

Cinemática

1. Introdução

Cinemática: É a parte da mecânica que estuda os movimentos dos corpos ou partículas sem se levar em conta o que os causou.

2. Unidades de medidas

Grandeza é a denominação dada a tudo que pode ser medido.

Exemplo: comprimento, massa, tempo, velocidade.

Para comparar as medidas das grandezas da mesma espécie utilizamos as unidades de medidas.

Por exemplo: todos sabemos que 2kg expressa uma quantidade maior do que 500g de um mesmo produto, apesar do número 2 ser menor do que o número 500. É que as unidades de medida de massa (kg e g) são diferentes. Para compararmos as quantidades devemos utilizar unidades de medidas iguais.

Atualmente o sistema de unidades oficial adota como medida de comprimento, o metro (m), como unidade de medida de massa o quilograma (kg) e como unidade de medida de tempo o segundo(s) que fazem parte do Sistema Internacional de Unidades (SI).

3. Conceito de Referencial, movimento, Repouso e trajetória.

Iremos estudar os movimentos dos corpos e para isso precisamos de alguns conceitos tais como:

1) Ponto Material

Um corpo é chamado de ponto material quando suas dimensões não interferem no estudo de um determinado fenômeno.

Exemplo: Quando estudamos o movimento de um caminhão trafegando em uma autoestrada, suas dimensões não são relevantes, podendo ser associado a um ponto. Todavia se formos estudar o movimento do mesmo caminhão atravessando uma ponte de tamanho pequeno, devemos levar em conta pelo menos uma das dimensões (comprimento).

2) Movimento e Repouso:

Chamamos de observador àquele que analisa o movimento de um determinado corpo e de referencial o local onde esse observador se encontra.

Para um observador o seu referencial se encontra em

Repouso.

Para saber se um veículo está em movimento ou repouso são usados referenciais ligados à Terra (um poste, uma edificação, por exemplo), mas,

podemos adotar um referencial que esteja em movimento com relação à Terra (interior de um veículo percorrendo uma via).

Um ponto material está em movimento em relação a um referencial quando sua posição em relação a esse referencial se altera ao longo do tempo.

Quando a posição do ponto material não se altera ao longo do tempo com relação ao referencial adotado dizemos que está em repouso com relação a esse referencial.

Por exemplo: Uma pessoa sentada na beira da estrada observa o passageiro de um ônibus que trafega pela via. Para essa pessoa o passageiro se encontra em movimento enquanto que para um outro passageiro do mesmo ônibus se encontra em repouso.

Movimento e repouso são conceitos relativos pois dependem do referencial adotado.

3) Trajetória:

São as posições sucessivas ocupadas por um ponto material durante o movimento.

Dependendo do formato da trajetória o movimento é classificado em: retilíneo, curvilíneo, circular, elíptico etc.

O formato da trajetória de um corpo em movimento depende do referencial adotado.

Exemplo: Considere um corpo abandonado de um avião voando a uma certa altura. Despreze a resistência do ar. Para um observador no interior do avião a trajetória do corpo é retilíneo (queda livre). Para um observador na Terra a trajetória é um arco de parábola.

4) Espaço ou Posição:

Para localizarmos um ponto material em uma trajetória definimos uma origem, chamada origem dos espaços ou origem dos espaços. A posição ou espaço ocupado por um corpo em uma trajetória é a medida da distância do ponto ocupado pelo ponto material até a origem, obedecendo o sentido da trajetória.

Representaremos a posição, usando a letra S ou X.



Espaço 1 igual 10km; Espaço 2 igual 35km

(S1 = 10km); (S2 = 35km)

Atenção!

O espaço apenas indica a posição de um ponto material. Não indica quanto ele andou, nem de onde vem ou para onde vai.

5) Deslocamento ΔS .

É a variação da posição do ponto material em um referido intervalo de tempo

$\Delta S = S - S_0$, Onde S é a posição final e S_0 a posição inicial.

Quando o ponto material se movimentar no sentido positivo da trajetória o sinal do ΔS será positivo, quando se deslocar no sentido contrário da trajetória o ΔS será negativo.

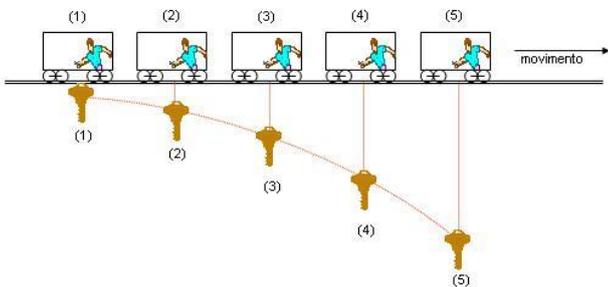
Obs.: O deslocamento mede a variação da posição ou espaço. Se um móvel partir de uma determinada posição e retornar à posição de onde partiu em um certo intervalo de tempo, seu deslocamento será igual a zero.

Nesse caso, para determinarmos a "distância percorrida pelo ponto material" devemos somar o deslocamento em módulo (valor sem o sinal negativo) para ir e para retornar ao ponto de partida.

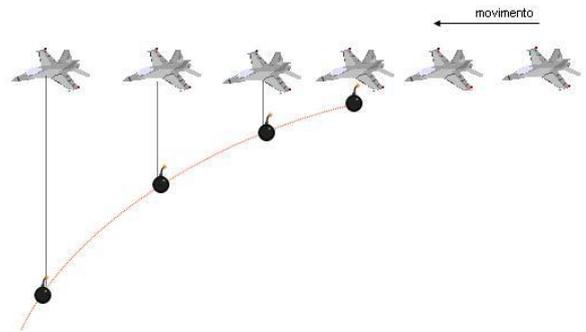
OBS: Quando a trajetória é retilínea o módulo de deslocamento é igual ao módulo da distância percorrida ($\Delta S = d$). Se a trajetória não for retilínea, o valor do deslocamento (ΔS) será sempre menor que o valor da distância percorrida (d).

Exercícios proposto

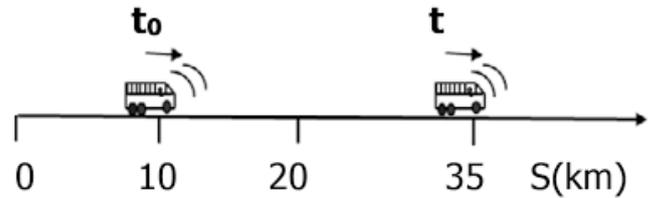
- 01) Um homem, ao inclinar-se sobre uma janela do vagão de um trem que se move com velocidade constante, deixa cair a chave do portão de sua casa. Qual a trajetória da chave vista pelo homem do trem?



- 02) De um avião que voa de leste para oeste abandona-se uma bomba. Em relação a um observador fixo no solo, como será a trajetória da bomba?



- 03) Calcular o deslocamento do veículo em uma rodovia conforme a figura abaixo, do instante t_0 (tempo inicial) ao instante t (tempo final).



- 04) Calcular o deslocamento do veículo em uma rodovia conforme a figura abaixo, do instante t_0 (tempo inicial) ao instante t (tempo final).



Atividade

- 01) Desprezando a Resistência do ar, em relação a um avião que voa horizontalmente com velocidade constante, a trajetória das bombas por ele abandonadas é:
- uma reta inclinada.
 - uma parábola de concavidade para baixo.
 - uma reta vertical.
 - uma parábola de concavidade para cima.
 - um arco de circunferência.
- 02) Considerando o enunciado anterior, em relação a um referencial preso ao solo, a trajetória das bombas será:
- uma reta inclinada.
 - uma parábola de concavidade para baixo.
 - uma reta vertical.
 - uma parábola de concavidade para cima.
 - um arco de circunferência.
- 03) Considere a seguinte situação: um ônibus movendo-se numa estrada e duas pessoas: Uma (A) sentada no ônibus e outra (B) parada na estrada, ambas observando uma lâmpada instalada no teto do ônibus.
- "A" diz: A lâmpada não se move em relação a mim, uma vez que a distância que nos separa permanece constante.

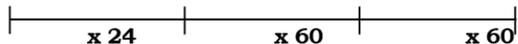
“B” diz: A lâmpada está em movimento uma vez que ela está se afastando de mim.

- a) “A” está errada e “B” está certa.
- b) “A” está certa e “B” está errada.
- c) Ambas estão erradas.
- d) Cada uma, dentro do seu ponto de observação, está certa.

Grandezas Fundamentais

Tempo: A grandeza tempo pode ser medida nas seguintes unidades:

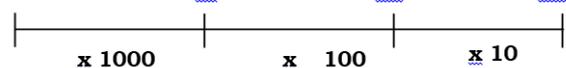
Dias Horas (h) Minutos (min) Segundos (s)



No S.I ⇒ s

Espaço: A grandeza espaço é medida nas seguintes unidades:

Km m cm mm



No S.I ⇒ m

4. Velocidade escalar média.

Considere que um ponto material tenha se movimentado sobre uma trajetória efetuando um deslocamento ΔS em um intervalo de tempo Δt, então a velocidade média do ponto material será o quociente (divisão) entre o deslocamento e o intervalo de tempo, ou seja:

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S - S_0}{t - t_0}$$

A velocidade é a grandeza que mede a taxa de variação da posição de um corpo com relação ao tempo.

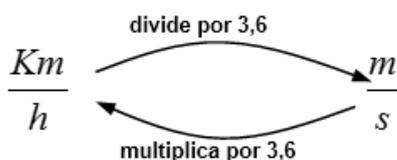
Como, no Sistema Internacional, o deslocamento é medido em metros e o intervalo de tempo é medido em segundos a velocidade média é expressa em metros por segundo (m/s).

É de uso corrente a velocidade média medida em km/h.

Para transformarmos km/h em m/s basta multiplicarmos o valor que temos em m/s por 3,6 e o resultado estará em km/h.

De forma inversa se multiplicarmos o valor da velocidade em km/h por 3,6 o resultado estará em m/s.

Relação entre as unidades de velocidade



Exemplo1:

- 1. Analisando a tabela, calcule o valor da velocidade média.

S (m)	5	10	15	20
t (s)	1	2	3	4

- 2. Um móvel percorre uma distância de 200km em 2,4h e em seguida percorre mais 232km em 1,6h. Qual a velocidade média, em m/s, no percurso total?

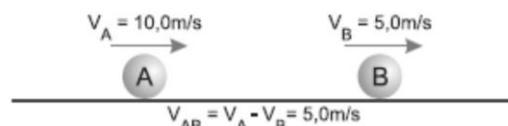
Exemplo 2: Efetue as transformações

- a) 20 m/s em km/h.
- b) 36 km/h em m/s.
- c) 10 m/s em km/h.
- d) 108 km/h em m/s
- e) 5 m/s em km/h.
- f) 72 km/h em m/s.
- g) 180 km/h em m/s.

5. VELOCIDADE RELATIVA

A velocidade relativa entre dois móveis mede a aproximação ou o afastamento entre eles.

- a) Consideremos dois móveis, A e B, percorrendo uma mesma trajetória retilínea, com velocidades escalares constantes, em relação à Terra, respectivamente iguais a VA = 10m/s e VB = 5m/s.



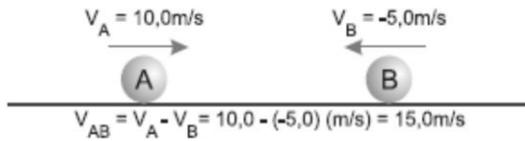
Observe que o móvel A aproxima-se do móvel B com uma velocidade relativa de 5m/s, portanto:

Quando os móveis caminham no mesmo sentido, o módulo da velocidade escalar relativa é dado pela diferença entre os módulos das velocidades escalares de A e B.

$$|V_{rel}| = |V_A| - |V_B|$$

(com |VA| > |VB|)

- b) Consideremos dois móveis, A e B, percorrendo uma mesma trajetória retilínea, com velocidades escalares constantes, em relação à Terra, respectivamente iguais a VA= 10m/s e VB = - 5m/s.

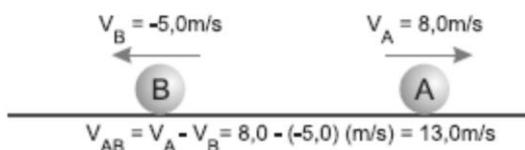


Observe agora que os móveis A e B aproximam-se com uma velocidade relativa de 15m/s, portanto:

Quando os móveis caminham em sentidos opostos, o módulo da velocidade relativa é dado pela soma dos módulos das velocidades escalares de A e B.

$$|V_{rel}| = |V_A| + |V_B|$$

Veja uma outra situação em que os móveis estão em sentidos opostos.



Atividade

01) (Enem 2012) Uma empresa de transportes precisa efetuar a entrega de uma encomenda o mais breve possível. Para tanto, a equipe de logística analisa o trajeto desde a empresa até o local da entrega. Ela verifica que o trajeto apresenta dois trechos de distâncias diferentes e velocidades máximas permitidas diferentes. No primeiro trecho, a velocidade máxima permitida é de 80 km/h e a distância a ser percorrida é de 80 km. No segundo trecho, cujo comprimento vale 60 km, a velocidade máxima permitida é 120 km/h. Supondo que as condições de trânsito sejam favoráveis para que o veículo da empresa ande continuamente na velocidade máxima permitida, qual será o tempo necessário, em horas, para a realização da entrega?

- a) 0,7 b) 1,4 c) 1,5 d) 2,0 e) 3,0

02) (Enem 2014) A Companhia de Engenharia de Tráfego (CET) de São Paulo testou em 2013 novos radares que permitem o cálculo da velocidade média desenvolvida por um veículo em um trecho da via.



As medições de velocidade deixariam de ocorrer de maneira instantânea, ao se passar pelo radar, e seriam feitas a partir da velocidade média no trecho, considerando o tempo gasto no percurso entre um radar e outro. Sabe-se que a velocidade média é calculada como sendo a razão entre a distância percorrida e o tempo gasto para percorrê-la. O teste realizado mostrou que o tempo que permite uma condução segura de deslocamento no percurso entre os dois radares deveria ser de, no mínimo, 1 minuto e 24 segundos. Com isso, a CET precisa instalar uma placa antes do primeiro radar informando a velocidade média máxima permitida nesse trecho da via. O valor a ser exibido na placa deve ser o maior possível, entre os que atendem às condições de condução segura observadas.

A placa de sinalização que informa a velocidade que atende a essas condições é:

- a) 25 km/h
b) 69 km/h
c) 90 km/h
d) 102 km/h
e) 110 km/h

03) Uma partícula percorre 30 m com velocidade escalar média de 36km/h. Em quanto tempo faz este percurso?

04) Um automóvel viaja a 20Km/h durante a primeira hora e a 30Km/h nas duas horas seguintes. Sua velocidade média durante as três primeiras horas, em km/h, é:

- a) 20 b) 30 c) 31 d) 25 e) 27

05) (CESUPA) Durante seu trajeto até o CESUPA José precisa percorrer alguns trechos da cidade. Na rodovia BR-316, ele percorre um trecho de 6km a velocidade média de 60 km/h, a velocidade média para percorrer 6km na avenida Almirante Barroso é de 30 km/h; e os 3 km restantes são percorridos a 30km/h. Para que José chegue às 7h 50min no CESUPA ele precisa sair de casa exatamente às:

- a) 6h32min b) 7h26min c) 7h12min d) 6h56min

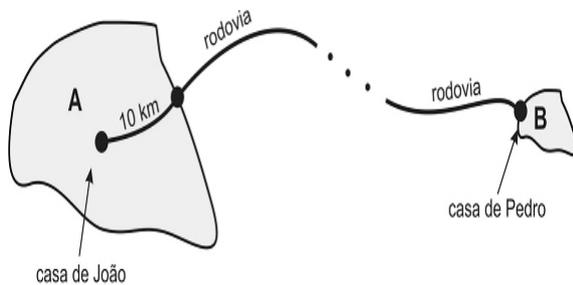
06) (UFPA) Um transatlântico faz uma viagem de 3600 km em 6 dias e 6 horas. Em m/s, sua velocidade de cruzeiro é, aproximadamente:

- a) 24,12 b) 12,40 c) 6,70
d) 3,40 e) 1,86

07) (União-MG) A unidade de velocidade usada nos navios é o nó, e seu valor equivale a cerca de 1,8 km/h. Se um navio se movimentar a uma velocidade média de 20 nós, em 5 horas de viagem ele terá percorrido:

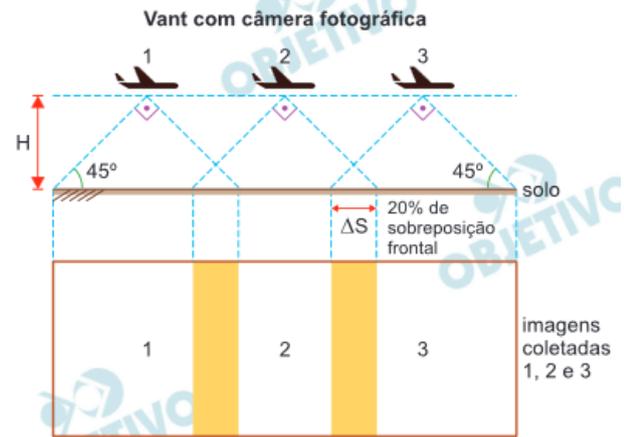
- a) 9 km b) 18 km c) 36 km
d) 180 km e) 250 km

08) (UFRJ 2010) João fez uma pequena viagem de carro de sua casa, que fica no centro da cidade A, até a casa de seu amigo Pedro, que mora bem na entrada da cidade B. Para sair de sua cidade e entrar na rodovia que conduz à cidade em que Pedro mora, João percorreu uma distância de 10 km em meia hora. Na rodovia, ele manteve uma velocidade escalar constante até chegar à casa de Pedro. No total, João percorreu 330 km e gastou quatro horas e meia.



- a) Calcule a velocidade escalar média do carro de João no percurso dentro da cidade A.
b) Calcule a velocidade escalar constante do carro na rodovia.

09) (Enem 2019) A agricultura de precisão reúne técnicas agrícolas que consideram particularidades locais do solo ou lavoura afim de otimizar o uso de recursos. Uma das formas de adquirir informações sobre essas particularidades é a fotografia aérea de baixa altitude realizada por um veículo aéreo não tripulado (vant). Na fase de aquisição é importante determinar o nível de sobreposição entre as fotografias. A figura ilustra como uma sequência de imagens é coletada por um vant e como são formadas as sobreposições frontais.



O operador do vant recebe uma encomenda na qual as imagens devem ter uma sobreposição frontal de 20% em um terreno plano. Para realizar a aquisição das imagens, seleciona uma altitude H fixa de vôo de 1 000 m, a uma velocidade constante de 50 m/s. A abertura da câmera fotográfica do vant é de 90°. Considere $\text{tg}(45^\circ) = 1$.

Com que intervalo de tempo o operador deve adquirir duas imagens consecutivas?

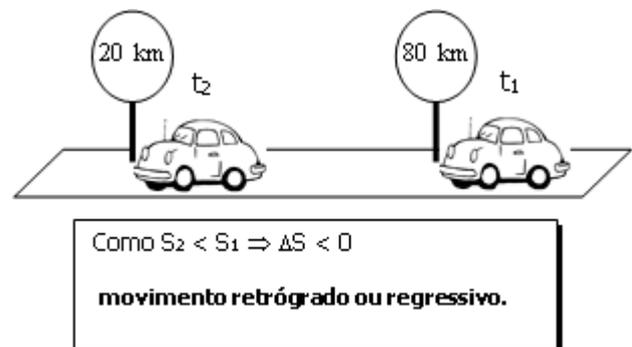
- a) 40 segundos
b) 32 segundos
c) 28 segundos
d) 16 segundos
e) 8 segundos

6. Velocidade instantânea

É velocidade marcada no velocímetro do carro, mostra a velocidade em cada instante (podemos pensar que é a velocidade medida para cada giro do pneu do veículo). Conceitualmente a velocidade instantânea é aquela medida para um intervalo de tempo Δt extremamente pequeno, ou seja, quando tende a zero.

7. Sinais da velocidade

A variação de espaço pode ser positiva, negativa ou nula. Observe as figuras:



- Quando o móvel se desloca no sentido da orientação da trajetória sua velocidade é positiva ($v > 0$) e o movimento é denominado progressivo.
- Quando o móvel se desloca em sentido contrário à orientação da trajetória sua velocidade é negativa ($v < 0$) e o movimento é denominado regressivo (retrógrado).

8. Aceleração média

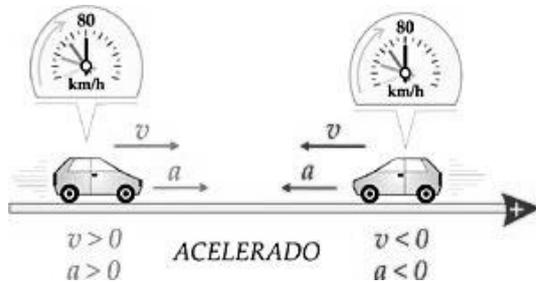
Um movimento é chamado variado quando sua velocidade varia no decorrer do tempo. Para um determinado intervalo de tempo a aceleração média mede a variação da velocidade na unidade de tempo, ou seja:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

No Sistema Internacional (SI), a unidade para a aceleração escalar média é m/s². Outras unidades podem ser utilizadas, tais como cm/s² e km/h².

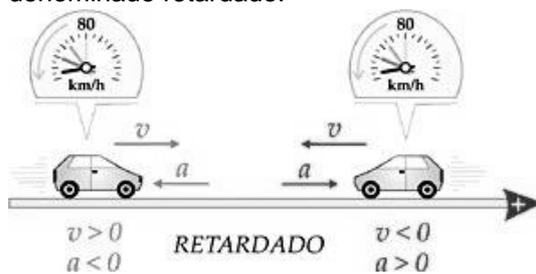
Classificação:

a) O móvel se movimenta com uma velocidade escalar instantânea, cujo módulo aumenta em função do tempo. O movimento é denominado acelerado.



Para que isto ocorra, a aceleração escalar instantânea deve ser no mesmo sentido da velocidade escalar instantânea, ou seja, e possuem o mesmo sinal.

b) O móvel se movimenta com velocidade escalar instantânea cujo módulo diminui em função do tempo. O movimento é denominado retardado.



Para que isto ocorra, a aceleração escalar instantânea deve ser no sentido oposto ao da velocidade escalar instantânea, ou seja, e possuem sinais opostos.

Exemplo:

- 01) Um automóvel percorrendo uma estrada a 90 km/h é freado e para em 5s. A aceleração média introduzida pelos freios, em módulo e em m/s² é:
- 1
 - 2
 - 4

- 5
- 10

02) Um móvel parte com velocidade de 4 m/s de um ponto de uma trajetória retilínea com aceleração constante de 5 m/s². Ache sua velocidade no instante 16 s.

9. Movimento Retilíneo uniforme (MRU) – função Horária.

No movimento uniforme, a velocidade escalar instantânea é constante e diferente de zero, sendo igual à velocidade escalar média.

Características:

- v constante (v ≠ 0)
- a = 0 (constante)
- v_m = v
- se Δt₁ = Δt₂, então ΔS₁ = ΔS₂

Equação Horária:

$$S = S_0 + v \cdot t$$

Atividade.

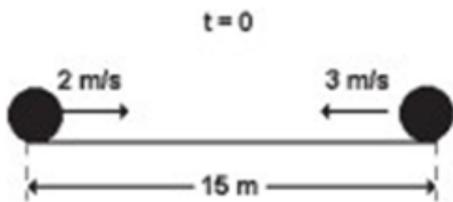
01) A tabela fornece, em vários instantes, a posição s de um automóvel em relação ao km zero da estrada em que se movimenta.

t(h)	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
s(km)	200	170	140	110	80	50

A função horária que nos fornece a posição do automóvel, com as unidades fornecidas, é:

- S = 200 + 30t.
 - S = 200 – 30t.
 - S = 200 + 15t.
 - S = 200 – 15t.
 - S = 200 – 15t.
- 02) Um automóvel percorre uma estrada com função horária s = - 40 + 80t, onde s é dado em km e t em horas. O automóvel passa pelo km zero após:

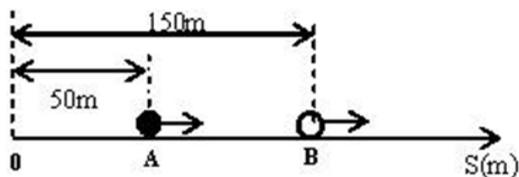
- 1,0h
 - 1,5h.
 - 0,5h.
 - 2,0h.
 - 2,5h.
- 03) Duas bolas de dimensões desprezíveis se aproximam uma da outra, executando movimentos retilíneos e uniformes (veja a figura). Sabendo-se que as bolas possuem velocidades de 2m/s e 3m/s e que, no instante t = 0, a distância entre elas é de 15m, podemos afirmar que o instante da colisão é:



- a) 1s
- b) 2s
- c) 3s
- d) 4s
- e) 5s

04) Dois móveis A e B, ambos com movimento uniforme percorrem uma trajetória retilínea conforme mostra a figura. Em $t = 0$, estes se encontram, respectivamente, nos pontos A e B na trajetória. As velocidades dos móveis são $V_A = 50\text{m/s}$ e $V_B = 30\text{m/s}$ no mesmo sentido.

Em qual ponto da trajetória ocorrerá o encontro dos móveis? :



- a) 200m
- b) 225m
- c) 250m
- d) 300m
- e) 350m

05) (ESAL-MG) Um trem viaja por estrada retilínea com velocidade constante de 36 km/h. Calcule o comprimento do trem, sabendo que leva 15 s para atravessar uma ponte de 60m de comprimento.

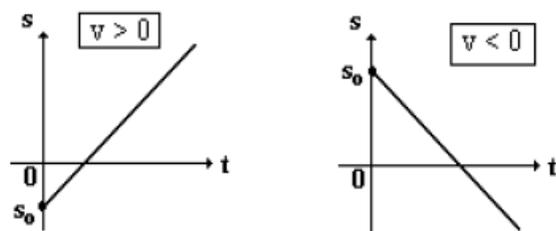
06) Um trem, medindo 200m de comprimento, efetua movimento retilíneo e uniforme com velocidade de 15m/s.

- a) Qual o intervalo de tempo para o trem passar diante de um observador parado à beira da estrada?
- b) Calcule o tempo gasto pelo trem para atravessar um túnel com extensão de 1 600 m.

• **Gráficos do movimento Retilíneo uniforme**
A utilização de gráficos é uma poderosa arma para interpretação de dados. Em física, utilizaremos os gráficos para mostrar a evolução no tempo de grandezas como espaço, velocidade e aceleração.

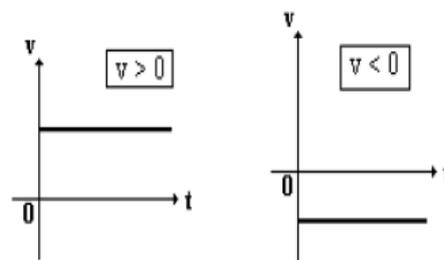
Gráficos do Espaço em função do Tempo (s x t)

Como vimos anteriormente, a função horária do MRU é $s = s_0 + v.t$ que nada mais é do que uma função do 1o grau ($y = a.x + b$), cujos gráficos podem ter a forma abaixo.



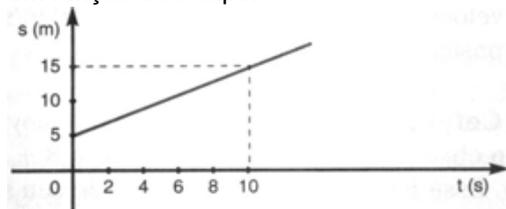
Gráficos da velocidade em função do Tempo (v x t)

Para o MRU, a velocidade é constante e diferente de zero. Nesse caso a função será uma reta paralela ao eixo dos tempos como mostrado nos gráficos abaixo:



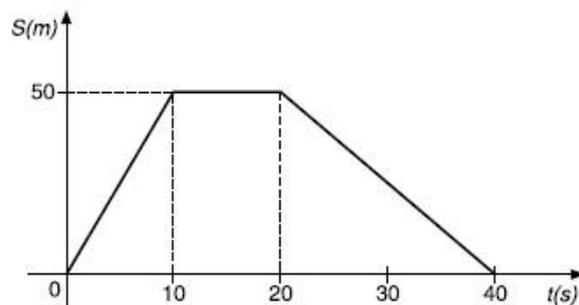
Atividade

01) (FGV-SP) Um objeto desloca-se em movimento retilíneo uniforme durante 30 s. A figura representa o gráfico do espaço em função do tempo.



O espaço do objeto no instante $t = 30\text{s}$, em metros será:
a)30 b) 35 c) 40 d) 45 e) 50

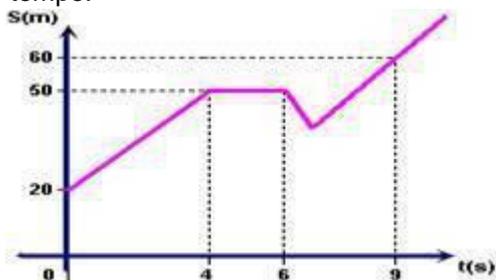
02) No gráfico, representam-se as posições ocupadas por um corpo que se desloca numa trajetória retilínea, em função do tempo. Pode-se, então, afirmar que o módulo da velocidade do corpo:



- a) aumenta no intervalo de 0 s a 10 s;
- b) diminui no intervalo de 20 s a 40 s;

- c) tem o mesmo valor em todos os diferentes intervalos de tempo;
- d) é constante e diferente de zero no intervalo de 10 s a 20 s;
- e) é maior no intervalo de 0 s a 10 s.

03) (FATEC 2005) Um objeto se desloca em uma trajetória retilínea. O gráfico abaixo descreve as posições do objeto em função do tempo.



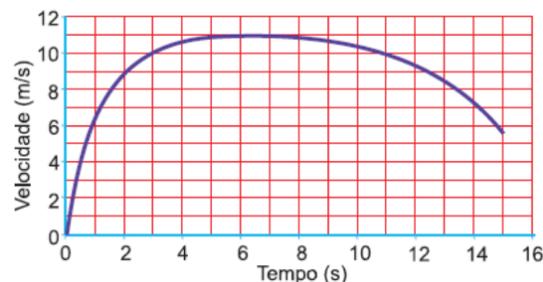
Analise as seguintes afirmações a respeito desse movimento:

- I- Entre $t = 0$ e $t = 4s$ o objeto executou um movimento retilíneo uniformemente acelerado.
 - II- Entre $t = 4s$ e $t = 6s$ o objeto se deslocou 50m.
 - III- Entre $t = 4s$ e $t = 9s$ o objeto se deslocou com uma velocidade média de 2m/s.
- Deve-se afirmar que apenas
- a) I é correta.
 - b) II é correta.
 - c) III é correta.
 - d) I e II são corretas.
 - e) II e III são corretas.

04) Em relação aos gráficos dos movimentos progressivos e retrógrados, assinale o que for correto:

- a) no movimento progressivo, a reta da velocidade é uma reta descendente.
- b) no movimento regressivo, a reta da velocidade é uma reta ascendente.
- c) no movimento regressivo, o gráfico de posição em função do tempo é uma reta ascendente.
- d) no movimento progressivo, o gráfico de posição em função do tempo é uma reta descendente.
- e) no movimento progressivo, a reta da velocidade é paralela ao eixo x e encontra-se acima do eixo das abscissas.

05) (ENEM) Em uma prova de 100m rasos, o desempenho típico de um corredor padrão é representado pelo gráfico



Baseado no gráfico, em que intervalo de tempo a velocidade do corredor é aproximadamente constante?

- a) Entre 0 e 1 segundo.
- b) Entre 1 e 5 segundos.
- c) Entre 5 e 8 segundos.
- d) Entre 8 e 11 segundos.
- e) Entre 12 e 15 segundos.

10. Movimento Retilíneo uniformemente variado (MRUV) – função Horária da velocidade.

Características:

- 1) a constante ($a \neq 0$)
- 2) v variável
- 3) $am = a$

Equação horária da velocidade:

$$v = v_0 + a \cdot t$$

- Quando o módulo da velocidade escalar aumenta no decorrer do tempo (v e a têm o mesmo sinal), movimento é denominado acelerado.
- Quando o módulo da velocidade escalar diminui no decorrer do tempo (v e a têm sinais opostos), o movimento é retardado.

Observação: Quando o móvel está em repouso (parado), temos $V_0 = 0$. Quando o móvel muda de sentido (para), temos $V = 0$.

Equação horária dos espaços:

$$S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$$

Equação de Torricelli:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta S$$

Obs: A equação de Torricelli é muito útil quando não se dispõe do intervalo de tempo.

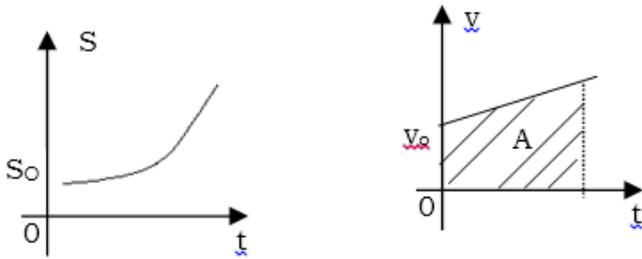
Quando não tiver aceleração

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{v + v_0}{2}$$

Atividade

- 01) Um móvel parte com velocidade de 4 m/s de um ponto de uma trajetória retilínea com aceleração constante de 5 m/s². Ache sua velocidade no instante 16 s.
- 02) Um automóvel, correndo com velocidade de 90 km/h, é freado com uma aceleração constante e para em 5s. Qual a aceleração introduzida pelos freios?
- 03) (UEL-PR) Um trem em movimento está a 15 m/s quando o maquinista freia, parando o trem em 10 s. Admitindo aceleração constante, pode-se concluir que os módulos da aceleração e do deslocamento do trem neste intervalo de tempo valem, em unidades do Sistema Internacional, respectivamente,
- a) 0,66 e 75
b) 1,5 e 150
c) 0,66 e 150
d) 1,5 e 75
e) 1,0 e 150
- 04) (UESC-2011) Um veículo automotivo, munido de freios que reduzem a velocidade de 5,0m/s, em cada segundo, realiza movimento retilíneo uniforme com velocidade de módulo igual a 10,0m/s. Em determinado instante, o motorista avista um obstáculo e os freios são acionados. Considerando-se que o tempo de reação do motorista é de 0,5s, a distância que o veículo percorre, até parar, é igual, em m, a:
- a) 5,0
b) 7,0
c) 10,0
d) 15,0
e) 17,0
- 05) (UFRN) Um trem corre a uma velocidade de 20 m/s quando o maquinista vê um obstáculo 50 m à sua frente. A desaceleração mínima que deve ser dada ao trem para que não haja choque à de:
- a) 4 m/s²
b) 0,5 m/s²
c) 2 m/s²
d) 0
e) 1 m/s²
- 06) Um automóvel possui num certo instante velocidade de 10 m/s. A partir desse instante o motorista imprime ao veículo uma aceleração de 3 m/s². Qual a velocidade que o automóvel adquire após um tempo de 5 s?
- 07) Um carro com velocidade de 20 m/s, é freado bruscamente e para em 5 s. O espaço que percorre até parar é:
- 08) Um automóvel parte do repouso e percorre 256 m de uma rodovia com uma aceleração igual a 8 m/s². Determine sua velocidade no final do percurso.
- 09) Um veículo tem velocidade inicial de 4 m/s, variando uniformemente para 10 m/s após um percurso de 7 m. Determine a aceleração do veículo.
- 10) (UEL-PR) Um trem em movimento está a 15 m/s quando o maquinista freia, parando o trem em 10 s. Admitindo aceleração constante, pode-se concluir que os módulos da aceleração e do deslocamento do trem neste intervalo de tempo valem, em unidades do Sistema Internacional, respectivamente,
- 11) (UFPE) Uma bala, que se move a uma velocidade escalar de 200 m/s, ao penetrar em um bloco de madeira fixo sobre um muro é desacelerada uniformemente até parar. Qual o tempo que a bala levou em movimento dentro do bloco, se a distância total percorrida em seu interior foi igual a 10 cm?

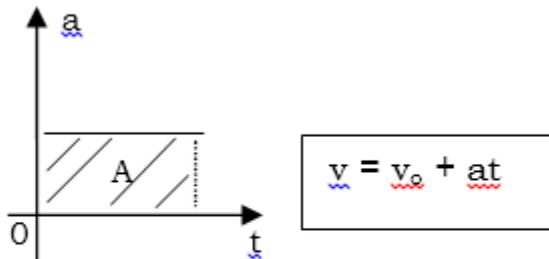
• **Gráfico para o MRUV.**



$$S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{a t^2}{2}$$

$$v = v_0 + a \cdot t$$

$$A \cong \Delta S$$

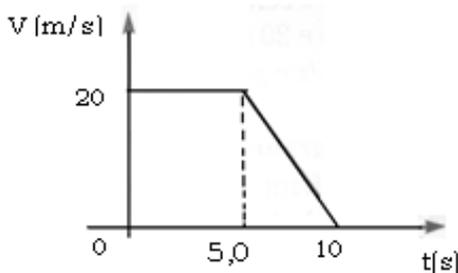


$$A \cong \Delta v$$

$$v = v_0 + a t$$

Atividade

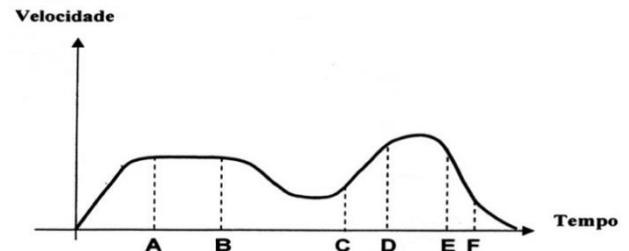
01) (UFAL) O gráfico ao lado representa a velocidade de um carro, que se desloca em estrada reta, em função do tempo. Durante a freada, os módulos do deslocamento e da aceleração, em unidades do Sistema Internacional, são:



- a) 150 e 4,0 c) 100 e 0 e) 50 e 2,0
b) 150 e 2,0 d) 50 e 4,0

02) (UFPA) Como medida de segurança, várias transportadoras estão usando sistemas de comunicação via satélite para rastrear o movimento de seus caminhões. Considere um sistema que transmite, a cada instante, a velocidade do caminhão para uma estação de monitoramento. A figura abaixo mostra o gráfico da velocidade em função do tempo, em unidades arbitrárias, para um caminhão que se desloca entre duas cidades. Consideramos que AB, BC, CD, DE e EF são intervalos de

tempo entre os instantes respectivos assinalados no gráfico.



Com base no gráfico, analise as seguintes afirmativas:

- I - Em AB o caminhão tem aceleração positiva.
- II - O caminhão atinge a menor velocidade em BC.
- III - O caminhão atinge a maior velocidade no intervalo DE.
- IV - O caminhão percorre uma distância maior no intervalo DE que no intervalo EF.
- V - O caminhão sofre uma desaceleração no intervalo CD.

Assinale a alternativa que contém apenas afirmativas corretas:

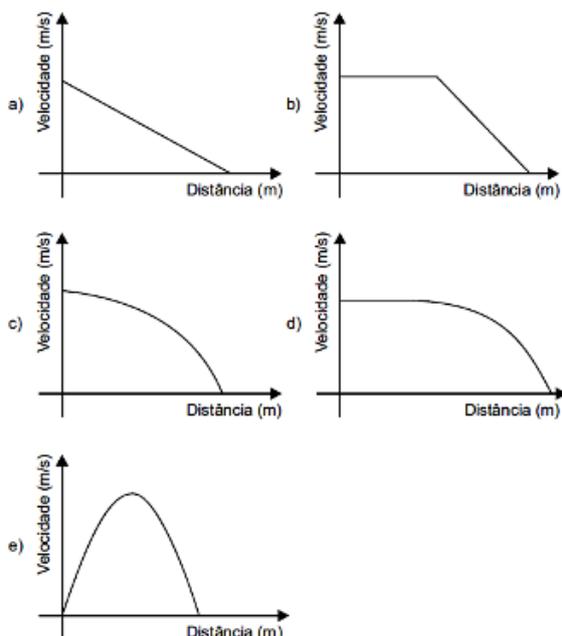
- (A) I e II
- (B) I e III
- (C) III e IV
- (D) IV e V
- (E) II e V

03) (FEI-SP) No movimento retilíneo uniformemente variado, com velocidade inicial nula, a distância percorrida é:

- a) diretamente proporcional ao tempo de percurso
- b) inversamente proporcional ao tempo de percurso
- c) diretamente proporcional ao quadrado do tempo de percurso
- d) inversamente proporcional ao quadrado do tempo de percurso
- e) diretamente proporcional à velocidade

04) (Enem) Dois veículos que trafegam com velocidade constante em uma estrada, na mesma direção e sentido, devem manter entre si uma distância mínima. Isso porque o movimento de um veículo, até que ele pare totalmente, ocorre em duas etapas, a partir do momento em que o motorista detecta um problema que exige uma freada brusca. A primeira etapa é associada à distância que o veículo percorre entre o intervalo de tempo da detecção do problema e o acionamento dos freios. Já a segunda se relaciona com a distância que o automóvel percorre enquanto os freios agem com desaceleração constante. Considerando a situação descrita, qual esboço gráfico representa a velocidade do automóvel

em relação à distância percorrida até parar totalmente?



11. Queda livre

Desde a Antiguidade o estudo dos movimentos verticais era de grande importância para alguns cientistas conceituados, este era o caso de Galileu Galilei que fez um estudo minucioso da queda livre.

É importante o aluno notar que embora o movimento seja vertical ele ficará sujeito a leis de um movimento que já estudamos anteriormente, o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado.



Campo gravitacional uniforme:



É aquele em que o vetor g tem o mesmo módulo, a mesma direção e o mesmo sentido em todos os pontos. O campo gravitacional criado por um astro, numa região de

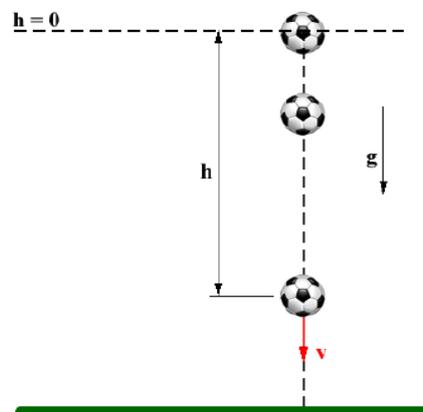
dimensões desprezíveis em comparação com seu raio, é sensivelmente uniforme.

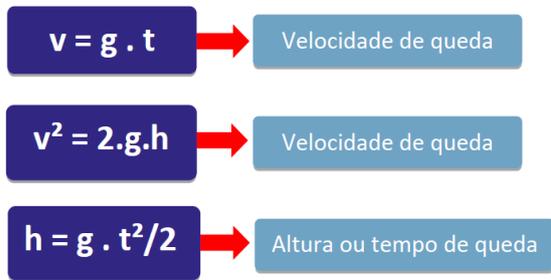
Se soltarmos ao mesmo tempo e da mesma altura duas esferas de Chumbo, pesando 1kg e a outra 2kg, qual delas chegará primeiro ao solo? Os antigos gregos acreditavam que quanto maior fosse a massa de um corpo, menos tempo ele gastaria na queda. Será que os gregos estavam certos? O físico italiano Galileu Galilei (1545–1642) realizou uma celebre experiência, no início do século XVII, que desmentiu a crença dos gregos. Conta-se que pediu a dois Assistentes que subissem ao topo da torre de Pisa e de lá abandonassem, cada, um, um corpo de massa diferente do outro. Para surpresa geral dos presentes, os dois corpos chegaram juntos ao solo. Quando um corpo é lançado próximo ao planeta Terra fica sujeito a uma aceleração constante, chamada de aceleração da gravidade g . O valor da aceleração gravitacional nas proximidades da superfície terrestre é $9,8 \text{ m/s}^2$ mas vamos adotar na nossa disciplina 10 m/s^2 .

Queda livre:

Características:

- Trajetória retilínea e vertical
- Como desprezamos a resistência do ar, a única força que atua é seu próprio peso.
- Os corpos partem do repouso de uma certa altura acima de um nível de referência, já que são abandonados ($V_0 = 0$).
- Caem animados com uma aceleração, a da gravidade, ou seja, a velocidade cresce à medida que caem.
- É um típico MRUV, do tipo acelerado.
- A massa, formato e material do corpo não interferem na queda.





Obs: A aceleração da gravidade (g) depende do planeta e da altitude de onde o corpo é abandonado.

Atividade

01) (PUC-MG) Dois corpos de pesos diferentes são abandonados no mesmo instante de uma mesma altura.

Desconsiderando-se a resistência do ar, é CORRETO afirmar:

- Os dois corpos terão a mesma velocidade a cada instante, mas com acelerações diferentes.
- Os corpos cairão com a mesma aceleração e suas velocidades serão iguais entre si a cada instante.
- O corpo de menor volume chegará primeiro ao solo.
- O corpo de maior peso chegará primeiro ao solo.

02) (UEL-PR) Um corpo é abandonado a partir do repouso e atinge o chão com velocidade de 20 m/s. Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, o corpo caiu da altura de:

- | | | |
|----------|----------|---------|
| a) 200 m | c) 50 cm | e) 10 m |
| b) 100 m | d) 20 m | |

03) Abandona-se um corpo do alto de uma montanha de 180 m de altura. Desprezando a resistência do ar e adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, determine:

- o tempo gasto pelo corpo para atingir o solo.
- a velocidade do corpo ao atingir o solo.

04) Um gato consegue sair ileso de muitas quedas. Suponha que a maior velocidade com a qual ele pode atingir o solo sem se machucar seja de 8 m/s. Desprezando a resistência do ar e adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, calcule a altura máxima de queda para que o gato nada sofra.

05) (Metodista-SP) Um automóvel está passando pelo ponto P, com velocidade constante de 45 km/h, no mesmo instante em que uma bolinha de tênis é

abandonada do 15º andar de um edifício, conforme representação. Neste caso, qual o deslocamento do automóvel desde o abandono da bolinha até sua posterior chegada ao solo? Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e que cada andar tenha 3 m de altura. Despreze a resistência do ar e a escala da figura.



06) (UEPA 2013) O crescimento em altura de uma determinada espécie de árvore, a partir do plantio, pode ser modelado pela equação: $h = a \cdot t^2$ em que h é a altura expressa em metros, $a = 0,2 \text{ m/ano}^2$ é uma constante e t é o tempo em anos.

Passados 5 anos do plantio de uma dessas árvores, um fruto se desprende do ponto mais alto de sua copa. Neste caso, o intervalo de tempo que o fruto levará para atingir o solo, em segundos, é igual a: Dado: aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| a) 1 | b) 2 | c) 3 | d) 4 | e) 5 |
|------|------|------|------|------|

07) (CESGRANRIO-RJ) O Beach Park, localizado em Fortaleza-CE, é o maior parque aquático da América Latina situado na beira do mar.



Uma de suas principais atrações é um tobogã chamado "Insano". Descendo esse tobogã, uma pessoa atinge sua parte mais baixa com velocidade de 28 m/s. Considerando a aceleração da gravidade $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ e desprezando os atritos, conclui-se que a altura do tobogã, em metros, é de:

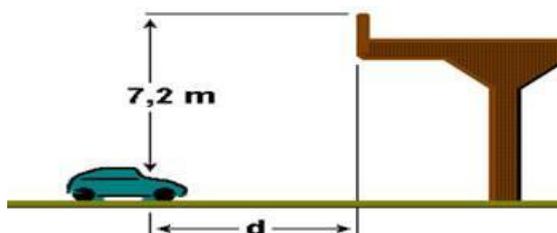
- | | | | | |
|-------|-------|---------|---------|-------|
| a) 40 | b) 38 | c) 36,8 | d) 32,4 | e) 28 |
|-------|-------|---------|---------|-------|

08) (PUC-PR) Em um planeta, isento de atmosfera e onde a aceleração gravitacional em suas proximidades pode ser considerada constante igual a 5 m/s^2 , um pequeno objeto é abandonado em queda livre de determinada altura, atingindo o solo após 8 segundos. Com essas informações, analise as afirmações:

- I- A cada segundo que passa a velocidade do objeto aumenta em 5 m/s durante a queda.
- II- A cada segundo que passa, o deslocamento vertical do objeto é igual a 5 metros.
- III- A cada segundo que passa, a aceleração do objeto aumenta em 4 m/s^2 durante a queda.
- IV- A velocidade do objeto ao atingir o solo é igual a 40 m/s .

- a) Somente a afirmação I está correta.
- b) Somente as afirmações I e II estão corretas.
- c) Todas estão corretas.
- d) Somente as afirmações I e IV estão corretas.
- e) Somente as afirmações II e III estão corretas.

09) (FGV-SP) Frequentemente, quando estamos por passar sob um viaduto, observamos uma placa orientando o motorista para que comunique à polícia qualquer atitude suspeita em cima do viaduto. O alerta serve para deixar o motorista atento a um tipo de assalto que tem se tornado comum e que segue um procedimento bastante elaborado. Contando que o motorista passe em determinado trecho da estrada com velocidade constante, um assaltante, sobre o viaduto, aguarda a passagem do para-brisa do carro por uma referência previamente marcada na estrada. Nesse momento, abandona em queda livre uma pedra que cai enquanto o carro se move para debaixo do viaduto. A pedra atinge o vidro do carro quebrando-o e forçando o motorista a parar no acostamento mais à frente, onde outro assaltante aguarda para realizar o furto.

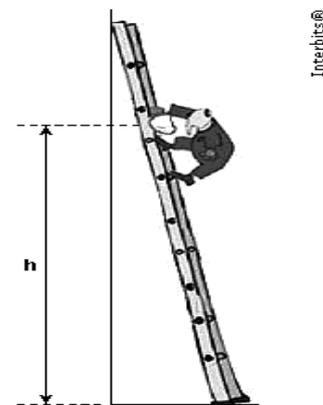


Suponha que, em um desses assaltos, a pedra caia por $7,2 \text{ m}$ antes de atingir o

para-brisa de um carro. Nessas condições, desprezando-se a resistência do ar e considerando a aceleração da gravidade 10 m/s^2 , a distância d da marca de referência, relativamente à trajetória vertical que a pedra realizará em sua queda, para um trecho de estrada onde os carros se movem com velocidade constante de 120 km/h , está a

- a) 22 m .
- b) 36 m .
- c) 40 m .
- d) 64 m .
- e) 80 m .

10) (G1 - ifsp 2012) Quando estava no alto de sua escada, Arlindo deixou cair seu capacete, a partir do repouso. Considere que, em seu movimento de queda, o capacete tenha demorado 2 segundos para tocar o solo horizontal.



(www.canstockphoto.com.br. Adaptado)

Supondo desprezível a resistência do ar e adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, a altura h de onde o capacete caiu e a velocidade com que ele chegou ao solo valem, respectivamente,

- a) 20 m e 20 m/s .
- b) 20 m e 10 m/s .
- c) 20 m e 5 m/s .
- d) 10 m e 20 m/s .
- e) 10 m e 5 m/s .

12. Lançamento vertical

O que difere o lançamento vertical da queda livre é o fato da velocidade inicial no primeiro ser diferente de zero. No caso da queda livre só poderemos ter movimentos no sentido de cima para baixo, no caso do lançamento vertical poderemos ter movimentos em ambos os sentidos, ou seja, de cima para baixo ou de baixo para cima.

NA SUBIDA	NA ALTURA MÁXIMA	NA DESCIDA (QUEDA LIVRE)
<p>V (diminui) Solo</p>	<p>$v = 0$ $h_{\text{máx}}$ Solo</p>	<p>V (aumenta) Solo</p>
MUV RETARDADO	MUDANÇA DE SENTIDO	MUV ACELERADO

IMPORTANTE:

Desprezando-se a resistência do ar no lançamento vertical, temos:

1º) O tempo gasto na subida **ts** igual ao tempo gasto na descida **td**.

$$t_s = t_d$$

2º) O tempo de permanência no ar **tar**.

$$t_{AR} = t_s + t_d = t_s + t_s \Rightarrow t_{AR} = 2 \cdot t_s$$

3º) A velocidade de subida **Vs** e a velocidade de descida **Vd**, na mesma horizontal, iguais em módulo.

$$|v_s| = |v_d|$$

Exemplo:



ATENÇÃO: Como o Lançamento Vertical trata-se de um MUV, as fórmulas serão idênticas, porém com as seguintes adaptações: com o eixo positivo para baixo.

☞ $a = g$ (aceleração gravitacional)

☞ $\Delta S = h$ (altura)

☞ $h_0 = 0$ (altura inicial)

☞ Na subida: $-g$

☞ Na descida: $+g$

Assim, no Lançamento Vertical, teremos:

$$\Delta S = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \Rightarrow h = v_0 \cdot t \pm \frac{g \cdot t^2}{2}$$

$$v = v_0 + a \cdot t \Rightarrow v = v_0 \pm g \cdot t$$

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S \Rightarrow v^2 = v_0^2 \pm 2 \cdot g \cdot h$$

Atividade

01) (Ucs 2012) Uma pessoa caminhava na rua, num dia de chuva, e pisou em uma laje solta, com água acumulada por baixo. A quantidade de água acumulada foi toda espirrada somente na vertical, com sentido para cima, devido ao trabalho da laje sobre cada gota de água. Suponha que dessa quantidade de água apenas uma gota de 1 grama não perdeu, de forma nenhuma, a energia ganha pela pisada da pessoa e, por isso, atingiu 45 cm de altura. Qual a velocidade inicial da gota de água no instante após ter encerrado o trabalho da laje sobre ela? (Considere a aceleração da gravidade como $g = 10 \text{ m/s}^2$.)

- a) 3 m/s b) 5 m/s c) 7 m/s d) 8 m/s e) 9 m/s

02) (G1 - cps 2012) O café é consumido há séculos por vários povos não apenas como bebida, mas também como alimento. Descoberto na Etiópia, o café foi levado para a Península Arábica e dali para a Europa, chegando ao Brasil posteriormente.



No Brasil, algumas fazendas mantêm antigas técnicas para a colheita de café. Uma delas é a de separação do grão e da palha que são depositados em uma peneira e lançados para cima. Diferentemente da palha, que é levada pelo ar, os grãos, devido à sua massa e forma, atravessam o ar sem impedimentos alcançando uma altura máxima e voltando à peneira. Um grão de café, após ter parado de subir, inicia uma queda que demora 0,3 s, chegando à peneira com velocidade de intensidade, em m/s, Dado: Aceleração da gravidade: $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- a) 1. b) 3. c) 9. d) 10. e) 30.

- a) 5 b) 20 c) 10 d) 8 e) 7

- 03) (Ufrgs 2011) Sobre o movimento do objeto, são feitas as seguintes afirmações.
I. Durante a subida, os vetores velocidade e aceleração têm sentidos opostos.
II. No ponto mais alto da trajetória, os vetores velocidade e aceleração são nulos.
III. Durante a descida, os vetores velocidade e aceleração têm mesmo sentido.
 Quais estão corretas?
 a) Apenas I. b) Apenas II. c) Apenas I e II. d) Apenas I e III. e) Apenas II e III.
- 04) (PUC-SP) De um helicóptero que desce verticalmente é abandonada uma pedra, quando o mesmo se encontra a 100 m do solo. Sabendo-se que a pedra leva 4 s para atingir o solo e supondo $g = 10 \text{ m/s}^2$, a velocidade de descida do helicóptero, no momento em que a pedra é abandonada, tem valor absoluto de:
 a) 25 m/s b) 20 m/s c) 15 m/s d) 10 m/s e) 5 m/s
- 05) Um objeto é lançado do solo verticalmente para cima. Quando sua altura é 2 m, o objeto está com uma velocidade de 3 m/s. Pode-se afirmar que a velocidade com que esse objeto foi lançado, em m/s, é de:
 a) 4,7 b) 7,0 c) 8,5 d) 9,0 e) 9,5
- 06) Um corpo é atirado verticalmente para cima, a partir do solo, com uma velocidade de 20 m/s. Considerando a aceleração gravitacional $g = 10 \text{ m/s}^2$ e desprezando a resistência do ar, a altura máxima, em metros, alcançada pelo corpo é:
 a) 15 b) 20 c) 30 d) 60 e) 75
- 07) (UFPE) Atira-se em um poço uma pedra verticalmente para baixo, com uma velocidade inicial $v_0 = 10 \text{ m/s}$. Sendo a aceleração local da gravidade igual a 10 m/s^2 e sabendo que a pedra gasta 2 s para chegar ao fundo do poço, podemos concluir que a profundidade desse poço é, em metros:
 a)30 •b)40 c) 50 d)20
- 08) (Cefet-BA) Um balão, em movimento vertical ascendente à velocidade constante de 10 m/s, está a 75m da Terra, quando dele se desprende um objeto. Considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 e desprezando a resistência do ar, o tempo, em segundos, em que o objeto chegará à Terra, é:

- 09) (UFRJ) Uma pedra é lançada do solo verticalmente para cima e, 4,0 s após, retorna ao ponto de lançamento. Considere a resistência do ar desprezível e $g = 10 \text{ m/s}^2$. Calcule a altura máxima atingida pela pedra.

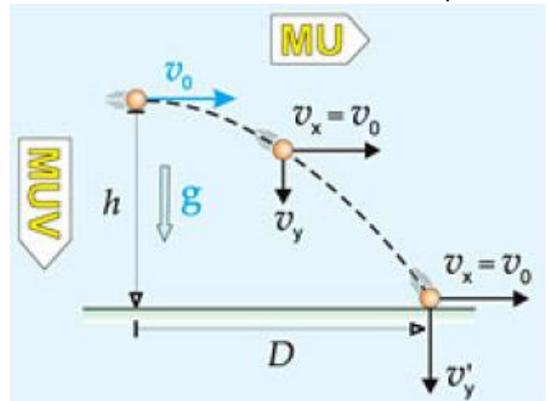
- 10) (UFES) Um projétil é disparado do solo, verticalmente para cima, com velocidade inicial igual a 200 m/s. Desprezando-se a resistência do ar, a altura máxima alcançada pelo projétil e o tempo necessário para alcançá-la são, respectivamente:

- a) 4000 m; 40 s c) 2000 m; 40 s
 e) 2000 m; 10 s b) 4000 m; 20 s
 d) 2000 m; 20s

13. Lançamento Horizontal

Estamos chamando desta forma ao movimento com as seguintes características:

- Direção da velocidade de lançamento: horizontal;
- Ponto de lançamento: a uma altura qualquer da superfície, por exemplo, da Terra;
- Aceleração provocada pela gravidade: considerada constante;
- Resistência do ar: considerada desprezível.



Para facilitar nossa compreensão a respeito deste movimento, podemos analisar seus movimentos componentes.

- **Horizontal:** movimento uniforme;
 - **Vertical:** movimento uniformemente variado.
- Em cada um dos movimentos, usamos os conhecimentos (funções, gráficos, entre outros) relativos ao seu tipo.

Não se esqueça de que os movimentos são simultâneos.



No eixo x (horizontal) => M.R.U =>

$$S = S_0 + vt$$

=>

Alcance => $A = v_0 \cdot t$

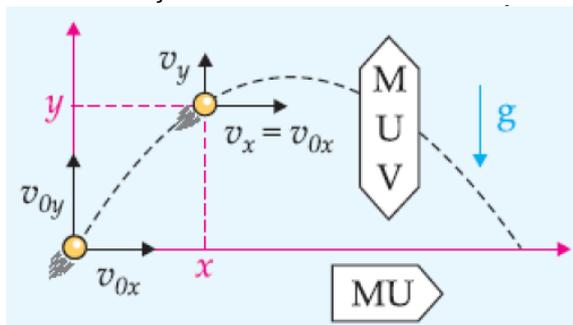
No eixo y (vertical) => M..U.V

Altura => $\Delta S = v_{0y} \cdot t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow H = \frac{at^2}{2}$

Velocidade no solo => $v^2 = v_0^2 + 2a\Delta S$

14. Lançamento Oblíquo

A diferença deste movimento para o anterior é que ele pode ocorrer a partir de qualquer altura (inclusive zero) e a velocidade inicial não tem direção horizontal.



O alcance horizontal pode ser encontrado com a relação

$$A = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$$

Onde A é o alcance horizontal, v_0 é a velocidade inicial, α é o ângulo de lançamento em relação à horizontal e g, o valor da aceleração da gravidade.

Para α igual a 45° , o alcance horizontal é máximo e é quatro vezes maior que a altura máxima atingida.

Componentes da velocidade:

$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos \theta$$

$$v_{0y} = v_0 \cdot \sin \theta$$

No eixo x (horizontal) => M.U.V (alcance)

$$S = S_0 + v_0 \cdot t$$

No eixo y (vertical) => M.R.U.V => (altura)

$$\Delta S = v_{0y} \cdot t + \frac{at^2}{2}$$

$$v_y = v_{0y} + at$$

$$v_y^2 = v_{0y}^2 + 2a\Delta S$$

Obs: Quando o ponto de lançamento está no mesmo nível que o ponto de chegada do corpo, temos:

$$t_s = t_d$$

$$t_T = 2t_s$$

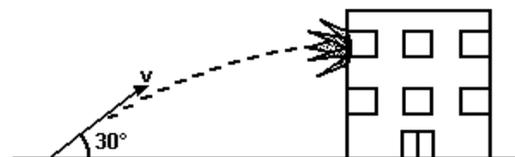
$$T_s = \frac{v_0 \cdot \sin \theta}{g}$$

$$H_{MÁX} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \theta}{2g}$$

$$A = 2 \cdot v_0 \cdot \cos \theta \cdot t_s$$

Atividade

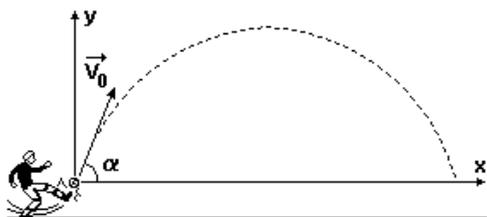
01) (UFES) Um bombeiro deseja apagar um incêndio em um edifício. O fogo está a 10m do chão. A velocidade da água é $v=30\text{m/s}$ e o bombeiro segura a mangueira com um ângulo de 30° em relação ao solo. Obs. desprezar a altura da mangueira ao solo.



- Qual é a distância máxima entre o bombeiro e o edifício?
- Qual é a altura máxima que a água atinge nestas condições?

02) Suponha que em uma partida de futebol, o goleiro, ao bater o tiro de meta, chuta a bola, imprimindo-lhe uma velocidade cujo vetor forma, com a horizontal, um ângulo

α. Desprezando a resistência do ar, são feitas as afirmações abaixo.



I - No ponto mais alto da trajetória, a velocidade vetorial da bola é nula.

II - A velocidade inicial pode ser decomposta segundo as direções horizontal e vertical.

III - No ponto mais alto da trajetória é nulo o valor da aceleração da gravidade.

IV - No ponto mais alto da trajetória é nulo o valor da componente vertical da velocidade.

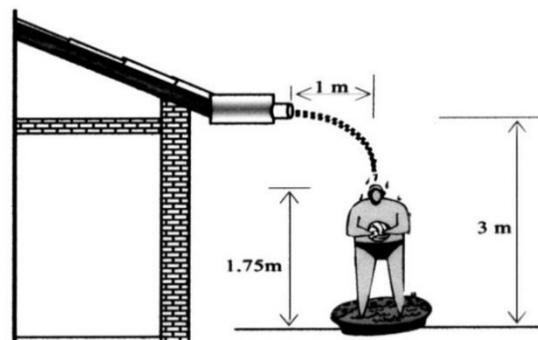
Estão corretas:

- a) I, II e III
- b) I, III e IV
- c) II e IV
- d) III e IV
- e) I e II

03) (UFPE) Um gafanhoto adulto pode saltar até 0,80m, com um ângulo de lançamento de 45°. Desprezando a resistência do ar e a força da sustentação aerodinâmica sobre o gafanhoto, calcule quantos décimos de segundo ele permanecerá em vôo.

04) Um avião precisa soltar um saco de mantimentos a um grupo de sobreviventes que está numa balsa. A velocidade horizontal do avião é constante e igual a 100 m/s com relação à balsa e sua altitude é de 2000 m. Calcule a distância horizontal que separa o avião dos sobreviventes no instante do lançamento. Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$.

05) (PRISE – 2006) A cidade de Belém é muito conhecida pela sua chuva diária, um fato comum de quase todas as tardes. Um homem de 1,75 m de altura, desejando aproveitar a água da chuva para banhar-se, se coloca na posição mostrada, sob a biqueira de sua casa, que está representada na figura abaixo. Admitindo que a intensidade da aceleração da gravidade no local tenha um valor de 10 m/s^2 , podemos afirmar que o módulo da velocidade com que a água deve abandonar horizontalmente a biqueira vale, em m/s:



- a) 2,5
- b) 2,0
- c) 1,5
- d) 1,0
- e) 0,5

06) (PUC-SP)



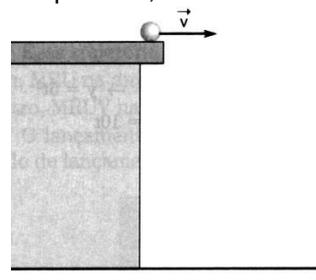
Suponha que Cebolinha, para vencer a distância que o separa da outra margem e livrar-se da ira da Mônica, tenha conseguido que sua velocidade de lançamento, de valor 10 m/s, fizesse com a horizontal um ângulo α , cujo $\text{sen } \alpha = 0,6$ e $\text{cos } \alpha = 0,8$. Desprezando-se a resistência do ar, o intervalo de tempo decorrido entre o instante em que Cebolinha salta e o instante em que atinge o alcance máximo do outro lado é:

- a) 2,0s.
- b) 1,8s.
- c) 1,6 s.
- d) 1,2 s.
- e) 0,8s.

07) (UFJF-MG) A água sai de uma mangueira de jardim, inclinada em um ângulo de 30° com a horizontal, com velocidade de 10 m/s. Se a mangueira for inclinada de outro ângulo, de modo que a água caia no mesmo ponto que atingia quando a inclinação era de 30°, ela vai gastar um tempo de (desprezar a resistência do ar):

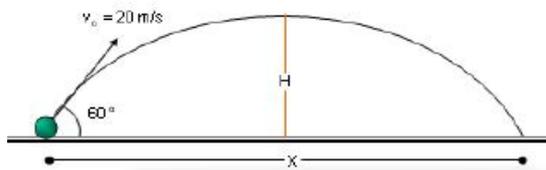
- a) 1,00 s
- c) 1,41 s
- e) 1,73 s
- b) 0,86 s
- d) 0,71 s

08) (Cefet-MG) Uma bola de pingue-pongue rola sobre uma mesa com velocidade constante de 0,20 m/s. Após sair da mesa, cai, atingindo o chão a uma distância de 0,20 m dos pés da mesa. Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$ e a resistência do ar desprezível, determine:



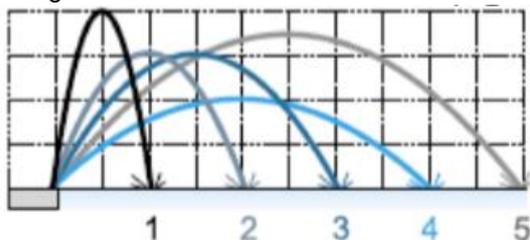
- a) a altura da mesa.
 b) o tempo gasto pela bola para atingir o solo.

- 09) Uma pedra é lançada para cima fazendo um ângulo de 60° com a horizontal, e uma velocidade inicial de 20 m/s , conforme a figura a seguir.
 (Adotar $g = 10 \text{ m/s}^2$)



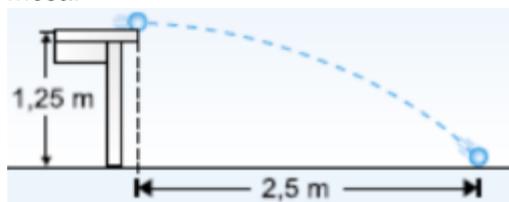
- a) Qual a altura máxima atingida pelo objeto?
 b) Qual o tempo total do movimento?
 c) Qual o valor de x ?

- 10) A fonte de uma praça dispara cinco jatos d'água sequenciais, como numera a figura a seguir.



Desconsiderando o efeito do ar, o jato d'água que completa o seu vôo parabólico no menor tempo é o de número:

- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5
- 11) Uma bola rola sobre uma mesa horizontal de $1,25 \text{ m}$ de altura e, ao cair da mesa, atinge o solo num ponto situado à distância de $2,5 \text{ m}$, medida horizontalmente a partir da beirada da mesa.



Desprezando-se o efeito do ar e adotando-se $g = 10 \text{ m/s}^2$, qual o módulo da velocidade da bola no instante em que ela abandonou a mesa?

- 12) Um objeto é lançado obliquamente de uma altura de 10 m do solo. A velocidade de lançamento é de 10 m/s e o ângulo de lançamento é de 30° . Podemos afirmar que o tempo de voo do objeto até chegar no solo é de:

- a) 1s b) 2s c) 3s d) 4s e) 5

- 13) (PUC-2000) Suponha que em uma partida de futebol, o goleiro, ao bater o

tiro de meta, chuta a bola, imprimindo-lhe uma velocidade e cujo vetor forma, com a horizontal, um ângulo α . Desprezando a resistência do ar, são feitas as afirmações abaixo.

- I. No ponto mais alto da trajetória, a velocidade vetorial da bola é nula.
- II. A velocidade inicial pode ser decomposta segundo as direções horizontal e vertical.
- III. No ponto mais alto da trajetória é nulo o valor da aceleração da gravidade
- IV. No ponto mais alto da trajetória é nulo o valor da componente vertical da velocidade

Estão corretas:

- a. I, II e III b. I, III e IV
 c. II e IV d. III e IV e. I e II

14) O gol que Pelé não fez

Na copa de 1970, na partida entre Brasil e Tchecoslováquia, Pelé pega a bola um pouco antes do meio de campo, vê o goleiro tcheco adiantado, e arrisca um chute que entrou para a história do futebol brasileiro. No início do lance, a bola parte do solo com velocidade de 108 km/h (30 m/s), e três segundos depois toca novamente o solo atrás da linha de fundo, depois de descrever uma parábola no ar e passar rente à trave, para alívio do assustado goleiro. Na figura vemos uma simulação do chute de Pelé.



Considerando que o vetor velocidade inicial da bola após o chute de Pelé fazia um ângulo de 30° com a horizontal ($\text{sen}30^\circ = 0,50$ e $\text{cos}30^\circ = 0,85$) e desconsiderando a resistência do ar e a rotação da bola, pode-se afirmar que a distância horizontal entre o ponto de onde a bola partiu do solo depois do chute e o ponto onde ela tocou o solo atrás da linha de fundo era, em metros, um valor mais próximo de:

(A) 52,0. (B) 64,5. (C) 76,5. (D) 80,4. (E) 86,6.