

A cinemática é a parte da mecânica que estuda os movimentos dos objetos, desconsiderando a sua massa e as forças que atuam sobre eles. Por meio de leis e equações, é possível prever o movimento de um objeto, como velocidade, aceleração, posição, tempo e distância. Para o estudo de cinemática, é importante definirmos:

**Ponto material ou Partícula:** é todo corpo cujas dimensões não interferem no estudo de um determinado fenômeno físico. Por exemplo, uma pessoa atravessando uma ponte muito comprida.

**Corpo Extenso:** é todo corpo cujas dimensões interferem no estudo de um determinado fenômeno. Por exemplo, um trem atravessando uma ponte ou um túnel.

**Referencial:** é um ponto fixo (ou objeto) pré-determinado, a partir do qual se pretende analisar se um corpo (ou partícula) está em movimento ou não. É indispensável para se determinar a posição de um objeto.

**Repouso:** um corpo está em repouso quando sua posição não se altera em relação a um referencial.

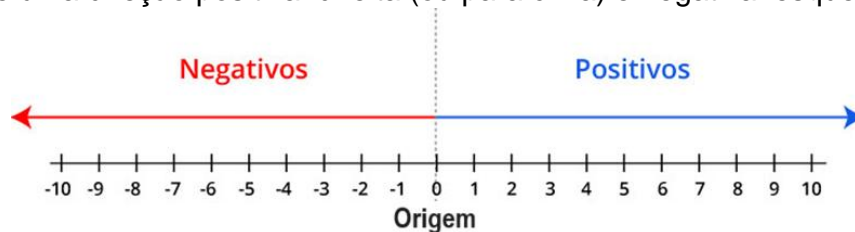
**Movimento:** um corpo está em movimento quando sua posição se altera em relação a um referencial.

**Exemplo:** Sabendo que o carro e o ônibus da figura se movem com uma velocidade constante de 60 km/h, podemos dizer que:



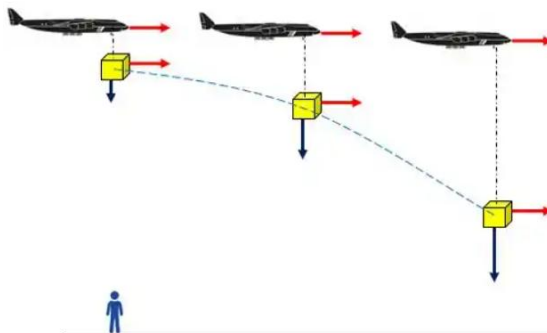
O carro está em repouso em relação ao ônibus. O ônibus está em repouso em relação ao carro. O carro está em movimento em relação à árvore. O ônibus está em movimento em relação à árvore. A árvore está em movimento em relação ao carro. A árvore está em movimento em relação ao ônibus.

**Movimento em uma dimensão:** representamos a posição ao longo de uma linha reta, definindo um ponto de partida (origem), e uma direção positiva: direita (ou para cima) e negativa: esquerda (ou para baixo).



**Trajetória:** é o caminho determinado por uma sucessão de pontos, por onde o corpo passa em relação a um certo referencial.

**Exemplo:** Quando uma aeronave lança um objeto, um passageiro do avião vê o objeto descrever uma trajetória retilínea (o passageiro está em repouso em relação ao objeto), já uma pessoa em solo, vê o objeto descrever uma trajetória parabólica (a pessoa está em movimento em relação ao objeto).



**Sistema Internacional de Unidades (S.I.):** é um conjunto de unidades de medida onde se adotam unidades pré-escolhidas para as grandezas físicas comprimento, massa e tempo. O padrão mais comum utilizado no Brasil é o M.K.S., metro (m), quilograma (kg) e segundo (s).

Todas as unidades, quando escritas por extenso, devem ter inicial minúscula, mesmo que sejam nomes de pessoas, como por exemplo: metro, newton, quilômetro, pascal etc.

A unidade de temperatura da escala Celsius é uma exceção a essa regra, escrevemos grau Celsius.

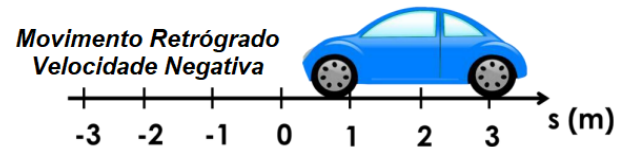
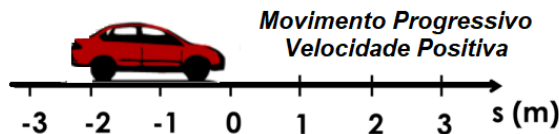
Os símbolos são escritos com letra minúscula, exceto quando se tratar de nomes de pessoas e não se flexionam quando escritos no plural, como por exemplo: metro (m), newton (N), quilômetro (km), pascal (P), litro (l), quilograma (kg) e segundo (s).

**Classificação dos movimentos quanto à velocidade:** movimento Progressivo ou Retrógrado são formas de classificar um movimento de acordo com o seu sentido e a orientação de sua trajetória.

**Movimento progressivo:** o movimento é progressivo quando suas posições crescem (o sinal da velocidade é positivo).

**Movimento retrógrado:** o movimento é retrógrado quando suas posições decrescem (o sinal da velocidade é negativo).

**Exemplo:**



**Velocidade Média (Vm):** é a medida da taxa de deslocamento de um objeto ao longo de um determinado período. É calculada como a distância percorrida dividida pelo tempo gasto. É comumente usada para medir velocidades de carros, aviões, pessoas e outros veículos. Ou seja, é a razão entre a distância percorrida por um corpo (ou partícula) e o tempo gasto em percorrê-la. Matematicamente, podemos calcular a Velocidade Média de um corpo ou partícula utilizando:

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Onde:  $V_m$  = Velocidade Média (m/s);

$\Delta S$  = Variação da Posição (m) → distância percorrida;

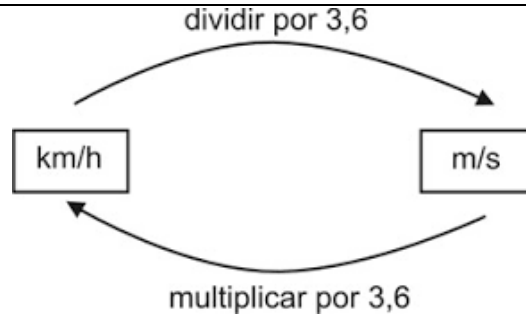
$\Delta t$  = Variação do Tempo (s) → intervalo de tempo gasto.

Em Física, a letra grega delta ( $\Delta$ ) significa uma variação, ou seja, uma subtração entre os valores finais e os valores iniciais da mesma grandeza. Por exemplo: Variação do tempo ( $\Delta t$ ) pode ser escrita matematicamente como o instante de tempo final ( $t_f$ ) menos o instante de tempo inicial ( $t_i$ ). Da mesma forma, a variação de espaço ( $\Delta S$ ) pode ser escrita matematicamente como sendo o espaço final ( $S_f$ ) menos o espaço inicial ( $S_i$ ). Aplicando esse conceito à Velocidade Média, podemos escrever matematicamente outra fórmula:

$$v_m = \frac{s_f - s_i}{t_f - t_i}$$

OBS.: Ao invés de  $S_f$  e  $S_i$ , costuma-se usar respectivamente  $S$  e  $S_0$ . E, no lugar de  $t_f$  e  $t_i$ ,  $t$  e  $t_0$  respectivamente.

A unidade de velocidade média no Sistema Internacional é o metro por segundo (m/s). Mas, uma unidade de velocidade bastante utilizada em nosso dia a dia é o quilômetro por hora (Km/h). Podemos transformar velocidades em m/s para Km/h ou vice-versa observando as seguintes condições:



### Exemplos:

- 1) Transforme 20 m/s em Km/h.
- 2) Converta 108 Km/h em m/s.
- 3) Um ônibus percorre uma distância de 5000m em 400s. Determine a velocidade média desse ônibus, em m/s.
- 4) Após 15s de movimento, um carro encontra-se na posição 150m. No instante de tempo de 35s, encontra-se na posição 350m. Determine a velocidade média do carro, em m/s.
- 5) Uma bicicleta percorre uma distância de 12km em 2h. Determine a velocidade média da bicicleta, em km/h.
- 6) Após 150s de movimento, uma moto encontra-se na posição 1500m. No instante de tempo de 200s, encontra-se na posição 2200m. Determine a velocidade média da moto, em m/s.
- 7) Uma bicicleta percorre uma distância de 7200m em 3600s. Determine a velocidade média da bicicleta, em m/s.
- 8) Uma moto inicia o seu movimento e após 100s, encontra-se na posição 1500m. No instante de tempo de 300s, encontra-se na posição 4200m. Determine a velocidade média da moto, em m/s.
- 9) Uma bicicleta percorre uma distância de 15000m em 3000s. Determine a velocidade média da bicicleta, em Km/h.
- 10) Um carro viaja de uma cidade A para uma cidade B, distantes 300 km, depois de viajar por 2 horas, o pneu dianteiro esquerdo furou e precisou ser trocado, levando uma hora para se fazer a troca, em seguida o carro viajou por mais 1 hora até chegar à cidade B. Qual foi a velocidade média que o carro desenvolveu durante a viagem? *Dica:  $V_m$  é  $\Delta S_{total}$  dividido por  $\Delta t_{total}$ .*
- 11) um carro faz percurso entre 2 cidades, em 2 etapas, na primeira percorre uma distância de 300 km em 2 horas e na segunda percorre 60 km em 1 hora, qual a velocidade média do carro em todo o percurso?
- 12) Duas motos partem ao mesmo instante de cidades X e Y, percorrendo a rodovia retilínea que as une com velocidades constantes, respectivamente iguais a 70 km/h e 90 km/h, indo uma de encontro a outra, ao final de 3 horas as motos ainda estão separadas por uma distância de 80 km, qual a distância entre as cidades X e Y?
- 13) Uma pessoa caminhando com a uma velocidade constante de 1 m/s, atravessa uma ponte de 7,2 km de comprimento. Determine o tempo em horas que a pessoa gasta para atravessar a ponte. (perceba que a pessoa é um ponto material, desta forma as dimensões do seu corpo não influenciam no cálculo, ou seja, é um valor desprezível).
- 14) Um caminhão de 15 metros de comprimento e velocidade constante de 20 m/s, atravessa uma ponte de 45 m. Determine o tempo que o caminhão gasta para atravessá-la. (perceba que o caminhão é um corpo extenso, desta forma, suas dimensões são significativas e influenciam no cálculo, ou seja, é um valor que não pode ser desprezado).
- 15) Um trem de 150 m de comprimento atravessa um túnel de 100 m em 20 segundos, determine a velocidade média do trem.

- 16) Um trem de carga de 240 m de comprimento, tem a velocidade constante de 72 km/h e gasta 0,5 minuto para atravessar completamente um túnel, o comprimento do túnel é de:
- 17) Uma composição ferroviária formada por 12 vagões e uma locomotiva, desloca-se a 20 m/s, sendo o comprimento de cada elemento da composição igual a 10 m, qual é o tempo que o trem gasta para atravessar:
- a) Um sinaleiro?
- b) Uma ponte de 100 metros de comprimento.
- 18) Um ônibus percorre 144 km em 2 horas, determine sua velocidade média em metros por segundo.
- 19) Um ponto material faz um percurso em 2 etapas, na primeira percorre 360 m com velocidade constante de 60 m por segundo e na segunda etapa percorre 120 m com velocidade também constante de 30 m por segundo, determine a velocidade média de todo o percurso.
- 20) Uma estrela está a uma distância de  $4,5 \cdot 10^{12}$  m da Terra. Sabendo-se que a velocidade da luz é de  $3 \cdot 10^8$  m/s, qual o tempo gasto pela luz da estrela para atingir a Terra? Dê a resposta em notação científica.

**Respostas:** 1) 72 km 2) 30 m/s 3) 12,5 m/s 4) 10 m/s 5) 6 km/h 6) 14 m/s 7) 2 m/s 8) 13,5 m/s 9) 18 km/h 10) 75 km/h 11) 120 km/h 12) 560 km 13) 2 horas 14) 3 segundos 15) 12,5 m/s 16) 360 m 17) a) 6,5 s b) 11,5 s 18) 20 m/s 19) 48 m/s 20)  $1,5 \cdot 10^4$  s

**Aceleração Média ( $a_m$ ):** é a taxa de variação da velocidade de um objeto em relação ao tempo, ou seja, é a razão entre a variação da velocidade de um corpo ( $\Delta v$ ) e o tempo gasto nesta variação ( $\Delta t$ ). Matematicamente, podemos calcular a Aceleração Média de um corpo ou partícula utilizando:

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

Onde:  $a_m$  = aceleração média (m/s<sup>2</sup>);

$\Delta v$  = variação da velocidade (m/s);

$\Delta t$  = variação do tempo (s).

Se necessitarmos, podemos utilizar a definição de variação ( $\Delta$ ) na expressão acima e teremos:

$$a_m = \frac{v_{final} - v_{inicial}}{t_{final} - t_{inicial}}$$

OBS.: Ao invés de  $V_f$  e  $V_i$ , costuma-se usar respectivamente  $V$  e  $V_0$ . E, no lugar de  $t_f$  e  $t_i$ ,  $t$  e  $t_0$  respectivamente.

### **Exemplos:**

- 1) Após 2 segundos do início de seu movimento, a velocidade de um móvel é 10 m/s e no instante 4,5 segundos, sua velocidade é de 25 m/s. Calcule a aceleração média desenvolvida entre 2 e 4,5 segundos.
- 2) A velocidade de um corpo varia de 5 m/s para 20 m/s em 3 s. Calcule a aceleração média do corpo, neste trecho.
- 3) Calcule a aceleração média de um carro, sabendo que a sua velocidade varia de 4 m/s para 12 m/s em 2 s.
- 4) O anúncio de um certo tipo de automóvel, menciona que o veículo, partindo do repouso, atinge a velocidade de 108 m/s em 6 segundos. Qual a aceleração escalar média desse automóvel, nesse trecho?

- 5) Partindo do repouso, um avião percorre a pista e atinge a velocidade de 144 m/s em 36 segundos. Qual o valor da aceleração escalar média no referido intervalo de tempo?
- 6) Um ônibus varia a sua velocidade em 30m/s num intervalo de tempo de 15s. Calcule a aceleração desse ônibus, nesse trecho.
- 7) Um móvel tem a sua velocidade alterada de 36 km/h para 54 km/h, em um intervalo de tempo de 2,5 s. Calcule o módulo de sua aceleração média em m/s<sup>2</sup>.
- 8) O professor Richard estava a 108 km/h com seu veículo quando vê o professor de educação física da Etec Rio Pardo atravessando a rodovia a pé. Os freios do carro são imediatamente acionados e o veículo para após 6 segundos de frenagem, evitando o atropelamento. Calcule o valor da aceleração média. **Perceba que o resultado é negativo, pois trata-se de uma desaceleração.**
- 9) Ao avistar um obstáculo, um motorista pisa no freio e diminui sua velocidade a uma taxa de 2 m/s<sup>2</sup>. Determine o intervalo de tempo necessário até que o veículo pare completamente, sabendo que a sua velocidade ao início da frenagem era de 30 m/s.
- 10) Um móvel tem velocidade inicial  $V_i$  no instante 4 segundos e velocidade 15 m/s no instante 9 segundos. Sabendo que a aceleração escalar média no intervalo de 4 a 9 segundos foi de 2 m/s<sup>2</sup>, calcule  $V_i$ .

**Respostas: 1)2 m/s<sup>2</sup> 2)5 m/s<sup>2</sup> 3)4 m/s<sup>2</sup> 4)18m/s<sup>2</sup> 5)4 m/s<sup>2</sup> 6)2 m/s<sup>2</sup> 7)2 m/s<sup>2</sup> 8)-5 m/s<sup>2</sup> 9)15 segundos 10)5 m/s**

As funções matemáticas usadas na cinemática associam grandezas que descrevem um movimento em relação a um determinado instante de tempo, sendo então chamadas de funções horárias. Essas funções podem associar à velocidade de um móvel com relação ao tempo, à posição, entre outras variáveis.

**Movimento Uniforme (M.U.):** ao estudarmos o M.U., estamos nos referindo aos movimentos em que não existe aceleração, ou seja, em que a velocidade é constante. Existem dois tipos: o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e o Movimento Circular Uniforme (MCU).

**Função Horária da Posição no M.U.:** é a fórmula matemática que fornece a posição do corpo em Movimento Uniforme, em qualquer instante de tempo. Pode ser escrita matematicamente como:

$$S = S_0 + vt$$

Onde: S = posição final (m);

$S_0$  = posição inicial (m);

v = velocidade constante (m/s);

t = instante de tempo (s).

### **Exemplos:**

- 1) Um corpo movimenta-se com velocidade constante sobre uma trajetória retilínea, obedecendo à função horária  $S = 20 + 4t$  (no S.I.). Determinar:
  - a) a sua posição inicial e sua velocidade;
  - b) sua posição no instante de tempo igual a 5s.
  - c) o instante em que o corpo passa pela posição 60m.
- 2) Um carro se movimenta em linha reta, com velocidade constante, em uma estrada, obedecendo à função horária  $S = 5 + 18t$  (no S.I.). Determine:
  - a) a sua posição inicial e a sua velocidade;
  - b) sua posição no instante de 210s;
  - c) o instante de tempo em que o carro passará pela posição 1805m.
- 3) Um corpo movimenta-se sobre uma trajetória retilínea, obedecendo a função horária  $S = 60 - 10t$  (no S.I.). Determine:
  - a) a sua posição inicial e a sua velocidade;

- b) sua posição no instante de 3s;  
c) o instante de tempo em que passa pela origem das posições.  
4) Um corpo movimenta-se sobre uma trajetória retilínea, obedecendo a função horária  $S = 20 + 4t$  (no S.I.). Determine:  
a) a sua posição inicial e a sua velocidade;  
b) sua posição no instante de 5s;  
c) o instante de tempo em que passa pela posição 60m.  
d) a variação de espaço entre os instantes 2s e 7s.

**Respostas:** 1)a)20m e 4m/s b)40m c)10s 2)a)5m e 18m/s b)3785m c)100s 3)a)60m e -10m/s b)30m c)6s. 4)a)20m e 4m/s b)40m c)10s d)20m

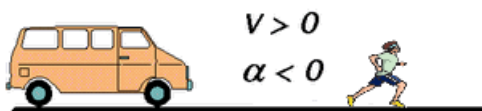
**Movimento Uniformemente Variado (M.U.V.):** este tipo de movimento possui aceleração, a qual é constante. Devido à aceleração constante, a velocidade do corpo varia em todo o intervalo de tempo, enquanto durar o movimento. Nesse movimento, a aceleração NÃO pode ser nula (zero), pois assim não teríamos variação da velocidade, o que implica numa velocidade constante e, portanto, voltamos ao Movimento Uniforme.

**Classificação dos movimentos quanto à aceleração:** movimento Acelerado ou Retardado são formas de classificar um MUV.

**Movimento acelerado:** é aquele no qual o módulo da velocidade aumenta no decorrer do tempo. Para que isso ocorra devemos ter a velocidade e a aceleração com o mesmo sinal. Como exemplo podemos ter um veículo percorrendo a trajetória da figura e o motorista pisando no acelerador.



**Movimento retardado:** é aquele no qual o módulo da velocidade diminui no decorrer do tempo. Nesse caso devemos ter a velocidade e a aceleração com sinais contrários. Como exemplo podemos ter um veículo freando ao se aproximar de uma pessoa.



**Classificação dos MUV quanto a velocidade e aceleração:** Movimento uniformemente variado (MUV) é o movimento cuja velocidade varia constantemente em um intervalo de tempo, gerando uma aceleração não nula. Esses movimentos podem ser:

**Movimento progressivo e acelerado:** quando a aceleração e a velocidade possuem mesma direção e sentido (sinais iguais e positivos).



**Movimento regressivo e acelerado:** quando a aceleração e a velocidade possuem mesma direção e sentido (sinais iguais e negativos).



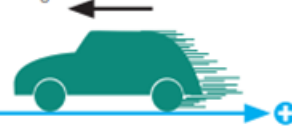
$$a < 0 \text{ e } v < 0$$

$$v = -21 \text{ m/s}$$



**Acelerado e Retrógrado**

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



**Movimento retardado e progressivo:** quando a velocidade e a aceleração possuem sentidos opostos (sinais diferentes) e o movimento é no sentido positivo da trajetória (suas posições aumentam).

$$a < 0 \text{ e } V > 0$$

**Retardado e Progressivo**

$$v_0 = +20 \text{ m/s}$$



$$v = +19 \text{ m/s}$$



**Movimento retardado e regressivo:** quando a velocidade e a aceleração possuem sentidos opostos (sinais diferentes) e o movimento é no sentido contrário ao da trajetória (suas posições diminuem).

$$a > 0 \text{ e } V < 0$$

**Retardado e Retrógrado**

$$v = -19 \text{ m/s}$$



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



Em resumo, temos:

Velocidade	Aceleração	Movimento
Positiva	Positiva	Progressivo Acelerado
Positiva	Negativa	Progressivo Retardado
Negativa	Positiva	Retrógrado Retardado
Negativa	Negativa	Retrógrado Acelerado

**Função Horária da Velocidade:** é a fórmula matemática que fornece a velocidade do corpo em qualquer instante de tempo. É expressa matematicamente como:

$$v = v_0 + a.t$$

Onde:  $V$  = velocidade instantânea (m/s);

$V_0$  = velocidade inicial (m/s);

$a$  = aceleração do movimento (m/s<sup>2</sup>);

$t$  = instante de tempo (s).

**Exemplos:**

1) Uma partícula movimenta-se com aceleração constante e adquire velocidade que obedece à função horária  $V = 20 + 4.t$  (no S.I.). Determine:

a) a sua velocidade inicial e a aceleração da partícula;

b) a velocidade da partícula no instante 2s;

- c) o instante de tempo em que a partícula atinge a velocidade de 40m/s.
- 2) A função horária da velocidade de uma partícula em movimento com aceleração constante é  $V = 5 - 10.t$  (no S.I.). Determine:
- a sua velocidade inicial e a aceleração da partícula;
  - a velocidade da partícula no instante 15s;
  - o instante de tempo em que a partícula atinge a velocidade de -195m/s;
  - o instante de tempo em que a partícula atinge a velocidade de -15 m/s.
- 3) Um ponto material em movimento adquire velocidade que obedece à expressão  $V = 20 - 4t$  (no SI). Pedese:
- a velocidade inicial e a aceleração;
  - a velocidade no instante 2s;
  - o instante em que o ponto material muda de sentido;
  - a classificação do movimento (acelerado ou retardado) no instante 8s.

**Respostas:** 1)a)20m/s e 4m/s<sup>2</sup> b)28m/s c)5s 2)a)5m/s e -10m/s<sup>2</sup> b)-145m/s c)20s d)2s  
3)a)20m/s e -4m/s<sup>2</sup> b)12 m/s c)5s d)acelerado (velocidade e aceleração tem sinais iguais)

**Função Horária da Posição no M.U.V.:** é a fórmula matemática que fornece a posição do corpo em Movimento Uniformemente Variado, em qualquer instante de tempo. Pode ser escrita matematicamente como:

$$S = S_0 + V_0.t + \frac{1.a.t^2}{2}$$

Onde: S = posição final (m);

$S_0$  = posição inicial (m);

$V_0$  = velocidade inicial (m/s);

a = aceleração (m/s<sup>2</sup>);

t = instante de tempo (s).

### **Exemplos:**

- 1) Um móvel desloca-se sobre uma trajetória retilínea obedecendo à função horária  $S = 6 - 5t + t^2$  (no SI). Determine:
- a posição do móvel no instante 5s;
  - o instante em que o móvel passa pela posição 56m;
- 2) Uma partícula executa um movimento uniformemente variado obedecendo à função horária  $S = 15 + 2t + 3t^2$  (no SI). Determine a sua posição inicial, velocidade inicial e aceleração constante.
- 3) Considere as seguintes funções horárias da posição, onde S é medido em metros e t em segundos:
- a)  $S = 10 + 4t + 3t^2$     b)  $S = -8 + t - 5t^2$     c)  $S = 1 - t^2$     d)  $S = 4t^2$
- Escreva a função horária da velocidade ( $V = V_0 + a.t$ ) para cada uma delas.
- 4) Um corpo desloca-se sobre uma trajetória retilínea (com aceleração constante), obedecendo à função horária  $S = 65 + 2.t - 3t^2$  (no S.I.). Determine:
- a sua posição inicial, sua velocidade inicial e a sua aceleração;
  - a função horária da velocidade;
- 5) um móvel parte com velocidade de 10 m/s e aceleração constante de 6 m/s<sup>2</sup>, da posição 20 m de uma trajetória retilínea. Determine sua posição no instante 12 segundos.

**Respostas:** 1)a)6m b)10s 2)a)15m b)2m/s 6m/s<sup>2</sup> 3)a)V = 4 + 6t b)V = 1 - 10t c)V = -2t d)V = 8t  
4)a)65m, 2m/s e -6m/s<sup>2</sup> b)V=2-6t 5)572m



**Equação de Torricelli:** relaciona diretamente a velocidade com o espaço percorrido por um corpo em M.U.V. Tem por principal vantagem de utilização o fato de que não depende de valores de tempo. É expressa:

$$v^2 = v_0^2 + 2.a. \Delta s$$

Onde:  $V$  = velocidade final (m/s);

$V_0$  = velocidade inicial (m/s);

$a$  = aceleração (m/s<sup>2</sup>);

$\Delta S$  = distância percorrida (m).

### Exemplos:

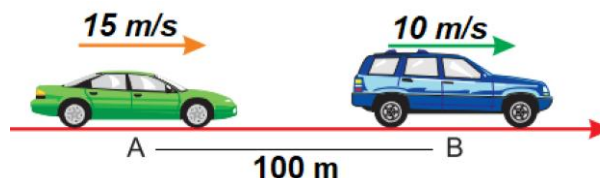
- 1) Um avião percorre 900m no solo durante sua decolagem, partindo do repouso e com aceleração escalar constante de 50 m/s<sup>2</sup>. Calcule a velocidade final de decolagem do avião.
- 2) Uma bicicleta tem velocidade inicial de 4m/s e adquire uma aceleração constante de 1,8 m/s<sup>2</sup>. Qual é a sua velocidade após percorrer uma distância de 50m?
- 3) Um carro está a uma velocidade de 20m/s. Quando freado, para totalmente após percorrer 50m. Calcule a aceleração introduzida pelos freios do carro. **Atenção: a aceleração será negativa, pois faz a velocidade diminuir no decorrer do tempo. Trata-se de uma desaceleração.**
- 4) Um carro parte do repouso e movimenta-se com aceleração constante de 10 m/s<sup>2</sup>. Determine a velocidade do carro após ele percorrer uma distância de 45m.
- 5) Um trem está a uma velocidade de 90 km/h, quando o maquinista vê um obstáculo 125 m a sua frente. Calcule o menor módulo da aceleração de retardamento a ser imprimida ao trem para que não haja choque.
- 6) O Prof. Richard está a 72 km/h em seu veículo, quando vê o Prof. Sérgio Braz 125 metros a sua frente, imediatamente ele aciona os freios, imprimindo uma desaceleração constante de 2m/s<sup>2</sup>, até parar totalmente seu veículo. Podemos concluir que:
  - a) o veículo durante a frenagem, percorrerá 125 metros e irá parar rente ao Prof. Braz, evitando o atropelamento.
  - b) o veículo durante a frenagem, percorrerá 125 metros e irá parar rente ao Prof. Braz, não evitando o atropelamento.
  - c) o veículo durante a frenagem, percorrerá 150 metros, atropelando e arretando o pedestre por 25 metros.
  - d) o veículo durante a frenagem, percorrerá 100 metros, parando 25 m antes do Prof. Braz, evitando o atropelamento.
  - e) o Prof. Sérgio Braz é capaz de segurar um veículo a 72 km/h.

**Respostas:** 1)300m/s 2)14m/s 3)-4m/s<sup>2</sup> 4)30m/s 5)-2,5m/s<sup>2</sup> 6)d

**Encontro de móveis:** nos estudos de cinemática, os encontros entre móveis acontecem quando ambos ocupam, ao mesmo tempo, o mesmo espaço na trajetória, ou seja,  $S_A = S_B$ ).

**Exemplo de encontro de móveis no M.U.:** considere dois automóveis, A e B, em uma mesma estrada retilínea, orientada. Estão indicados os módulos das velocidades escalares dos carros bem como os sentidos dos movimentos.

**1º caso: Móveis na mesma direção e sentido:** dois automóveis A e B estão em movimento uniforme e no mesmo sentido. Suas velocidades escalares têm módulos respectivamente iguais a 15 m/s e 10 m/s. No instante  $t = 0$  os automóveis estão nas posições indicadas no esquema abaixo.

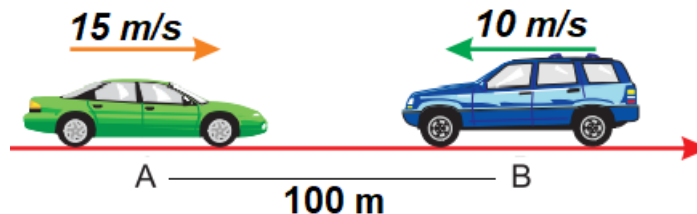


Determine:

- o instante em que A alcança B.
- a que distância da posição inicial de A ocorre o encontro.

**Respostas: a)20s b)300m**

**2º caso: Móveis na mesma direção e em sentidos opostos:** quando os móveis partem de suas posições iniciais, mas um ao encontro do outro, conforme o esquema a seguir a velocidade escalar de B é negativa, ou seja,  $V_B = -10 \text{ m/s}$ , pois B se movimenta em sentido contrário ao do eixo S.



Neste caso determine:

- o instante em que A alcança B.
- a que distância da posição inicial de A ocorre o encontro.

**Respostas: a)4s b)60m**

**Exemplo de encontro de móveis no M.U.V:** a linha de raciocínio aqui é a mesma do M.U., mudando apenas a fórmula da função horária. Também pode ocorrer a mistura de M.U. com M.U.V., conforme exemplo a seguir.

(Uniupe-MG) No instante em que um sinal de trânsito muda para o verde, uma viatura da Polícia Rodoviária Federal que estava parada, arranca com uma aceleração constante de  $2 \text{ m/s}^2$ . Nesse mesmo instante, uma moto ultrapassa a viatura com uma velocidade constante de  $108 \text{ km/h}$ . Ambas se movimentam em linha reta em uma avenida, onde a velocidade máxima permitida é de  $60 \text{ km/h}$ . O tempo gasto pela viatura para alcançar a moto e a distância percorrida é de?

- 30 s e 9 m
- 30 s e 900 m
- 30 s e 950 m
- 35 s e 900 m
- 30 s e 90 m

**Resposta: b**

**Queda livre:** é um movimento vertical que ocorre nas proximidades da superfície terrestre, em que um objeto é abandonado no vácuo ou em um local onde a resistência do ar é desprezível. É o movimento resultante unicamente da aceleração provocada pela gravidade, ou seja, livre da resistência do ar. Assim, se não há nada para atrapalhar o movimento de queda, o corpo cairá com aceleração constante, que é a aceleração da gravidade, chamada de  $g$ . Embora a aceleração da gravidade na Terra seja aproximadamente  $9,807 \text{ m/s}^2$ , vamos considerar esse valor como sendo igual a  $10 \text{ m/s}^2$ , para facilitar os cálculos. Como a aceleração é constante, temos então o Movimento Uniformemente Variado, que já estudamos. A novidade é que agora o valor da aceleração será sempre chamado de  $g$  (ao invés de  $a$ ). **TODOS OS CORPOS, INDEPENDENTE DA SUA MASSA, FORMA OU TAMANHO, CAEM COM A MESMA ACELERAÇÃO NO VÁCUO. ESSA ACELERAÇÃO É CONSTANTE E RECEBE O NOME DE ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE ( $g$ ).**

Para o estudo de queda livre, vamos utilizar as mesmas equações (fórmulas) do M.U.V., fazendo apenas o “ajuste” de trocar a aceleração ( $a$ ) pela aceleração da gravidade ( $g$ ).

**Lançamento vertical:** é um movimento unidimensional no qual se desconsidera o atrito com o ar. Esse tipo de movimento ocorre quando um corpo é lançado na direção vertical e para cima. Como na subida o corpo será freado, devemos considerar a aceleração negativa e substituiremos  $g$  pelo seu valor negativo, ou seja,  $-10 \text{ m/s}^2$ .

**Exemplos:**

- um corpo é abandonado do alto de uma torre de  $125 \text{ m}$  de altura em relação ao solo. Desprezando a resistência do ar e admitindo  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , encontre:

- a) o tempo gasto para atingir o solo;  
b) a velocidade ao atingir o solo.
- 2) um corpo é lançado do solo verticalmente para cima com velocidade inicial de 30 m/s. Desprezando a resistência do ar e admitindo  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , calcule:  
a) o tempo gasto pelo corpo para atingir a altura máxima;  
b) a altura máxima atingida em relação ao solo;  
c) o tempo gasto pelo corpo para retornar ao solo;  
d) a velocidade ao chegar ao solo.
- 3) Um corpo é lançado do solo, verticalmente para cima, com velocidade inicial de 30m/s. Desprezando a resistência do ar e admitindo  $g = 10\text{m/s}^2$ , obtenha as funções horárias da velocidade e da posição do corpo.
- 4) Uma bola é lançada do solo, verticalmente para cima, com velocidade inicial de 40m/s. Desprezando a resistência do ar e admitindo  $g = 10\text{m/s}^2$ , calcular:  
a) as funções horárias da velocidade e da posição da bola;  
b) o tempo gasto pela bola para atingir a altura máxima;  
c) a altura máxima atingida em relação ao solo;  
d) o tempo gasto pelo corpo para retornar ao solo;  
e) a velocidade do corpo ao chegar ao solo.

**Respostas:** 1) 5s e 50m/s   b) 28m/s   c) 5s   2) a) 3s   b) 45m   c) 6s   d) -30m/s   3)  $v = 30 - 10t$  e  $S = 30t - 5t^2$    4) a)  $V = 40 - 10t$  e  $S = 40t - 5t^2$    b) 4s   c) 80m   d) 8s   e) -40m/s