A(t) = X_B(t)}$$

$$6 \cdot t = 90 + 3 \cdot t$$

$$6 \cdot t - 3 \cdot t = 90$$

$$3 \cdot t = 90$$

$$t = 30 \text{ s}$$

**Resposta:** O corpo "A" alcança o "B" no instante  $t=30$  s

$$\mathbf{X_A(t) = 6 \cdot t}$$

$$X_A(t=30) = 6 \cdot 30 = 180 \text{ m}$$

**Resposta:** O corpo "A" alcança o "B" na posição  $x = 180$  m.

3. Supondo que os dois corpos caminham em sentidos contrários e na mesma direcção.

- Uma das velocidades a que tiver um sentido contrário do referencial deverá ser **negativa**, para este exemplo consideramos o sentido do corpo "B" oposto ao referencial; assim:

$$X_A(t) = 6 \cdot t$$

$$X_B(t) = 90 - 3 \cdot t$$

$$\mathbf{X_A(t) = X_B(t)}$$

$$6 \cdot t = 90 - 3 \cdot t$$

$$9 \cdot t = 90$$

$$t = 10 \text{ s}$$

**Resposta:** Os dois indivíduos encontram-se no instante  $t = 10$  s.

A Posição de encontro

$$x_A(t) = 6 \cdot t$$



$$x_A(t=10) = 6 \cdot 10$$

$$x_A(t=10) = 60 \text{ m}$$

**Resposta:** Os dois indivíduos encontram-se na posição  $x = 60 \text{ m}$ .

## Lição 7

1.

a) **S**

**AB**-M.R.U., progressivo porque o gráfico é crescente

**BC**- Ocorpo está em repouso, pois, o gráfico é horizontal

**CD** – M.R.U., regressivo, porque o gráfico é decrescente

b) A velocidade em cada trecho

TRECHO -**AB**

DADOS	FÓRMULA	Resolução	
$x_A = 0 \text{ m}$	$v = \frac{x_B - x_A}{t_B - t_A}$	$v = \frac{30 - 0}{10 - 0}$	
$t_A = 0 \text{ s}$			
$x_B = 30 \text{ m}$			$v = \frac{30}{10}$
$t_B = 10 \text{ s}$			$v = 3 \text{ m/s}$

**Resposta:** A velocidade no trecho AB é  $v = 3 \text{ m/s}$ .

TRECHO -**BC**

DADOS	FÓRMULA	Resolução	
$x_B = 30 \text{ m}$	$v = \frac{x_C - x_B}{t_C - t_B}$	$v = \frac{30 - 30}{30 - 10}$	
$t_B = 10 \text{ s}$			
$x_C = 30 \text{ m}$			$v = \frac{0}{20}$
$t_C = 30 \text{ s}$			$v = 0 \text{ m/s}$

--	--	--

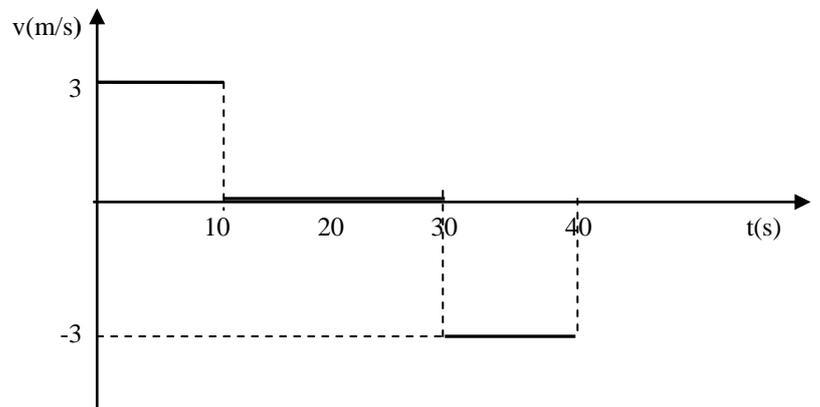
**Resposta:** A velocidade no trecho AB é  $v = 0$  m/s.

**TRECHO -AB**

DADOS	FÓRMULA	Resolução
$X_D = 0$ m	$v = \frac{x_D - x_C}{t_D - t_C}$	$v = \frac{0 - 30}{40 - 30}$
$t_D = 40$ s		
$X_C = 30$ m		
$t_C = 30$ s		
		$v = \frac{-30}{10}$
		$v = -3$ m/s

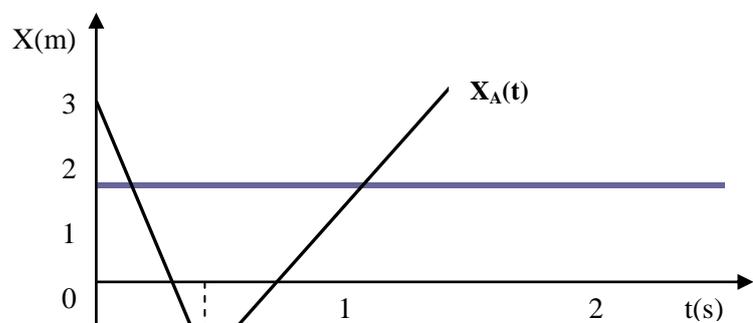
**Resposta:** A velocidade no trecho AB é  $v = 0$  m/s.

c)



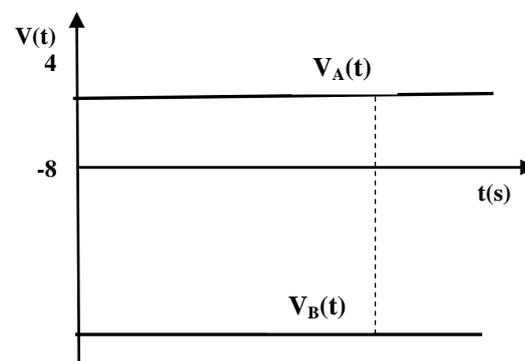
2.

a)





b)



## Lição 8

a) Calcular a aceleração em cada trecho

Trecho **AB**

DADOS	FÓRMULA	Resolução
$V_A=0$ m/s	$a = \frac{V_B - V_A}{t_B - t_A}$	$a = \frac{40 - 0}{4 - 0}$
$t_A=0$ s		$a = \frac{40}{4}$
$V_B=40$ m/s		$a = 10$ m/s <sup>2</sup>
$t_B=4$ s		

**Resposta:** A aceleração no trecho **AB** é de 10 m/s<sup>2</sup>

Trecho **BC**

DADOS	FÓRMULA	Resolução
$V_B=40$ m/s $t_B= 4$ s $V_C=40$ m/s $t_C = 12$ s	$a = \frac{V_C - V_B}{t_C - t_B}$	$a = \frac{40 - 40}{12 - 4}$ $a = \frac{0}{8}$ $a = 0 \text{ m/s}^2$

**Resposta:** A aceleração no trecho **BC** é de  $0 \text{ m/s}^2$ Trecho **CD**

DADOS	FÓRMULA	Resolução
$V_D=0$ m/s $t_D= 16$ s $V_C=40$ m/s $t_C = 12$ s	$a = \frac{V_D - V_C}{t_D - t_C}$	$a = \frac{0 - 40}{16 - 12}$ $a = \frac{-40}{4}$ $a = -10 \text{ m/s}^2$

**Resposta:** A aceleração no trecho **CD** é de  $-10 \text{ m/s}^2$ .

- b) **No trecho AB** o movimento é uniformemente acelerado (M.U.a.) porque a velocidade aumenta ou seja o gráfico é crescente.

**No trecho BC** o movimento é uniforme, porque a velocidade é constante.

**No trecho CD**, o movimento é uniformemente retardado porque a velocidade diminui, ou seja o gráfico é decrescente.

---

## Lição 9

- a) **No trecho AB** o movimento é uniformemente acelerado (M.U.a.) porque a velocidade aumenta.



No trecho BC o movimento é uniforme, porque a velocidade é constante.

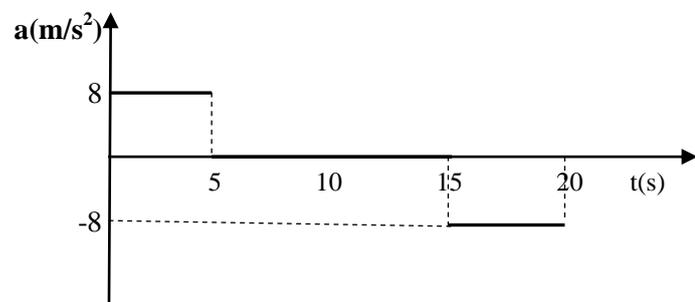
No trecho CD, o movimento é uniformemente retardado porque a velocidade diminui.

b)

$$a = \frac{V_B - V_A}{t_B - t_A} = \frac{40 - 0}{5 - 0} = 8 \text{ m/s}^2$$

$$a = \frac{V_C - V_B}{t_C - t_B} = \frac{40 - 40}{15 - 5} = 0 \text{ m/s}^2 =$$

$$a = \frac{V_D - V_C}{t_D - t_C} = \frac{0 - 40}{20 - 15} = -8 \text{ m/s}^2$$



---

## Lição 10

a)  $v(t) = -20 + 5t$ .

Para determinar a velocidade inicial do carro é necessário comparar a expressão geral da velocidade em função do tempo do movimento retilíneo uniformemente variado,

$v(t) = v_0 + a \cdot t$ , com a expressão específica do movimento do carro, dada neste exercício,

$v(t) = -20 + 5t$ .

Logo  $v_0 = -20 \text{ m/s}$

b) Para determinar a aceleração do carro, procede-se da mesma forma como a alínea anterior.

Desta forma;  $a=5 \text{ m/s}^2$

c) Cálculo da velocidade no instante  $t=4 \text{ s}$

$$v(t=4) = -20 + 5.t = -20 + 5.4 = 0 \text{ m/s}$$

## Lição 11

1.

- Por comparação a velocidade inicial do avião é;  $v_0 = 200 \text{ m/s}$
- A aceleração do referido avião( tamb'em por comparação) é;  $a=100\text{m/s}^2$
- A velocidade do avião após 40 s é:  
 $V(t=40) = 200 + 100.t = 200 + 100.40 = 4200 \text{ m/s}$

2.

- TRECHO **AB** –Movimento retilíneo uniformemente acelerado, M.R.U.a., a velocidade aumenta
  - TRECHO **BC** – Movimento retilíneo uniforme, M.R.U., A velocidade é constante.
- Cálculo da aceleração:
  - TRECHO **AB**

DADOS	FÓRMULA	Resolução
$V_A=20 \text{ m/s}$ $t_A= 0 \text{ s}$ $V_B=40 \text{ m/s}$ $t_B = 4 \text{ s}$	$a = \frac{V_B - V_A}{t_B - t_A}$	$a = \frac{40 - 20}{4 - 0}$ $a = \frac{20}{4}$ $a = 5 \text{ m/s}^2$

**Resposta:** A aceleração da partícula é igual a,  $a= 5 \text{ m/s}^2$

ii. TRECHO **BC**

DADOS	FÓRMULA	Resolução
-------	---------	-----------



$V_B = 40 \text{ m/s}$ $t_B = 4 \text{ s}$ $V_C = 40 \text{ m/s}$ $t_C = 8 \text{ s}$	$a = \frac{V_C - V_B}{t_C - t_B}$	$a = \frac{40 - 40}{8 - 4}$ $a = \frac{0}{4}$ $a = 0 \text{ m/s}^2$
--	-----------------------------------	---

**Resposta:** A aceleração da partícula é igual a,  **$a = 0 \text{ m/s}^2$**

c)  $v(t) = 20 + 5t$

## Lição 12

1. Da equação da posição em função do tempo de um corpo

$$x(t) = -16t + 2t^2, \text{ em unidades no S.I.}$$

- a) A posição inicial é dada pela comparação desta equação com a expressão geral também de posição em função do tempo  $x(t) = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$  então: a posição inicial será:  
 **$x_0 = 0 \text{ m.}$**

- b) A velocidade inicial do corpo é também encontrada por comparação, logo  
 **$V_0 = -16 \text{ m/s.}$**

- c) O mesmo procedimento efectua-se para se determinar a aceleração:

$$2t^2 = \frac{1}{2}at^2$$

$$a = \frac{2 \cdot 2 \cdot t^2}{t^2}$$

$$a = 4 \text{ m/s}^2$$

- d) A equação da velocidade em função do tempo deste movimento é:  
 **$V(t) = v_0 + a \cdot t$  , equação geral do movimento, logo,**  
 $V(t) = -16 + 4 \cdot t$  , equação da velocidade em função do tempo para este movimento.

- e) Cálculo da posição do corpo após 4 s

$$x(t) = -16t + 2t^2$$

$$x(t=4) = -16 + 2 \cdot 4^2 = -16 + 32 = 16 \text{ m},$$

**Resposta:** A posição do corpo após 4s é  $x = 16 \text{ m}$ .

f) Velocidade do corpo no instante  $t=4 \text{ s}$

$V(t=4\text{s}) = -16 + 4 \cdot 4 = 0 \text{ m/s}$ , **Resposta:** A velocidade do corpo no instante  $t=4\text{s}$  é  $v = 0 \text{ m/s}$ .

2. Do gráfico:

a) Cálculo da aceleração

DADOS	FÓRMULA	Resolução
$V_A = 60 \text{ m/s}$ $t_A = 0 \text{ s}$ $V_B = -30 \text{ m/s}$ $t_B = 30 \text{ s}$	$a = \frac{V_B - V_A}{t_B - t_A}$	$a = \frac{-30 - 60}{30 - 0}$ $a = \frac{-90}{30}$ $a = -3 \text{ m/s}^2$

**Resposta:** a aceleração do corpo é  $a = -3 \text{ m/s}^2$ .

b) Equação de velocidade em função do tempo

$$v(t) = v_0 + a \cdot t$$

$$v(t) = 60 - 3 \cdot t,$$

**Resposta:** equação da velocidade em função do tempo para o movimento descrito pelo gráfico.

c) Equação da posição em função do tempo:

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$x(t) = 0 + 60 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot (-3) \cdot t^2$$

$$x(t) = 60 \cdot t - 1,5 \cdot t^2,$$

**Resposta:** Equação da posição em função do tempo para o movimento descrito pelo gráfico.

d) Posição do corpo no instante  $t=40 \text{ s}$

$$x(t) = 60 \cdot t - 1,5 \cdot t^2$$



$$x(t=40) = 60 \cdot 40 - 1.5 \cdot 40^2$$

$$x(t=40) = 0 \text{ m,}$$

**Resposta:** A posição do corpo no instante  $t = 40\text{s}$  é  $x = 0 \text{ m}$ .

---

## Lição 13

Apartir do gráfico, os sinais da velocidade e aceleração são:

	Trecho AB	Trecho BC	Trecho CD
Sinal de “V”	Positiva	Negativa	Negativa
Sinal de “a”	Negativa	Negativa	Positiva

---

## Lição 14

**Resposta:**

- Quando um autocarro move-se com uma velocidade constante, o gráfico de posição em função do tempo é uma linha recta.
- Ao aproximar-se de uma paragem e parar, diminui a sua velocidade até zero, logo o gráfico de posição em função de tempo é uma parábola com concavidade virada para baixo.
- Parar durante algum tempo, significa que o gráfico de posição em função de tempo é uma linha recta horizontal
  - Com base nessa análise o gráfico correcto é “C”

## Lição 15

1.

a) As funções horárias d do movimento são:

Dados	Fórmula	Resolução
$v_0 = 40 \text{ m/s}$	$v(t) = v_0 + vt$	$V(t) = 40 - 10.t$
$y_0 = 0\text{m}$	$y(t) = y_0 + v_0t + \frac{1}{2}gt^2$	$y(t) = y_0 + v_0t - \frac{1}{2}.10.t^2$
$g = 10 \text{ m/s}^2$		$y(t) = 0 + 40.t - \frac{1}{2}.10.t^2$
$v(t) = ?$		$y(t) = 40.t - 5.t^2$
$y(t) = ?$		

**Resposta:** As equações horárias da velocidade e posição em função do tempo do movimento são respectivamente:

$$v(t) = 40 - 10.t \text{ e } y(t) = 40.t - 5.t^2$$

b) O tempo para atingir a altura máxima.  
No ponto mais alto velocidade é nula ( $V = 0 \text{ m/s}$ )

$$v(t) = 40 - 10.t$$

$$0 = 40 - 10.t$$

$t = 40/10 = 4 \text{ s}$  **Resposta:** O tempo para atingir a altura máxima é  $t = 4 \text{ s}$

c) A Altura máxima é aquela que atinge no instante  $t = 4\text{s}$

$$y(t = 4) = 40.t - 5.t^2 = 40.4 - 5.4^2 = 80\text{m}$$

**Resposta:** A altura máxima é  $y_{\text{máx}} = 80 \text{ m}$



d)

i. A posição no instante  $t=6s$ 

$$y(t=6) = 40.t - 5.t^2 = 40.6 - 5.6^2 = 60m$$

**Resposta:** A posição do corpo no instante  $t=6s$  é  $y=60m$

ii. A velocidade no instante  $t=6s$ 

$$v(t) = 40 - 10.t = 40 - 10.6 = -20 \text{ m/s}$$

**Resposta:** A velocidade do corpo no instante  $t=6s$  é  $V=20m/s$ , o sinal representa o sentido do movimento do corpo

e) É considerar que a altura é nula  $y=0m$ 

$$.y(t=6) = 40.t - 5.t^2$$

$$0 = 40.t - 5.t^2$$

$$t(40 - 5t) = 0$$

$$t = 0s \quad \text{ou} \quad t = \frac{40}{5} = 8s$$

**NB-**mas também poder-se-á multiplicar o tempo de subida por dois

**Resposta:** O instante em que o corpo atinge novamente o solo é;  $t=8s$ , pois  $t=0s$  significa que o corpo ainda não havia partido, isto é, iniciado o movimento.

$$v(t=8s) = 40 - 10.t = 40 - 10.8 = -40 \text{ m/s}$$

**Resposta:** A velocidade do corpo ao atingir o solo é de  $v=40m/s$ , o sinal negativo representa o sentido do movimento, isto é, contrário ao sentido do referencial.

2.

a) Em queda livre a velocidade de um corpo é nula, no ponto mais alto, pois ele cai livremente, sob acção exclusiva da gravidade.

$$y(t) = y_0 + v_0t + \frac{1}{2}gt^2$$

$$.y(t) = 0 + 0t + \frac{1}{2}.10.t^2$$

$$.y(t=4) = 5.4^2 = 80m$$

**Resposta:** O edifício tem uma altura igual a;  $y=80m$

b) Equação da posição em função do tempo:

$$y(t) = 0 + 0t + \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$$

$$y(t) = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$$

A equação da velocidade em função do tempo:

$$V(t) = V_0 + g \cdot t$$

$$V(t) = 0 + 10 \cdot t$$

**V(t) = 10.t** , **Resposta:** A equação da velocidade em função do tempo é: **V(t) = 10.t**

c)

$$v(t) = 10 \cdot t$$

$$v(t=4) = 10 \cdot 4 = 40 \text{ m/s}$$

**Resposta:** a velocidade da pedra ao atingir o solo é: **v = 40 m/s**

3.

a) A equação da posição em função do tempo

Dados	Fórmula	Resolução
$v_0 = 0 \text{ m/s}$ $y_0 = 0 \text{ m}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$ $y(t) = ?$	$y(t) = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$	$y(t) = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$  $y(t) = 0 + 0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$  $y(t) = 5 \cdot t^2$

b) O tempo que o corpo gasta para atingir o

$$y(t) = 5 \cdot t^2 \Rightarrow 125 = 5t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{125}{5}} = 5 \text{ s}$$

**Resposta:** O tempo que o corpo gasta para atingir o solo é **t = 5 s**

Dados	Fórmula	Resolução
$v_0 = 0 \text{ m/s}$ $y_0 = 0 \text{ m}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$ $y(t) = ?$	$V(t) = V_0 + g \cdot t$	$V(t) = 0 + 10 \cdot t$ <b>V(t) = 10.t</b> $V(t) = 10 \cdot 5$ $V(t) = 50 \text{ m/s}$



**Resposta:** a velocidade do corpo ao atingir o solo é  $v = 50 \text{ m/s}$ .

---

## Lição 16

a) A equação horária da velocidade é:  $v(t) = 50 - 10t$

b)

$$v(t) = 50 - 10t$$

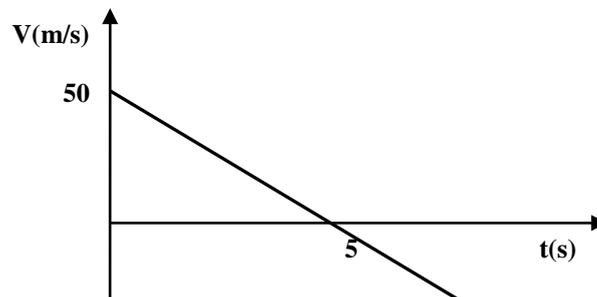
$$\Rightarrow v = 50 - 10t$$

$$\Rightarrow t = \frac{50}{10}$$

$$\Rightarrow t = 5s$$

**Resposta:** O tempo que leva para atingir a altura máxima é  $t = 5 \text{ s}$

c)



---

## Lição 17

1.

a.

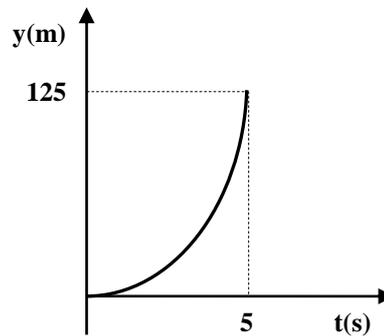
Dados	Fórmula	Resolução
$v_0 = 0 \text{ m/s}$ $y_0 = 0 \text{ m}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$ $y(t) = ?$	$y(t) = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$	$y(t) = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$ $y(t) = 5 \cdot t^2$

**Resposta:** A equação da posição em função do tempo é  $y = 5t^2$ .

Dados	Fórmula	Resolução
$v_0 = 0 \text{ m/s}$ $y_0 = 0 \text{ m}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$ $y(t) = 125$	$y(t) = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$	$y(t) = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$ $y(t) = 5 \cdot t^2$ $125 = 5t^2$ $t = \sqrt{\frac{125}{5}}$ $t = 5 \text{ s}$

**Resposta:** O tempo que gasta para chegar ao solo é  $t = 5 \text{ s}$ .

b.



2.

a.

Dados	Fórmula	Resolução
-------	---------	-----------



$v_0 = 0 \text{ m/s}$ $y_0 = 0\text{m}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$ $v(t) = ?$ $y(t) = ?$	$v(t) = v_0 + vt$ $y(t) = y_0 + v_0t + \frac{1}{2}gt^2$	$V(t) = 10.t$ $y(t) = y_0 + v_0t + \frac{1}{2}.10.t^2$ $y(t) = 0 + 0.t + \frac{1}{2}.10.t^2$ $y(t) = 5.t^2$
--	--	--

**Resposta:** velocidade em função do tempo  $v(t) = 10.t$  e a de posição é

$$y(t) = 5.t^2,$$

b. a velocidade do corpo ao atingir o solo

$$v(t=6) = 10.t = 10.6 = 60 \text{ m/s},$$

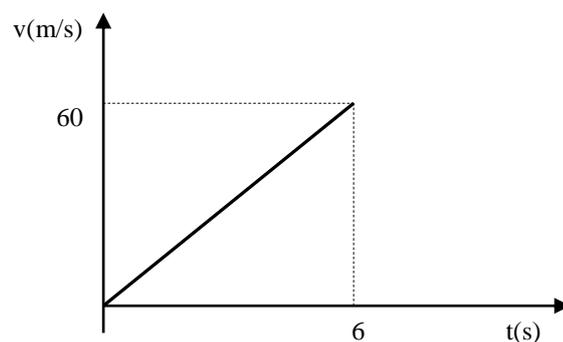
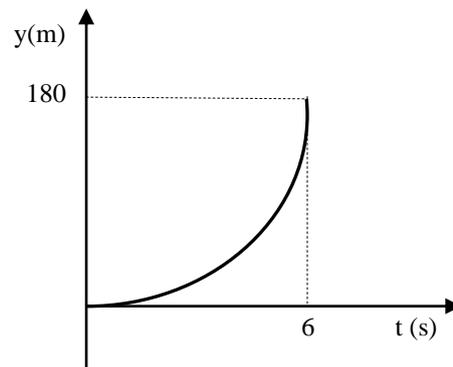
**Resposta:** A velocidade  $v = 60 \text{ m/s}$ .

c. A altura do edifício

$$y(t = 6) = 5.t^2 = 5.6^2 = 180\text{m}$$

**Resposta:** A altura do edifício é  $y=180 \text{ m}$ .

d.



## Lição 18

1.  
a. Equações de velocidade e de posição em função do tempo, respectivas, na direcção vertical

$$\begin{cases} vy = g \cdot t \\ y(t) = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} vy = 10 \cdot t \\ y = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} vy = 10 \cdot t \\ y = 5 \cdot t^2 \end{cases}$$

Equações na direcção horizontal

$$\begin{cases} vx = 50 \\ x = v_x \cdot t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_x = 50 \\ x = 50 \cdot t \end{cases}$$

- b. O tempo que o saco gasta no ar, é durante o percurso, isto é, até atingir o solo,  $y = 1000 \text{ m}$

$$y(t) = 5 \cdot t^2$$

$$\Rightarrow 1000 = 5 \cdot t^2$$

$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{1000}{5}} = 14,1 \text{ s} \quad \text{Resposta: O saco gasta } \mathbf{14,1 \text{ s}}$$

para atingir o solo

- c. Para se saber se o saco chegou na casa, deve-se calcular o tempo que o saco levará percorrer 1000 na direcção horizontal e comparar com o que ele gasta no ar.

$$X = v \cdot t \Rightarrow t = \frac{x}{v} \Rightarrow t = \frac{1000}{50} = 20 \text{ s}$$

**Resposta: O saco não chega na casa.**

$14,1 \text{ s} < 20 \text{ s}$  o que significa que o saco cai antes de alcançar a casa.

2.  
a. Segundo a figura;

$$\begin{aligned} y(t) &= y_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2, \quad y_0 = 0, \quad v_0 = 0 \quad e \quad g \\ &= 10 \text{ m/s} \\ \Rightarrow y(t) &= 5 \cdot t^2 \end{aligned}$$



$$\Rightarrow 3125 = 5 \cdot t^2$$

$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{3125}{5}} = 25 \text{ s}$$

**Resposta:** O corpo gasta **25 s** no ar.

b. Alcance da pedra.

$$X = v_x \cdot t = 20 \cdot 25 = 500 \text{ m}$$

O alcance da pedra é de **X=500 m**

c. A pedra atinge a casa

## Soluções Teste Final de módulo

1.

a)

AB – MRU, com velocidade positiva, porque o gráfico é crescente.

BC – MRU, com velocidade positiva, porque o gráfico é crescente.

CD – O corpo está em repouso porque a velocidade é nula.

DE – MRU, com velocidade negativa, porque o gráfico é decrescente.

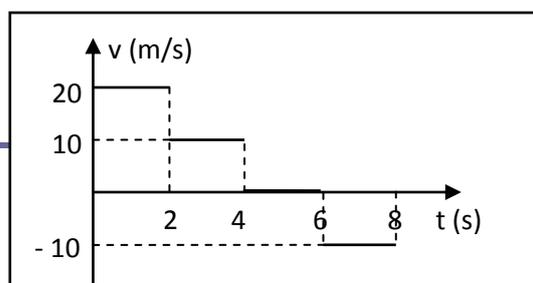
$$v_{AB} = \frac{0 - (-40)}{2 - 0} \Rightarrow v_{AB} = \frac{40}{2} \Rightarrow v_{AB} = 20 \text{ m/s}$$

$$v_{BC} = \frac{20 - 0}{4 - 2} \Rightarrow v_{AB} = \frac{20}{2} \Rightarrow v_{AB} = 10 \text{ m/s}$$

$$v_{CD} = \frac{20 - 20}{6 - 4} \Rightarrow v_{AB} = \frac{0}{2} \Rightarrow v_{AB} = 0 \text{ m/s}$$

$$v_{DE} = \frac{0 - 20}{8 - 6} \Rightarrow v_{AB} = \frac{-20}{2} \Rightarrow v_{AB} = -10 \text{ m/s}$$

b)



2.

a)  $v_0 = 100 \text{ m/s}$ .

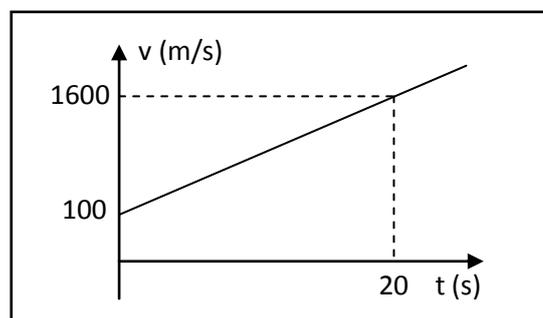
b)  $a = 50 \text{ m/s}^2$ .

c)

$$v(20) = 100 + 80 \cdot 20$$

$$v(20) = 1600 \text{ m/s}$$

d)



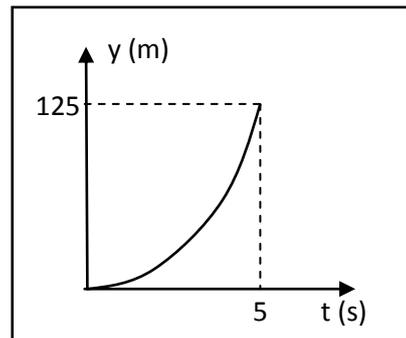
3.

a)  $y(t) = 0 + 0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot 10t^2 \Rightarrow y(t) = 5t^2$

b)  $y(5) = 5 \cdot 5^2 \Rightarrow y(5) = 125 \text{ m}$



c)



4.

$$\text{a) } \begin{cases} v_x = 100 \\ x = 100t \end{cases} \text{ e } \begin{cases} v_y = 10t \\ y = 5t^2 \end{cases}$$

$$\text{b) } 2000 = 5t^2 \Rightarrow t^2 = \frac{2000}{5} \\ \Rightarrow t = \pm\sqrt{400} \Rightarrow t = \pm 20\text{s}$$

$$\text{c) } x = 100t \Rightarrow x = 100 \cdot 20 \Rightarrow x = 2000 \text{ m}$$

d) O saco atingiu as casas porque o seu alcance é de 2000 m.

