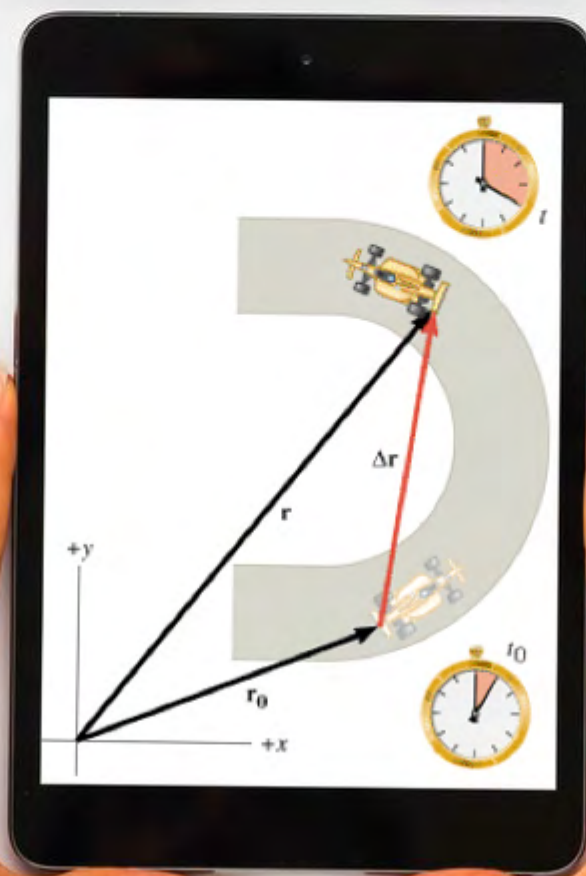
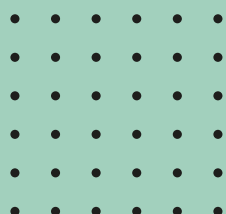
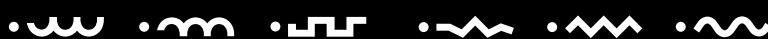


01

JÁ SEI TEMPO, POSIÇÃO E VELOCIDADE



o teu • de partida



Com.s^{go}⁺
ipvc

Cofinanciado por:



Projeto POCH-02-5312-FSE-000043





FICHA TÉCNICA:

Título do ebook: **Já Sei Tempo, Posição e Velocidade**

Autores: Paulo Caldas, Gonçalo Vaz

Editores ebook: Isabel Araújo (coordenadora), Elisabete Cunha

Edição ebook: Unidade de Ensino Digital e a Distância do Instituto Politécnico de Viana do Castelo (UE2D-IPVC)

Capa: Tânia Araújo (UE2D-IPVC)

Paginação: Tânia Araújo (UE2D-IPVC)

Edição ebook: 2023

ISBN e-book: 9978-989-9141-15-5

DOI: 10.57910-ipvc-ese-jgxx-dk44



PREFÁCIO

No âmbito da promoção do sucesso académico e combate ao abandono escolar, surge o projeto Com.Sigo, com o objetivo estimular o desenvolvimento de mecanismos de apoio à integração académica dos novos estudantes e à promoção do seu sucesso. Foram identificadas diversas debilidades que podem ser colmatadas através do projeto Com.Sigo. Neste contexto, foi desenvolvida uma coletânea de e-books, designado “Com.Sigo Já sei ...”, nos quais podes aceder a alguma informação através de vídeos da Khan Academy.

Diversos temas básicos de Física são indispensáveis para a obtenção de sucesso nas unidades curriculares desta área no ensino superior. Tendo em consideração todos aqueles que, por qualquer motivo, não tenham presente alguns desses temas, desenvolveram-se vários e-books, relativos a diferentes temáticas. Assim, este e-book visa nivelar os conhecimentos básicos, que constituem pré-requisitos das unidades curriculares de Física ministradas no ensino superior.

Com.Sigo Já sei **Tempo, Posição e Velocidade** destina-se a todos aqueles que pretendem recordar ou mesmo estudar alguns conceitos de Física.

Será, certamente, um bom auxiliar de estudo!

Quem o utilizar, vai rever muito do que é essencial da temática **Tempo, Posição e Velocidade** e será uma oportunidade para melhor assimilar esta temática.

Ao longo do livro existem alguns vídeos para uma melhor compreensão dos conteúdos.

Aproveita!

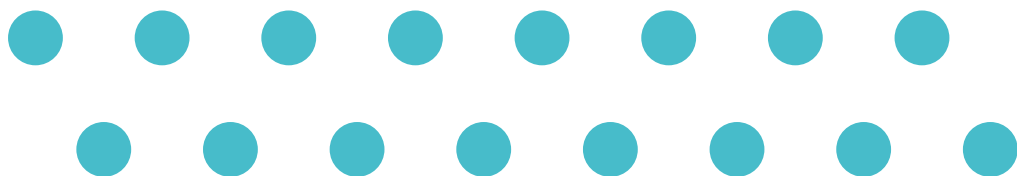
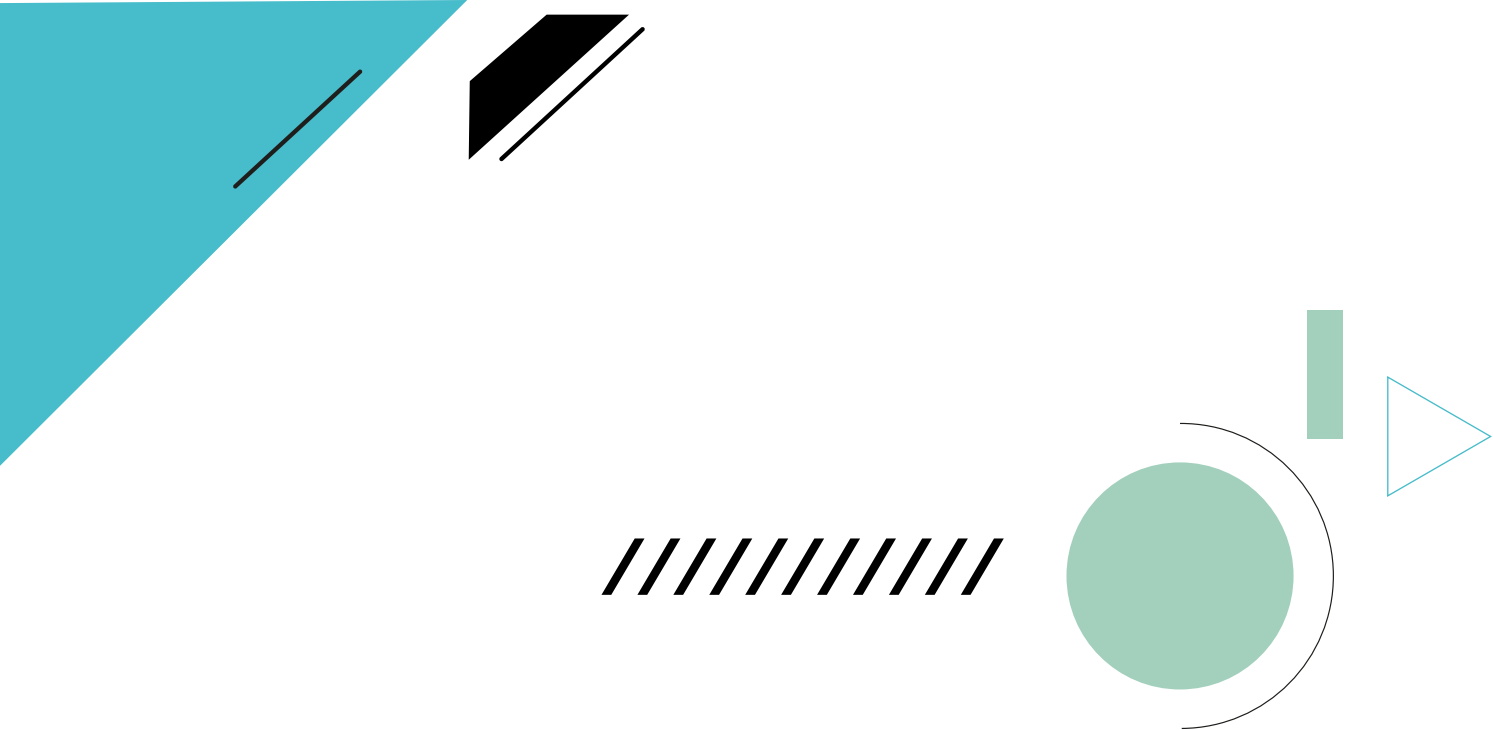
Não avances se não perceberes.

Não te esqueças que é indispensável exercitar.

Segue rumo ao sucesso!

Isabel Araújo





TEMPO, POSIÇÃO E VELOCIDADE

• Introdução	6
• Posição de uma partícula num referencial	8
• Vetor-Posição, Distância Percorrida, Deslocamento e Gráfico Posição-Tempo.	9
• Rapidez média, Velocidade média, Velocidade e Gráfico Velocidade-Tempo	13
• Aceleração média e Aceleração instantânea	19
• Exercícios	23



• Introdução

A Física é a ciência mais fundamental das ciências naturais e o seu foco está na procura das leis básicas que governam o Universo, capazes de auxiliar a compreensão dos fenómenos naturais observados.

O termo “Física” vem do grego *physiké*, que significa natureza. É difícil definir qual o campo de atuação da física, pois a sua aplicação aparece em diferentes campos do conhecimento incluindo aqueles que à primeira vista parecem completamente desconhecidos. Encontramos aplicações da física desde a eletrônica à medicina, a um vasto número de engenharias, não descurando das aplicações correntes do dia-a-dia.

Como ciência, a Física faz uso do método científico. Baseia-se essencialmente na matemática e na lógica quando da formulação de seus conceitos.

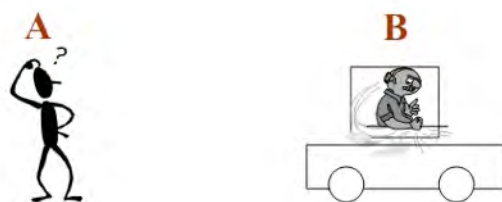
Diversos fenómenos naturais estão relacionados com o movimento dos corpos materiais, sejam eles celestes ou estando à superfície da Terra, pelo que é muito importante aprender os princípios básicos que permitem descrever o movimento de um corpo. A cinemática é o ramo da Física que estuda o movimento dos corpos independentemente da causa que o origina. O estado de movimento ou de repouso de um corpo é sempre descrito em relação a um (uns) objeto(s) de referência a que se associa um sistema de eixos, ou referencial.

Um corpo está em movimento quando, em relação a um referencial, a sua posição varia com o tempo. A posição de um corpo é dada pelas suas coordenadas. De referir que o movimento ou repouso são conceitos relativos pois, estado de repouso ou movimento de um corpo é descrito de modo diferente por observadores em circunstâncias diferentes.

Mas o que é “um corpo em movimento”?



Considere a seguinte figura 1:



O observador A verifica que o carro se afasta dele.

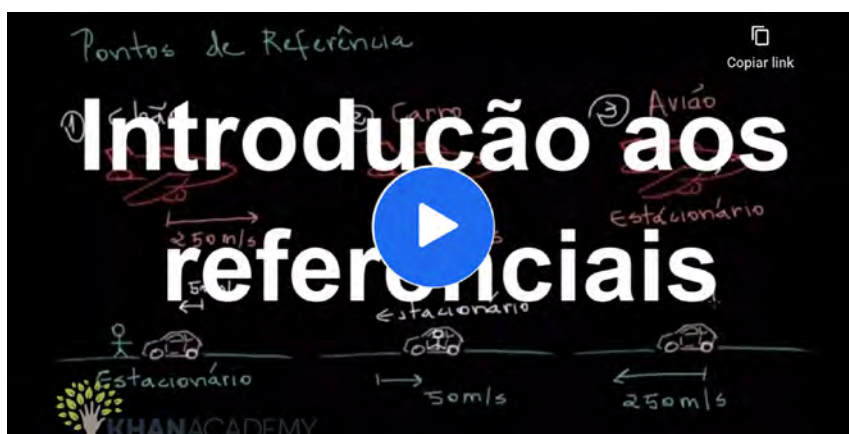
O observador B verifica que o observador A se afasta dele.

Figura 1 - Movimento ou repouso

Na Figura 1 temos duas pessoas, uma pessoa (A) parada e outra pessoa num carro em movimento (B). Para A, a pessoa no carro (B) está em movimento enquanto, para B, o próprio está parado, e quem se afasta é A. Mas então, qual deles é que está correto? A resposta é: os dois.

Neste caso, cada observador utiliza o seu ponto de vista como o seu referencial. Em Física, um referencial é qualquer um, ou mais, objetos que definimos como “fixos”, isto é, cuja posição não varia com o tempo, bem como o sistema de eixos que associamos ao objeto de referência. Voltando ao exemplo anterior, podemos agora ver que, em ambos os casos, o observador que afirma estar em repouso tomou a sua posição como origem do seu referencial, o que faz com que o outro observador seja visto como estando em movimento.

[Khan Academy – Introdução aos referenciais:](#)



Posição de uma partícula num referencial

Em Física, o movimento é quando um ponto material se move num determinado referencial (no nosso caso usamos os referenciais cartesianos) e a sua posição em relação à origem desse referencial varia ao longo do tempo. A posição de um corpo é dada pelas suas coordenadas. A linha definida pelas sucessivas posições ocupadas pela partícula no decorrer do tempo num determinado referencial é a trajetória de um corpo.

Estas podem ser divididas em 2 categorias:

- Trajetória retilínea, onde as posições que o corpo ocupa descrevem uma reta. Nestes casos, para a escolha de um referencial, pode ser apenas utilizado um eixo para definir o movimento, ao qual podemos chamar de movimento unidimensional ou a uma dimensão.
- Trajetória curvilínea, onde as posições que o corpo ocupa descrevem uma curva (circular, parabólica, etc.).



Vetor-Posição, Distância Percorrida, Deslocamento e Gráfico Posição-Tempo

Em primeiro lugar, vamos definir o conceito de posição. No nosso dia-a-dia, estamos habituados a pensar no termo “posição” como um valor escalar, isto é, apenas o valor da posição que um corpo ocupa.

No entanto, para o estudo da Cinemática, é-nos mais conveniente pensar na posição como um vetor, r , que une a origem do referencial escolhido e a coordenada onde o corpo se encontra. Desta forma, a posição passa a ser uma grandeza vetorial, com direção e sentido como mostra a Figura 2, que representa uma trajetória retilínea.

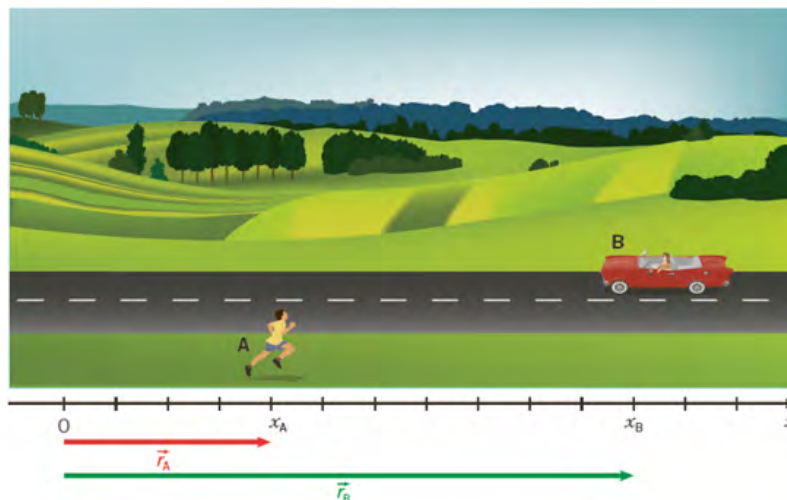
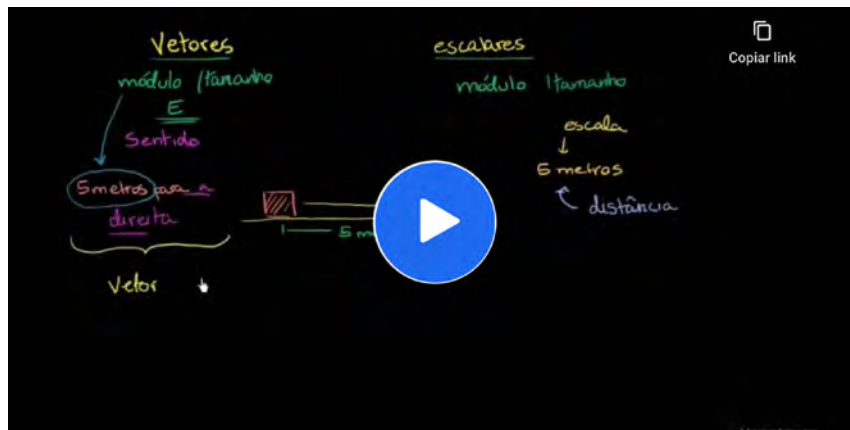


Figura 2 - Vetores posição para os dois corpos A e B.

Khan Academy – Introdução a vetores e escalares:



Em Física é relevante saber a posição assim como a sua variação. O deslocamento é uma grandeza vetorial que caracteriza a variação da posição de uma partícula, num dado intervalo de tempo, com origem na posição inicial e extremidade na posição final.

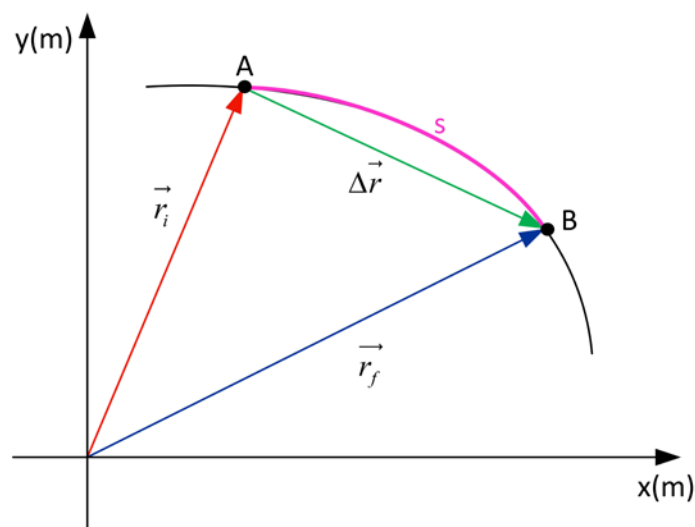


Figura 3 – Vetor Deslocamento

O deslocamento de um objeto é o vetor cujo módulo é a menor distância entre a posição inicial ($\vec{r}_i$) e a posição final ($\vec{r}_f$) do movimento e que aponta no sentido da posição inicial para a posição final, definido por:

$$\Delta r = r_f - r_i \quad (1)$$

O deslocamento tem como unidade SI, o metro e pode-se atribuir o sinal negativo ou positivo, conforme a orientação da trajetória. Assim, o valor do deslocamento, Δr , num dado intervalo tempo, pode ser:

- Positivo – a partícula desloca-se no sentido positivo;
- Negativo – a partícula desloca-se no sentido negativo;
- Nulo – a partícula desloca-se, mas regressa à posição inicial.

Em conclusão: o deslocamento de uma partícula, durante um certo intervalo de tempo, depende apenas das posições final e inicial. A distância percorrida, s , por uma partícula é a medida de todo o percurso efetuado ao longo da trajetória e, por conseguinte, é uma grandeza escalar positiva. O deslocamento diz quanto variou a posição, mas nada informa sobre o percurso efetuado enquanto a distância percorrida sobre a trajetória representa o comprimento real do percurso efetuado (espaço percorrido) ao longo do movimento.

Quando a trajetória é retilínea, é necessário localizar apenas a posição do objeto num referencial unidimensional, onde a posição é dada pela coordenada, x , uma vez definida a origem do referencial, O . O estudo do movimento retilíneo simplifica-se ao fazer coincidir um dos eixos do referencial com a direção do movimento.

Considere-se a seguinte figura:

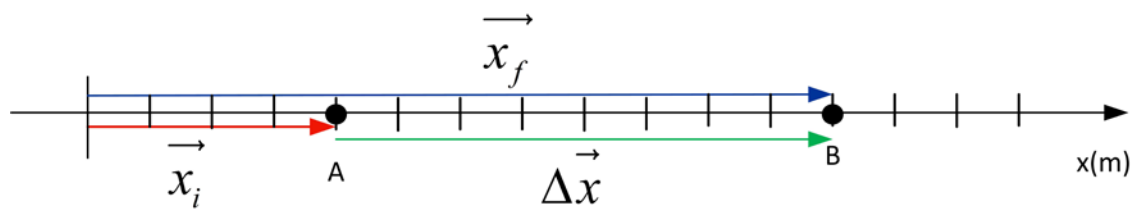
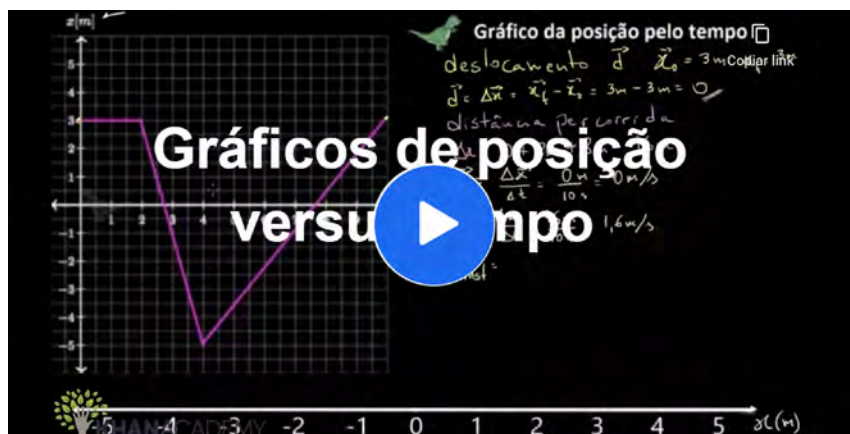


Figura 4 - Movimento retilíneo

Neste caso o deslocamento é definido por:

$$\Delta \vec{x} = \vec{x}_{fi} - \vec{x} \quad (2)$$

Khan Academy – Gráfico de posição vs tempo:



Rapidez Média, Velocidade Média, Velocidade e Gráfico Velocidade-Tempo

Depois de definidos os elementos que caracterizam o movimento de um objeto e as suas diferentes posições, vamos agora abordar a forma como a esse movimento pode variar ao longo do tempo. A rapidez média de um objeto é definida como a distância percorrida por unidade de tempo,

$$r_m = \frac{s}{\Delta t} \quad (3)$$

Onde s representa a distância percorrida no intervalo de tempo em análise (ver Figura 3). Esta grandeza não revela qualquer informação sobre a direção e sentido.

A velocidade média de um objeto é dada pela razão entre o deslocamento e o intervalo de tempo correspondente:

$$\frac{\vec{r}}{v} = \frac{\vec{r}_f - \vec{r}_i}{t_f - t_i} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \quad (4)$$

O vetor velocidade média tem como unidades SI, metro por segundo, m/s, e tem a mesma direção, sentido e ponto de aplicação que o vetor deslocamento, $\Delta \vec{r}$.

A velocidade média pode então ser positiva (+) ou negativa (-). Os sinais indicam se o sentido do movimento, relativamente à origem, O , é positivo ou negativo.

A direção da velocidade é a da tangente à trajetória em cada ponto e tem sempre o sentido do movimento e direção do deslocamento e o seu módulo nem sempre tem o mesmo valor numérico

que a rapidez.

A diferença entre a rapidez média e a velocidade média torna-se evidente quando se determina a velocidade média numa volta completa. No sentido de melhor se compreender este conceito, considere-se a seguinte tabela onde estão representados os tempos de recorde do Circuito do Estoril, com um comprimento da pista de 4,182 km da prova MotoGP.

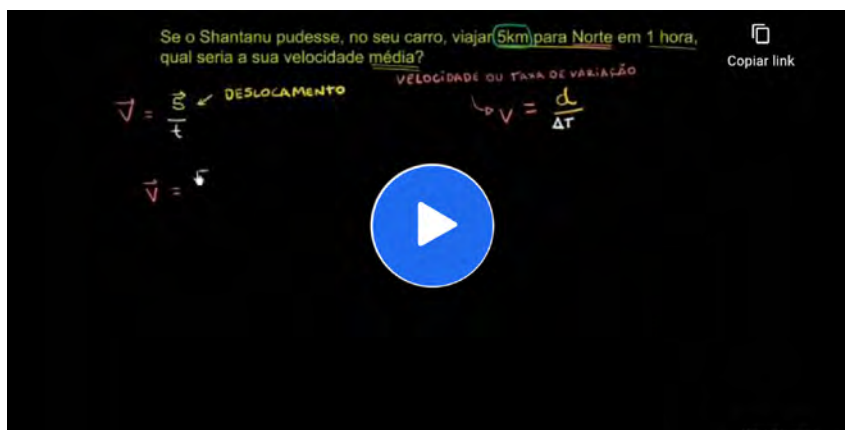
Recorde	Época	Motociclista	Marca	Tempo	Rapidez Média
Volta mais rápida	2008	Jorge LORENZO (SPA)	Yamaha	1'35.715	157,291 km/h
Recorde de Circuito	2012	Jorge LORENZO (SPA)	Yamaha	1'36.909	155,353 km/h
Melhor pole	2008	Jorge LORENZO (SPA)	Yamaha	1'35.715	157,291 km/h

Tabela 1 - Tabela de tempos do prémio MOTO GP no Estoril

Os valores indicados na última coluna da tabela informam sobre a rapidez média a que foi realizada a volta mais rápida do circuito e não sobre a velocidade média. No intervalo de tempo de realização de uma volta completa, a velocidade média é nula, pois durante esse intervalo de tempo o corpo não variou a posição.

Como curiosidade, O “velocímetro” dos carros é, na realidade, um “rapidómetro”, pois mede a distância que os pneus giram num curto espaço de tempo.

[Khan Academy -Calculando a velocidade média escalar ou vetorial:](#)



No entanto, os valores de rapidez média e velocidade média pouco nos dizem sobre o que aconteceu “durante” o movimento, já que ambas só analisam a variação de posição/deslocamento entre as posições iniciais e finais.

Uma informação mais detalhada pode ser obtida calculando a velocidade média em intervalos de tempo menores. Assim, para se conhecer completamente o modo como o objeto se movimenta, precisamos de saber a velocidade do mesmo em cada instante.

A velocidade instantânea $\vec{v}$ indica a rapidez, a direção e o sentido do movimento de um objeto em cada instante. O módulo do vetor velocidade instantânea é chamado rapidez instantânea e é o número (com as respetivas unidades) indicado pelos velocímetros.

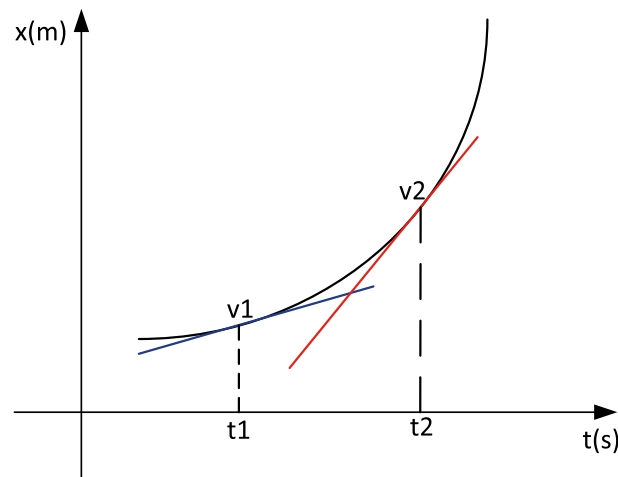


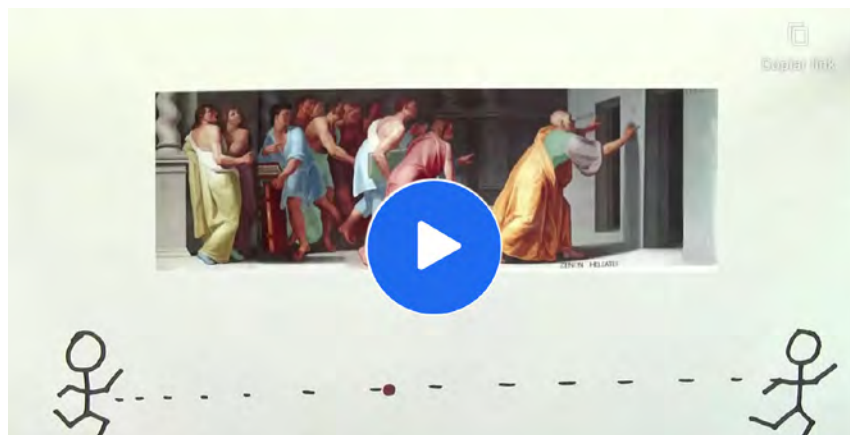
Figura 5 - Definição de velocidade instantânea.

Então, a velocidade instantânea é o valor limite da velocidade média, quando o intervalo de tempo se torna muito pequeno, que corresponde, em termos matemática, à derivada da posição em relação ao tempo:

$$\vec{v} = \lim_{\delta t \rightarrow 0} \vec{v} = \lim_{\delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{d\vec{x}}{dt} \quad (5)$$

Na realidade esta derivada corresponde ao declive da reta tangente num dado instante, que é única para esse instante. A velocidade instantânea $\vec{v}$ indica a rapidez, a direção e o sentido do movimento de um objeto em cada instante. Quando a velocidade ($\vec{v}$) é constante, num dado intervalo de tempo, então, o movimento é obrigatoriamente retilíneo e a velocidade (é igual à velocidade média ($\vec{v}$), nesse intervalo de tempo.

Khan Academy - Velocidade escalar instantânea e velocidade vetorial instantânea:



Outra forma de obter o valor da velocidade é calcular o declive no gráfico da posição-tempo. A representação gráfica da posição do corpo em função do tempo, gráfico posição-tempo, $x=x(t)$, permite descrever o seu movimento e determinar o valor da sua velocidade num dado instante, como referido anteriormente. Para determinar o valor da velocidade num dado instante, calcule-se o declive da reta tangente ao ponto correspondente a esse instante. A Figura 7 seguinte mostra a função $x=x(t)$, referente ao movimento de uma partícula que descreve uma trajetória retilínea.

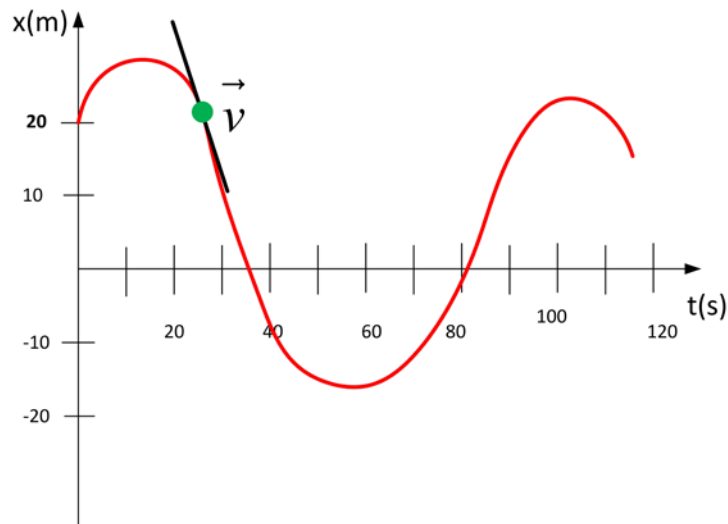


Figura 6 - Cálculo da velocidade como o declive num gráfico posição-tempo.

A descrição do movimento retilíneo de um corpo, pode também ser feita a partir da representação gráfica do valor da velocidade em função do tempo, gráfico velocidade-tempo, $v=v(t)$. Este gráfico permite, ainda, determinar o valor do deslocamento do corpo num dado intervalo de tempo. Para determinar o valor do deslocamento, num dado intervalo de tempo, calcula-se a área sob a linha do gráfico, atribuindo-se sinal positivo ou negativo quando o corpo se desloca, respetivamente, no sentido positivo ou negativo da trajetória. A figura 8 mostra a função $v=v(t)$, referente a um corpo que descreve uma trajetória retilínea

Caso se construa o gráfico de velocidade-tempo de um movimento retilíneo, deve ter-se em consideração que:

- O sentido do deslocamento é o mesmo que o sinal da velocidade, isto é, caso a velocidade seja positiva, o corpo desloca-se no sentido positivo, e vice-versa.
- É possível calcular o valor do deslocamento a partir deste gráfico. Para isso, basta apenas calcular todas as áreas delimitadas pelo gráfico, tendo em atenção que as áreas abaixo do eixo de tempo são consideradas como deslocamento no sentido negativo.
- De forma semelhante, o percurso percorrido pode ser calculado fazendo a soma em módulo de todas as áreas delimitadas pela curva.

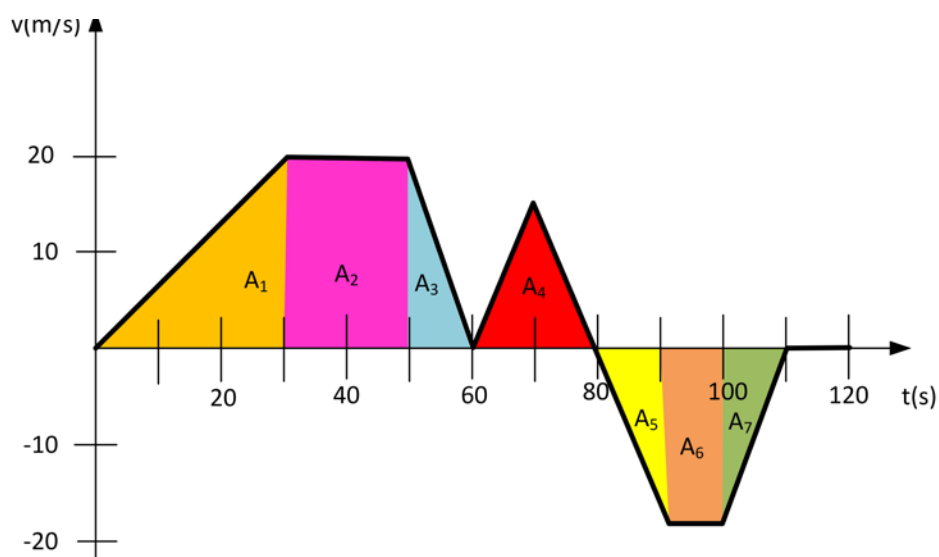


Figura 7 - Gráfico da velocidade em função do tempo com as áreas numeradas.

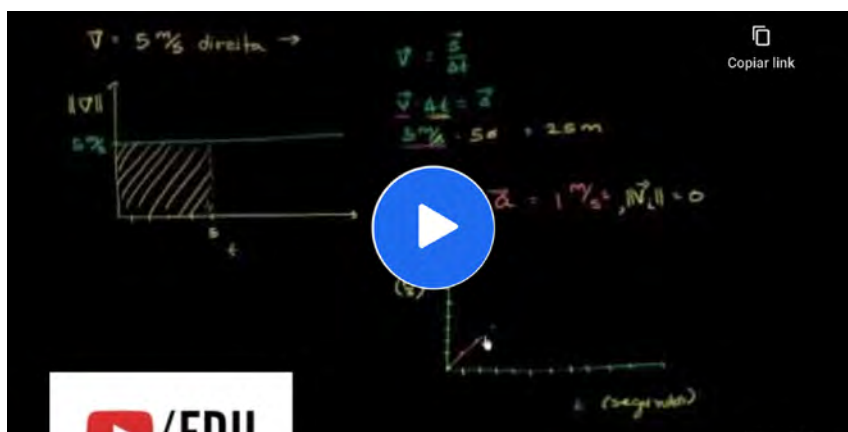
Para este exemplo, a distância percorrida é dada como:

$$s = |A_1| + |A_2| + |A_3| + |A_4| + |A_5| \quad (6)$$

enquanto o deslocamento é dado como:

$$\Delta x = A_1 + A_2 + A_3 - A_4 + A_5 \quad (7)$$

Khan academy - O porquê da distância ser a área sob a reta do gráfico velocidade vetorial x tempo:



Aceleração Média e Aceleração Instantânea

A intensidade da velocidade pode variar com o tempo. A grandeza que indica como varia a velocidade com o tempo designa-se por aceleração. É comum ouvirem-se expressões como o «carro está a acelerar» ou «o carro está a desacelerar», consoante o valor indicado no velocímetro para a componente escalar da velocidade aumente ou diminua, respetivamente. Esta informação, ainda que útil, não esclarece acerca das alterações verificadas na direção do movimento, o que é igualmente importante. Sendo a velocidade uma grandeza vetorial, então, é de esperar que a grandeza que caracteriza a sua variação seja também vetorial.

A aceleração média, $\vec{a}_m$, é uma grandeza vetorial dada pelo quociente entre a variação da velocidade e o intervalo de tempo em que ocorreu essa variação de velocidade, e tem a mesma direção e sentido da variação de velocidade:

$$\vec{a}_m = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad (8)$$

A aceleração média tem como unidades SI o metro por segundo quadrado, m/s^2 , e tem a mesma direção e sentido que a variação da velocidade.

No entanto, tal como a velocidade média, a aceleração média não nos dá nenhuma informação sobre o que acontece durante o movimento. Para isso, temos de tomar intervalos de tempo cada vez mais curtos, até obtermos a aceleração instantânea ou aceleração:

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \vec{a}_m = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\delta \vec{v}}{\delta t} \quad (9)$$

Em geral, a aceleração varia com o movimento, ou seja, não é constante ao longo do tempo. No entanto, considerar que uma partícula ou corpo tem uma aceleração constante é uma boa aproximação.

Tal como a componente escalar da velocidade pode ser determinada conhecendo a forma como a componente escalar da posição varia no tempo, também a componente escalar da aceleração pode ser calculada a partir do gráfico velocidade-tempo no movimento retilíneo.

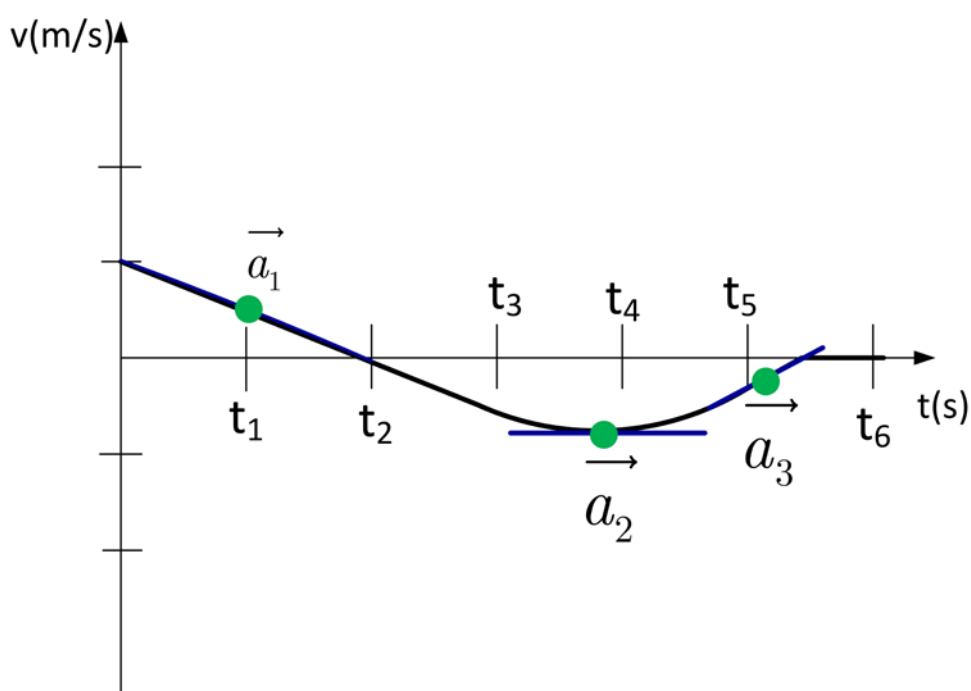


Figura 8 - Gráfico velocidade tempo



No gráfico velocidade-tempo da Figura 9 indicam-se para um dado movimento retilíneo as retas tangentes

Para cada gráfico velocidade-tempo existe o gráfico aceleração-tempo correspondente. A título ilustrativo, conforme Figura 10, tomando o intervalo de tempo de 0 a t_2 , como o declive é constante no gráfico velocidade-tempo, o seu valor mantém-se igual no gráfico aceleração-tempo.

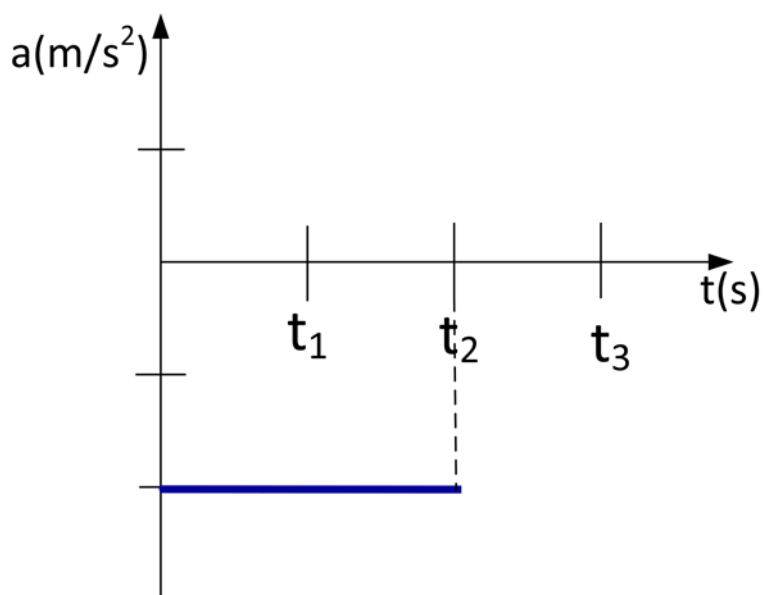


Figura 9 - Gráfico velocidade-tempo e aceleração-tempo

Para movimentos unidimensionais, um objeto que tenha uma aceleração constante é um objeto que possui um movimento retilíneo uniformemente variado (m.r.u.v), sendo que estes podem ser divididos em dois grupos: movimento retilíneo uniformemente acelerado (m.r.u.a), e movimento retilíneo uniformemente retardado (m.r.u.r). A diferença entre os dois depende da relação entre as direções e sentidos da velocidade e da aceleração. Os diferentes movimentos estão resumidos no quadro seguinte.

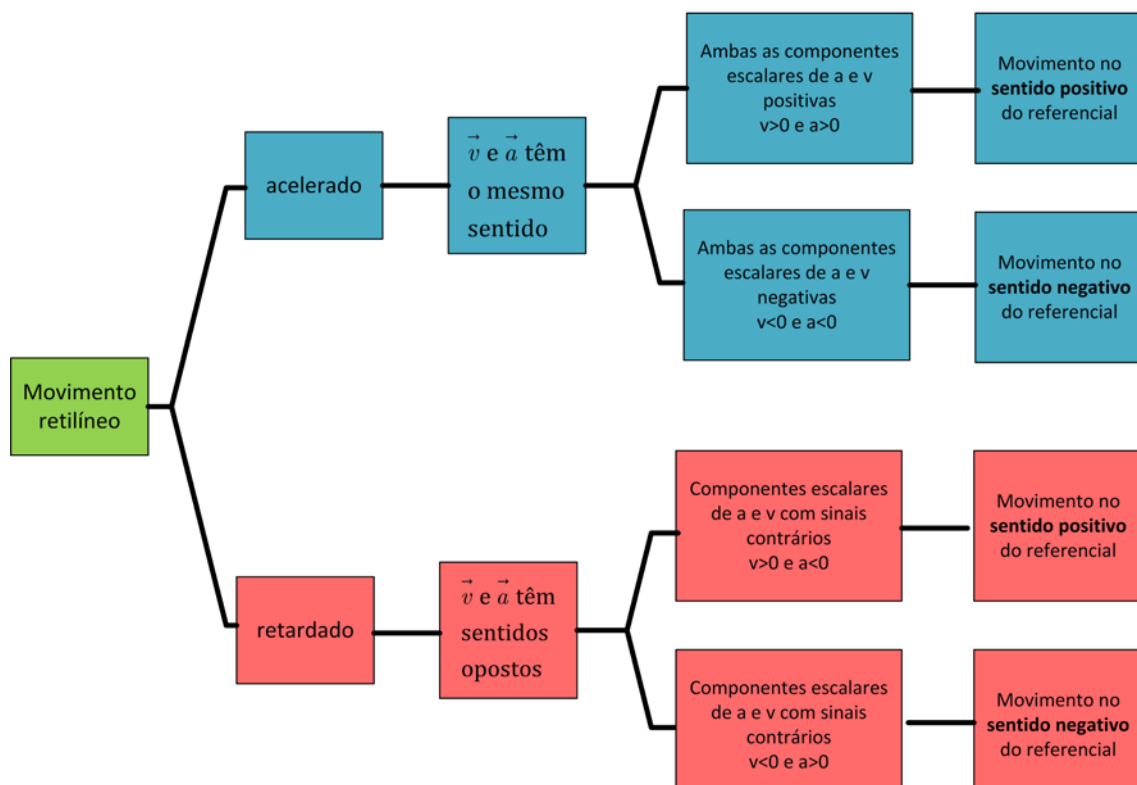
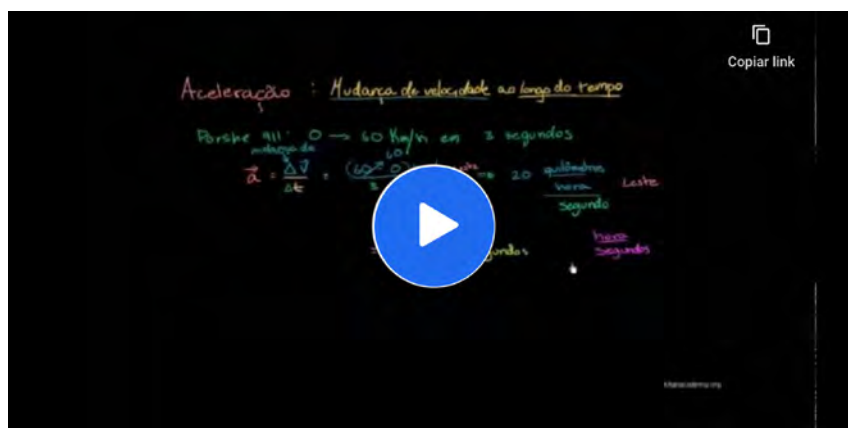


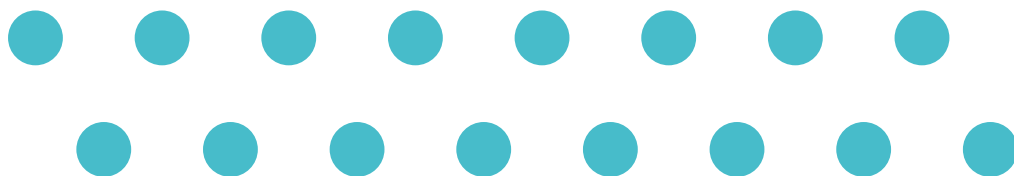
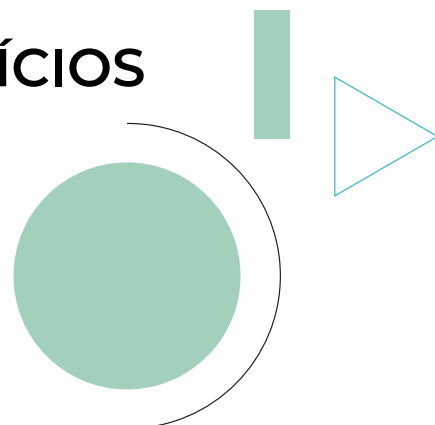
Figura 10– Resumo dos movimentos retilíneos

Khan academy - Aceleração:

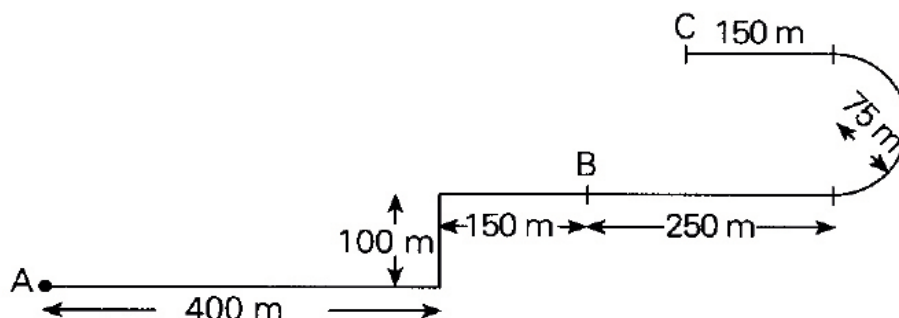




EXERCÍCIOS



1. O João sai de casa (A) por volta das 8,0 h e dirige-se para a escola (C). Leva cerca de 10,0 minutos a chegar a casa do Pedro (B) onde espera cerca de 4,0 minutos pelo amigo. Como são muito conversadores demoram, em média, 20,0 minutos a chegar à escola. Considera a casa do João como origem do referencial.



1.1 Determine:

1.1.1 a distância percorrida pelo João até chegar à escola.

1.1.2 o módulo do deslocamento total.

1.1.3 a rapidez média do percurso de A até C.

1.1.4 o valor da velocidade média do percurso de A até C.

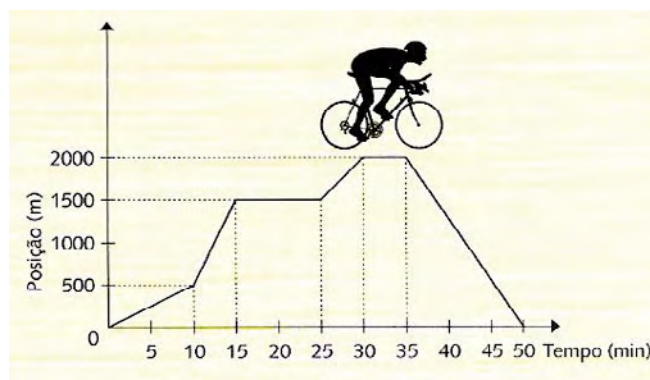
2. Observe o gráfico, que diz respeito ao movimento do ciclista numa trajetória retilínea, e responda às questões. Indique:

2.1 durante quanto tempo esteve o ciclista parado.

2.2 em que posição ou posições esteve parado.

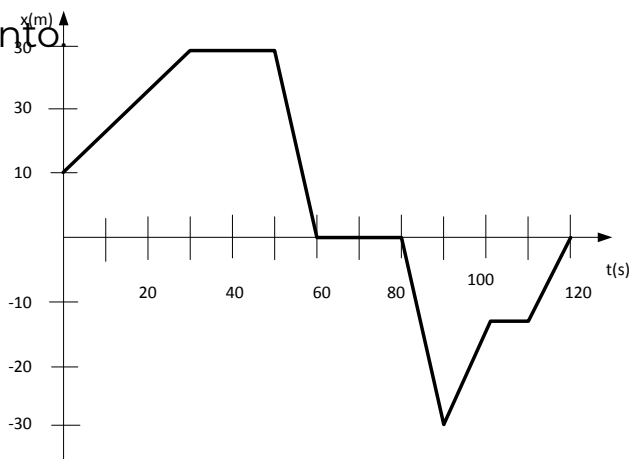
2.3 em que posição se encontra o ciclista no fim do percurso.

2.4 que distância percorreu o ciclista.



2.5 qual o valor do deslocamento?

3. Uma partícula descreve uma trajetória retilínea horizontal. O gráfico da figura representa a coordenada de posição em função do tempo, para o movimento da partícula.

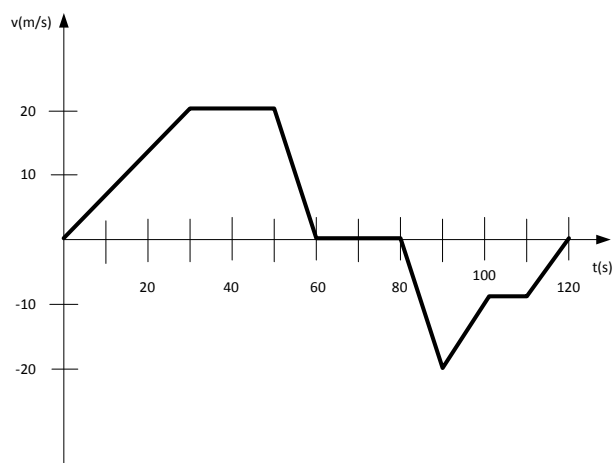


3.1 O valor do deslocamento e da distância percorrida

3.2 Os intervalos de tempo que a partícula se move no sentido positivo.

3.3 Os instantes que a partícula inverte o sentido e que passa pela origem.

4. Considere um ciclista que se move segundo uma trajetória retilínea coincidente com o eixo Ox de um referencial unidimensional. O gráfico da figura representa a componente escalar, segundo esse eixo, da velocidade do ciclista em função do tempo.



4.1 Indique:

- o(s) intervalo(s) de tempo em que o ciclista esteve em repouso;
- o(s) intervalo(s) de tempo em que o ciclista se moveu no sentido negativo e a sua velocidade aumentou em módulo;

- c) o(s) intervalo(s) de tempo em que a velocidade do ciclista diminuiu em módulo;
- d) o intervalo de tempo em que o ciclista se moveu com módulo da componente escalar da velocidade constante no sentido negativo da trajetória.

4.2 Calcule a distância percorrida pelo ciclista nos primeiros 10 segundos do movimento.



» Referências Bibliográficas

David Halliday, Robert Resnick , Jearl Walker “Fundamentals of physics —10th edition”, 2014, John Wiley & Sons.

Hugh D. Young, Roger A. Freedman - Física I: Mecânica -Pearson Prentice Hall (2016)

Douglas C. Giancoli” Physics: Principles with Applications, 7th edition” Pearson Prentice Hall (2015).

Raymond A. Serway, John W. Jewett, Jr” Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics, Tenth Edition” Cengage Learning (2019)



Com.s^{go}⁺
ipvc

Cofinanciado por:



projeto POCH-02-5312-FSE-000043

