

Movimento retilíneo uniformemente variado (M.U.V.) – aceleração média e equação da velocidade

Teoria

Movimento retilíneo uniformemente variado (M.U.V.)



Figura 1 – Velocímetro

A figura 1 é uma imagem clássica de filmes de ação, como *Velozes e Furiosos*, que demonstram um momento de ação! A função do velocímetro é medir a velocidade do carro durante a trajetória e mostrar como essa velocidade pode mudar ou não. O movimento retilíneo uniformemente variado (M.U.V.) descreve um corpo que apresenta um movimento com aceleração constante ($a = cte$), ou seja, esse corpo apresenta variações de velocidade com o passar do tempo.

Aceleração

Antes de começarmos a mostrar as fórmulas, precisamos definir o que é aceleração. Para a Física, aceleração é a mudança do valor da velocidade de um corpo em função do tempo. Logo, podemos escrevê-la da seguinte forma:

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

Com essa definição, já somos capazes de desenvolver as fórmulas do M.U.V.

Função horária da velocidade

A função horária da velocidade é uma expressão matemática que descreve como a velocidade de um corpo pode ser alterada em função do tempo. Essa função é feita a partir da fórmula da aceleração, da seguinte forma:

$$V = V_0 + at$$

Função horária da posição

A função horária da posição é uma expressão matemática que descreve a posição de um corpo em função do tempo. Ela apresenta a seguinte forma:

$$S = S_0 + V_0 t + \frac{at^2}{2}$$

Podemos modificar essa função para que ela não dê a posição final do corpo, mas sim o deslocamento dele por completo. Com o objetivo de encontrar o deslocamento, podemos utilizar a função horária da posição do seguinte modo:

$$\Delta S = V_0 t + \frac{at^2}{2}$$

Equação de Torricelli

A equação de Torricelli é a única equação do M.U.V. que não utiliza a grandeza tempo para descrever a trajetória, ela é um trunfo para quando você não tiver o tempo como dado do seu problema. Essa equação apresenta a seguinte forma:

$$V^2 = V_0^2 + 2a\Delta S$$

Com essas três equações, a dúvida sempre aparece durante as questões: qual dessas fórmulas eu devo usar? Para responder a essa pergunta, você precisa separar todos os dados que a questão forneceu e analisá-los. Os dados definem qual fórmula você deve utilizar.

Classificação do movimento

Assim como foi feito em M.U., podemos classificar o movimento de um corpo em M.U.V. a partir da direção e sentido da aceleração em relação à trajetória. O seu movimento será:

- **Acelerado:** caso a aceleração apresente a mesma direção e sentido da trajetória.
- **Retardado:** caso a aceleração apresente a mesma direção, mas sentido oposto à trajetória.

Como podemos ver, a classificação do M.U.V. pode ser feita junto da classificação do M.U. Então, para facilitar a sua vida, montamos uma tabela para você entender como classificar o movimento.

Velocidade	Aceleração	Movimento
Positiva	Positiva	Progressivo acelerado
Positiva	Negativa	Progressivo retardado
Negativa	Positiva	Retrógrado retardado
Negativa	Negativa	Retrógrado acelerado

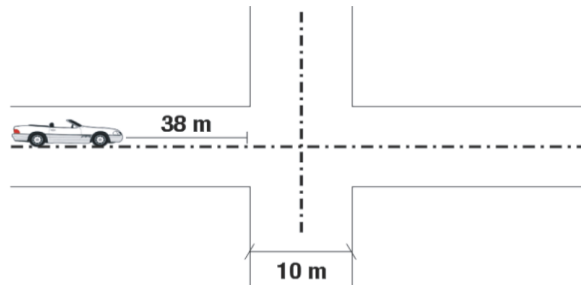
Tabela 1 – classificação do movimento

Exercícios

1. (UFRJ – Não-específica) Numa competição automobilística, um carro se aproxima de uma curva em grande velocidade. O piloto, então pisa o freio durante 4s e consegue reduzir a velocidade do carro para 30m/s. Durante a freada o carro percorre 160m.

Supondo que os freios imprimam ao carro uma aceleração retardadora constante, calcule a velocidade do carro no instante em que o piloto pisou o freio.

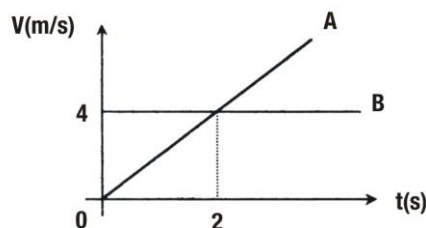
2. (UFRJ – Específica) Um carro está se movendo a 72km/h (20m/s). No instante em que ele se encontra a 38m de um cruzamento, acende o sinal amarelo, cuja duração é 2,0s. Nesta velocidade, o carro tem uma capacidade máxima de aceleração de $2,0\text{m/s}^2$ e pode frear, no máximo a razão de $3,0\text{m/s}^2$. O cruzamento tem 10m de largura, como mostra a figura a seguir.



Considere o carro como uma partícula e a reação do motorista instantânea.

Verifique se, acelerando ou freando, o motorista consegue evitar que o carro se encontre no cruzamento com o sinal fechado. Justifique a sua resposta.

3. (UFRJ – Específica) Duas partículas se deslocam ao longo de uma mesma trajetória. A figura abaixo representa, em gráfico cartesiano, como suas velocidades variam em função do tempo.



Suponha que no instante em que se iniciaram as observações ($t = 0$) elas se encontravam na mesma posição.

- Determine o instante em que elas voltam a se encontrar.
- Calcule a maior distância entre elas, desde o instante em que se iniciaram as observações até o instante em que voltam a se encontrar.

4. (UFPA) Um ponto material parte do repouso em movimento uniformemente variado e, após percorrer 12 m, está animado de uma velocidade escalar de 6,0 m/s. A aceleração escalar do ponto material, em m/s, vale:
- a) 1,5
 - b) 1,0
 - c) 2,5
 - d) Nenhuma das alternativas anteriores.
5. Durante um trecho da corrida, um carro de fórmula 1 aumenta sua velocidade de 100 Km/h para 260 Km/h, fazendo isso em 4 segundos. Qual a sua aceleração média neste trecho?
- a) $a = 11,11 \text{ m/s}^2$
 - b) $a = 13,31 \text{ m/s}^2$
 - c) $a = 14,21 \text{ m/s}^2$
 - d) $a = 15,11 \text{ m/s}^2$
6. Um veículo de passeio consegue acelerar de 0 a 100 km/h em cerca de 11 s. Determine sua aceleração média em m/s^2 e assinale a alternativa correspondente
- a) $15,0 \text{ m/s}^2$
 - b) $2,0 \text{ m/s}^2$
 - c) $2,5 \text{ m/s}^2$
 - d) $5,0 \text{ ms}^2$
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.
- a) $10,0 \text{ m/s}^2$
 - b) $2,0 \text{ m/s}^2$
 - c) $3,5 \text{ m/s}^2$
 - d) $5,0 \text{ ms}^2$
8. Um móvel parte do repouso e acelera a 3 m/s^2 durante um intervalo de tempo de 8 s. Determine a velocidade desse móvel ao final desse intervalo de tempo.
- a) 24 m/s
 - b) 20 m/s
 - c) 18 m/s
 - d) 12m/s
9. (FUVEST) Um veículo parte do repouso em movimento retilíneo e acelera com aceleração escalar constante e igual a $2,0 \text{ m/s}^2$. Pode-se dizer que sua velocidade escalar e a distância percorrida após 3,0 segundos, valem, respectivamente:
- a) 6,0 m/s e 9,0 m;
 - b) 6,0 m/s e 18 m;
 - c) 3,0 m/s e 12 m;
 - d) 12 m/s e 35 m;
 - e) 2,0 m/s e 12 m.

10. Um móvel que se afasta de um referencial, mas tem a sua velocidade reduzida a cada segundo de maneira constante executa um movimento do tipo
- a) regressivo e retardado.
 - b) progressivo e retardado.
 - c) progressivo e acelerado.
 - d) uniforme e retilíneo.
11. Um móvel realiza um movimento retardado com desaceleração constante de 2 m/s^2 . Sabendo que a sua velocidade era inicialmente de 20 m/s , determine em qual instante de tempo o móvel inverterá o sentido do seu movimento.
- a) $1,0 \text{ s}$
 - b) $5,0 \text{ s}$
 - c) $10,0 \text{ s}$
 - d) $3,0 \text{ s}$
12. Ao avistar um obstáculo, um motorista pisa no freio e diminui sua velocidade a uma taxa de 2 m/s a cada segundo. 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 .
- a) $1,0 \text{ s}$
 - b) $5,0 \text{ s}$
 - c) $10,0 \text{ s}$
 - d) $15,0 \text{ s}$
13. Ao avistar um obstáculo, um motorista pisa no freio e diminui sua velocidade a uma taxa de 5 m/s a cada segundo. Determine o intervalo de tempo necessário até que o veículo pare completamente, sabendo que a sua velocidade ao início da frenagem era de 90 km/h .
- a) $1,0 \text{ s}$
 - b) $5,0 \text{ s}$
 - c) $10,0 \text{ s}$
 - d) $3,0 \text{ s}$

Se liga!

Sua específica é exatas e quer continuar treinando esse conteúdo?
Clique [aqui](#) para fazer uma lista extra de exercícios.

Gabaritos

1. Para conseguirmos resolver esta questão teremos que usar duas equações do MUV:

$$S = S_o + v_o t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow \Delta S = v_o t + \frac{at^2}{2} \quad (i)$$

e

$$v = v_o + at \quad (ii)$$

De acordo com as informações do enunciado, temos que:

$v = 30 \text{ m/s}$, $t = 4 \text{ s}$, $\Delta S = 160 \text{ m}$, precisamos encontrar os valores da aceleração e velocidade inicial, para isso:

$$v = v_o + at$$

$$30 = v_o + 4a$$

$$v_o = 30 - 4a \quad (iii)$$

Agora utilizando a equação (i):

$$160 = v_o \cdot 4 + \frac{a(4)^2}{2}$$

$$160 = 4v_o + 8a$$

Substituindo pela igualdade (iii):

$$160 = 4(30 - 4a) + 8a$$

$$160 = 120 - 16a + 8a$$

$$160 - 120 = -8a$$

$$-8a = 40$$

$$a = -5 \text{ m/s}^2$$

Com essa informação, podemos encontrar o valor da velocidade inicial a partir da equação (ii):

$$v_o = 30 - 4 \cdot (-5)$$

$$v_o = 30 + 20 = 50 \text{ m/s}$$

2. Considerando que o carro irá acelerar, podemos descobrir o valor que teria de ter para a aceleração a fim de percorrer $S = 48 \text{ m}$, dessa forma:

$$S = S_o + v_o t + \frac{at^2}{2}$$

$$\Delta S = v_o t + \frac{at^2}{2}$$

$$48 = 20 \cdot 2 + \frac{a \cdot 2^2}{2}$$

$$8 = 2a$$

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

Ou seja, o valor de 2 m/s^2 não será suficiente para o carro atravessar completamente.

Ou calculando o quanto que o móvel percorreu com $a = 2 \text{ m/s}^2$:

$$\Delta S = 20 \cdot 2 + \frac{2 \cdot 2^2}{2}$$

$$\Delta S = 40 + 4 = 44 \text{ m}$$

Agora, partimos para a situação de frear, podemos calcular o quanto que ele percorreria com $a = -2 \text{ m/s}^2$ em um intervalo de tempo de 2 s, temos que:

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

$$\Delta S = 20 \cdot 2 + \frac{(-3) \cdot 2^2}{2}$$

$$\Delta S = 34 \text{ m}$$

Ou seja, o carro para antes do sinal.

3. a) 4 segundos
b) a maior distância é de 4 metros.

Observando o gráfico temos um movimento uniforme e um movimento uniformemente variado.

Assim, teremos as seguintes funções horárias:

Para o movimento uniforme:

$$V = \Delta S / \Delta t$$

$$4 = S1 - 0/t$$

$$S1 = 4t$$

Para o movimento uniformemente variado:

$$A = \Delta V / \Delta t$$

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

$$S2 = S_0 + V_0 t + 1/2 a t^2$$

$$S2 = \frac{1}{2}(2)^2$$

$$S2 = t^2$$

No momento em que eles se encontram: $S2 = S1$

$$t^2 = 4t$$

$$t^2 - 4t = 0$$

$$t = 0$$

$$t = 4$$

A distância entre as partículas é a diferença entre as suas posições: $D = t^2 - 4t$

Temos uma equação do 2º grau, e a distância será máxima em: $D = -b^2 + 4ac/4a$

$$D = -4^2 + 4(-1)(0)/4(-1)$$

$$D = 4 \text{ metros}$$

4. A

Para calcular a aceleração com esses dados, devemos utilizar a equação de Torricelli:

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

$$6^2 = 0^2 + 2 * a * 12$$

$$36 = 24a$$

$$a = 1,5 \text{ m/s}^2$$

5. A

$$Vi = 100 \text{ Km/h} = 27,8 \text{ m/s}$$

$$V_f = 260 \text{ Km/h} = 72,2 \text{ m/s}$$

$$t_i = 0 \text{ s}$$

$$t_f = 4 \text{ s}$$

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

$$a = (72,2 - 27,8) / (4 - 0)$$

$$a = 44,4 / 4$$

$$a = 11,11 \text{ m/s}^2$$

6. C

Para resolvermos esse exercício, devemos usar a fórmula da velocidade média; além disso, também é necessário converter a velocidade que está em quilômetros por hora para metros por segundo. Para tanto, devemos dividir a velocidade pelo fator 3,6. Observe os cálculos:

$$v = 100 \text{ km/h} \rightarrow v = 27,7 \text{ m/s}$$

$$a = \frac{27,7 - 0}{11} = 2,5 \text{ m/s}^2$$

7. B

$$v = 54 \text{ km/h} \rightarrow v = 15 \text{ m/s}$$

$$v = 36 \text{ km/h} \rightarrow v = 10 \text{ m/s}$$

$$a = \frac{15 - 10}{2,5} = 2 \text{ m/s}^2$$

8. A

$$v = ?$$

$$v_0 = 0 \text{ km/h}$$

$$a = 3 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta t = 8 \text{ s}$$

$$a = \frac{v - v_0}{\Delta t} \rightarrow 3 = \frac{v - 0}{8}$$

$$v = 3 \cdot 8 = 24 \text{ m/s}$$

9. A

Utilizamos a equação $v = v_0 + at$

$$v = 2 + 2 \cdot 3 = 6 \text{ m/s}$$

Também utilizamos a função horária do espaço para o movimento uniformemente variado:

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

Como S_0 e v_0 são iguais a zero, reescrevemos a fórmula da seguinte forma:

$$S = \frac{at^2}{2}$$

$$S = \frac{2 \cdot 3^2}{2} = 9 \text{ m}$$

10. B

Como o móvel afasta-se do referencial, o seu movimento é progressivo. Além disso, pelo fato de sua velocidade diminuir com o tempo, dizemos que o seu movimento é retardado. Portanto, o movimento em questão é progressivo e retardado.

11. C

Utilizaremos a fórmula da aceleração média para resolver esse exercício:

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

Para resolver esse exercício, é necessário perceber que, como o seu movimento é retardado, a sua aceleração é negativa (-2 m/s^2). E, como o exercício pede que determinemos o instante em que o sentido do movimento é invertido, esse instante corresponderá àquele em que a velocidade do móvel se tornará nula; além disso, consideraremos o instante inicial do movimento como 0. Observe o cálculo:

$$a = \frac{30 - 0}{5} = 6 \text{ m/s}^2$$

De acordo com o resultado encontrado, o tempo necessário para o móvel inverter o seu sentido de movimento é de 10 s

12. D

$$v = 0$$

$$v_0 = 30 \text{ m/s}$$

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

$$\Delta t = ?$$

$$a = \frac{v - v_0}{\Delta t} \rightarrow -2 = \frac{0 - 30}{\Delta t}$$

$$\Delta t = 15 \text{ s}$$

13. B

$$v = 0$$

$$v_0 = 90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}$$

$$a = -5 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta t = ?$$

$$a = \frac{v - v_0}{\Delta t} \rightarrow -5 = \frac{0 - 25}{\Delta t}$$

$$\Delta t = 5 \text{ s}$$