



A vida em movimento

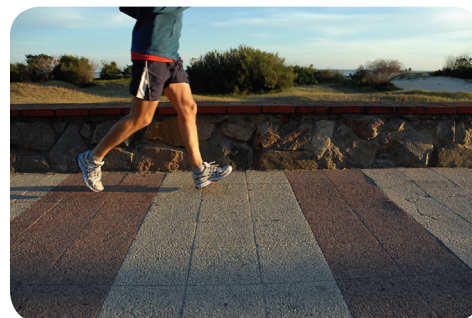
Fascículo 1
Unidade 2

A vida em movimento

Para Início de conversa...

De modo geral, sempre ouvimos falar que praticar atividades físicas ajuda na boa manutenção da saúde. Ao começar a prática de uma atividade física, devemos procurar um médico para que ele possa indicar a melhor maneira de se entrar nesse estilo de vida. Geralmente é recomendado para os sedentários que se comece com uma caminhada leve de 30 minutos a 1 hora e reeducação alimentar, se necessário. Ultrapassada essa fase, recomenda-se o aumento gradativo da intensidade da atividade. Agora o praticante já pode correr aumentando o esforço e a velocidade de sua prática esportiva.

Nesse texto, você acabou de ler a palavra “velocidade” e, muito provavelmente, você não sentiu dificuldades para entender o que ela quer dizer. Conforme veremos, o conceito de velocidade é um dos principais objetos de estudo desta unidade.



Objetivos de aprendizagem

- construir o conceito de velocidade média e instantânea;
- aplicar o conceito de velocidade em situações de seu cotidiano;
- traçar retas tangentes em um ponto de uma curva;
- relacionar a inclinação da reta tangente à curva no gráfico $S \times t$ à velocidade instantânea;
- associar o conceito de aceleração à variação da velocidade no tempo.

Seção 1

"A 1000 por hora..."

Quando dissemos, no início desta unidade, que se recomenda o aumento da intensidade e da velocidade, você percebeu que a corrida ou caminhada deve se dar de maneira mais rápida, e isso é o que está por trás do conceito de velocidade: a rapidez com que um corpo ou objeto se locomove.

Por exemplo, suponha que você se desloque de sua casa para o trabalho de bicicleta. Como você faria para percorrer esse trajeto mais depressa? Uma possível solução, que depende do trânsito, seria usar um veículo motorizado. Todas as possíveis soluções para este problema têm em comum o fato de encurtar o intervalo de tempo gasto no trajeto. Isto é, quanto menos tempo se gasta em um determinado caminho, mais rápido o percorremos, ou seja, **maior será a sua velocidade**. Dizemos que grandezas que se comportam dessa forma são inversamente proporcionais: enquanto uma cresce, a outra diminui, na mesma proporção.

Para medir distância, podemos usar o metro (m), o quilômetro (km), o centímetro (cm), entre outros. Já para medir o tempo podemos usar a hora (h), o segundo (s), o dia (um dia vale $24h = 24 \times 60 \text{ min} = 24 \times 60 \times 60 = 86400s$). Entretanto, seguiremos o sistema internacional de unidades (S.I) que utiliza o metro e o segundo para esses casos. No fundo, a escolha de unidades dependerá, em um problema prático, da conveniência de se usar essa ou aquela unidade.



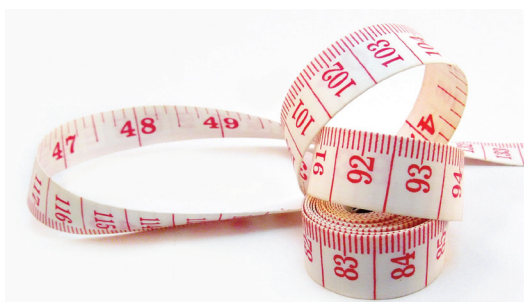
Figura 1: No velocímetro do carro podemos observar duas medições: a velocidade, indicada pelo ponteiro, e a distância percorrida, indicada na numeração da parte de baixo, que é chamada de odômetro.

Unidades de Medidas

A unidade de medida é um valor padrão que utilizamos para mensurar as coisas. Por exemplo, o metro não tem uma razão específica para ter o comprimento que tem, foi apenas uma distância que se achou conveniente para se ter como padrão para medir objetos.

Mas imagine que você tem que medir o comprimento de seu dedo com um bastão de 1 metro. Parece uma tarefa impossível. Para dar conta desse problema, dividimos o metro em 100 partes iguais chamadas centímetros que servem para medir distâncias pequenas. Ou então medir a distância entre duas cidades com o mesmo bastão, haja paciência e tempo! Por isso, multiplicamos o metro por 1000, chamado quilômetro (km), o que deixa essa tarefa menos tediosa. Não é à toa que o odômetro dos carros mede distâncias em km.

Em verdade, podemos multiplicar e dividir qualquer unidade para adequá-la a uma tarefa que estejamos enfrentando. Entretanto, o sistema de unidades que se baseia no metro (km, dm, cm etc.) é chamado de sistema decimal, porque as unidades são separadas por potências de 10 (por exemplo, $1\text{ m} = 100\text{ cm}$ e $1\text{ km} = 1000\text{ m}$).



Saiba Mais

Imaginemos que um iniciante em atividades físicas esteja caminhando perto de sua casa (veja Figura 2). Digamos que ele dê 2 passos a cada segundo e que cada passo meça precisamente 1 m. Qual seria a sua velocidade em metros por segundo (m/s)?

Metros por segundo é a unidade que devemos utilizar para essa velocidade, pois estamos falando da razão entre uma grandeza medida em metros e outra medida em segundos. Sem fazer nenhum tipo de conta no papel, somos capazes de responder a essa pergunta.

Veja: se uma pessoa imprime uma velocidade de 2 passos por segundo, e cada passo mede 1 metro, essa pessoa caminha a 2 metros por segundo ($v = 2\text{ m/s}$). Entretanto, poderíamos fazer essa mesma pergunta de outra forma. Digamos que essa pessoa dê 12 passos a cada 6 segundos medidos no cronômetro. Quanto valeria a sua velocidade?

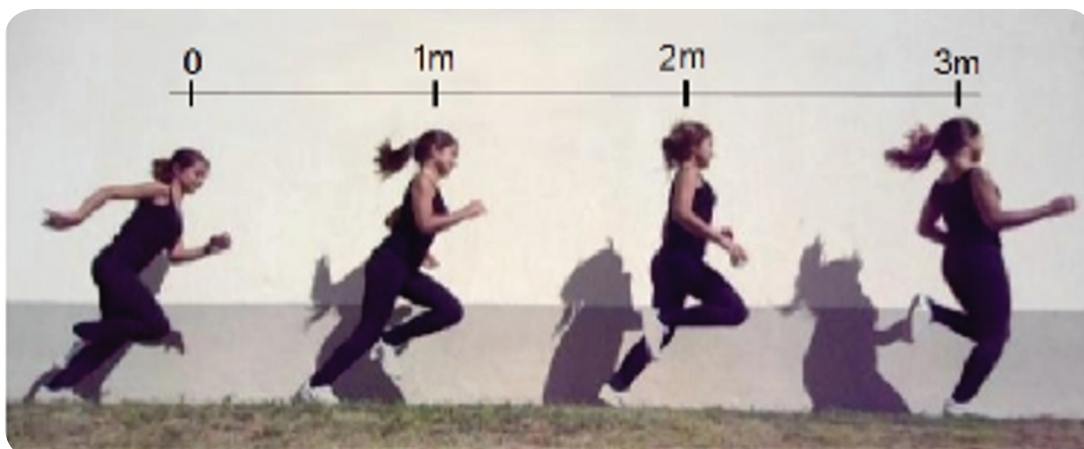


Figura 2: Imagem estroboscópica do movimento de uma menina.

Agora, é conveniente armarmos a expressão para velocidade:

$$v = \frac{\text{deslocamento}}{\text{tempo}}$$

O deslocamento será de 12 passos x 1 metro, pois cada passo mede 1 metro: $12 \times 1 = 12\text{m}$

Agora podemos fazer a conta:

$$v = \frac{12}{6} = 2\text{m/s}$$

Note que a velocidade encontrada é a mesma da situação anterior. Nós apenas aumentamos o intervalo de tempo de 1 para 6 segundos, contando o número de passos decorridos, que aumentaram proporcionalmente. Podemos dizer também que essa mesma pessoa dava 10 passos a cada 5 segundos, ou 20 passos a cada 10 segundos. Inúmeros exemplos são possíveis para essa mesma velocidade, inclusive com unidades diferentes das usadas. Podemos dizer que o passo dessa pessoa mede 100 cm ou 0,001 km.

Essa é uma primeira ideia do conceito de velocidade. Devemos entender que essa pessoa pode variar o ritmo da caminhada, fazendo com que a velocidade varie. Digamos que durante todo o trajeto esse indivíduo percorreu 5 km (ou 5000 m) e levou 1 hora (ou 3600 segundos). Com esses valores, podemos calcular a sua velocidade:

$$V = \frac{5000}{3600} = 1,39\text{m/s}$$

Isso não significa que a pessoa percorreu todo esse trajeto com essa velocidade. Na verdade, muitas coisas podem ter ocorrido: ele pode ter diminuído o ritmo, imprimindo menos passos por segundo; ter diminuído a distância entre as passadas ou até mesmo parado para tomar uma água de coco no caminho. Enfim, a velocidade que obtivemos para esse exemplo é apenas um valor que caracteriza, na média, a velocidade num certo caminho. Vamos agora apresentar a expressão que nos fornece a velocidade média desenvolvida em determinado percurso:

$$\text{velocidade média} = \frac{\text{distância total}}{\text{intervalo de tempo total}}$$

Lembre-se do exemplo que discutimos anteriormente. Aquele em que consideramos que uma pessoa caminha a uma velocidade de 2 passos a cada segundo. Esta velocidade também representa uma velocidade média relativa ao movimento da pessoa. Entretanto, como o intervalo de tempo em questão é de apenas um segundo, podemos pensar que a velocidade desenvolvida pela pessoa corresponde à velocidade que ela, de fato, obtinha naquele instante.

Imagem estroboscópica

Na imagem a seguir, temos vários momentos distintos do movimento de uma bilha de aço que rola sobre um trilho de alumínio.



Imagem estroboscópica do movimento de uma bilha sobre uma superfície horizontal.

De que maneira podemos construir imagens como esta?

Uma solução é tirar várias fotografias, espaçadas em intervalos iguais de tempo, assim como fizemos na Figura 2 (e na figura anterior). Nesta, temos uma sequência de quatro fotografias, tiradas uma a cada segundo e “coladas” em uma mesma imagem. Chamamos este tipo de figura de imagem estroboscópica.

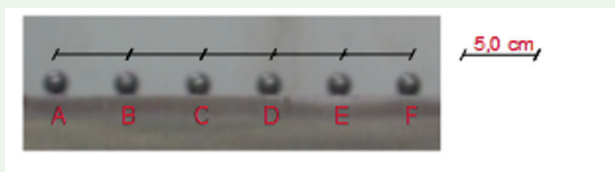
Repare que na figura da atividade 1 (mais à frente) as distâncias entre duas imagens sucessivas da bolinha são sempre iguais. Isso indica que a velocidade da bolinha praticamente não se altera. Ainda mais, a velocidade média da bolinha para qualquer par de imagens escolhida será a mesma.



Atividade

1

Velocidade média



Nessa figura, temos a imagem estroboscópica do movimento de uma bilha sobre um trilho de alumínio. Repare que a velocidade da bilha é constante.

Sabendo que cada uma das fotos da imagem estroboscópica acima (da bilha) foi tirada em intervalos de tempo iguais a 0,1 s, calcule a velocidade média entre os pontos:

- a) A e B; b) C e D; c) B e E; d) A e F.

Anote suas
respostas em
seu caderno

Atividade

2

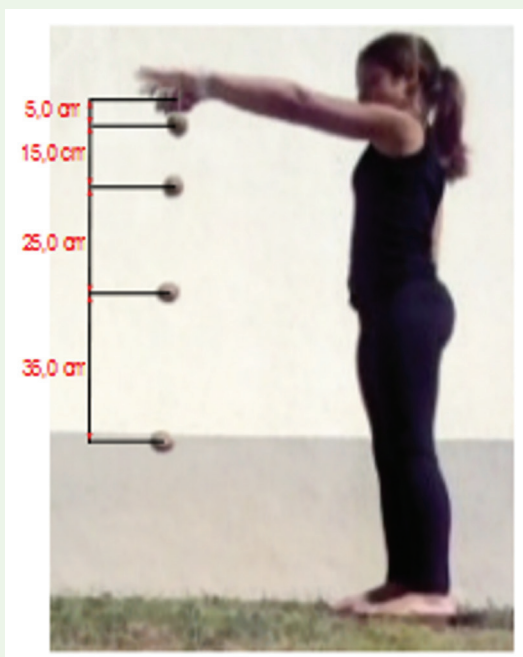
Indo para a batalha

Suponha que você more a uma distância de 20 km do trabalho. Se o tempo que você levou para percorrer esta distância foi de 30 min, calcule a velocidade média da sua viagem.

Anote suas
respostas em
seu caderno

“Deixa Cair”

Veja a imagem estroboscópica da figura.

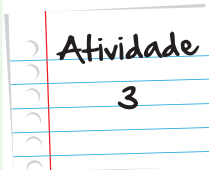


Uma menina solta uma pedra de sua mão. As fotos estão espaçadas por um intervalo de tempo igual a 0,1 s.

- Calcule a velocidade média da pedra para as distâncias representadas na figura da menina, sabendo-se que cada uma das fotografias da pedra nesta figura está espaçada em 0,1 s.

Para cada um dos quatro intervalos do item anterior, calcule quanto a velocidade média aumentou (por exemplo, se num intervalo a velocidade média vale 1,0 cm/s e no intervalo seguinte ela passa a valer 5,0 cm/s, o aumento foi de 4,0 cm/s, porque $4,0 = 5,0 - 1,0$).

Anote suas
respostas em
seu caderno



Na Atividade 3 você calculou a velocidade média da pedra em 4 intervalos de tempo distintos. Note que a velocidade calculada aumenta conforme a pedra cai, diferentemente do que vimos na figura da Atividade 1, em que a velocidade foi a mesma em todos os casos. Esses dois tipos de movimento são bastante diferentes. O primeiro deles, aquele em que a velocidade não se alterou (da Atividade 1), é o que chamamos de movimento uniforme. Já o segundo caso, em que a velocidade se modifica (da Atividade 3), é o que chamamos de movimento variado.

Todo movimento em que o valor da velocidade do objeto se modifica é chamado de movimento variado. O segundo caso apresentado, no qual a velocidade aumenta regularmente (isto é, em intervalos de tempo iguais, a velocidade aumenta sempre da mesma quantia), é somente um caso particular de movimento variado, que chamamos de movimento uniformemente variado. Mais à frente, trataremos este tipo de movimento com mais detalhes. Vamos agora introduzir de maneira mais precisa os conceitos de posição e deslocamento, juntamente com os gráficos de posição *por* tempo ($S \times t$) e velocidade *por* tempo ($v \times t$).

Seção 2

Posição, Deslocamento e Gráficos

Para discutir os conceitos de posição e deslocamento, vamos começar distinguindo os diferentes tipos de movimento que podem ocorrer no espaço. Observe a figura a seguir:

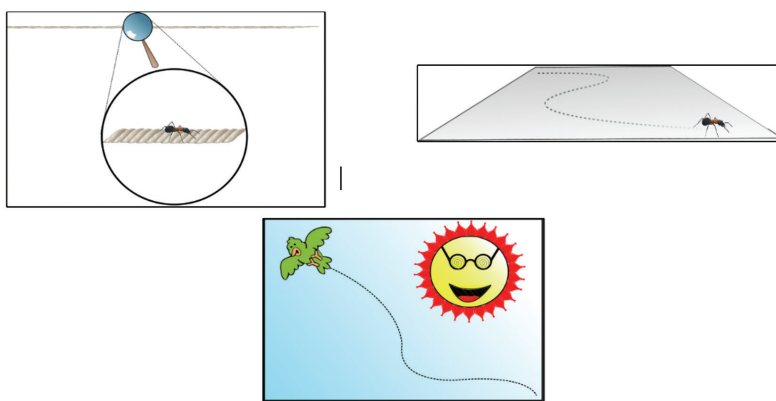


Figura 4: Exemplo de movimento em uma única dimensão (formiga na corda), em duas dimensões (formiga sobre o chão de cimento fresco) e em três dimensões (voo de um pássaro).

Perceba que um movimento pode se dar de três formas diferentes:

- Em linha reta (ou unidimensional), como uma formiga andando sobre um corda;

- em um plano (ou bidimensional), como o movimento de uma formiga sobre um piso com cimento fresco;
- ou pode ser tridimensional, como no caso do voo de um pássaro.

Devido às dificuldades operacionais envolvidas na análise dos movimentos bidimensional e tridimensional, vamos nos restringir ao movimento em uma linha reta (unidimensional), como na Figura 5.

Para começar a análise do movimento em uma linha reta (movimento retilíneo), é importante que a linha em questão possua marcações, para que possamos determinar em que posição se encontra um dado objeto. Entretanto, devemos escolher um ponto especial, que chamaremos de origem (ou marco zero), e a partir deste ponto marcaremos as posições restantes (veja a Figura 5).

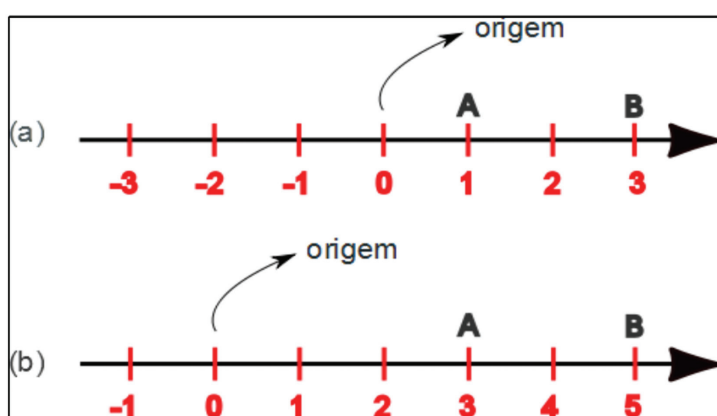


Figura 5: Movimento em uma linha reta (uma dimensão). Escolhendo origens distintas, as posições marcadas na reta se modificam. Entretanto, o deslocamento (distância entre dois pontos) não se altera, conforme podemos constatar pela distância entre os pontos A e B. Em ambos os casos, a distância entre estes pontos vale 2.

É importante ressaltar que quando fazemos isso todas as posições marcadas são relativas à origem que escolhemos. A escolha de outra origem altera o valor da posição de todos os pontos (veja a Figura 5).

Outra grandeza importante, relacionada à posição, é o deslocamento. O deslocamento percorrido por um corpo em certo intervalo de tempo é a diferença entre a posição ocupada pelo corpo ao final deste intervalo de tempo e a posição ocupada pelo mesmo no início do intervalo.

Por exemplo, se quisermos obter o deslocamento percorrido por um objeto que vai do ponto A ao ponto B da Figura 5, temos que subtrair sua posição final (em B) da sua posição inicial (em A). Repare que, considerando a origem indicada no item (a) desta figura, teremos:

$$\Delta s = B - A = 3 - 1 = 2$$

Δ

A letra grega Δ (delta) é utilizada em Ciências para representar intervalos ou variações.

Se repetirmos o procedimento considerando a origem indicada no item (b) desta mesma figura, também obteremos:

$$\Delta s = B - A = 5 - 3 = 2$$

Isso significa que o deslocamento percorrido por um corpo não depende do ponto que escolhemos para ser a origem, como podemos observar na Figura 5.

Formalizando um pouco mais o que acabamos de ver, podemos escrever, então, para um caso mais geral que o deslocamento percorrido por determinado corpo é dado por

$$\Delta s = S_f - S_i$$

onde temos que o deslocamento (dado pela variação no espaço Δs) é igual à posição final (dado por S_f) menos a posição inicial (dado por S_i).

Vamos agora iniciar uma nova discussão. Como podemos caracterizar o movimento de um certo corpo? Para ilustrar como fazer isso, considere o movimento estroboscópico representado na figura da atividade 1 (repetida a seguir).

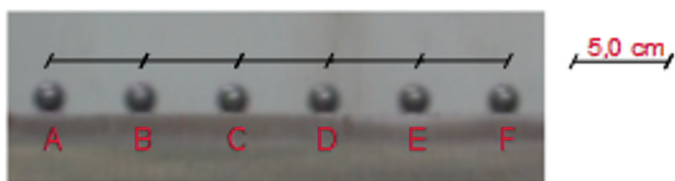


Figura 6: Imagem estroboscópica do movimento de uma bilha sobre um trilho de alumínio apresentada na Atividade 1.

Podemos construir uma tabela que forneça a posição do objeto em diferentes instantes de tempo. Sabendo que cada par de fotos sucessivas nesta figura está separada por um intervalo de tempo igual a 0,1 segundo, a tabela desejada terá a seguinte forma (escolhemos o ponto A da figura como sendo a origem):

Tabela 1: Posição e tempo relacionados a pontos indicados no gráfico.

Ponto	Posição (cm)	Tempo (s)
A	0	0
B	5	0,1
C	10	0,2
D	15	0,3
E	20	0,4
F	25	0,5

Lembre-se de que o espaçamento temporal entre fotos sucessivas é sempre igual. Entretanto, essas imagens estroboscópicas têm em comum mais uma propriedade. A distância entre duas fotos sucessivas também é igual. Podemos ver este fato através da tabela construída.

É bastante comum o uso de tabelas para representar o movimento de certo corpo. Outra maneira muito comum de representar o movimento de um objeto é fazendo uso de gráficos. Utilizando a tabela, podemos construir um gráfico que dispõe a posição do objeto como função do tempo. A construção de um gráfico lembra um jogo bastante popular, que você provavelmente conhece: a batalha naval.

Cada ponto do gráfico corresponde a dois números: o primeiro deles está relacionado à coordenada horizontal, e o segundo, à coordenada vertical (a mesma coisa acontece no caso da batalha naval. Neste caso, a letra escolhida corresponde à coordenada horizontal, e o número subsequente, à coordenada vertical).

Repare que as curvas representadas no gráfico da Figura 7 correspondem ao movimento uniforme. Podemos ver isso de duas maneiras. A primeira delas vem do movimento estroboscópico associado a essas curvas. Em intervalos de tempo iguais, os objetos percorrem sempre a mesma distância.

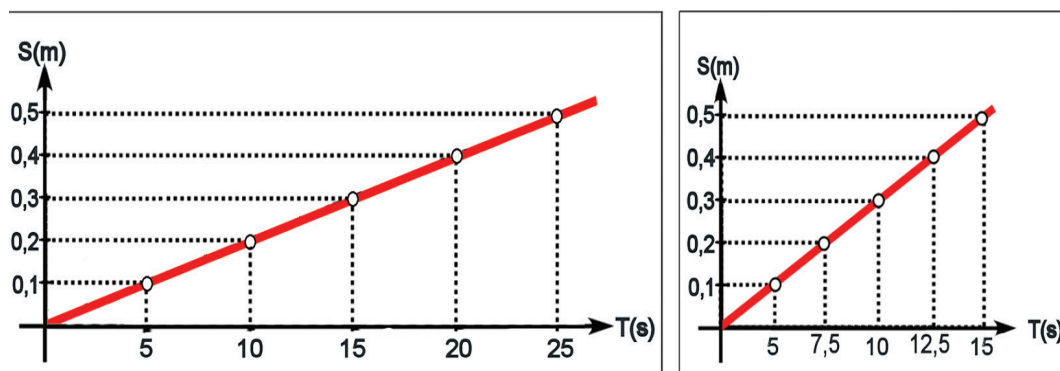
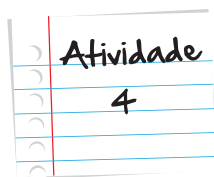


Figura 7: Dois gráficos $S \times t$. Temos duas curvas distintas, correspondentes ao movimento de dois corpos distintos.

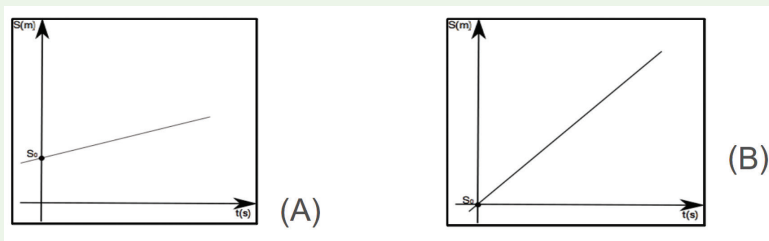
No gráfico, isso se reflete da seguinte forma: a curva associada ao movimento do objeto será uma reta. Perceba, entretanto, que, embora ambos os movimentos sejam uniformes, as retas associadas ao movimento de cada um deles têm inclinações distintas. O movimento estroboscópico em que a distância entre duas fotos consecutivas é maior corresponde à reta mais inclinada. Não é mera coincidência. Objetos que possuem grandes velocidades percorrem uma distância maior num pequeno intervalo de tempo. Isso nos permite concluir que a velocidade de um objeto está diretamente relacionada à inclinação da curva do gráfico associado ao seu movimento. Quanto maior a inclinação, maior será o valor da velocidade de um corpo. O motivo disso é que uma reta mais inclinada indica que o corpo percorre um grande deslocamento num pequeno intervalo de tempo, enquanto uma reta menos inclinada

corresponde a um movimento que percorre um deslocamento menor num intervalo de tempo maior. Podemos ver isso observando com detalhes a Figura 7.



Quem é mais rápido?

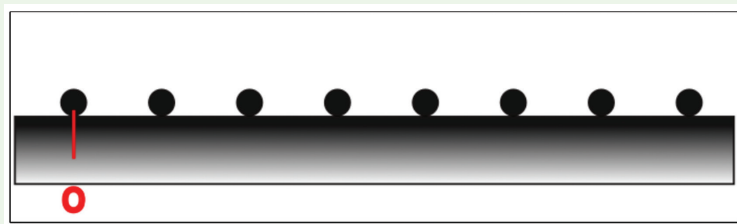
Considerando que os gráficos a seguir têm eixos com mesmos valores de tamanho, a qual das curvas corresponde o movimento do corpo mais rápido?



Anote suas
respostas em
seu caderno

Atividade
5

Para o movimento estroboscópico da figura a seguir, construa:



- Uma tabela que disponha, para cada intervalo de tempo, a posição do objeto, sabendo que imagens consecutivas da bolinha estão separadas por um intervalo temporal de 0,1 s, que as marcações estão separadas por 5 cm e que o "0" indicado na figura é a origem.
- Um gráfico de $S \times t$.

Anote suas
respostas em
seu caderno

Seção 3

Saindo pela tangente

Na figura 8, temos um gráfico de posição contra tempo, de dois grandes recordistas numa corrida de 100 metros rasos, Usain Bolt e Richard Thompson.

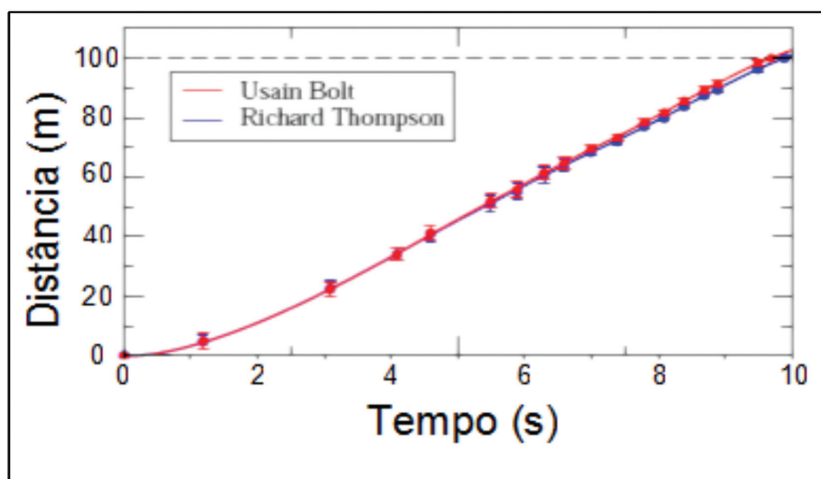


Figura 8: Gráfico do movimento de dois velocistas famosos, competidores dos 100 metros rasos.

Perceba que um movimento não idealizado é consideravelmente mais complicado do que os casos que analisamos até o momento. As curvas no gráfico $S \times t$ acima não são linhas retas, o que nos permite caracterizar o movimento como sendo não uniforme. Mesmo assim, apenas com o gráfico de $S \times t$ podemos comparar as velocidades dos corredores em diferentes instantes de tempo.

Para que possamos fazer tais comparações, vamos apresentar a ideia de velocidade instantânea, isto é, a velocidade que o objeto possui num momento exato. Por exemplo, imagine que você está acompanhando o velocímetro de um ônibus, conforme ele viaja. Se você quiser saber a velocidade do mesmo em determinado instante, basta ler a marcação no velocímetro. De maneira um pouco mais formal, dizemos que a velocidade instantânea corresponde à velocidade média de um certo corpo num intervalo de tempo muito pequeno, porque, sendo esse tempo muito pequeno, não há tempo para a velocidade variar consideravelmente. Primeiramente, lembre-se de que, em um gráfico $S \times t$, associamos a velocidade do corpo à inclinação da reta. Podemos estender este conceito para o caso em que a curva relacionada ao movimento de um corpo não seja uma reta. Neste caso, temos que considerar a reta tangente a um ponto. Como podemos fazer isso?

Daremos a você um pequeno conjunto de instruções, que permite que você mesmo seja capaz de traçar uma reta tangente a uma curva em um certo ponto qualquer da mesma. Conforme veremos, este procedimento é bastante simples. Considere a curva e o ponto A pertencente à mesma. Ambos estão representados na Figura 9.

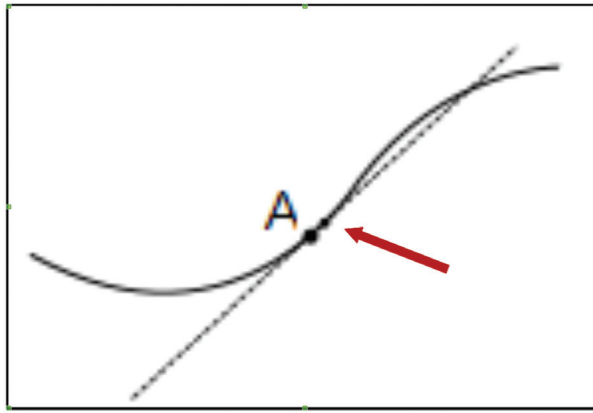


Figura 9: Uma curva e um ponto A pertencente à mesma. Desenhando um ponto muito próximo a A (indicado pela seta vermelha), somos capazes de traçar a reta tangente à curva no ponto A (é a reta que passa por ambos os pontos).

Se quisermos traçar a tangente à curva no ponto A da Figura 9, desenhamos um segundo ponto, que esteja bastante próximo do primeiro. Agora só precisamos traçar uma reta que passe pelo ponto A e pelo ponto próximo a ele, que acabamos de desenhar. Resumindo:

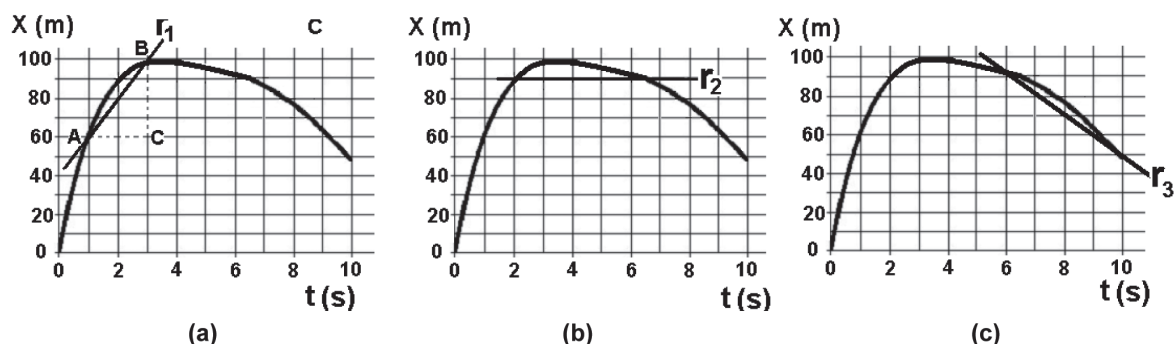
1. Escolha o ponto da curva onde você deseja traçar a tangente.
2. Desenhe um segundo ponto que esteja bastante próximo ao primeiro.
3. Trace uma reta que passa pelos dois pontos, e esta será a reta tangente.

Observação: Repare que, na verdade, o que temos é uma aproximação de uma reta tangente. A reta verdadeiramente tangente precisa ser construída utilizando-se um ponto extremamente (infinitesimalmente) próximo ao ponto original. Entretanto, esses conceitos estão associados ao cálculo diferencial e integral, e portanto não nos aprofundaremos neles.

Agora que sabemos como traçar uma reta tangente a um ponto qualquer de uma curva, introduzimos a ideia de velocidade instantânea como sendo uma medida da inclinação da reta tangente à curva no instante desejado. Isso significa que podemos comparar as velocidades instantâneas em dois pontos quaisquer de uma curva, mesmo que ela não seja uma reta. A curva que possuir uma inclinação maior (isto é, aquela onde o ângulo formado pela reta tangente e a horizontal é maior) corresponde a maior velocidade instantânea.

No gráfico *posição x tempo*, a **velocidade média** é dada pela **inclinação da reta secante**.

A inclinação da reta pode ser positiva, nula ou negativa. A figura abaixo mostra que, em (a), a secante r_1 tem inclinação positiva $\Rightarrow V_m > 0$; em (b), a secante r_2 , paralela ao eixo dos tempos, tem inclinação nula $\Rightarrow V_m = 0$; e, em (c), a secante r_3 tem inclinação negativa $\Rightarrow V_m < 0$.

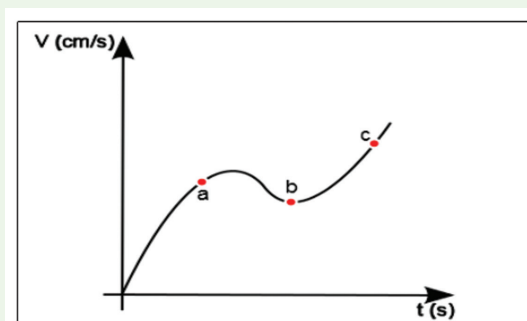


Aprendemos na matemática que a inclinação - ou coeficiente angular - da reta é igual à tangente do ângulo que a reta faz com o eixo das abscissas. Isto só é verdade se a escala do gráfico for 1:1, ou seja, se a escala utilizada na abscissa for a mesma da ordenada. Na física quase sempre essas escalas são diferentes.

Atividade 6

No parque de diversões

O gráfico a seguir representa a velocidade de um carrinho bate-bate em um parque de diversões. Em qual dos instantes representados no gráfico a seguir a velocidade do móvel é maior? E menor? Coloque as velocidades em ordem crescente, da menor para a maior.



Anote suas respostas em seu caderno

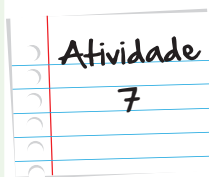
Pegando um ônibus

Suponha que você esteja em pé em um ônibus em movimento, ao lado do motorista. Suponha também que você esteja atrasado para um compromisso, e portanto está acompanhando ansiosamente o velocímetro do ônibus. A tabela a seguir mostra o que você observou no velocímetro.

v (km/h)	t(s)
0	0
2,5	1
10	2
22,5	3
40	4

- Construa um gráfico que tenha no eixo vertical os valores da velocidade, e no eixo horizontal, os valores de tempo correspondentes.
- Em qual dos instantes de tempo a inclinação da curva, logo a aceleração, obtida é maior?

Anote suas
respostas em
seu caderno



Seção 4

Acelera, coração!

Conforme discutimos anteriormente, os movimentos reais, não idealizados, são muito mais complicados do que os casos simples que estudamos até aqui. O movimento de um velocista ou mesmo de um ônibus, por exemplo, não se dá à velocidade constante. O que vemos, na verdade, é que a velocidade se altera conforme o tempo passa (veja a Figura 10 a seguir retirada da atividade 3).

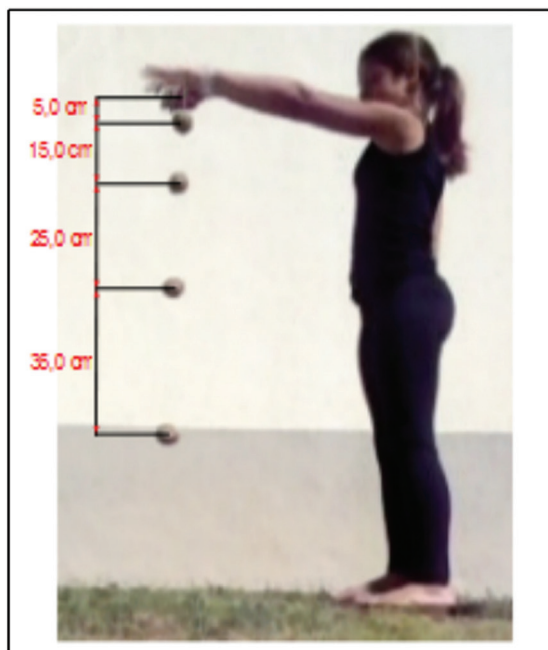


Figura 10: Queda livre de um corpo.

Lembre-se do que discutimos quando introduzimos o conceito de velocidade. Interpretamos este conceito como sendo a rapidez com que a posição de um corpo se altera. Podemos associar à velocidade uma grandeza muito parecida. A rapidez com que a velocidade de um corpo se altera à medida que o tempo passa é o que chamamos de aceleração. Para ilustrar de maneira simples este conceito, vamos voltar a analisar um dos tipos de movimento mais comuns, cuja velocidade do corpo se altera: a queda livre.

Lembre-se agora de como montamos a Tabela 1. Podemos construir uma tabela (Tabela 2) semelhante a esta, com base na Figura 10, e a partir desta tabela obter o gráfico $S \times t$ do movimento da pedra em queda (veja a Figura 11).

Tabela 2: Posição e tempo relacionados a pontos indicados na figura

Posição (cm)	Tempo (s)
0	0
5,0	0,1
20,0	0,2
45,0	0,3
80,0	0,4

Agora podemos calcular a velocidade média para os intervalos de décimo de segundo representados no gráfico da Figura 11. Para os intervalos, temos (veja a Atividade 1, onde foi montada a tabela do movimento) as seguintes velocidades médias: 50 cm/s , 150 cm/s,

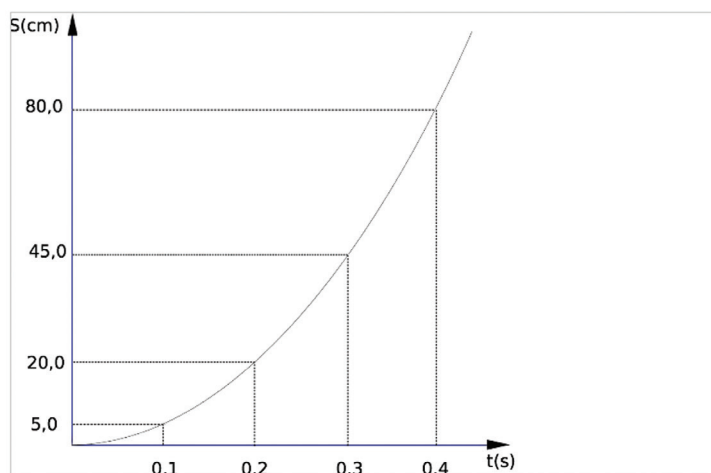


Figura 11: Gráfico da posição da pedra como função do tempo, para o movimento da pedra na imagem estroboscópica da Figura 10.

250 cm/s e 350 cm/s.

De posse dessas velocidades, podemos dispor de um gráfico da velocidade média como função do tempo.

Primeiramente, construímos uma tabela da velocidade média em função do tempo:

Tabela 3: Velocidade média (em intervalos de 0,1 s) em função do tempo

Velocidade média (cm/s)	Tempo (s)
0	0
50	0,1
150	0,2
250	0,3
350	0,4

Perceba que a cada décimo de segundo (por exemplo, de 0,1 para 0,2 ou de 0,3 para 0,4) a velocidade é aumentada de 100 cm/s (excetuando-se o intervalo de 0 a 1 décimos de segundo). Quando o aumento na velocidade é igual para intervalos de tempo iguais, dizemos que o movimento é do tipo movimento uniformemente variado (MUV). Repare que a aceleração é a taxa com que a velocidade varia no tempo. Deste modo, podemos concluir que o MUV corresponde a uma aceleração constante, ou seja, que não varia no tempo. Uma vez com a Tabela 3 em mão, faça o gráfico $v \times t$ para o MUV.

Repare que a curva correspondente ao MUV no gráfico $v \times t$ é uma linha reta. Novamente frisamos que até mesmo o MUV é uma espécie de movimento idealizado. Excetuando-se a queda livre nas proximidades da superfície da terra,

a maioria dos movimentos que ocorrem na natureza não possui aceleração constante. Apresentamos como exemplo a velocidade dos corredores Usain Bolt e Richard Thompson como função do tempo, na corrida de 100 metros rasos.

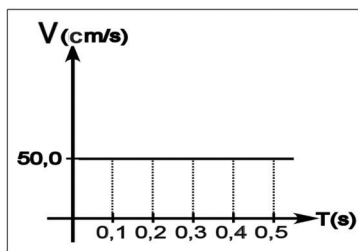
Saiba Mais

A área do gráfico pode nos dizer muita coisa.

Vamos começar esta discussão construindo uma tabela referente a velocidade e tempo para o movimento da bilha da primeira figura da Atividade 1, como na Tabela 2.

Velocidade (cm/s)	Tempo (s)
50 cm/s	0
50 cm/s	0,1
50 cm/s	0,2
50 cm/s	0,3
50 cm/s	0,4
50 cm/s	0,5

Com a tabela em mãos, fica fácil construir um gráfico de $v \times t$ (veja na figura a seguir).



Repare que a curva correspondente a este movimento é uma linha reta horizontal. E mais, veja que, se calcularmos a área do retângulo formado, obteremos o seguinte:

$$\text{Área} = \text{base} \times \text{altura} = 0,5\text{s} \times 50\text{cm/s} = 25\text{cm}$$

que é exatamente a distância total percorrida pela bilha. Isso não é mera coincidência. Veja que a base deste retângulo é medida em segundos (já que o eixo horizontal é o eixo do tempo), e a altura é medida em m/s (porque o eixo vertical é a velocidade). Quando calculamos a área do retângulo, estamos multiplicando o intervalo de tempo pela velocidade:

$$\text{cm/s} \times \text{s} = \text{cm}$$

Mesmo nos casos em que a curva correspondente ao movimento do objeto no gráfico $v \times t$ não for uma reta, ainda podemos aplicar a mesma técnica. O fato é que, no gráfico $v \times t$, a área sob a curva será o deslocamento percorrido pelo corpo, mesmo que não saibamos como calculá-la.



Saiba Mais

Finalmente, pelo conceito apresentado de aceleração, podemos escrever a seguinte equação para a mesma:

$$a_m = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

Isto é, a aceleração é a razão entre a variação da velocidade (Δv) em determinado intervalo de tempo (Δt). Devido ao fato de medirmos velocidade em m/s e tempo em s no SI, a unidade de aceleração do SI é (m/s)/s = m/s \times 1/s = m/s².

Seção 5

Queda Livre e o MUV

Discutiremos o problema de queda livre como o exemplo maior do MUV. Lembre-se do que vimos na seção anterior. Sob certas condições, a queda de um corpo corresponde a um movimento de aceleração constante. Chama-mos esta aceleração de aceleração da gravidade (g). O valor da aceleração da gravidade é de aproximadamente 9,8 m/s², mas para simplificar possíveis contas consideraremos $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Desprezando a resistência do ar

Uma condição indispensável para que o movimento de queda possua uma aceleração constante $g = 10 \text{ m/s}^2$ é que a resistência do ar possa ser desprezada. Você já deve ter percebido que objetos tais como folhas de papel caem de maneira bastante peculiar. Entretanto, se não houvesse atmosfera aqui na Terra, esses objetos cairiam com a mesma aceleração $g = 10 \text{ m/s}^2$. Na verdade, na ausência da resistência do ar, qualquer corpo, independente do valor da sua massa, cai com a mesma aceleração da gravidade. A resistência do ar faz com que detalhes, como o formato do corpo, passem a influenciar no movimento de queda do mesmo. Tanto é assim que uma folha de papel, uma vez amassada de modo a virar uma bolinha, cai da mesma forma que outro objeto de maior massa, conforme você pode constatar largando ambos juntos de uma mesma altura. Antes de ser amassada, a folha teria uma queda bastante diferente. Um vídeo bem interessante que ilustra esse fato é o seguinte:

<http://www.youtube.com/watch?v=Kdp1tiUsZw8>

Ao final da última caminhada na superfície lunar feita pela equipe da Apollo XV, o comandante David Scott faz a seguinte experiência: diante das câmeras, ele larga ao mesmo tempo uma pluma e um martelo. Conforme podemos constatar, ambos os corpos atingem o solo ao mesmo tempo. Esse vídeo serve como justificativa para a afirmativa de que a Lua não possui uma atmosfera (o que não é de todo verdade; a diferença essencial, além das composições diferentes de gases, é que a atmosfera da Lua é consideravelmente menos densa que a da Terra).

Vamos abordar outras informações acerca do MUV. Lembre-se de como construímos o gráfico de $S \times t$ para a queda da pedra na Figura 11. Perceba que a posição S como função do tempo obedece à seguinte equação:

$$S = \frac{1}{2}gt^2$$

onde g é a aceleração da gravidade ($g = 10 \text{ m/s}^2$) e t indica tempo. É simples verificar isso. Utilizando uma calculadora, veja que, se substituirmos $g = 10 \text{ m/s}^2$ na equação e os valores de tempo $t = 0, 0,1, 0,2, 0,3$ e $0,4 \text{ s}$, obteremos:

$$S(0) = \left(\frac{1}{2}\right) 10 \times 0^2 = 0 \text{ m}$$

$$S(0.1) = \left(\frac{1}{2}\right) 10 \times 0.1^2 = 0,05 \text{ m} = 5 \text{ cm}$$

$$S(0.2) = \left(\frac{1}{2}\right) 10 \times 0.2^2 = 0,20 \text{ m} = 20 \text{ cm}$$

$$S(0.3) = \left(\frac{1}{2}\right) 10 \times 0.3^2 = 0,45 \text{ m} = 45 \text{ cm}$$

$$S(0.4) = \left(\frac{1}{2}\right) 10 \times 0.4^2 = 0,80 \text{ m} = 80 \text{ cm}$$

Que são exatamente os valores das posições ocupadas pela pedra na Figura 10.

Sempre que um objeto executar um MUV, sua posição exibirá um comportamento quadrático no tempo. Já

com respeito à velocidade, como vimos anteriormente, existe uma relação linear com o tempo. Como seria a forma da curva da aceleração em função do tempo?

Bem, podemos construir uma tabela, como nos outros casos, dos valores da aceleração para intervalos iguais de tempo. Entretanto, conforme vimos, a aceleração no MUV é constante, o que facilita muito na hora de construir o gráfico $a \times t$.

Podemos perceber que a forma da curva, nesse gráfico, é a de uma linha reta horizontal (paralela ao eixo do tempo), pois à medida que o tempo passa o valor da aceleração não se altera.

Por fim, podemos resumir o MUV da seguinte maneira: no MUV, a velocidade do corpo se altera. Entretanto, a variação de velocidade do corpo, em um mesmo intervalo de tempo, será sempre igual (basta se lembrar do que observamos no exemplo da Seção 4. Naquele caso, a velocidade média em intervalos de tempo iguais aumentou sempre do mesmo valor). Podemos dizer que este é um traço marcante do MUV.

Testando seus reflexos!

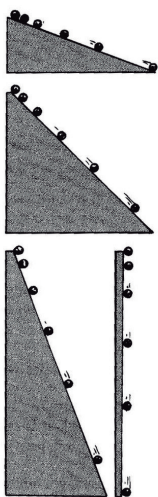
Como uma aplicação interessante do que vimos no MUV, sugerimos a você a seguinte atividade: pegue uma régua de 30 cm e peça auxílio de outra pessoa para que segure a régua. Em seguida, posicione uma de suas mãos em forma de garra, em torno da régua, na marcação "0" da mesma. Agora, peça que esta outra pessoa largue a régua, sem lhe avisar quando, e tente agarrar a mesma, antes de ela cair no chão (veja a figura a seguir para uma descrição visual do que está escrito nesta atividade).

Lendo na régua qual foi a marcação onde você a agarrou, você será capaz de dizer o quanto a régua caiu (um exemplo típico seria algo em torno de 20 cm). Finalmente, utilizando a fórmula $S = 5t^2$ (onde já utilizamos $g = 10 \text{ m/s}^2$ para o valor da aceleração), você saberá aproximadamente o quão rápido é o seu reflexo.

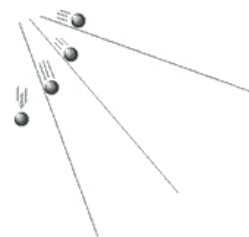


Saiba Mais

O movimento de queda livre é muito rápido sendo impossível medir tempos de queda com um relógio de água - clepsidra. Atualmente, também, com um cronômetro comum de competição.



Galileu percebeu que num plano inclinado o movimento de queda reproduz a mesma estrutura da queda livre - diluindo a força da gravidade, sendo mais fácil medi-lo. E conclui que se os resultados obtidos num plano inclinado raso se mantivessem válidos em planos de maior inclinação, então, também, seriam válidos num plano inclinado de inclinação máxima ou seja a queda livre.

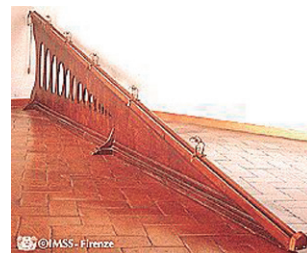


Devido às limitações tecnológicas de medição da época, Galileu associou métodos hipotéticos-dedutivos ao processo de medição experimental. Levantou a hipótese de que a velocidade deveria ser proporcional ao tempo de queda e deduziu que o deslocamentos deveriam ser proporcionais ao quadrado do tempo. Em consequência, os deslocamentos efetuados em intervalos de tempos iguais deveriam ser proporcionais à série de números ímpares - 1:3:5:7:9:11... , tornando possível realizar medições com uma relógio de água.

Após inúmeras experiências sua hipótese foi comprovada e Galileu pode estabelecer a lei da queda dos corpos (desprezando-se efeitos provocados pela resistencia do ar) : A velocidade dos corpos em queda livre é proporcional ao tempo de queda.

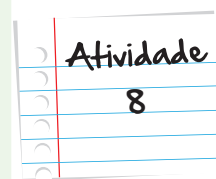
Em símbolos matemáticos:

$v = g.t$, onde g é uma constante de proporcionalidade que caracteriza a aceleração da gravidade no local.



Movimento relativo! – Pense e responda

1. Suponha que uma pessoa M esteja sentada em um ônibus que se move em relação à Terra. Duas cadeiras à frente, uma pessoa N também está sentada.
 - a. A pessoa N está parada ou está em movimento em relação à Terra?
 - b. E em relação à pessoa M?
2. Uma pessoa, em um carro, observa um poste na calçada de uma rua, ao passar por ele. O poste está em repouso ou em movimento? Explique.
3. De acordo com as ideias da física atual (nem tão atual assim, pois sabemos disso desde a época de Galileu), a diferença fundamental entre os modelos heliocêntrico (Copérnico) e geocêntrico (Ptolomeu) era simplesmente uma escolha de referenciais diferentes. Qual o referencial que Copérnico estava adotando ao propor o sistema heliocêntrico?



Resumo

Nessa unidade adentramos o estudo da cinemática, onde aprendemos conceitos como velocidade e aceleração. Podemos definir a velocidade como sendo a rapidez com que um corpo se move. Matematicamente, traduzimos como a razão entre a distância percorrida por um corpo e o tempo gasto nesse trajeto. Mas bem sabemos que essa é a velocidade média. Existe outro conceito de velocidade, que é a velocidade instantânea. Essa exprime o quão rápido um corpo se move em um intervalo curto de tempo. Já a aceleração diríamos que é a velocidade da velocidade, ou seja, o quão rápido um corpo varia a sua velocidade. De certo, a grande maioria dos movimentos que presenciamos em nosso cotidiano não é constante ou uniformemente variado. A aceleração varia também, entretanto, todo estudo de física, ou até mesmo de ciências, é uma adaptação de simplificação da realidade. E isso nos permite prever e controlar fenômenos naturais.

Veja Ainda

Tudo não passa de um ponto de vista!

Apesar de termos estudado os conceitos de velocidade, posição, deslocamento etc., há um conceito muito importante e fundamental que ainda não vimos: a ideia de velocidade relativa.

Talvez você já tenha ouvido alguém dizer, em tom informal, que “tudo é relativo”. Esta frase estabelece a ideia de que não há valores fundamentais por si mesmos, e sim que os valores se estabelecem de uma certa perspectiva. Não entraremos nos pormenores do relativismo cultural, mas focaremos na relatividade de Galileu.

Sugerimos que aprecie um vídeo que conta um pouco da história de Galileu Galilei, tido por muitos como o pai da física e de toda a ciência moderna:

- <http://www.youtube.com/watch?v=m84brvmGgs0>

Galileu foi um pesquisador bastante prolífico. Dentre os diversos assuntos estudados por ele, o movimento dos corpos tem um papel fundamental. Podemos, inclusive, atribuir a ele a criação da física recente. Dizemos isso por que ele foi o primeiro a associar a física a constantes práticas experimentais. Antes dele, os filósofos gregos já elaboravam uma série de modelos complexos. Entretanto, pouquíssimos deles confrontavam as proposições de seus modelos experimentalmente.

A ideia é a seguinte: imagine que você está viajando no banco do carona de um carro. Olhando para o motorista, você deve ter a nítida impressão de que ele está em repouso, assim como você. Ao olhar pela janela e focar num poste, entretanto, o mesmo lhe dará a impressão de se mover. Quando questionado a respeito do estado de movimento real dos objetos, você provavelmente diria:

“Eu, o carro e o motorista é que estamos em movimento. Os postes estão presos ao chão, então são eles que estão em repouso, assim como a estrada.”

À luz da relatividade galileana, esta seria uma resposta equivocada. Sempre que dizemos que um objeto está em movimento, devemos dizer também em relação a qual outro corpo (que chamaremos de referencial) este movimento se dá. Dizemos então que a velocidade do corpo que estamos estudando é sempre relativa a um referencial. Quando você imagina que o poste está em repouso, lembre-se de que na verdade o poste, você e todas as pessoas que você conhece estão no planeta Terra. Este, por sua vez, movimenta-se em nosso sistema solar, com uma velocidade de cerca de 30 km/s em relação ao Sol. Deste modo, sempre que dissermos que um objeto possui certa velocidade, devemos ter em mente que esta velocidade é relativa a um determinado referencial, mesmo que não falemos isso explicitamente. Assim, o conceito de referencial é fundamental em física. Veremos no próximo módulo a relação que existe entre referenciais e as leis de Newton.

Referências

Livros

HEWITT, Paul. Física Conceitual, 9ª. Edição. Porto Alegre: ARTMED Ed., 2002

LUZ, Antonio Máximo Ribeiro da e ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. Curso de física. São Paulo: Scipione. 2007.

Boa, M. F. & Guimarães, L. A. Física: Termologia e óptica Ensino Médio São Paulo: Harbra, 2007

Imagens



• André Guimarães



• <http://www.sxc.hu/photo/1239807>.



• <http://www.sxc.hu/photo/956386>.



• <http://www.sxc.hu/photo/1056593>.



• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.



• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.



• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.



• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.



• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.



• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.



• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.



• <http://www.sxc.hu/photo/517386> • David Hartman.



• http://www.sxc.hu/985516_96035528.

Atividade 1

- c. Como estudamos nesse início de aula, a velocidade média é uma razão entre o espaço percorrido, pela esfera de aço, e o tempo que ela levou para percorrer essa distância. Logo, entre os pontos A e B temos $d = 5,0 \text{ cm}$ e $t = 0,1 \text{ s}$. Note que o intervalo de tempo decorrido entre uma foto e outra é de $0,1$, exatamente o tempo gasto para a esfera percorrer $5,0 \text{ m}$. Logo, temos: $V_m = 5 / 0,1 = 50 \text{ cm/s}$.
- d. Entre os pontos C e D a distância também é de $5,0 \text{ cm}$ e ocorreram apenas duas fotos, cujo intervalo de tempo entre elas é de $0,1 \text{ s}$. Portanto, teremos a mesma conta da letra a) e a velocidade média vale $50,0 \text{ cm/s}$.
- c. Entre os pontos B e E temos três fotos, logo $3 \times 1,0 = 0,3 \text{ s}$ para o tempo e $15,0 \text{ cm}$ para a distância. Dessa forma, a velocidade média $= 15/0,3 = 50 \text{ cm/s}$.
- d. Entre os pontos A e F vemos que ocorreram 5 fotos, ou seja, toda a imagem estroboscópica. Logo, temos: $5 \times 0,1$ para o tempo e 5×5 para a distância. Vemos que a velocidade média vale 50 cm/s .

Atividade 2

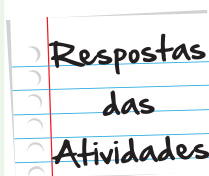
Nesse caso, não poderemos dividir o espaço pelo tempo indiscriminadamente. Você já viu alguma velocidade cuja unidade era dada em km/min ? Muito provavelmente não! Vamos dar essa resposta em km/h e para isso temos que passar 30 min para hora. Bem, 1 h tem 60 min , logo 30 min nada mais é que $0,5 \text{ h}$. Agora basta aplicarmos a definição: $V_m = 20/0,5 = 40 \text{ km/h}$.

Atividade 3

- a. Aplicando o conceito de velocidade média, podemos resolver esse problema rapidamente. Podemos notar que a primeira distância vale 5 cm, e o tempo que a bolinha levou para percorrer essa distância é de 0,1 s (esse tempo é igual para todo percurso consecutivo de bolinhas). Logo, $V_{m1} = 5/0,1 = 50 \text{ cm/s}$. Para o segundo, $V_{m2} = 15/0,1 = 150 \text{ cm/s}$. Você já deve ter notado que, nesse caso, basta dividir a distância entre uma foto e outra pelo tempo, que é de 0,1! Daí teremos $V_{m3} = 250 \text{ cm/s}$, $V_{m4} = 350 \text{ cm/s}$.
- b. Note que há aumento de 100 cm/s na velocidade em cada passo que damos no tempo! Isso gera uma aceleração de 100 cm/s^2 , como veremos na próxima seção.

Atividade 4

O gráfico da direita representa o movimento de maior, pois tem maior inclinação. Isso nos mostra que, para intervalos iguais de tempo, o móvel desse gráfico percorre uma distância maior que a do gráfico da esquerda.

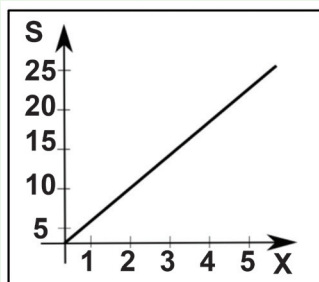


Atividade 5

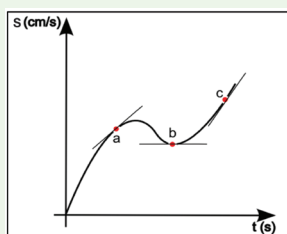
a.

Tempo (s)	Distância (cm)
0,0	0
0,1	5
0,2	10
0,3	15
0,4	20
0,5	25

b.



Atividade 6

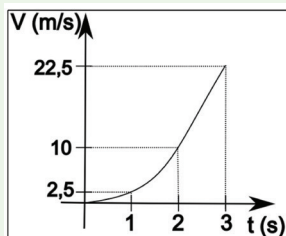


Note que na imagem acima traçamos uma reta tangente em cada ponto. Com essa reta podemos comparar as velocidades em cada um desses instantes. O que tiver a maior inclinação tem a maior velocidade, que é o ponto c.

No gráfico *posição x tempo*, a **velocidade média** é dada pela **inclinação da reta secante**.

Atividade 7

a.



b. No instante $t = 3$ s.

Atividade 8

1.

a. Em movimento.

b. Parada.

2. Em movimento, pois a pergunta refere-se ao passageiro. Logo, do ponto de vista do passageiro, quem está em movimento é o poste.

3. O Sol, pois supunha que a Terra e os demais planetas do Sistema Solar estavam em movimento em relação ao Astro Rei.

Respostas
das
Atividades

O que perguntam por aí?

ENEM 2011

Para medir o tempo de reação de uma pessoa, pode-se realizar a seguinte experiência:

- I. Mantenha uma régua (com cerca de 30 cm) suspensa verticalmente, segurando-a pela extremidade superior, de modo que o zero da régua esteja situado na extremidade inferior.
- II. A pessoa deve colocar os dedos de sua mão, em forma de pinça, próximos do zero da régua, sem tocá-la.
- III. Sem aviso prévio, a pessoa que estiver segurando a régua deve soltá-la. A outra pessoa deve procurar segurá-la o mais rapidamente possível e observar a posição onde conseguiu segurar a régua, isto é, a distância que ela percorre durante a queda.

O quadro seguinte mostra a posição em que três pessoas conseguiram segurar a régua e os respectivos tempos de reação.

Distância percorrida pela régua durante a queda (metro)	Tempo de reação (segundo)
0,30	0,24
0,15	0,17
0,10	0,14

Disponível em: <http://br.geocities.com>. Acesso em: 1 fev. 2009.

A distância percorrida pela régua aumenta mais rapidamente que o tempo de reação porque a

- A energia mecânica da régua aumenta, o que a faz cair mais rápido.
- resistência do ar aumenta, o que faz a régua cair com menor velocidade.
- aceleração de queda da régua varia, o que provoca um movimento acelerado.
- força peso da régua tem valor constante, o que gera um movimento acelerado.
- velocidade da régua é constante, o que provoca uma passagem linear de tempo.

Resposta: Por eliminação, podemos marcar o item d nesta primeira atividade. Entretanto, vale a pena entender a afirmação deste item. Ele afirma que a régua sofre a ação de uma força Peso constante, isto é, que não varia no decorrer de sua queda. Ainda não discutimos o conceito de forças (veja a Unidade 2), mas sabemos que a aceleração de queda livre vale $g = 10 \text{ m/s}^2$, independente da massa do objeto (contanto que se possa desprezar a resistência do ar). Na Unidade 3 vamos associar a Resultante das forças que atuam sobre um corpo com a aceleração adquirida por ele (Segunda Lei de Newton), de modo que a resposta a esta atividade ficará ainda mais clara, uma vez que o leitor estudará a Segunda Lei de Newton.



Atividade extra

Questão 1

Ligeirinha é uma tartaruga que adora andar em uma mesma direção. Geralmente ela se desloca 2 passos a cada segundo durante seu percurso. Cada passo



<http://www.sxc.hu/photo/1150376>

A velocidade percorrida pela Ligeirinha durante 3 horas , em km/h, é de:

Alternativas

- a. 3;
- b. 30;
- c. 300;
- d. 3000.

Questão 2

Durante uma competição de foguetes, um dos foguetes lançados deslocava-se com velocidade escalar de 25 m/s e, em 5 segundos, aumentou sua velocidade para 90 m/s.



http://farm5.staticflickr.com/4024/4640891790_c0eb399be9_o.jpg

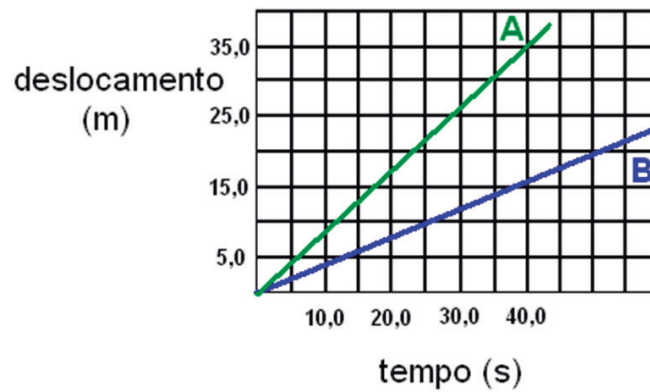
Com base nestes dados, pode-se dizer que sua aceleração escalar média, em módulo, neste intervalo de tempo foi, em m/s^2 , de:

Alternativas

- a. 5;
- b. 25;
- c. 13;
- d. 90.

Questão 3

O gráfico na figura ao lado representa as posições de dois foguetes, A e B, que se deslocam verticalmente, em função do tempo.



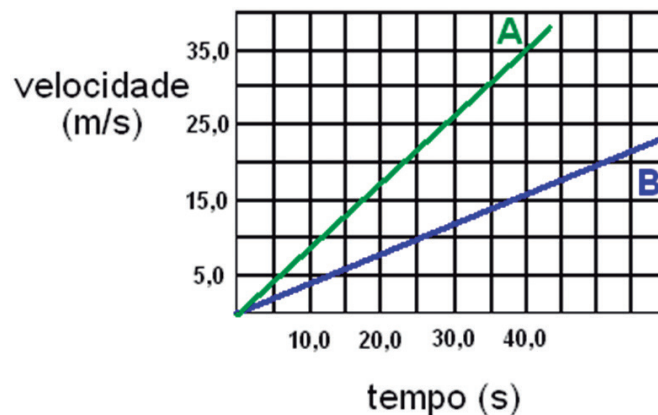
A partir deste gráfico, analisando a inclinação da reta, é possível concluir que no intervalo de 10,0 a 40,0 segundos,

Alternativas

- a. a velocidade do veículo A é maior que a do veículo B;
- b. a velocidade do veículo A é menor que a do veículo B;
- c. a velocidade do veículo A é a mesma do veículo B;
- d. a velocidade do veículo A e a velocidade do veículo B são nulas.

Questão 4

O gráfico na figura ao lado representa as posições de dois foguetes, A e B, que se deslocam verticalmente, em função do tempo.



A partir deste gráfico, analisando a inclinação da reta, é possível concluir que no intervalo de 10,0 a 40,0 segun-

dos,

Alternativas

- a. a aceleração do veículo A é menor que a do veículo B;
- b. a aceleração do veículo A é maior que a do veículo B;
- c. a aceleração do veículo A é a mesma do veículo B;
- d. a aceleração do veículo A e aceleração do veículo B são nulas.

Questão 5

Um corpo, abandonado do alto de uma torre de 125 m de altura, chega ao chão em 5s, desenvolvendo uma aceleração de 10 m/s^2 .

Qual a velocidade do corpo no instante em que atinge o solo?

Alternativas

- a. 5,0 m/s;
- b. 10,0 m/s;
- c. 50,0 m/s;
- d. 125,0 m/s.

Gabarito

Questão 1

A	B	C	D
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Questão 2

A	B	C	D
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

Questão 3

A	B	C	D
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Questão 4

A	B	C	D
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Questão 5

A	B	C	D
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

