

# APOSTILA

## CURSO PREPARATÓRIO



eutenhofoco.com.br



DESDE 2011  
Transformando sonhos  
em realidade!



# FÍSICA

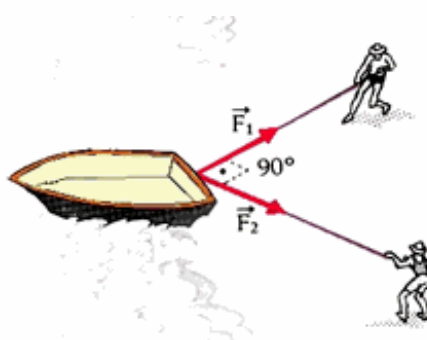
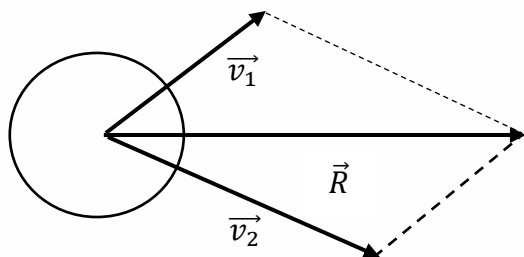
01

## VETORES

**VETOR RESULTANTE (VETOR SOMA):** quando dois ou mais vetores atuam sobre o corpo.

**EQUAÇÃO GERAL (módulo de  $\vec{R}$ ):**

$$R = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 + 2v_1v_2 \cos \alpha}$$



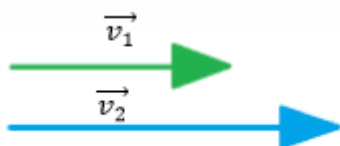
### CASOS PARTICULARES:

a)  $\alpha = 0^\circ$

Paralelos e de mesmo sentido (mesma direção e mesmo sentido)

$$R = V_1 + V_2$$

Valor Máximo

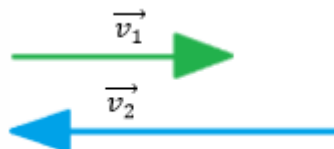


b)  $\alpha = 180^\circ$

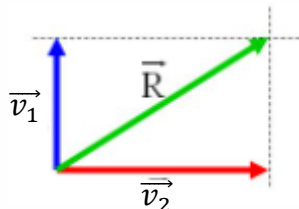
Paralelos e sentidos opostos.

$$R = V_1 - V_2$$

Valor Mínimo



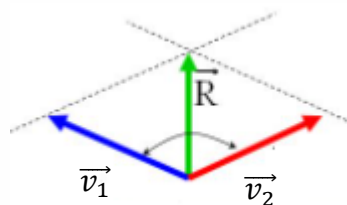
c)  $\alpha = 90^\circ$   
 Perpendiculares



$$R = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

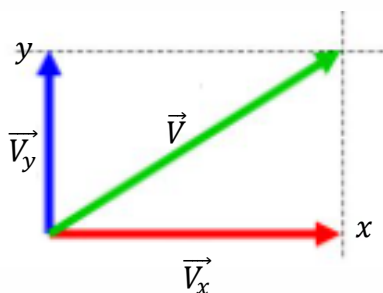
d)  $\alpha = 120^\circ$

$$V_1 = V_2 = V.$$



Quando os dois vetores têm o mesmo módulo e  $\alpha = 120^\circ \rightarrow V_R = V_1 = V_2$

### PROJEÇÕES ORTOGONAIS DE UM VETOR (decomposição)



$$V_x = V \cdot \cos \alpha$$

$$V_y = V \cdot \sin \alpha$$

### CINEMÁTICA

**MOVIMENTO:** posição varia em relação a uma referencial

**TRAJETÓRIA:** Linha formada pelas posições assumidas por um móvel em movimento.

**REFERENCIAL:** Conjunto de corpos (ou corpo) aos quais se compara o movimento do corpo considerado.

**O tipo de movimento, móvel e trajetória dependente do referencial (observador).**

**VELOCIDADE MÉDIA ( $V_m$ )** = é a relação (quociente) entre a distância ( $\Delta S$ ) percorrida pelo móvel e o tempo pelo  $\Delta t$  gasto em percorrê-la.

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

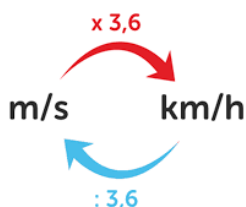
$$V_m = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1}$$

$$V_m = \frac{\Delta S_2 + \Delta S_1}{\Delta t_2 + \Delta t_1}$$

**Só no MRUV**

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

No gráfico da  $v = f(t) = \Delta S = \text{área}$



**ATENÇÃO:** não confundir velocidade escalar média ou velocidade média com velocidade vetorial média  $\rightarrow \vec{v} = \frac{\vec{\Delta S}}{\Delta t}$ .



A velocidade vetorial depende apenas da posição de partida e de chegada, não depende da trajetória.

**ACELERAÇÃO MÉDIA ( $a$ ):** é a **variação da velocidade** na unidade de tempo

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

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

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

| MOVIMENTO PROGRESSIVO:   | MOVIMENTO RETRÓGRADO  |
|--|---|
| <p>As <b>posições crescem</b> algebricamente; efetua-se no sentido positivo e sua <b>velocidade é positiva</b></p> <p>Movimento Progressivo <math>\rightarrow</math> Está se afastando da origem</p>  | <p>As <b>posições decrescem</b> algebricamente, efetua-se no sentido negativo e sua <b>velocidade é negativa</b>.</p> <p>Movimento Retrogrado <math>\rightarrow</math> Está se aproximando da origem</p>  |



## MOVIMENTO UNIFORME VARIADO: MRU



- **Velocidade Constante** (em módulo e direção)
- **Aceleração Nula** (centrípeta e tangencial)

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

## MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO: MRUV

É o movimento onde a aceleração é constante e diferente de zero.

- **Velocidade Uniformemente Variada.**
- **Aceleração** (tangencial) **Constante** (centrípeta nula)

| a) ACELERADO - MRUA   | b) RETARDADO - MRUR  |
|---|--|
| <p>A <b>velocidade</b> e a <b>aceleração</b> possuem o <b>mesmo sentido (sinal)</b>. A <b>velocidade aumenta</b> em valor absoluto.</p> | <p>A <b>velocidade</b> e a <b>aceleração</b> possuem sentido (<b>sinais</b>) <b>opostos</b>. A <b>velocidade diminui</b> em valor absoluto.</p>  |
|    |  <p>No instante em que o móvel <b>inverte o sentido</b> do movimento a <b>velocidade é zero</b> (<math>V=0</math>)</p> |

## QUEDA LIVRE

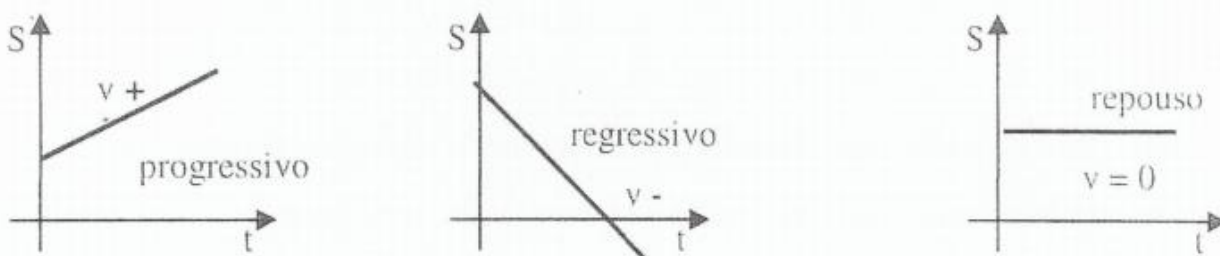
- No vácuo todos os corpos caem com aceleração constante e igual para todos independentes de suas massas;
- No ponto mais alto a velocidade é nula (muda de sentido) e a aceleração é constante;
- De baixo para cima **g** é negativo ( - ), o tempo de subida é igual ao de descida.

| MRUV  | QUEDA LIVRE                                     |
|---|---|
| $v = v_0 + a \cdot t$                           | $v = v_0 + g \cdot t$                           |
| $S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$ | $h = h_0 + v_0 \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2}$ |
| $v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S$        | $v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta h$        |

## GRÁFICOS DO MRU

### GRÁFICOS DO ESPAÇO EM FUNÇÃO DO TEMPO (S X T)

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



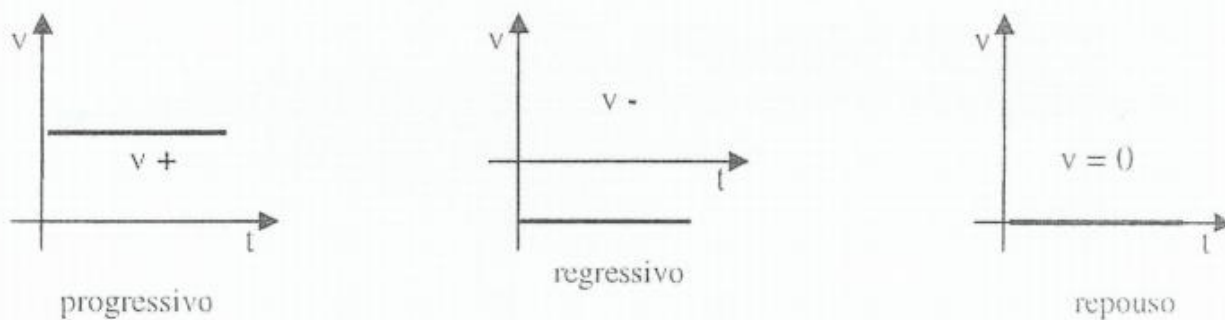
**Obs:** a inclinação (tangente) da reta com o eixo do tempo representa a velocidade.

**Progressivo** – O sentido do movimento coincide com o sentido fixado como positivo para a trajetória; a velocidade do móvel é positiva ( $v > 0$ ); os espaços aumentam algebricamente em relação à origem.

**Retrógrado** (ou regressivo) – O móvel anda contra a orientação da trajetória; a velocidade é negativa ( $v < 0$ ); os espaços diminuem algebricamente em relação à origem.

**Repouso** – velocidade igual a zero ( $v = 0$ ).

2.  $v = f(t)$  velocidade constante



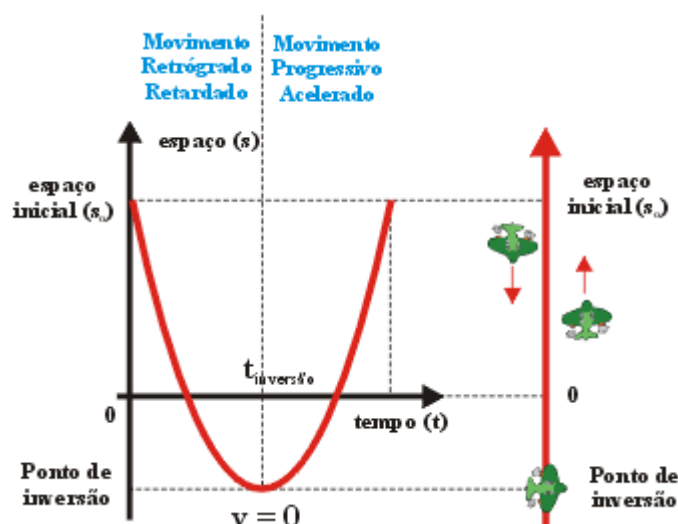
## GRÁFICOS DO MRUV

### GRÁFICOS DO ESPAÇO EM FUNÇÃO DO TEMPO (S X T)

A função horária dos espaços no MUV é dada por  $S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$ , que é uma função do 2º grau ( $y = ax^2 + bx + c$ ), cuja representação gráfica é uma **parábola** e a sua concavidade depende do sinal da aceleração, como veremos a seguir:

#### Com o $a > 0$

Esse gráfico é uma parábola com a concavidade voltada para cima, pois a aceleração é maior do que zero ( $a > 0$ ).



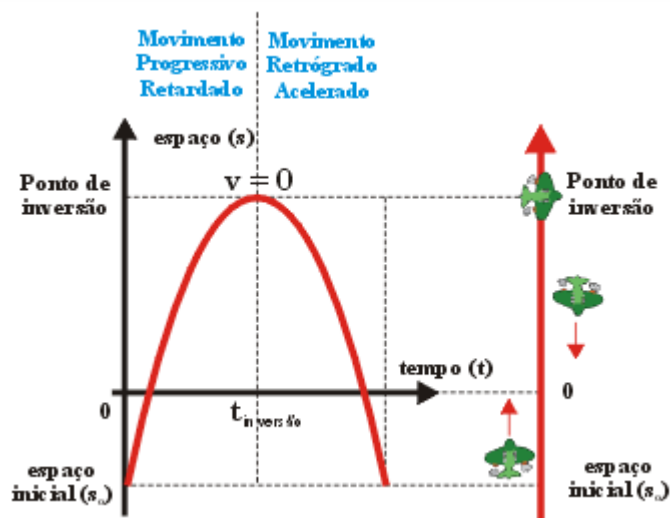
Movimento retilíneo iniciado em espaço escalar positivo, contra a orientação da trajetória, indicando velocidade escalar negativa decrescente até o ponto de inversão (vértice da parábola), neste intervalo de tempo a velocidade possui sinal negativo ( $v < 0$ ,  $a > 0$ ), portanto o movimento é retrógrado e retardado. A partir dele, o espaço escalar e a velocidade voltam a crescer, e a velocidade possui sinal positivo ( $v > 0$ ,  $a > 0$ ), portanto o movimento é progressivo e acelerado. Durante todo o movimento a aceleração escalar é positiva.

#### Observação:

O vértice da parábola representa o instante em que o móvel inverte o sentido de seu movimento (para “ $V = 0$ ” para começar a voltar), ou seja, quando o movimento passa de retrógrado para progressivo.

#### Com o $a < 0$

pois a parábola tem concavidade voltada para baixo, pois a aceleração é menor do que 0).

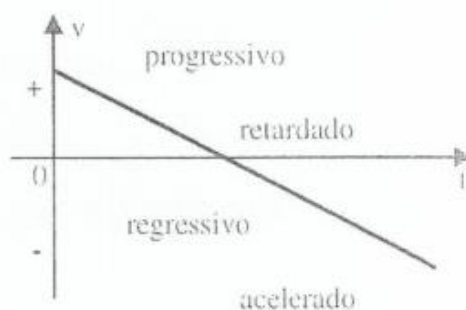
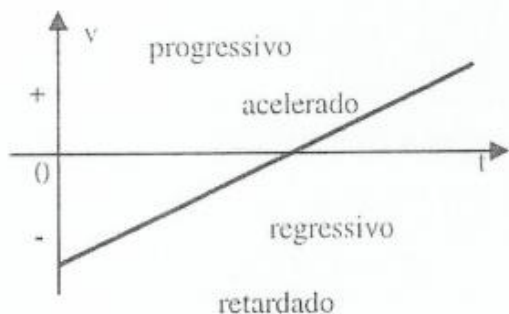


Movimento retilíneo iniciado em espaço escalar negativo, a favor da orientação da trajetória, indicando velocidade escalar positiva decrescente até o ponto de inversão (vértice da parábola), neste intervalo de tempo a velocidade possui sinal positivo ( $v > 0$ ,  $a < 0$ ), portanto o **movimento é progressivo e retardado**. A partir dele, o espaço escalar decresce e a velocidade volta a crescer em módulo ( $v < 0$ ,  $a < 0$ ) portanto o **movimento é retrógrado e acelerado**. Durante todo o movimento a aceleração escalar é negativa.

Observação:

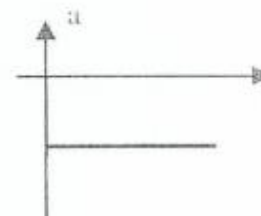
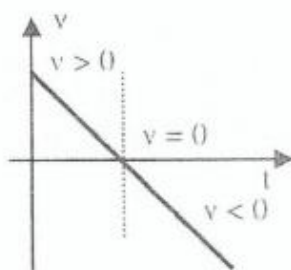
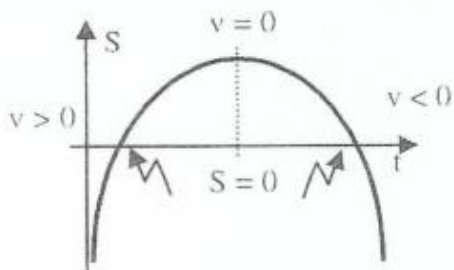
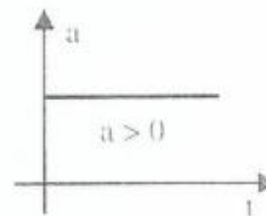
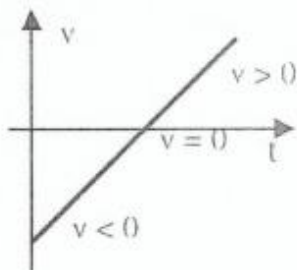
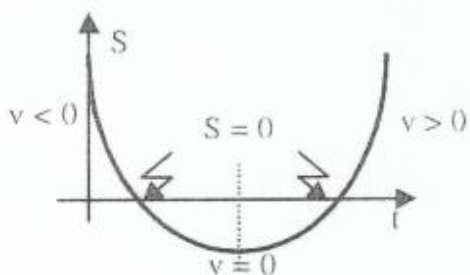
O vértice da parábola representa o instante em que o móvel inverte o sentido de seu movimento (para “ $V = 0$ ” para começar a voltar), ou seja, quando o movimento passa de progressivo para retrógrado.

2.  $v = f(t)$      $v = v_0 + a \cdot t$     Equação do 1º Grau → gráfico é uma reta

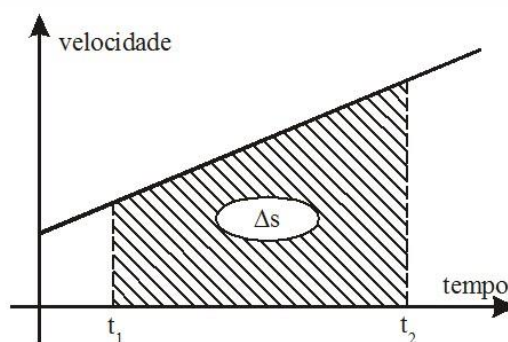




**COMPARE OS GRÁFICOS DA POSIÇÃO, VELOCIDADE E ACELERAÇÃO.**

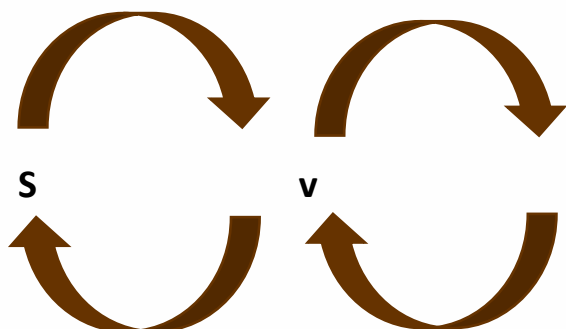


A área compreendida entre o diagrama, o eixo dos tempos e dois instantes quaisquer nos dá numericamente o deslocamento  $\Delta S$



A inclinação (tg) do gráfico da posição é igual a velocidade, e do gráfico da velocidade é igual a aceleração.

**Inclinação**

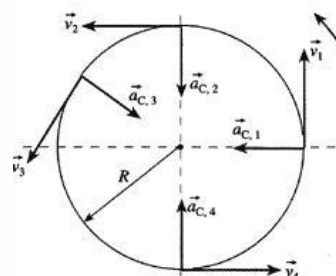


**Área**

A área do gráfico da aceleração é igual a variação da velocidade ( $\Delta v$ ), e do gráfico da velocidade é igual ao deslocamento ( $\Delta S$ ).

## MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME

- Velocidade Tangencial constante em módulo (varia direção e sentido).
- Velocidade Centrípeta (radial ou normal) constante em módulo.
- Aceleração Tangencial NULA.
- Aceleração Angular CONSTANTE.



Em todo movimento curvilíneo há aceleração centrípeta –  $a_c$ .  
Cujas **função** é **variar** a **direção** e o **sentido da velocidade** tangencial

Se  $a_c = 0 \rightarrow$  movimento é retilíneo.

**Aceleração tangencial:** faz **variar a intensidade** da **velocidade** linear ao tangencial.

$$\omega = 2\pi f \quad (\text{rad/s})$$

$$v = \omega \cdot R$$

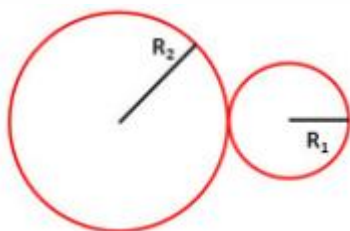
$$v = 2\pi R f \quad (\text{m/s})$$

$$a_c = \frac{v^2}{R} = \omega^2 \cdot R$$

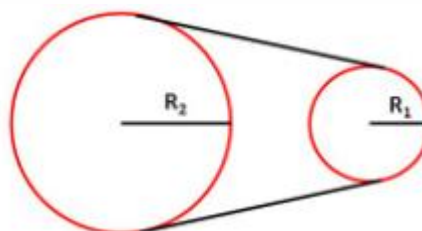
$$T = \frac{1}{f} \text{ ou } f = \frac{1}{T}$$

## SISTEMAS DE TRANSMISSÃO

Girar em sentidos opostos



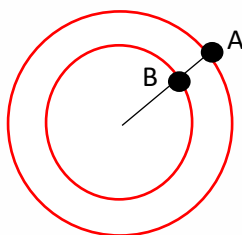
Girar no mesmo sentido



$$V_1 = V_2$$

$$\omega_1 \cdot R_1 = \omega_2 \cdot R_2 \rightarrow \omega = 2\pi f$$

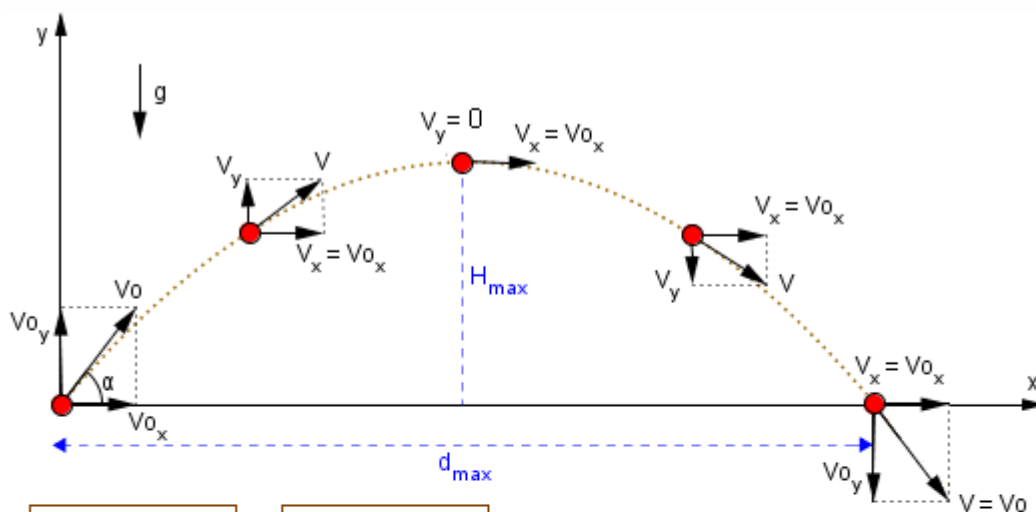
$$R_1 f_1 = R_2 f_2$$



$$\omega_1 = \omega_2$$

## LANÇAMENTO OBLÍQUO

A trajetória descrita, em relação à Terra, é **uma parábola**.



$$V_{0x} = V_0 \cdot \cos \alpha$$

$$V_{0y} = V_0 \cdot \sin \alpha$$

Na direção horizontal:  $V_x = V_{0x} = cte$

$$x = V_{0x} \cdot t$$

Na direção vertical:

$$V_y = V_{0y} - g \cdot t$$

$$y = V_{0y} \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}$$

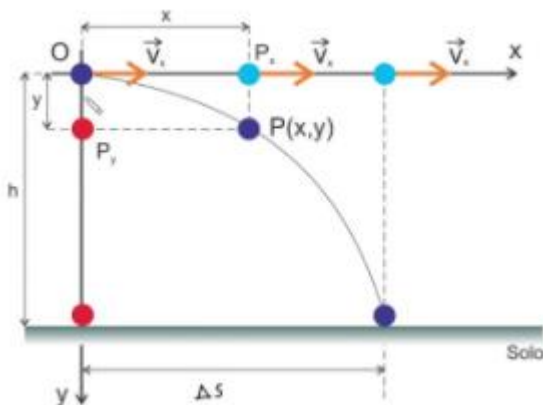
Fazendo  $V_y = 0$ , temos o tempo de subida  $t_s = \frac{V_{0y}}{g}$  e o tempo total  $t_t = 2 \cdot t_s \Rightarrow t_t = \frac{2 \cdot V_{0y}}{g}$

Quando  $t = t_s$ , o valor de  $y$  é a altura máxima. Então  $H_{max} = \frac{V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g}$

Quando  $t = t_t$ , o valor de  $x$  é a distância máxima. Então  $d_{max} = \frac{V_0^2 \cdot \sin(2\alpha)}{g}$

Podemos observar que a distância máxima é obtida quando  $\sin(2\alpha) = 1 \Rightarrow 2\alpha = 90^\circ \Rightarrow \alpha = 45^\circ$

## LANÇAMENTO HORIZONTAL



**Durante a queda:**

- 1) a velocidade horizontal  $V_x$  é sempre constante.
- 2) a aceleração (da gravidade) é sempre constante.
- 3) o alcance ( $\Delta x$ ) depende da velocidade horizontal ( $V_x$ )

$$h = \frac{g \cdot t^2}{2}$$

$$\Delta X = V_x \cdot t$$

## EXERCÍCIOS DE AULA

### Questão 01

Um motorista que atende a uma chamada de celular é levado à desatenção, aumentando a possibilidade de acidentes ocorrerem em razão do aumento de seu tempo de reação. Considere dois motoristas, o primeiro atento e o segundo utilizando o celular enquanto dirige. Eles aceleram seus carros inicialmente a  $1,00 \text{ m/s}^2$ . Em resposta a uma emergência, freiam com uma desaceleração igual a  $5,00 \text{ m/s}^2$ . O motorista atento aciona o freio à velocidade de  $14,0 \text{ m/s}$ , enquanto o desatento, em situação análoga, leva  $1,00$  segundo a mais para iniciar a frenagem.

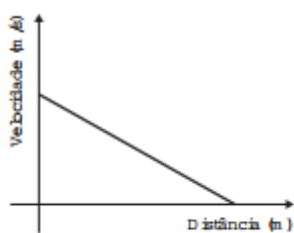
Que distância o motorista desatento percorre a mais do que o motorista atento, até a parada total dos carros?

- a) 2,90 m.
- b) 14,0 m.
- c) 14,5 m.
- d) 15,0 m.
- e) 17,4 m.

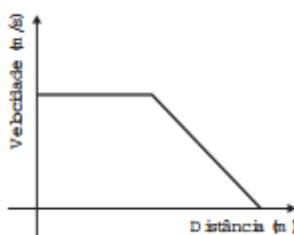
### Questão 02

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?

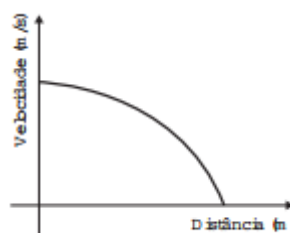
a)



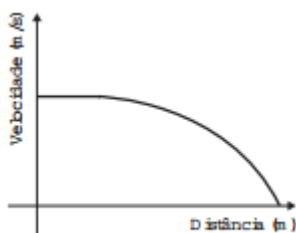
b)



c)



d)



e)





### Questão 03

O trem de passageiros da Estrada de Ferro Vitória- Minas (EFVM), que circula diariamente entre a cidade de Cariacica, na Grande Vitória, e a capital mineira Belo Horizonte, estão utilizando uma nova tecnologia de frenagem eletrônica. Com a tecnologia anterior, era preciso iniciar a frenagem cerca de 400 metros antes da estação. Atualmente, essa distância caiu para 250 metros, o que proporciona redução no tempo de viagem. Considerando uma velocidade de 72 km/h, qual o módulo da diferença entre as acelerações de frenagem depois e antes da adoção dessa tecnologia?

- a) 0,08 m/s<sup>2</sup>
- b) 0,30 m/s<sup>2</sup>
- c) 1,10 m/s<sup>2</sup>
- d) 1,60 m/s<sup>2</sup>
- e) 3,90 m/s<sup>2</sup>

### Questão 04

Antes das lombadas eletrônicas, eram pintadas faixas nas ruas para controle da velocidade dos automóveis.

A velocidade era estimada com o uso de binóculos e cronômetros. O policial utilizava a relação entre a distância percorrida e o tempo gasto, para determinar a velocidade de um veículo. Cronometrava-se o tempo que um veículo levava para percorrer a distância entre duas faixas fixas, cuja distância era conhecida. A lombada eletrônica é um sistema muito preciso, porque a tecnologia elimina erros do operador. A distância entre os sensores é de 2 metros, e o tempo é medido por um circuito eletrônico. O tempo mínimo, em segundos, que o motorista deve gastar para passar pela lombada eletrônica, cujo limite é de 40 km/h, sem receber uma multa, é de:

- a) 0,05.
- b) 11,1.
- c) 0,18.
- d) 22,2.
- e) 0,50.

### Questão 05

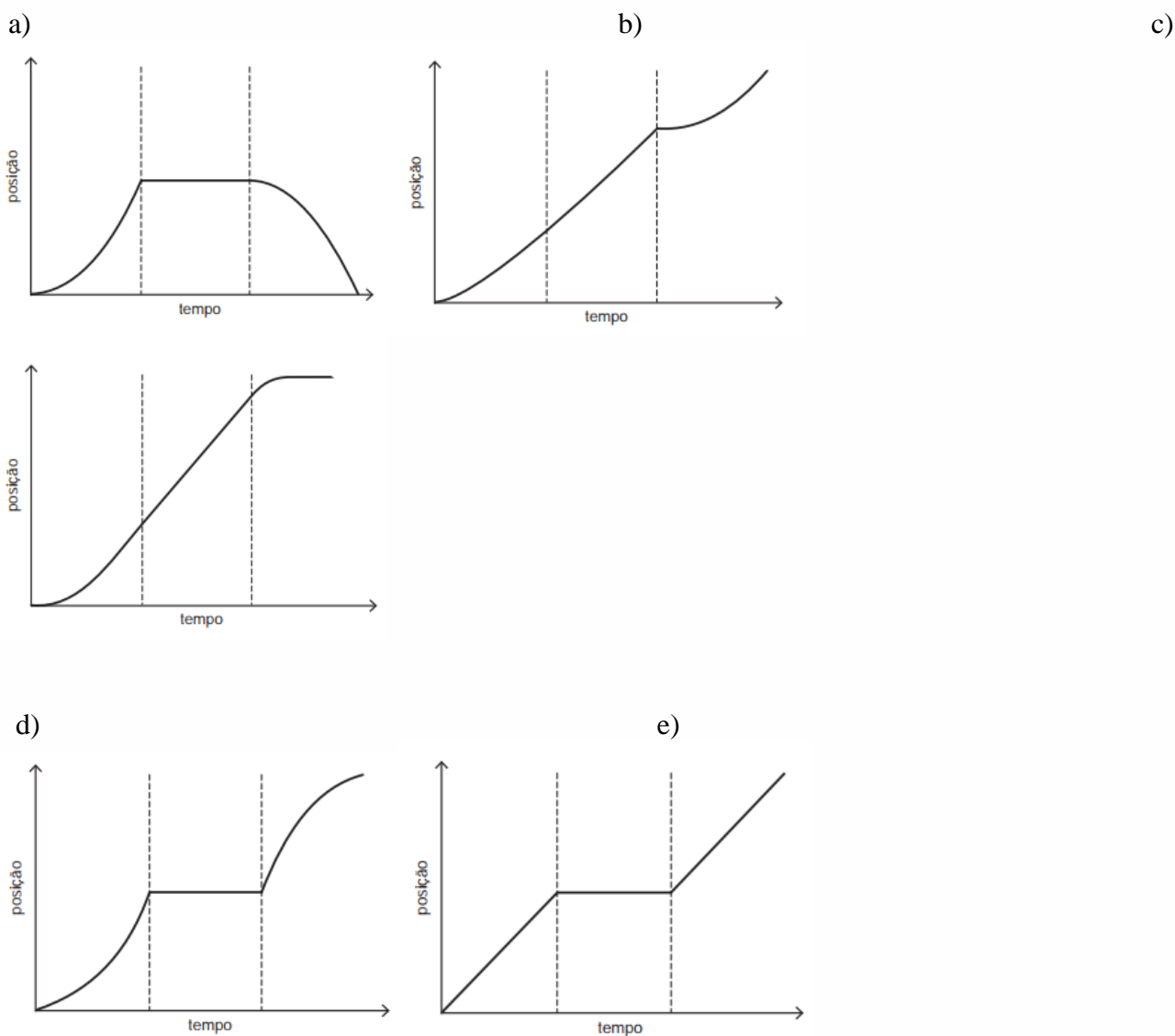
Uma empresa de transportes precisa efetuar a entrega de uma encomenda o mais breve possível. Para tanto, a equipe de logística analisa o trajeto desde a empresa até o local da entrega. Ela verifica que o trajeto apresenta dois trechos de distâncias diferentes e velocidades máximas permitidas diferentes. 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.

**Questão 06**

Para melhorar a mobilidade urbana na rede metroviária é necessário minimizar o tempo entre estações. Para isso a administração do metrô de uma grande cidade adotou o seguinte procedimento entre duas estações: a locomotiva parte do repouso com aceleração constante por um terço do tempo de percurso, mantém a velocidade constante por outro terço e reduz sua velocidade com desaceleração constante no trecho final, até parar. Qual é o gráfico de posição (eixo vertical) em função do tempo (eixo horizontal) que representa o movimento desse trem?



**GABARITO:**

|     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 - | 2 - | 3 - | 4 - | 5 - | 6 - |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

## EXERCÍCIOS DE REVISÃO

### Questão 01

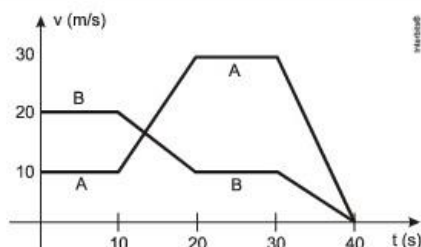
Na Antiguidade, algumas pessoas acreditavam que, no lançamento oblíquo de um objeto, a resultante das forças que atuavam sobre ele tinha o mesmo sentido da velocidade em todos os instantes do movimento. Isso não está de acordo com as interpretações científicas atualmente utilizadas para explicar esse fenômeno.

Desprezando a resistência do ar, qual a direção e o sentido do vetor força resultante que atua sobre o objeto no ponto mais alto da trajetória?

- Indefinido, pois ele é nulo, assim como a velocidade vertical nesse ponto.
- Vertical para baixo, pois somente o peso está presente durante o movimento.
- Horizontal no sentido do movimento, pois devido à inércia o objeto mantém seu movimento.
- Inclinado na direção do lançamento, pois a força inicial que atua sobre o objeto é constante.
- Inclinado para baixo e no sentido do movimento, pois aponta para o ponto onde o objeto cairá.

### Questão 02

O trecho da música, de Lenine e Arnaldo Antunes (1999), ilustra a preocupação com o trânsito nas cidades, motivo de uma campanha publicitária de uma seguradora brasileira. Considere dois automóveis, A e B, respectivamente conduzidos por um motorista imprudente e por um motorista consciente e adepto da campanha citada. Ambos se encontram lado a lado no instante inicial  $t = 0$  s, quando avistam um semáforo amarelo (que indica atenção, parada obrigatória ao se tornar vermelho). O movimento de A e B pode ser analisado por meio do gráfico, que representa a velocidade de cada automóvel em função do tempo.



As velocidades dos veículos variam com o tempo em dois intervalos: (I) entre os instantes 10 s e 20 s; (II) entre os instantes 30 s e 40 s. De acordo com o gráfico, quais são os módulos das taxas de variação de velocidade do veículo conduzido pelo motorista imprudente, em  $\text{m/s}^2$ , nos intervalos (I) e (II), respectivamente?

- 1,0 e 3,0
- 2,0 e 1,0
- 2,0 e 1,5
- 2,0 e 3,0
- 10,0 e 30,0

### Questão 03

O convés de um porta-aviões pode se assemelhar a uma pista de pouso comum, mas funciona de maneira bem distinta devido ao seu comprimento menor. O auxílio para a decolagem provém de quatro catapultas, que impulsionam os aviões para altas velocidades em uma distância muito curta. Um jato irá decolar a partir do convés de um porta-aviões. Ele parte do repouso e recebe uma aceleração constante de  $31 \text{ m/s}^2$  ao longo de uma linha reta até atingir a velocidade de  $62 \text{ m/s}$ . O comprimento mínimo do convés do porta-aviões deve ser:

- a) 31,0 m.
- b) 62,0 m.
- c) 93,0 m.
- d) 124 m.
- e) 155 m.

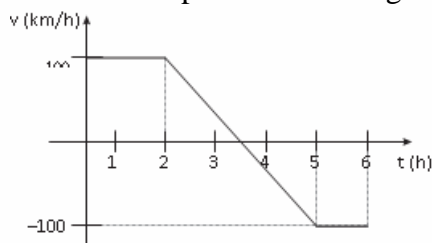
### Questão 04

Durante as férias de fim de ano, uma família decide viajar de carro. Na estrada, o pai, que estava dirigindo, percebe que alguns sensores de velocidade foram instalados para controlar a velocidade dos veículos. Em determinado trecho, ele observa uma placa de trânsito informando que a 500 metros existe um sensor de velocidade e que a velocidade máxima permitida é de  $90 \text{ km/h}$ . Considerando que, no momento em que o motorista observa a placa, sua velocidade era de  $144 \text{ km/h}$ , a desaceleração, em  $\text{m/s}^2$ , necessária para que ele passe pelo sensor com a velocidade máxima permitida é de, aproximadamente,

- a) 1,0
- b) 1,9
- c) 2,2
- d) 9,8
- e) 12,6

### Questão 05

Um engenheiro de trânsito, responsável por verificar a fluidez do tráfego em determinado trecho de uma estrada, realiza esse trajeto por 6 horas ininterruptas e analisa os dados da velocidade de seu automóvel em função do tempo por meio de um computador de bordo. Os dados são coletados por um *software*, que produz um gráfico como o representado na figura:



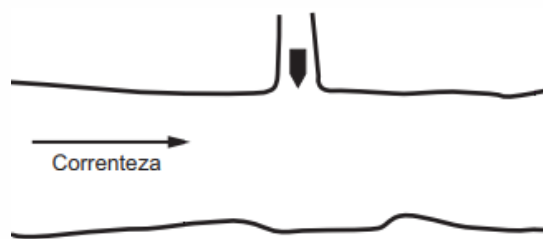
Ao analisar o percurso citado, o engenheiro pôde constatar que a velocidade média, em  $\text{km/h}$ , no trecho percorrido foi de aproximadamente:

- a) 10
- b) 15
- c) 21
- d) 27
- e) 32



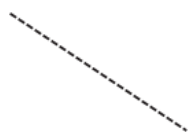
**Questão 06**

Um longo trecho retilíneo de um rio tem um afluente perpendicular em sua margem esquerda, conforme mostra a figura. Observando de cima, um barco trafega com velocidade constante pelo afluente para entrar no rio. Sabe-se que a velocidade da correnteza desse rio varia uniformemente, sendo muito pequena junto à margem e máxima no meio. O barco entra no rio e é arrastado lateralmente pela correnteza, mas o navegador procura mantê-lo sempre na direção perpendicular à correnteza do rio e o motor acionado com a mesma potência.



Pelas condições descritas, a trajetória que representa o movimento seguido pelo barco é:

a)



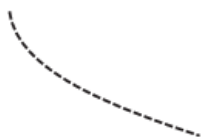
b)



c)



d)



e)



**GABARITO:**

|       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 - B | 2 - B | 3 - B | 4 - A | 5 - C | 6 - D |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|