MÓDULO 1

I – CINEMÁTICA

1- VETORES

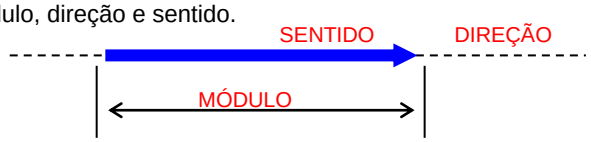
1.1- GRANDEZA ESCALAR E VETORIAL

a) G. Escalar: é aquela que fica perfeitamente definida quando conhecemos o seu valor numérico e a sua unidade de medida. Ex.: massa, tempo, comprimento, energia, etc.

b) G. Vetorial: é aquela que fica perfeitamente definida, quando conhecemos além do valor numérico e da unidade de medida a direção e o sentido. Ex: velocidade, aceleração, força, etc.

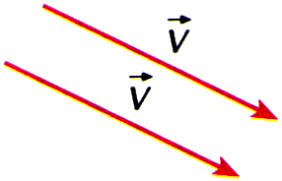
1.2- VETOR

Um vetor é um ente matemático representado por um segmento de reta orientado. Um vetor se caracteriza por ter módulo, direção e sentido.



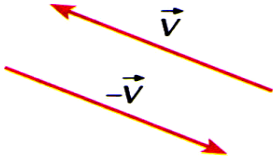
1.3- VETORES IGUAIS

Duas grandezas vetoriais são iguais quando apresentam o mesmo módulo, a mesma direção e o mesmo sentido.



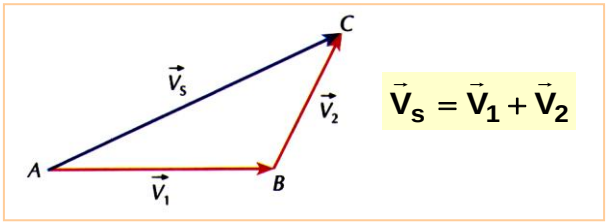
1.4- VETORES OPOSTOS

Duas grandezas vetoriais são opostas quando apresentam o mesmo módulo, a mesma direção, mas sentidos contrários.

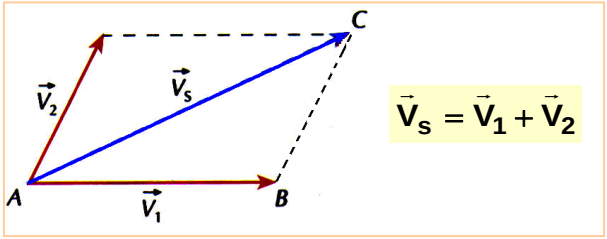


1.5- ADIÇÃO DE VETORES

a) Método do Polígono



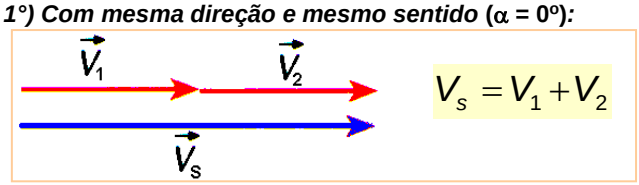
b) Método do Paralelogramo



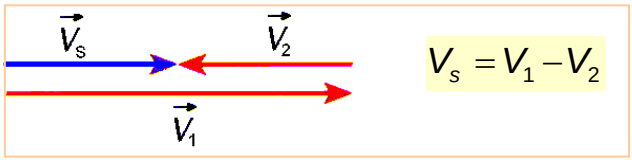
Módulo: $R^2 = R^2 = a^2 + b^2 + 2.a.b.\cos\alpha$

OBS:

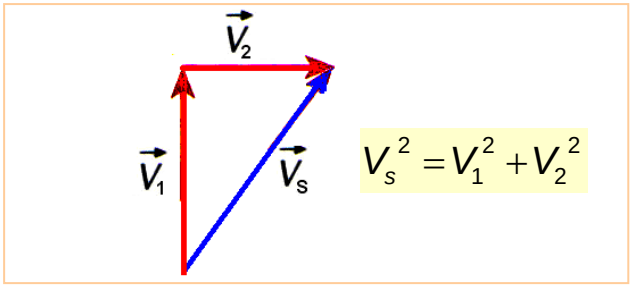
1°) Com mesma direção e mesmo sentido **(α = 0°):**



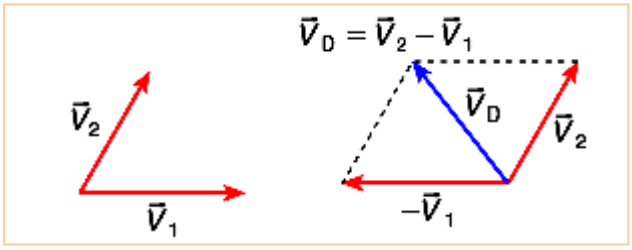
2°) Com mesma direção e sentidos opostos **(α = 180°):**



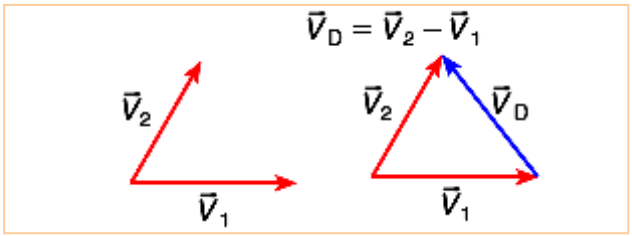
3°) Ortogonais **(α = 90°):**



1.6- DIFERENÇA DE DOIS VETORES



ou



Módulo: $V_D^2 = V_1^2 + V_2^2 - 2.V_1.V_2.\cos\theta$

1.7- PRODUTO DE UM ESCALAR POR UM VETOR

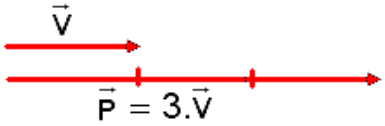
$$\vec{P} = n.\vec{V}$$

Módulo: $|\vec{P}| = n.|\vec{V}|$

Direção: mesma de $\vec{V}$

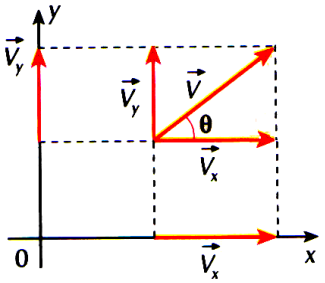
Sentido: mesmo de $\vec{V}$

Ex:



Se o vetor $\vec{V}$ tem módulo V = 2 unidades, logo o vetor resultante tem módulo P = 6 unidades (P= 3.2 = 6 unidades)

1.8- COMPONENTES DE UM VETOR



$$\cos\theta = \frac{V_x}{V} \quad \Rightarrow \quad V_x = V.\cos\theta$$

$$\text{sen}\,\theta = \frac{V_y}{V} \quad \Rightarrow \quad V_y = V.\text{sen}\,\theta$$

EXERCÍCIOS DE AULA

1) O que é necessário fornecer às grandezas vetoriais que, não é necessário às grandezas escalares, para que elas fiquem perfeitamente caracterizadas?

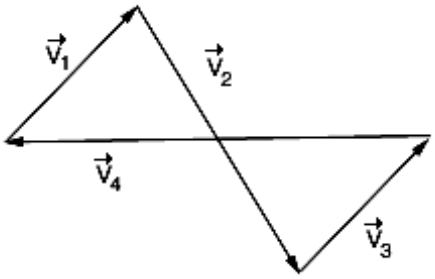
2) O valor máximo da soma de dois vetores é 20 e o valor mínimo é 4. Determine o módulo de cada vetor.

3) Dados os vetores $\vec{a}$ e $\vec{b}$, de módulo 10 cm e 08 cm, respectivamente, e que formam entre si um ângulo de 60º determine o módulo dos vetores:

a) $\vec{R} = \vec{a} + \vec{b}$

b) $\vec{D} = \vec{a} - \vec{b}$

4) (UnB) Sobre a composição dos vetores a seguir podemos dizer que:



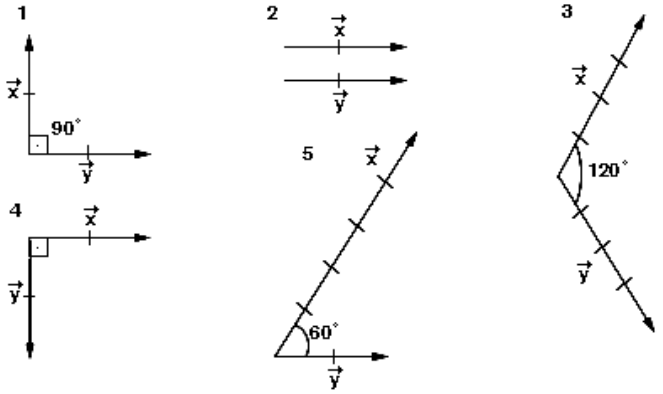
a) $\vec{v_1} + \vec{v_2} + \vec{v_3} = \vec{v_4}$.

b) $\vec{v_1} + \vec{v_2} + \vec{v_3} + \vec{v_4} = \vec{0}$.

c) $\vec{v_1} + \vec{v_2} + \vec{v_3} \neq -\vec{v_4}$.

d) $\vec{v_4} + \vec{v_1} + \vec{v_2} = \vec{v_3}$.

5) (PUC-BA) Nas figuras seguintes estão representados pares de vetores $\vec{x}$ e $\vec{y}$ nos quais cada segmento orientado está subdividido em segmentos unitários.



Quais destes pares têm a mesma resultante?

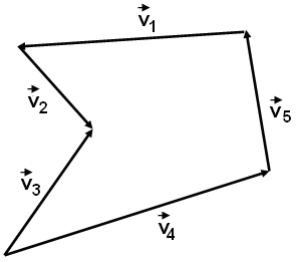
a) 1 e 5.
b) 2 e 4.
c) 3 e 5.
d) 2 e 3.
e) 2 e 5.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1)(UNIFOR) A soma de dois vetores de módulos 12N e 18N tem certamente módulo compreendido entre:
a) 6 N e 18 N
b) 6 N e 30 N
c) 12 N e 18 N
d) 12 N e 30 N
e) 29 N e 31 N

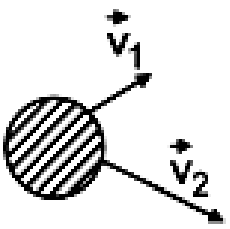
2) Quatro vetores atuam sobre um corpo dando como polígono vetorial a figura abaixo.
Pode-se afirmar que o vetor resultante é:

a) $\vec{v}_1$
b) $\vec{v}_2$
c) $\vec{v}_3$
d) $\vec{v}_4$
e) $\vec{v}_5$



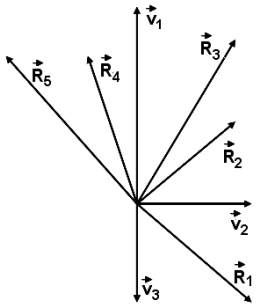
3) Uma esfera se encontra sobre uma mesa horizontal conforme mostra a figura. O polígono vetorial resultante, na determinação da soma dos efeitos será:

a) um quadrilátero
b) um pentágono
c) um triângulo
d) um hexágono
e) um losango



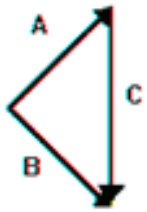
4)(Passo Fundo-RS) A resultante dos três vetores $\vec{v}_1$, $\vec{v}_2$ e $\vec{v}_3$ mostrados na figura abaixo é:

a) $\vec{R}_1$
b) $\vec{R}_2$
c) $\vec{R}_3$
d) $\vec{R}_4$
e) $\vec{R}_5$



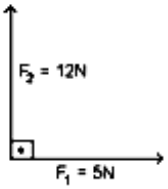
5)(UFMG) Dado o diagrama, pergunta-se qual a expressão correta:

a) $\vec{B}+\vec{C}=\vec{A}$
b) $\vec{A}+\vec{B}=\vec{C}$
c) $\vec{C}-\vec{B}=\vec{A}$
d) $\vec{B}-\vec{A}=\vec{C}$
e) $\vec{A}-\vec{B}=\vec{C}$



6)(PUC-CAMPINAS) Submetida à ação de três forças constantes, uma partícula se move em linha reta com movimento uniforme. A figura a seguir representa duas dessas forças. A terceira força tem módulo:

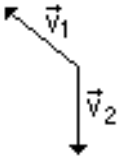
a) 5 N
b) 7 N
c) 12 N
d) 13 N
e) 17 N



7) (UEPG) Quando dizemos que a velocidade de uma bola é de 20 m/s, horizontal e para a direita, estamos definindo a velocidade como uma grandeza:

a) escalar.
b) algébrica.
c) linear.
d) vetorial.
e) Nenhuma das anteriores.

8) (UFPI) A resultante dos vetores $\vec{v}_1$ e $\vec{v}_2$ é melhor representada por:



a) 
b)
c) 
d) 
e) 

9) (VUNESP) Duas forças, cujos módulos (intensidades) são diferentes de zero, atuam juntas sobre um ponto material. O módulo da resultante dessas forças será máximo quando o ângulo entre elas for:

a) 0º
b) 45º
c) 60º
d) 90º
e) 180º

10) (FURG) Observando as grandezas vetoriais representadas abaixo, através de vetores, podemos afirmar que

$\rightarrow \vec{a}$ $\qquad$ $\leftarrow \vec{c}$
$\rightarrow \vec{b}$

a) elas possuem direções diferentes
b) elas possuem direções e sentidos diferentes
c) $\vec{a}$ e $\vec{b}$ possuem direções opostas a de $\vec{c}$.
d) $\vec{a}$ e $\vec{b}$ possuem sentidos opostos ao de $\vec{c}$.
e) elas possuem o mesmo sentido.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1) (FURG) Quais das grandezas físicas, abaixo, são vetoriais?
a) velocidade, deslocamento, massa, força, trabalho.
b) pressão, velocidade, força, aceleração, deslocamento.
c) energia, força, aceleração, quantidade de movimento.
d) força, quantidade de movimento, aceleração, pressão e deslocamento.
e) quantidade de movimento, força, aceleração, deslocamento e velocidade.

2) (PUC/CAMPINAS) A soma de dois vetores ortogonais, isto é, perpendiculares entre si, um de módulo 12 e outro de módulo 16, terá módulo igual a :
a) 4
b) um valor compreendido entre 12 e 16
c) 20
d) 28
e) um valor maior que 28

3) (PUC-PR) Em uma partícula atuam duas forças de 50 N e 120 N, perpendiculares entre si. O valor da força resultante é :
a) 130 N
b) 170 N
c) 70 N
d) 6.000 N
e) 140N

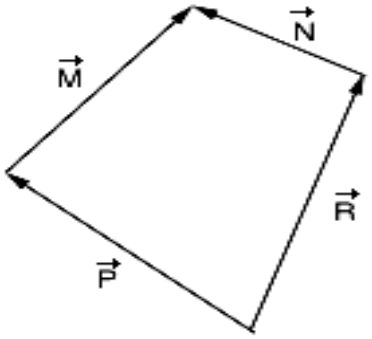
4) (FURG) Um avião movimenta-se para leste com velocidade constante de 600 km/h em relação à terra, enquanto um outro movimenta-se para norte, também com velocidade constante, em relação à terra, mas de módulo igual a 800 km/h. Qual o módulo da velocidade relativa entre os aviões?
a) 1400 km/h
b) 20 km/h
c) 10000 km/h
d) 1000 km/h
e) $\sqrt{2800}$ km/h

5) (UEL) Uma força de módulo 10 N e outra de módulo 12 N são aplicadas simultaneamente a um corpo. Qual das opções abaixo apresenta uma possível intensidade resultante dessas forças?
a) 0
b) 1 N
c) 15 N
d) 24 N
e) 120 N

6) (UFSM) Um avião voa horizontalmente, passando sobre um observador no solo. Exatamente nesse instante, para o observador, o som parece vir de um ponto atrás do avião, de uma direção que forma um ângulo de 30° com a vertical. A velocidade do avião é

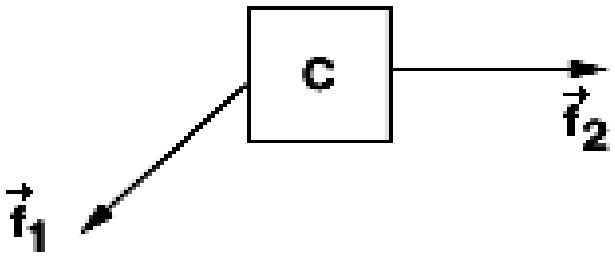
a) 0,866 vezes a velocidade do som.
b) a metade da velocidade do som.
c) a velocidade do som.
d) duas vezes a velocidade do som.
e) um terço da velocidade do som.

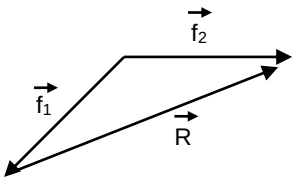
7) (FCC-SP) Qual é a relação entre os vetores $\overline{M}$, $\overline{N}$, $\overline{P}$ e $\overline{R}$, representados abaixo?

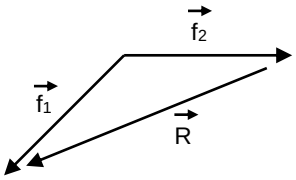


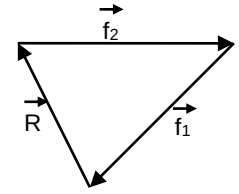
a) $\vec{M}+\vec{N}+\vec{P}+\vec{R}=\vec{0}$.
b) $\vec{P}+\vec{M}=\vec{R}+\vec{N}$.
c) $\vec{P}+\vec{R}=\vec{M}+\vec{N}$
d). $\vec{P}-\vec{R}=\vec{M}-\vec{N}$
e) $\vec{P}+\vec{R}+\vec{N}=\vec{M}$.

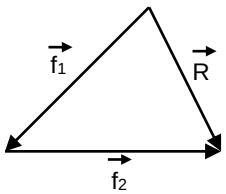
8) (Fatec-SP) Sobre o corpo C atuam duas forças $\vec{f}_1$ e $\vec{f}_2$, conforme esquema. O diagrama que fornece a resultante $\vec{R}=\vec{f}_1+\vec{f}_2$ é:

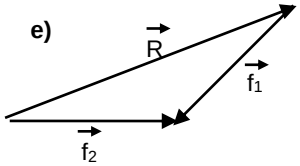


a)


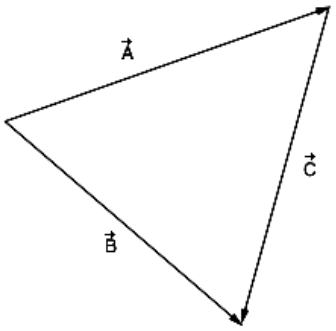
b)


c)


d)


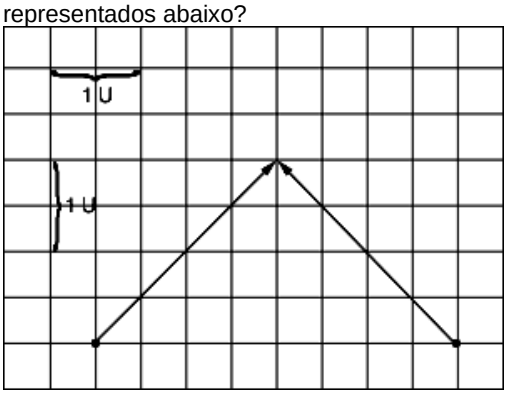
e)


9) (UnB-DF) É dado o diagrama vetorial da figura. Qual a expressão correta?



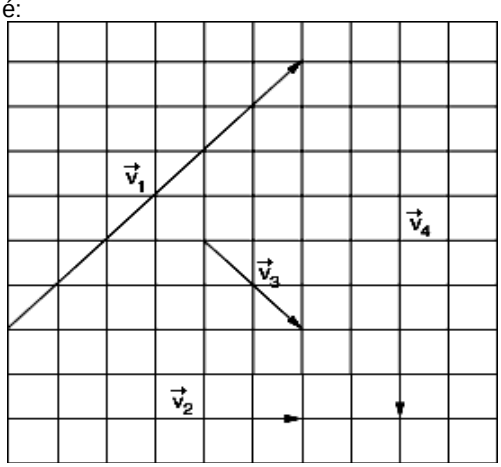
a) $\vec{B}+\vec{C}=-\vec{A}$.
b) $\vec{A}+\vec{B}=\vec{C}$
c) $\vec{C}-\vec{B}=\vec{A}$.
d) $\vec{B}-\vec{A}=\vec{C}$
e) $\vec{B}-\vec{A}=-\vec{C}$.

10) (Uniube-MG) Qual é o módulo da resultante da soma dos vetores representados abaixo?



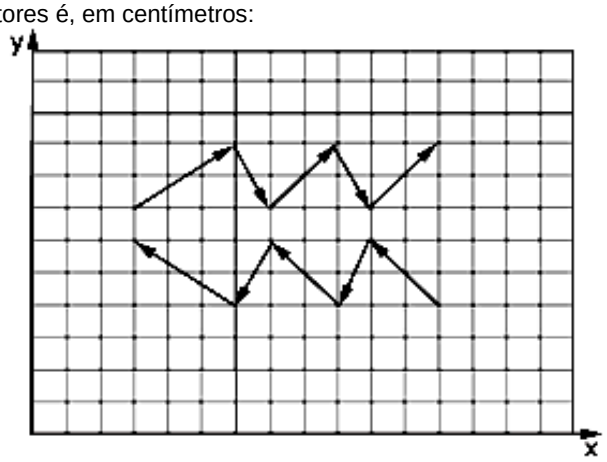
a) 2,0 U.
b) 3,5 U.
c) 4,0 U.
d) 7,0 U.
e) 8,0 U.

11) (FCC-BA) No esquema estão representados os vetores $\overrightarrow{V_1}$, $\overrightarrow{V_2}$, $\overrightarrow{V_3}$ e $\overrightarrow{V_4}$. A relação vetorial correta entre esses vetores é:



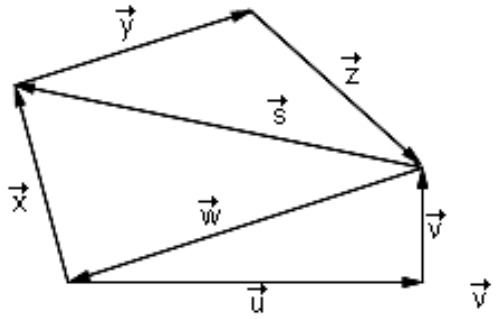
a) $\overrightarrow{V_1}+\overrightarrow{V_4}=\overrightarrow{V_2}+\overrightarrow{V_3}$.
b) $\overrightarrow{V_1}+\overrightarrow{V_2}+\overrightarrow{V_3}+\overrightarrow{V_4}=\vec{0}$.
c) $\overrightarrow{V_1}+\overrightarrow{V_3}+\overrightarrow{V_4}=\overrightarrow{V_2}$.
d) $\overrightarrow{V_1}+\overrightarrow{V_4}=\overrightarrow{V_2}$.
e) $\overrightarrow{V_1}+\overrightarrow{V_3}=\overrightarrow{V_4}$

12) (UFC-CE) Na figura a seguir, onde o reticulado forma quadrados de lado L = 0,50 cm, estão desenhados dez vetores, contidos no plano xy. O módulo da soma de todos esses vetores é, em centímetros:



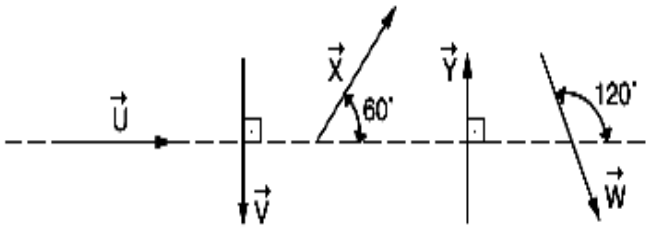
a) 0,0.
b) 0,50.
c) 1,0.
d) 1,5.
e) 2,0.

13) (U. C. Sal-BA) Dado o conjunto de vetores, marque V para as questões verdadeiras e F para as falsas.



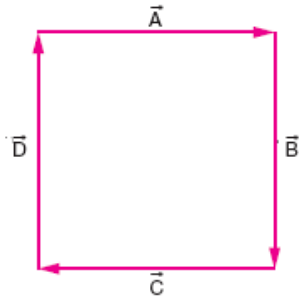
a) $\vec{y}+\vec{z}=\vec{s}$.
b) $\vec{x}+\vec{w}=-(\vec{Y}+\vec{z})$.
c) $\vec{y}+\vec{w}+\vec{z}=-\vec{x}$.
d) $\vec{s}-\vec{x}=\vec{u}+\vec{v}$.
e) $\vec{u}+\vec{v}+\vec{s}+\vec{x}=\vec{0}$.
f) $-\vec{u}+\vec{x}+\vec{y}+\vec{Z}-\vec{V}=\vec{0}$.

14) (UEL) Dados os vetores $\vec{U}$, $\vec{V}$, $\vec{X}$, $\vec{Y}$ e $\vec{W}$ de mesmo módulo, qual das relações abaixo está correta?



a) $\vec{u}+\vec{w}=\vec{y}$.
b) $\vec{X}+\vec{W}=\vec{U}$.
c) $\vec{X}+\vec{Y}=\vec{U}$.
d) $\vec{X}+\vec{Y}+\vec{V}=\vec{U}$.
e) $\vec{U}+\vec{V}+\vec{Y}=\vec{W}$.

15) (Unitau-SP) Considere o conjunto de vetores representados na figura. Sendo igual a 1 o módulo de cada vetor, as operações A + B, A + B + C e A + B + C + D terão módulos, respectivamente, iguais a:



a) 2; 1; 0
b) 1; 2 ; 4
c) 2 ; 1; 0
d) 2 ; 2 ; 1
e) 2; 2 ; 0

16) (UES) Sobre as grandezas fundamentais da mecânica, comprimento, massa e tempo, é correto afirmar que
a) o comprimento é uma grandeza escalar e o tempo, uma grandeza vetorial.
b) a massa é uma grandeza vetorial e o comprimento, uma grandeza escalar.
c) o comprimento é uma grandeza vetorial e o tempo, uma grandeza escalar.
d) o comprimento, a massa e o tempo são grandezas vetoriais.
e) a massa, o tempo e o comprimento são grandezas escalares.

GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1) B	2) C	3) C	4) B	5) D
6) D	7) D	8) A	9) A	10) D

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1) E	2) C	3) A	4) D	5) C	6) B
7) B	8) D	9) D	10) C	11)A	12) E
13) a) F	b) V	c) V	d) F	e) F	f) V
14) B	15) C	16) E			

MÓDULO 2

2- CONCEITOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA

2.1- MOVIMENTO, REPOUSO E REFERENCIAL

Um carro passa pela rua. Se nos perguntarem se o carro está em movimento, responderemos que sim. Da mesma forma, para um carro estacionado afirmaremos, sem hesitação, que ele está parado.

Analisemos os mesmos fatos, de outra maneira:

a) Em relação a uma pessoa parada que observa a rua, o carro que passa está em movimento. Mas para duas pessoas que conversam tranqüilamente no banco traseiro do carro, este não se afasta nem se aproxima delas. Portanto, em relação a essas pessoas, o carro está parado.

b) O carro estacionado, parado em relação ao solo, na verdade está se movendo junto com a Terra ao redor do Sol; além disso, move-se junto com nossa galáxia e com o Universo.

Esses e outros fatos semelhantes nos mostram que, antes de iniciar o estudo do movimento de um corpo, é necessário estabelecer *pontos de referência* ou *referenciais* em relação aos quais consideremos os movimentos a serem analisados. Com efeito, um corpo pode estar ao mesmo tempo em repouso em relação a um referencial e em movimento em relação ao outro.

Diremos que um móvel está em movimento em relação a certo referencial quando o móvel sofre um *deslocamento* em relação ao mesmo referencial, isto é, quando há uma variação da posição do móvel em função do tempo decorrido.

É possível haver movimento em relação a certo referencial sem que o móvel se aproxime ou se afaste do mesmo. É o caso de um móvel em movimento circular, quando o referencial adotado é o centro da trajetória. Sua posição (vetor) varia com o tempo, mas a distância do móvel em relação ao centro da trajetória não varia.

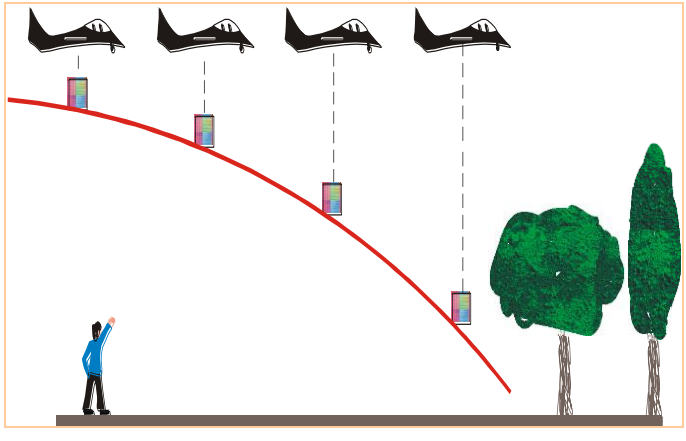
2.2- TRAJETÓRIA

Trajetória de um móvel é o conjunto dos pontos ocupados pelo móvel no correr de seu movimento.

Com relação à trajetória você deve saber que:

a) A trajetória determina uma das características do movimento. Poderemos ter movimentos retilíneos, circulares, parabólicos etc., em função da trajetória seguida pelo móvel.

b) A trajetória depende do referencial adotado. No caso de um corpo solto de um avião que se move horizontalmente com velocidade constante, para um observador fixo ao solo, a trajetória é parabólica, ao passo que para o piloto a trajetória é considerada uma reta.



2.3- DISTÂNCIA PERCORRIDA

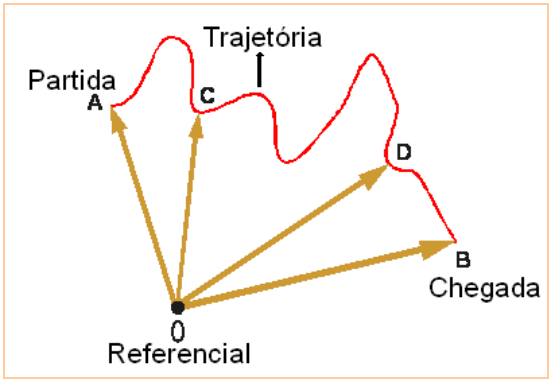
Em nosso estudo de cinemática chamaremos distância percorrida pelo móvel à medida associada à trajetória realmente descrita por ele.

O hodômetro colocado junto ao velocímetro do carro mede o caminho percorrido por ele. A indicação do hodômetro não depende do tipo de trajetória e nem de sua orientação. Por esse motivo consideramos a grandeza *distância percorrida* como a *grandeza escalar,* a qual indica uma medida associada à trajetória realmente seguida.

2.4- POSIÇÃO DE UM MÓVEL

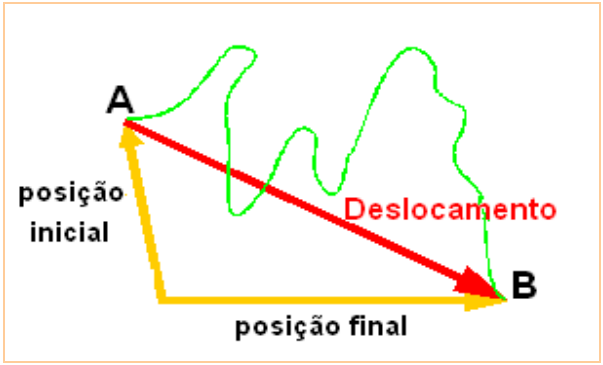
Definimos *vetor posição* (ou apenas *posição*) de um móvel em relação a certo referencial como sendo o vetor que tem origem no referencial e extremidade no ponto onde se encontra o móvel.

No esquema abaixo é apresentado um móvel que sai do ponto **A** e vai até o ponto **B**, descrevendo uma trajetória irregular. O vetor **AO** é o vetor posição inicial ao vetor **OB** é o vetor posição final. Em cada instante do movimento teremos outros vetores (**OC, OD**) que indicam a posição do móvel. É importante que fique claro, para você, a característica do vetor posição: tem sua origem no referencial, que pode ou não coincidir com o ponto de partida.



2.5- VETOR DESLOCAMENTO

Definimos *vetor deslocamento* (ou apenas *deslocamento*) de um móvel em relação a certo referencial como sendo a variação do vetor posição em relação a esse mesmo referencial.

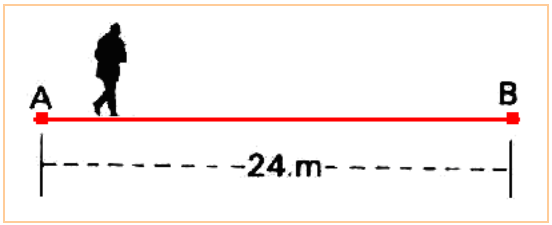


No esquema acima mostramos a trajetória de um móvel que parte do ponto **A** e se desloca até o ponto **B.**

AO é o vetor posição inicial, **OB** o final de **AB** o vetor deslocamento desse móvel.

O vetor deslocamento tem sua origem no ponto onde o móvel inicia seu movimento e sua extremidade onde termina o mesmo movimento. Quando o ponto de partida coincide com o referencial, o vetor deslocamento coincide com o vetor posição.

2.6- VELOCIDADE DE UM MÓVEL



Um móvel deve deslocar-se de um ponto **A** até um ponto **B**, em linha reta. Os pontos distam 24 m um do outro. O trajeto pode ser feito em 2, 3, 4, 6, 12, 24 ou mais segundos. Dependendo do tempo de percurso, teremos maior ou menor "rapidez" no deslocamento do móvel. Estas considerações nos permitem chegar ao conceito de um grandeza física que relaciona o *deslocamento* com o *tempo* decorrido. Esta grandeza física chama-se *velocidade.*

Lembrando que entre **A e B** podemos considerar a grandeza escalar distância percorrida e a grandeza vetorial deslocamento, apresentamos duas definições para velocidades:

Velocidade escalar média

Chamamos velocidade *escalar* média (V_m) à razão entre o caminho percorrido (d) e o tempo gasto (Δt) para percorrê-lo.

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

Velocidade vetorial média

Chamamos *vetor* velocidade média (V_m) à razão entre o deslocamento (Δx) do móvel e o temo decorrido (Δt) nesse deslocamento.

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

No SI (sistema internacional) consideramos o metro por segundo (m/s) a unidade da velocidade. Usam-se, na prática, outras unidades de velocidade: Km/min, Km/s, m/s, m/min, m/h, etc.

Para transformar uma velocidade em km/h para m/s, devemos dividir a velocidade por 3,6. Para transformar uma velocidade em m/s para km/h, devemos multiplicar a velocidade por 3,6.

2.7- VELOCIDADE ESCALAR INSTANTÂNEA

É a grandeza cujo valor absoluto indica a rapidez de um corpo num determinado instante.

Movimento:

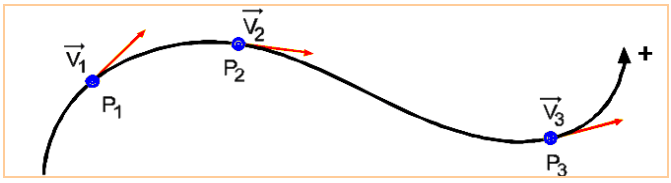
– no sentido da trajetória (v > 0) = progressivo

– no sentido oposto ao da trajetória (v < 0) = retrogrado

- Quando a velocidade escalar instantânea é nula, não significa, obrigatoriamente, que o móvel está em repouso – pode estar ocorrendo, naquele instante, uma inversão no sentido do movimento, situação em que o móvel pára momentaneamente e retorna em sentido contrário ao inicial.

2.8- VELOCIDADE VETORIAL INSTANTÂNEA

O vetor velocidade instantânea $\vec{V}$ de um corpo indica com que rapidez, em que direção e em que sentido ele se move num instante t qualquer. Tem direção tangente à trajetória.



2.9- ACELERAÇÃO DE UM MÓVEL

A velocidade de um móvel, normalmente, é variável. Esta idéia nos permite estabelecer uma nova grandeza física associada à variação da velocidade e ao tempo decorrido nessa variação. Essa grandeza é a *aceleração.*

Aceleração de um movimento é a razão entre a variação da velocidade e o tempo decorrido.

a) Aceleração Escalar Média: a aceleração escalar média é a razão entre a variação da velocidade escalar instantânea e o correspondente intervalo de tempo.

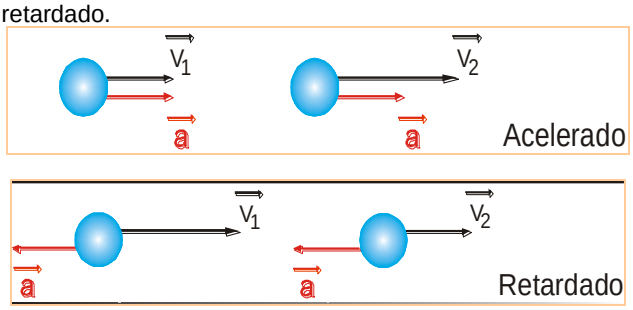
$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

b) Aceleração Vetorial: quando um corpo se move, tanto o módulo quanto a direção de sua velocidade podem variar. Podemos representar a aceleração através de duas componentes: o vetor aceleração tangencial ($\vec{a}_t$) e o vetor aceleração centrípeta ($\vec{a}_c$).

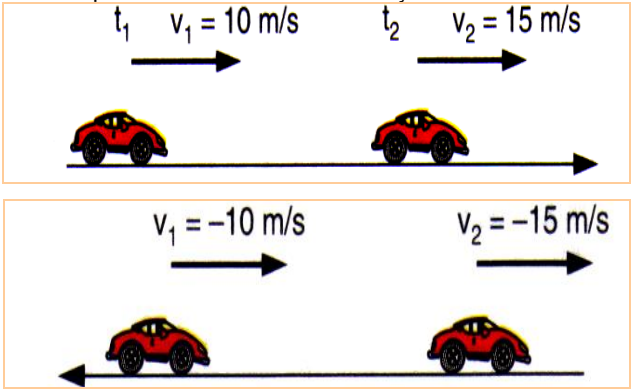
Aceleração tangencial é sempre tangente à paralela a velocidade instantânea e mede a variação do módulo da velocidade por unidade de tempo. A aceleração centrípeta (ou normal) é sempre perpendicular a velocidade e representa a variação da direção da velocidade instantânea.

1º) <u>Ac. Tangencial</u> ($\vec{a}_t$) **- é** responsável pela variação do módulo do vetor velocidade.

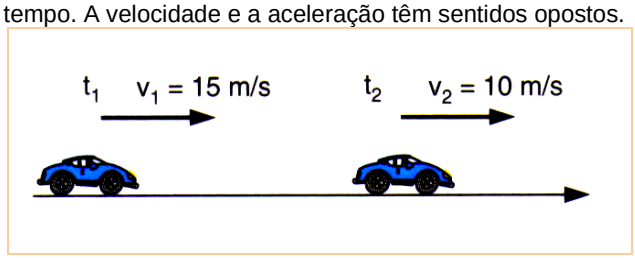
- **Módulo**: igual ao módulo da aceleração escalar.
- **Direção**: mesma direção do vetor velocidade.
- **Sentido**: igual ao do vetor velocidade $\vec{v}$ se o movimento é acelerado, e oposto ao do vetor velocidade $\vec{v}$ se o movimento é retardado.

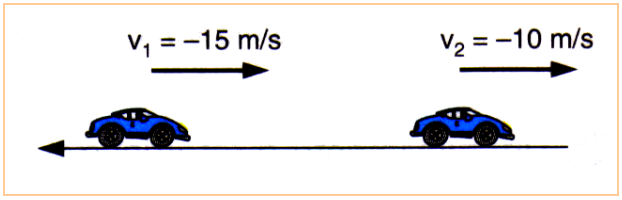


- Movimento acelerado: o módulo da velocidade aumenta com o tempo. A velocidade e a aceleração têm o mesmo sinal.



- Movimento retardado: o módulo da velocidade diminui com o tempo. A velocidade e a aceleração têm sentidos opostos.





2º) Ac. Centrípeta $(\vec{a}_c)$ **–** é responsável pela variação da direção do vetor velocidade $\vec{v}$.

• **Módulo**: $a_c = \frac{V^2}{R}$

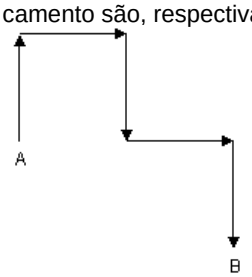
• **Direção**: perpendicular ao vetor velocidade $\vec{v}$, isto é, normal à trajetória.

• **Sentido**: orientado para o centro da curva.

3º) Ac. Vetorial – $\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_c$

EXERCÍCIOS DE AULA

1. (UFRN) A figura abaixo representa os deslocamentos de um móvel em várias etapas. Cada vetor tem módulo igual a 20m. A distância percorrida pelo móvel e o módulo do vetor deslocamento são, respectivamente:



a) $20\sqrt{5}$ m e $20\sqrt{5}$ m
b) 40m e $40\sqrt{5}$ m
c) 100m e $20\sqrt{5}$ m
d) $20\sqrt{5}$ m e 40m
e) 100m e $40\sqrt{5}$ m

2. Uma partícula move-se sobre uma superfície plana horizontal. Ela parte de um ponto A, move-se 3,0m para o norte, em trajetória retilínea e, em seguida, move-se 4,0m para o leste, também em trajetória retilínea, gastando 10 segundos nessa viagem. Calcule os módulos:

a) da variação do espaço;

b) do vetor deslocamento;

c) da velocidade escalar média;

d) da velocidade vetorial média.

3. Um carro percorre 80 km a 40 km/h e em seguida 10 km a 20 km/h. Determine a velocidade média do carro durante todo o percurso.

4. Uma patrulha rodoviária mede o tempo em que cada veículo leva para percorrer um trecho de 400 m de estrada. Um automóvel percorre a primeira metade do trecho com velocidade de 140 km/h. Sendo de 80 km/h a velocidade máxima permitida, qual deve ser a maior velocidade média do carro na segunda metade do trecho para evitar a multa.

5. (UFPEL) Um automóvel que vinha a 72 km/h é freado e pára em 20 s. Qual o valor absoluto da aceleração média do automóvel durante a freada?
a) zero
b) 3,6 m/s^2
c) 72 m/s^2
d) 1,0 m/s^2
e) 13 m/s^2

6. (FURG) A aceleração é taxa de variação temporal da velocidade, o que pode ser representado como **a** = Δ**V**/ Δt, para Δt pequeno. Considere as seguintes afirmações:

I - Uma partícula pode ter uma velocidade apontando para o norte enquanto sua aceleração aponta para o sul.

II - Uma partícula com aceleração negativa terá sempre uma velocidade negativa.

III - Uma partícula sujeita a uma aceleração nula terá uma velocidade aumentando linearmente com o tempo.

Estão corretas:

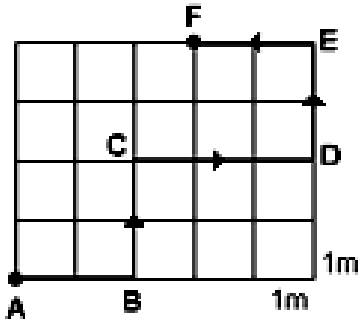
a) Apenas a I
b) Apenas a II
c) Apenas a III
d) Apenas a I e II
e) I, II e III

EXERCÍCIOS DE PROPOSTOS

1. (PUC-SP) Considere a seguinte situação:
Um ônibus movendo-se numa estrada e duas pessoas: UMA (A) sentada no ônibus e OUTRA (B) parada na estada, ambas observando uma lâmpada fixa 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 se movendo uma vez que ela está se afastando de mim.
a) "A" está errada "B" está certa.
b) "A" está certa e "B" está errada.
c) Ambas estão erradas.
d) Cada uma, dentro do seu ponto de vista, está certa.
e) n.d.a.

2. Um "calouro" do curso de Física recebeu como tarefa medir o deslocamento de uma formiga que se movimenta em uma parede plana e vertical. A formiga realiza três deslocamentos sucessivos:
1- um deslocamento de 20cm na direção vertical, parede abaixo.
2- um deslocamento de 30cm na direção horizontal, para a direita.
3- um deslocamento de 60cm na direção vertical, parede acima.
No final dos três deslocamentos, podemos afirmar que o deslocamento resultante da formiga tem módulo igual a:
a) 30 cm
b) 150 cm
c) 10 cm
d) 50 cm
e) 110 cm

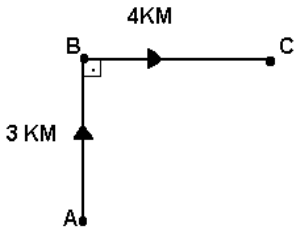
3. (PUC) Uma partícula percorre a trajetória ABCDEF, como mostra a figura. Pode-se concluir que a distância percorrida por essa partícula e seu vetor deslocamento, segundo a trajetória ABCDEF, são, em metros, respectivamente iguais a:



a) 5 e 11
b) 16 e 11
c) 16 e 5
d) 6 e 5
e) 11 e 5

4. Um ônibus faz o trajeto entre duas cidades em duas etapas. Na primeira, percorre uma distância de 120km a 60km/h; na segunda, percorre uma distância de 250km em 3h. Qual a velocidade escalar média do veículo em todo o trajeto?
a) 74km/h
b) 71km/h
c) 68km/h
d) 83km/h
e) 64km/h

5. (FURG) Um móvel desloca-se de "A" para "B" e, seguida, para "C" conforme mostra a figura abaixo. A distância e o deslocamento percorridos pelo móvel são, respectivamente.



a) 7 km e 5 km
b) 1 km e 1 km
c) 5 km e 7 km
d) 7 km e 1 km
e) 7 km e 7 km

6. (UCPEL) Durante um rallye, os motoristas deverão ir de uma cidade A a outra B e retornar a A. Contará maior número de pontos aquele que o fizer no menor tempo, dentro das seguintes alternativas:
1º) fizer o percurso de ida com velocidade média de 120 km/h e o percurso de volta com velocidade média de 80 km/h ou 2º) fizer o percurso de ida e volta com velocidade média de 100 km/h.

Os motoristas

a) poderão escolher qualquer das duas alternativas, pois a velocidade média é a mesma.
b) deverão escolher a primeira alternativa.
c) deverão escolher a segunda alternativa.
d) Não é possível escolher a melhor alternativa sem conhecer a distância entre as cidades A e B.
e) Nenhuma das alternativas anteriores.

7. (UFPEL) Um dos fatos mais significativos nas corridas de automóveis é a tomada de tempos, isto é, a medida do intervalo de tempo gasto para dar uma volta completa no circuito. O melhor tempo obtido no circuito de Susuka, no Japão, pertenceu ao austríaco Gerard Berger, piloto da equipe Mclaren, que percorreu os 5874 m da pista em cerca de 1 min. e 42s. Com base nesses dados, responda: (Justifique suas respostas)

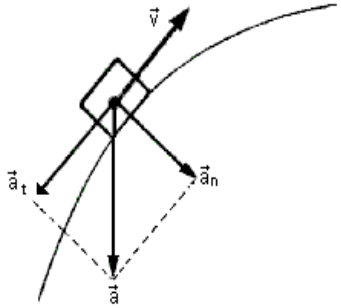
a) Quanto vale o deslocamento do automóvel de Gerard Berger no intervalo de tempo correspondente a uma volta completa no circuito?

b) Qual a velocidade escalar média desenvolvida pelo carro do piloto austríaco, em sua melhor volta no circuito?

8. (Unifor-CE) Um estudante gasta 20 min. para ir de sua casa à escola, percorrendo uma distância de 2,4 quilômetros. A sua velocidade média, em m/s, é:
a) 48
b) 12
c) 2
d) 1,2
e) 0,12

9. (UEL) A velocidade escalar média de um automóvel, num percurso de 300 km, foi de 60 km/h. Então, é válido afirmar que:
a) em uma hora o automóvel percorreu 60 km;
b) a velocidade do automóvel, em qualquer instante, não foi, em módulo, inferior a 60 km/h;
c) a velocidade do automóvel, em qualquer instante, não foi superior a 60 km/h;
d) se o automóvel manteve durante 2 h. a velocidade média de 50 km/h, deve ter mantido durante mais 2 h. a velocidade média de 100 km/h;
e) se o automóvel percorreu 150 km com velocidade média de 50 km/h, deve ter percorrido os outros 150 km com velocidade média de 75 km/h.

10. (FATEC) Na figura representa-se um bloco em movimento sobre uma trajetória curva, bem como o vetor velocidade $\vec{v}$, o vetor aceleração $\vec{a}$ e seus componentes intrínsecos, aceleração tangencial $\vec{a}_t$ e aceleração normal $\vec{a}_n$.



Analisando-se a figura, conclui-se que:
a) o módulo da velocidade está aumentando.
b) o módulo da velocidade está diminuindo.
c) o movimento é uniforme.
d) o movimento é necessariamente circular.
e) o movimento é retilíneo.

11. (UFRS) Um corpo movimenta-se com uma aceleração constante de 10 m/s^2. Isso significa que em cada
a) segundo ele percorre 10 m.
b) segundo sua velocidade varia de 10 m/s.
c) 10 m sua velocidade varia de 1 m/s.
d) 10 m sua velocidade dobra.
e) 10 m sua velocidade varia de 10 m/s.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1. (UFSM) Um avião em linha reta, com velocidade constante em relação ao solo, abandona uma bomba. Se a resistência do ar sobre ela puder ser desprezada, a trajetória dessa bomba será em forma de uma
a) parábola para um observador que estiver no avião.
b) linha reta vertical para um observador que estiver na terra.
c) linha reta horizontal para um observador que estiver no avião.
d) linha reta vertical para um observador que estiver no avião.
e) mesma figura para qualquer observador, pois independe do referencial.

2. (PUC) A afirmação TODO MOVIMENTO É RELATIVO significa:
a) Todos os cálculos de velocidade são imprecisos.
b) Não existe movimento com velocidade constante.
c) A velocidade depende sempre de uma força.
d) A velocidade depende sempre de uma aceleração.
e) A descrição de qualquer movimento requer um referencial.

3. (UFSM) Em um ônibus que se desloca com velocidade constante em relação a uma rodovia reta que atravessa uma floresta, um passageiro faz a seguinte afirmação: "As árvores estão se deslocando para trás".
Essa afirmação _____pois, considerando-se _____ como referencial, é (são) _____que se movimenta(m).
Selecione a alternativa que completa corretamente as lacunas da frase.
a) correta – a estrada – as arvores
b) correta – as arvores – a estrada
c) correta – o ônibus – as arvores
d) incorreta – a estrada – as arvores
e) incorreta – o ônibus – as arvores

4. (FM Santos-SP) Considere um ponto na superfície da Terra. Podemos afirmar que:
a) o ponto descreve uma trajetória circular.
b) o ponto está em repouso.
c) o ponto descreve uma trajetória elíptica.
d) o ponto descreve uma trajetória parabólica.
e) a trajetória descrita depende do referencial adotado.

5. (ACAFE) Na página esportiva de um jornal, lê-se que o vencedor da corrida de automóveis percorreu os 360km do circuito, em 2 horas. Portanto, a velocidade foi:

a) média de módulo 180 km/h.
b) média de módulo 50m/s.
c) instantânea de módulo 50m/s.
d) escalar média de 3km/h.
e) escalar média de 180km/h.

6. (Fuvest) Uma moto de corrida percorre uma pista que tem o formato aproximado de um quadrado com 5 km de lado. O primeiro lado é percorrido a uma velocidade média de 100 km/h, o segundo e o terceiro, a 120 km/h, e o quarto, a 150 km/h. Qual a velocidade escalar média da moto nesse percurso?
a) 110 km/h
b) 120 km/h
c) 130 km/h
d) 140 km/h
e) 150 km/h

7. (PUC-RJ) Um túnel tem 1800 metros. Normalmente, os veículos atravessam este túnel com velocidade de 80 km/h. No entanto, quando há obras, a velocidade média dos carros dentro do túnel passa a ser de 20 km/h.
Qual é o tempo de viagem dentro do túnel devido a estas obras?
a) 9 minutos.
b) 2 minutos e meio
c) 4 minutos e meio
d) 5 minutos e 24 segundos
e) 1 minuto e 48 segundos

8. (UFRN) Um móvel percorre uma estrada retilínea AB, onde M é o ponto médio, sempre no mesmo sentido e com movimento uniforme em cada um dos trechos AM e MB. A velocidade no trecho AM é de 100 km/h e no trecho MB é de 150 km/h. A velocidade média entre os pontos A e B vale:
a) 100 km/h
b) 110 km/h
c) 120 km/h
d) 130 km/h
e) 150 km/h

9. (UFPel) Leia o texto abaixo, analise as afirmativas I, II, III e IV, relacionadas a ele, e marque a alternativa que contém as que estão corretas.
A viagem Pelotas - Porto Alegre (260 km) é freqüentemente realizada pelos ônibus de uma empresa de transporte coletivo em 3h e 15 min. Sabemos que, nos cruzamentos com as cida-

des intermediárias (Turuçu, Cristal, Guaíba, etc.) a velocidade escalar máxima permitida é 60 km/h, que, ao passar pelos postos da P.R.F. (Polícia Rodoviária Federal), a velocidade não deverá ultrapassar a 40 km/h e, nos trechos restantes, 80 km/h.

I - Durante a viagem, o velocímetro do ônibus registra sempre 80 km/h.

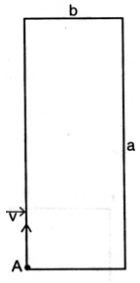
II - A média de todas as velocidades escalares é de 80 km/h.

III - A velocidade escalar média é de 80 km/h.

IV - Certamente o motorista não obedece ao limite de velocidade estabelecido por lei, em algum trecho da viagem.

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

10. (UNISINOS) Numa pista atlética retangular de lados a=160m e b=60 m, um atleta corre com velocidade de módulo constante v=5 m/s, no sentido horário, conforme mostrado na figura. Em t = 0 s, o atleta encontra-se no ponto A.
O módulo do deslocamento do atleta, após 60 s de corrida, em m, é



a) 100.
b) 220.
c) 300.
d) 10000.
e) 18000.

11. (FURG) Você e um amigo saem de um mesmo lugar, no centro de Rio Grande. Você de ônibus, e ele, de moto. Sabe-se que o ônibus leva 40 minutos para chegar à FURG, após percorrer 15 km. Para seu espanto, você e seu amigo chegaram juntos, o que fica explicado quando o amigo relata que, no percurso, foi parado em uma blitz.

Sabe-seque:
I. ambos fizeram a mesma velocidade média.
II. nos primeiros 5 km, o amigo andou a uma velocidade média de 50 km/h até ser parado na blitz.
III. os 8 km seguintes, o amigo percorreu em 6 minutos.
IV. nos 2 km restantes, o amigo andou a uma velocidade média de 40 km/h.

Quanto tempo (em horas) seu amigo ficou parado na blitz?
a) 8/12.
b) 5/12.
d) 4/6.
c) 1/4.
e) 1/10.

12. (FFFCMPA) Um ônibus sai todos os dias de uma rodoviária **A** às 8 h e chega na rodoviária **B** às 10 h, mantendo uma velocidade média de 80 km/h. Em determinado dia, sai às 8 h 20 min da rodoviária. A velocidade média, nesse dia, de modo que chegue na rodoviária B às 10 h, deverá ser de:
A) 85 km/h.
B) 90 km/h.
C) 96 km/h.
D) 100 km/h.
E) 106 km/h.

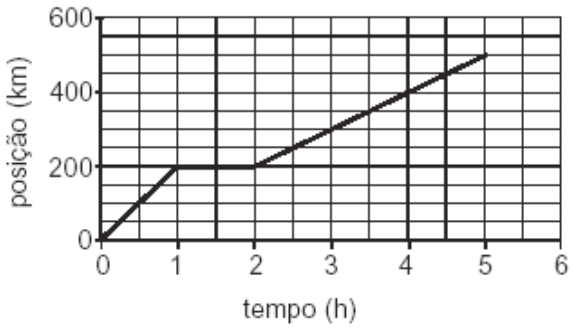
13. (FURG) Você e um amigo saem de um mesmo lugar, no centro de Rio Grande. Você de ônibus, e ele, de moto. Sabe-se que o ônibus leva 40 minutos para chegar à FURG,após percorrer 15 km. Para seu espanto, você e seu amigo chegaram juntos, o que fica explicado quando o amigo relata que, no percurso, foi parado em uma blitz.

Sabe-seque:
I. ambos fizeram a mesmavelocidade média.
II. nos primeiros 5 km, o amigo andou a uma velocidade média de 50 km/h até ser parado na blitz.
III. os 8 km seguintes, o amigo percorreu em 6 minutos.
IV. nos 2 km restantes, o amigo andou a uma velocidade média de 40 km/h.

Quanto tempo (em horas) seu amigo ficou parado na blitz?
a) 8/12.
b) 5/12.
d) 4/6.
c) 1/4.
e) 1/10.

14. (FURG) A duração de um ano é de aproximadamente $3x10^7$ segundos. A luz viaja a uma velocidade de $3x10^8$ metros por segundo. Com base nisso, pode-se dizer que 1 ano-luz equivale a:
A) $6x10^{15}$ m.
B) $9x10^{15}$ m/s.
C) $9x10^{15}$ m.
D) $6x10^{15}$ m/s.
E) $6x10^{1}$m.

INSTRUÇÃO: Responder à questão 15 com base no gráfico a seguir, o qual representa as posições ocupadas por um veículo em função do tempo.



Um veículo passa pela cidade A, localizada no quilômetro 100, às 10h, e segue rumo à cidade C (localizada no quilômetro 500) passando pela cidade B (localizada no quilômetro 300).

15. (PUC) Nessas circunstâncias, é correto afirmar que o veículo passa pela cidade B às
a) 2,5h
b) 3,0h
c) 11,5h
d) 12,5h
e) 13,0h

GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1) D	2) D	3) E	4) A	5) A
6) C	7) a)Zero	b) 57,6m/s	8) C	9) E
10) B	11} B			

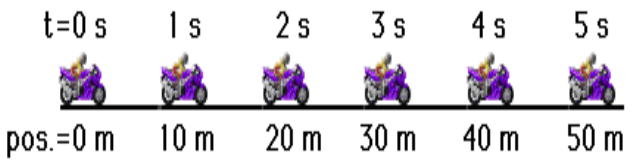
EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1) D	2) E	3) C	4) E	5) E	6) B	7)D
8)C	9) A	10)A	11) B		12) C	
13) B		14) C	15) D			

MÓDULO 3

3- MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME

O movimento de um corpo é chamado retilíneo uniforme quando a sua trajetória for uma reta e ele efetuar deslocamentos iguais em intervalos de tempos iguais. Isso significa que a sua velocidade é constante e diferente de zero.



3.1- Características:

– $V\,CTE \neq 0$, e,
$\vec{a} = 0$ ($\vec{a}_c = 0$ e $\vec{a}_t = 0$)

– deslocamentos iguais em tempos iguais.

3.2- Velocidade: $V = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

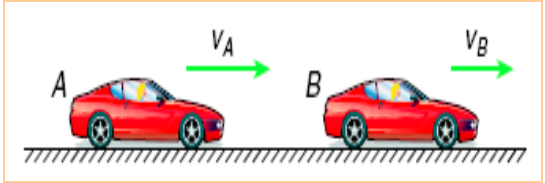
3.3- Função Horária: $x = x_0 + V.t$

3.4- Movimento Progressivo ⇒ V > 0

Movimento Retrógrado ⇒ V < 0

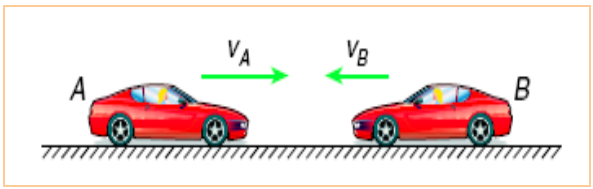
3.5- VELOCIDADE RELATIVA (*v*rel.)

• Os móveis caminham no mesmo sentido.



$$v_{rel.} = |v_A| - |v_B|$$
$$(\text{com } |v_A| > |v_B|)$$

• Os móveis caminham em sentidos opostos.

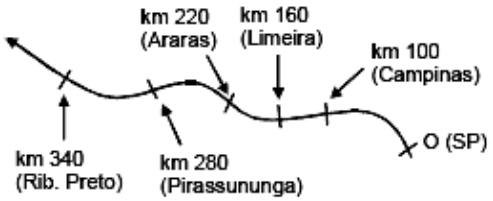


$$v_{rel.} = |v_A| + |v_B|$$

EXERCÍCIOS DE AULA

1. Um carro percorre a Via Anhanguera (cujo perfil é mostrado abaixo) e seu movimento é descrito pela seguinte equação horária:

s = 100 + 60t (s → km e t → horas)



Determine

a) a cidade de onde partiu e com que velocidade o carro viaja.

b) quanto tempo levará para chegar em Ribeirão Preto.

c) em que cidade ele estará após 3 horas de viagem.

2. (UM-SP) Um caçador dá um tiro e ouve o eco dele 6,0 s depois. A velocidade de propagação do som no ar é de 340 m/s. A que distância do anteparo refletor do som se encontra o caçador?

a) 340 m
b) 1,02 x 10^3 m
c) 2,04 x 10^3 m
d) 680 m
e) 750 m

3. Dois móveis, A e B, movimentam-se de acordo com as equações horárias s_A **=** -20 + 4t e s_B = 40 + 2t, no S.I. Determine o instante e a posição de encontro dos móveis.

4. Duas cidades distam 120 km. Um automóvel A parte da primeira cidade, dirigindo-se para a segunda, com velocidade de 40 km/h. Uma hora depois um automóvel B parte da segunda, dirigindo-se para a primeira com velocidade de60 km/h. Determine o ponto de encontro e o instante de encontro.

05. (FATEC) Dois corredores partem simultaneamente de um mesmo ponto e percorrem a mesma rua, no mesmo sentido, com velocidades constantes de 4,2 m/s e 5,4 m/s, respectivamente. A distância entre os dois corredores será de 60 metros após
a) 30 segundos.
b) 50 segundos.
c) 10 minutos.
d) 40 minutos.
e) 1,0 hora.

EXERCÍCIOS DE PROPOSTOS

1)(FURG) Um móvel em movimento retilíneo uniforme
a) descreve uma trajetória retilínea com aceleração constante.
b) possui velocidade constante porque a aceleração é nula.
c) percorre distâncias iguais em tempos iguais porque a aceleração é constante.
d) possui velocidade e aceleração constantes.
e) percorre distâncias iguais em tempos diferentes porque a velocidade é constante.

2)(FAL) No movimento retilíneo uniforme, a distância percorrida é:
a) proporcional ao tempo de percurso;
b) proporcional ao quadrado do tempo de percurso;
c) inversamente proporcional ao tempo de percurso;
d) inversamente proporcional ao quadrado do tempo de percurso;
e) proporcional à massa do corpo.

3)(UFRS) A tabela apresenta os módulos dos deslocamentos $\vec{x}$, em linha reta, dos móveis I, II, III, IV e V, em diferentes intervalos de tempo Δt.

t (s)	I	II	III	IV	V
1	1	3	0	3	1
2	2	3	2	6	4
3	4	2	3	9	9
4	8	2	4	12	16
5	16	1	5	15	25

Qual dos móveis manteve o mesmo módulo da velocidade média em todos os intervalos de tempo?
a) I
b) II
c) III
d) IV
e) V

4)(UEL) Um trem de 200 m. de comprimento, com velocidade escalar constante de 60 km/h, gasta 36 s. para atravessar completamente uma ponte. A extensão da ponte, em m, é de:
a) 200
b) 400
c) 500
d) 600
e) 800

5)(PUC) Um carro com piloto automático (dispositivo que mantém o módulo da velocidade praticamente constante) é visto no km 720 de uma estrada às 8h da manhã, e meia hora após encontra-se no km 780. Mantida a velocidade, às 10h da manhã, o carro estará no km
a) 900
b) 920
c) 940
d) 960
e) 980

6) A posição de um ponto varia no tempo conforme a tabela:

S (m)	25	21	17	13	9	5
t (s)	0	1	2	3	4	5

A função horária do movimento é:
a) s = 4 - 25t
b) s = 25 - 4t
c) s = 25 + 4t
d) s = -4 + 25t
e) s = -25 - 4t

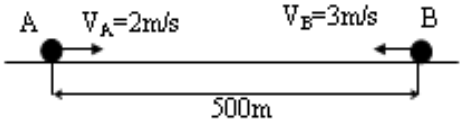
<u>O enunciado abaixo refere-se aos exercícios 7 e 8</u>

Dois móveis, A e B, percorrem uma trajetória retilínea, conforme as equações horárias S_A = 30+20t e S_B = 90-10t, sendo a posição S em metros e o tempo t em segundos.

7)(PUC) No instante t = 0s, a distância entre os móveis, em metros, era de:
a) 30
b) 50
c) 60
d) 80
e) 120

8) (PUC) O instante de encontro dos dois móveis, em segundos, foi:
a) 1
b) 2
c) 3
d) 4
e) 5

9)(FEI) Dois corpos A e B, de mesma massa m = 1,0 kg, encontram-se sobre uma pista plana, horizontal e sem atrito, como o indicado na figura. Os corpos estão inicialmente separados por uma distância de 500 m e movem-se com MRU, em sentidos opostos, indo um de encontro ao outro. Num dado instante eles colidem e, após a colisão, passam a se mover juntos.



O instante do encontro e a distância percorrida por A valem, respectivamente:
a) 100 s, 200 m
b) 100 s, 300 m
c) 500 s, 200 m
d) 500 s, 300 m
e) 125 s, 250 m

10)(FURG) Um atleta encontra-se na posição 80 metros de um sistema de referência, quando um cronômetro é zerado. A partir desse instante o atleta desenvolve uma velocidade constante de 4 m/s. O atleta se desloca no sentido positivo do sistema de referência durante toda a prova. Ao final de 2 min de prova o atleta estará junto a posição _____, e atingirá a posição 500 m ao final de _____.

Assinale a alternativa em que as palavras apresentadas preenchem adequadamente as respectivas colunas

a) 160 m – 6 min e 15 s.
b) 480 m – 2 min e 5 s.
c) 480 m – 2 min e 25 s.
d) 560 m – 1 min e 45 s.
e) 560 m – 2 min e 40 s.

11)(UFSM) No instante em que um índio dispara uma flecha contra sua presa, que se encontra a 14m de distância, ela corre, tentando fugir. Se a flecha e a presa se deslocam na mesma direção e no mesmo sentido, com velocidades de módulos 24m/s e 10m/s, respectivamente, o intervalo de tempo levado pela flecha para atingir a caça, em segundos, é

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

12. (MACK) Um avião decola de uma cidade A, percorre 400 km para o sul e, depois, 300 km para oeste, aterrizando na cidade B num tempo total de viagem de 1 hora e 15 minutos. A velocidade escalar média de um outro avião, que também sai da cidade A e chega em B nesse mesmo tempo e caminhando sempre em uma mesma direção, é

a) 100 km/h
b) 240 km/h
c) 320 km/h
d) 400 km/h
e) 500 km/h

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1. (UFRS) Um passageiro perdeu um ônibus que saiu da rodoviária há 5 minutos, pega um táxi para alcançá-lo. O ônibus desenvolve uma velocidade média de 60 km/h e o táxi 90 km/h. Quantos minutos são necessários para o táxi alcançar o ônibus?

a) 2
b) 5
c) 10
d) 15
e) 17

2. (UFRS) Uma pessoa segura uma moeda entre seus dedos, dentro de um trem parado, deixa-a cair livremente. A moeda leva 0,4 s para atingir o piso do trem. A experiência é repetida nas mesmas condições, porém com o trem em movimento retilíneo uniforme com velocidade de 8 m/s. Qual a distância, medida sobre o piso do vagão, que separa os pontos de impacto da moeda na primeira e na segunda experiência?

a) zero
b) 0,8
c) 3,2
d) 4,0
e) 8,0

3.(UFRGS) Dois automóveis, A e B, se deslocam sobre uma mesma estrada, na mesma direção e em sentidos opostos, animados, respectivamente, das velocidades constantes v_A = 90 km/h e v_B = 60 km/h. Num determinado instante $t_0 = 0$, passam pelo mesmo referencial. Ao final de 15 min contados a partir da passagem pelo referencial, a distância entre os automóveis, em km, será

a) 10,0
b) 37,5
c) 42,7
d) 54,8
e) 81,3

4. (FURRN) As funções horárias de dois trens que se movimentam em linhas paralelas são: $s_1 = k_1 + 40\ t$ e $s_2 = k_2 + 60\ t$, onde o espaço *s* está em quilômetros e o tempo *t* está em horas. Sabendo que os trens estão lado a lado no instante t = 2,0 h, a diferença $k_1 - k_2$, em quilômetros, é igual a:

a) 30
b) 40
c) 60
d) 80
e) 100

5. (UFRGS) Um projétil é disparado contra um alvo por um atirador. Sabe-se que o ruído do impacto é ouvido pelo atirador 1,2 s após o disparo e que a velocidade do projétil tem valor constante de 680 m/s. Considerando que a velocidade do som no ar é de 340 m/s, à distância entre o atirador e o alvo, em metros, é de:

a) 170.
b) 272.
c) 300.
d) 480.
e) 560.

6. (UFRGS) Um trem que possui 100 m de comprimento atinge a boca de um túnel e, 30 s após, a extremidade de seu último vagão abandona o túnel. Sabendo que a velocidade do trem é constante e igual a 20 m/s, podemos concluir que o comprimento do túnel é

a) $4{,}5 \times 10^2$ m.
b) $5{,}0 \times 10^2$ m.
c) $6{,}0 \times 10^2$ m.
d) $7{,}0 \times 10^2$ m.
e) $7{,}5 \times 10^2$ m.

7. (UNIMEP) Um ciclista deve percorrer 35 km em 1 hora. O ciclista observa que gastou 40 minutos para percorrer 20 km. Qual deverá ser sua velocidade média no trecho restante para cumprir a premissa inicial?

a) 45 km/h
b) 70 km/h
c) 60 km/h
d) 30 km/h
e) 25 km/h

8. Para pesquisar a profundidade do oceano numa certa região, usa-se um sonar instalado num barco em repouso. O intervalo de tempo decorrido entre a emissão do sinal (ultra-som) e a resposta ao barco (eco) é de 1 segundo. Supondo a velocidade de propagação do som na água 5.400 km/h, a profundidade do oceano na região considerada é de

a) 25 m
b) 50 m
c) 100 m
d) 750 m
e) 15.000 m

9. (FUVEST) Um automóvel que se desloca com uma velocidade constante de 72 km/h ultrapassa outro, que se desloca com uma velocidade constante de 54 km/h numa mesma estrada reta. O primeiro encontra-se 200 m atrás do segundo no instante t = 0. O primeiro estará ao lado do segundo no instante

a) t = 10 s
b) t = 20 s
c) t = 30 s
d) t = 40 s
e) t = 50 s

10. (FUVEST) Numa estrada, andando de caminhão com velocidade constante, você leva 4 segundos para ultrapassar um outro caminhão cuja velocidade é também constante. Sendo de 10 m o comprimento de cada caminhão, a diferença entre a sua velocidade e a do caminhão que você ultrapassa é, aproximadamente, igual a
a) 0,2 m/s
b) 0,4 m/s
c) 2,5 m/s
d) 5,0 m/s
e) 10 m/s

11. (FUVEST) Um homem correndo ultrapassa uma composição ferroviária, com 100 metros de comprimento, que se move vagarosamente no mesmo sentido. A velocidade do homem é o dobro da velocidade do trem. Em relação à terra, qual o espaço percorrido pelo homem, desde o instante em que alcança a composição até o instante em que a ultrapassa?
a) 100 m
b) 200 m
c) 50 m
d) 300 m
e) 150 m

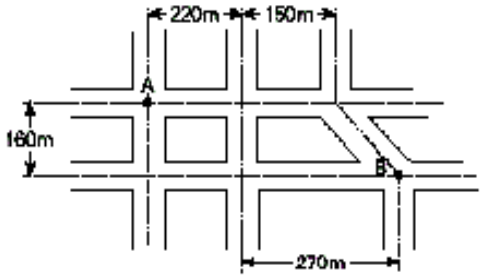
12. (VUNESP) Um trem e um automóvel caminham paralelamente e no mesmo sentido num trecho retilíneo. Os seus movimentos são uniformes, e a velocidade do automóvel é o dobro da velocidade do trem. Desprezando-se o comprimento do automóvel e sabendo-se que o trem tem 100 m de comprimento, pergunta-se: qual o espaço que o automóvel percorre desde que alcança o trem até o instante em que o ultrapassa?
a) 100 m
b) 200 m
c) 150 m
d) 300 m
e) 250 m

13. (FUVEST) Uma jovem viaja de uma cidade A para uma cidade B, dirigindo um automóvel por uma estrada muito estreita. Em um certo trecho em que a estrada é reta e horizontal, ela percebe que seu carro está entre dois caminhões–tanque bidirecionais e iguais, como mostra a figura. A jovem observa que os dois caminhões, um visto através do espelho retrovisor plano, e o outro, através do pára–brisa, parecem aproximar–se dela com a mesma velocidade. Como o automóvel e o caminhão de trás estão viajando no mesmo sentido, com velocidades de 40km/h e 50 km/h, respectivamente, pode–se concluir que a velocidade do caminhão que está à frente é



a) 50 km/h com sentido de A para B.
b) 50 km/h com sentido de B para A.
c) 40 km/h com sentido de A para B.
d) 30 km/h com sentido de B para A.
e) 30 km/h com sentido de A para B.

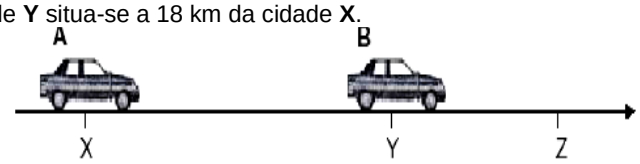
14. (MACK) A figura abaixo ilustra trechos de algumas alamedas de uma região plana da cidade. Uma pessoa, que caminha com velocidade escalar constante de 3,6 km/h, necessita ir do ponto A ao ponto B. O menor intervalo de tempo possível para esse deslocamento, ao longo das linhas pontilhadas, é de



a) 9,30 min
b) 9,50 min
c) 10,30 min
d) 10,50 min
e) 10,67 min

15. (UFBA) A figura representa dois automóveis, **A** e **B**, que partem, respectivamente, das cidades **X** e **Y**, no mesmo instante e seguem a mesma trajetória retilínea rumo à cidade **Z**.

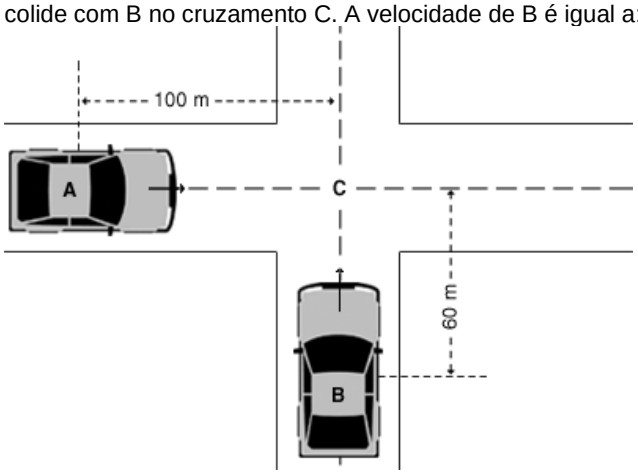
Sabe-se que **A** e **B** desenvolvem velocidades constantes de módulos, respectivamente, iguais a v e v/3, e a cidade **Y** situa-se a 18 km da cidade **X**.



Considerando-se que os veículos chegam juntos à cidade **Z** e fazem, em média, 9 km por litro de combustível, determine, em litros, o total de combustível consumido pelos dois veículos.

16. (Uniube-MG) Um caminhão, de comprimento igual a 20 m, e um homem percorrem, em movimento uniforme, um trecho de uma estrada retilínea no mesmo sentido. Se a velocidade do caminhão é 5 vezes maior que a do homem, a distância percorrida pelo caminhão desde o instante em que alcança o homem até o momento em que o ultrapassa é, em metros, igual a:
a) 20
b) 25
c) 30
d) 32
e) 35

17. Os dois automóveis A e B realizam movimento retilíneo e uniforme. Sabe-se que a velocidade de A vale 10 m/s e que colide com B no cruzamento C. A velocidade de B é igual a:



a) 2 m/s.
b) 4 m/s.
c) 6 m/s.
d) 8 m/s.
e) 10 m/s.

18. (UFLA) Dois veículos trafegam em sentidos opostos em uma estrada. Um dos veículos apresenta o dobro da velocida-

de do outro. No momento em que se cruzam, a velocidade relativa entre eles é:
a) uma vez a menor velocidade.
b) duas vezes a menor velocidade.
c) três vezes a menor velocidade.
d) quatro vezes a menor velocidade.
e) cinco vezes a menor velocidade.

GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1) B	2) A	3) D	4) B	5) D	6) B
7) C	8) B	9) A	10) D	11) B	12) D

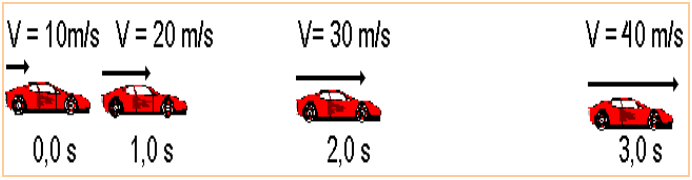
EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

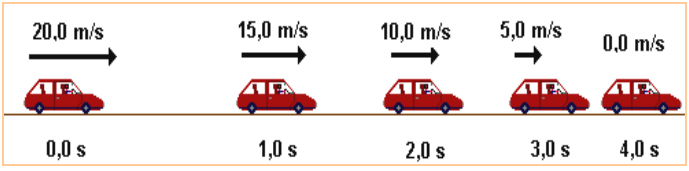
1) C	2) A	3) B	4) B	5) B	6) B	7) A
8)D	9) D	10) D	11) B	12) B	13) E	14) B
15)4L	16) B	17) C	18) C			

MÓDULO 4

4- MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO

O movimento de um móvel é chamado retilíneo uniformemente variado quando a sua trajetória é uma reta e o módulo da velocidade sofre variações iguais em tempos iguais. Isso significa que a aceleração é constante e diferente de zero.





4.1- Características:

– O módulo da velocidade sofre variações iguais em tempos iguais.

– $\vec{a} = CTE \neq 0 \quad (\vec{a}_{cp} = 0 \text{ e } \vec{a}_t \neq 0)$

4.2- Função Horária da Velocidade: $V = V_0 + at$

4.3- Função Horária do Movimento: $x = x_0 + V_0 t + \frac{at^2}{2}$

4.4- Equação de Torricelli: $V^2 = V_0^2 + 2.a.\Delta X$

EXERCÍCIOS DE AULA

1. A função velocidade de um MUV é v = 10 – 2.t onde **v** está em metros por segundo (m/s) e **t** em segundos (s) (SI).

a) Determine a velocidade inicial.
b) Determine a aceleração.
c) Determine a velocidade no instante t = 2 s.
d) No instante t = 4 s, o movimento é acelerado ou retardado?
e) Determine o instante em que o móvel muda de sentido.

2. (MACK) Tássia, estudando o movimento retilíneo uniformemente variado, deseja determinar a posição de um móvel no instante em que ele muda o sentido de seu movimento. Sendo a função horária da posição do móvel dada por $x = 2t^2 – 12t + 30$, onde **x** é sua posição em metros e **t** o tempo de movimento em segundos, a posição desejada é
a) 12 m
b) 18 m
c) 20 m
d) 26 m
e) 30 m

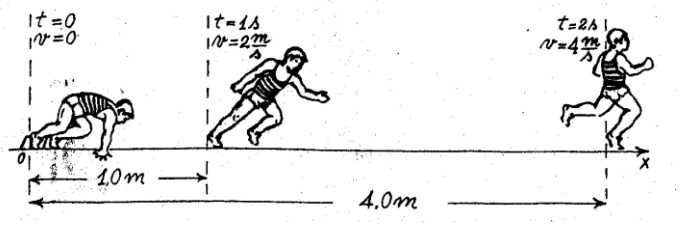
3. Um trem viaja a 72 km/h quando o maquinista aciona os freios e pára em 1/3 minuto. Calcule sua aceleração escalar média nesta freada.

4. (PUCSP) Ao iniciar a travessia de um túnel retilíneo de 200 metros de comprimento, um automóvel de dimensões desprezíveis movimenta-se com velocidade de 25 m/s. Durante a travessia, desacelera uniformemente, saindo do túnel com velocidade de 5 m/s. O módulo de sua aceleração escalar, nesse percurso, foi de



a) 0,5 m/s2
b) 1,0 m/s2
c) 1,5 m/s2
d) 2,0 m/s2
e) 2,5 m/s2

5. (UFPEL) Um atleta treinando para competir nas olimpíadas, desenvolve o movimento mostrado na figura abaixo durante os dois segundos iniciais da corrida de 100 m.
Observando a ilustração, responda às questões seguintes e justifique suas respostas.



a) Quanto vale a aceleração do atleta durante o intervalo de tempo de observação?
b) Supondo que o atleta mantenha o mesmo tipo de movimento durante mais um segundo, qual a sua posição, em relação ao ponto de largada, no instante t=3,0 s?

EXERCÍCIOS DE PROPOSTOS

1.(MAPOFEI-SP) Um vagão ferroviário, deslocando-se com velocidade v = 108 km/h é freado até o repouso com aceleração escalar constante. O vagão percorre 100m até parar. Determine a aceleração. (em módulo)
a) 4,5m/s^2
b) 4m/s^2
c) 2m/s^2
d) 3,5m/s^2
e) 5m/s^2

2. (UEPG-PR) Um passageiro anotou, a cada minuto, a velocidade indicada pelo velocímetro do táxi em que viajava; o resultado foi 12 km/h, 18 km/h, 24 km/h e 30 km/h. Pode-se afirmar que:
a) o movimento do carro é uniforme;
b) a aceleração média do carro é de 6 km/h, por minuto;
c) o movimento do carro é retardado;
d) a aceleração do carro é 6 km/h2;
e) a aceleração do carro é 0,1 km/h, por segundo.

3. (MACK–SP) Um trem de 120m de comprimento se desloca com velocidade escalar de 20 m/s. Esse trem, ao iniciar a travessia de uma ponte, freia uniformemente, saindo completamente da mesma 10s após, com velocidade escalar de 10 m/s. O comprimento da ponte é de:
a) 150m
b) 120m
c) 90m
d) 60m
e) 30m

4. (UNIMEP-SP) Um carro tem velocidade de 20m/s quando, 30m de distância, um sinal vermelho é observado. Qual deve ser a desaceleração produzida pelos freios para que o carro pare a 5m do sinal?
a) -8 m/s
b) -80 m/s
c) -0,4 m/s^2
d) -8m/s^2
e) -80 m/s^2

5. (FURG) Um automóvel está parado diante de um semáforo. Imediatamente após ter aberto o sinal, um caminhão ultrapassa-o com velocidade constante de 20 m/s e o motorista arranca, nesse exato instante, com uma aceleração de 4m/s^2 em perseguição ao caminhão. Após quanto tempo o carro alcançará o caminhão? Quanto terá percorrido o automóvel?
a) 8 segundos e 160 metros
b) 5 segundos e 100 metros
c) 8 segundos e 80 metros
d) 5 segundos e 20 metros
e) 10 segundos e 200 metros

6. (URRN) Um trem corre a uma velocidade de 20 m/s quando o maquinista vê obstáculo 50 m à sua frente. A desaceleração mínima que deve ser dada ao trem para que não haja choque é de:
a) 4 m/s^2
b) 2 m/s^2
c) 1 m/s^2
d) 0,5 m/s^2
e) zero

7. (FURG) No mesmo instante em que um carro, parado em uma sinaleira, parte do repouso com aceleração de 2,5 m/s^2, passa por ele um ônibus à velocidade constante de 54 km/h. A distância percorrida pelo carro até alcançar o ônibus e a velocidade nesse instante são, respectivamente:
a) 180 m e 30 m/s.
b) 45 m e 15 m/s.
c) 120 m e 20 m/s.
d) 30 m e 40 m/s.
e) 215 m e 25 m/s.

8. (FFFCMPA) Um carro que se desloca em movimento retilíneo, sempre no mesmo sentido, a 54 km/h sofre uma aceleração constante e, transcorridos 5 s, sua velocidade vale 90 km/h. A distância percorrida pelo carro nos 5 s é de
a) 40 m.
b) 90 m.
c) 100 m.
d) 125 m.
e) 200 m

9. (FURG) A aceleração é taxa de variação temporal da velocidade, o que pode ser representado como **a** = Δ**V**/ Δt, para Δt pequeno. Considere as seguintes afirmações:

I - Uma partícula pode ter uma velocidade apontando para o norte enquanto sua aceleração aponta para o sul.

II - Uma partícula com aceleração negativa terá sempre uma velocidade negativa.

III - Uma partícula sujeita a uma aceleração nula terá uma velocidade aumentando linearmente com o tempo.

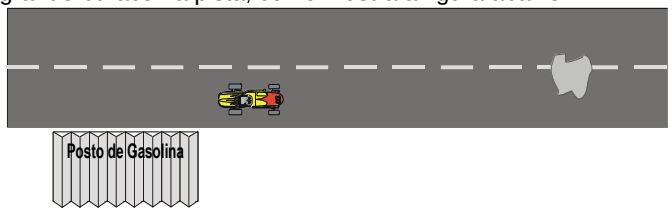
Estão corretas:

a) Apenas a I
b) Apenas a II
c) Apenas a III
d) Apenas a I e II
e) I, II e III

10. (UEL) Um móvel efetua um movimento retilíneo uniformemente variado obedecendo à equação horária s= 10 + 10t - 5,0t^2, onde o espaço s é medido em metros e o instante t em segundos. A velocidade do móvel no instante t= 4,0 s, em m/s, vale:

a) 50
b) 20
c) 0
d) - 20
e) - 30

11. (UFPEL) Um automóvel parte de um posto de gasolina e percorre 400 m sobre uma estrada retilínea, com aceleração constante de 0,5 m/s². Em seguida, o motorista começa a frear, pois ele sabe que, 500 m adiante do posto, existe um grande buraco na pista, como mostra a figura abaixo.



Sabendo que o motorista imprime ao carro uma desaceleração constante de 2 m/s², podemos afirmar que o carro

a) pára 10 m antes de atingir o buraco.
b) chega ao buraco com velocidade de 10 m/s.
c) pára 20 m antes de atingir o buraco.
d) chega ao buraco com velocidade de 5 m/s.
e) pára exatamente ao chegar ao buraco.

12. (UFRS) Considere dois móveis, A e B, deslocando-se sobre a mesma direção e no mesmo sentido, cada um executando um movimento retilíneo uniformemente acelerado. Qual das alternativas expressa uma condição necessária e suficiente para que suas acelerações sejam iguais?
a) O deslocamento entre a posição inicial e final de A deve ser igual ao deslocamento entre a posição inicial e final de B.
b) A velocidade inicial de A deve ser igual à velocidade inicial de B.
c) Em dado instante, ambos devem ocupar a mesma posição.
d) Os acréscimos na velocidade de A, por unidade de tempo, devem ser iguais ao acréscimo na velocidade de B, na mesma unidade de tempo.
e) A velocidade final de A deve ser igual à final de

13. (PUCCSP) No instante em que a luz verde do semáforo acende, um carro ali parado parte com aceleração constante de 2,0 m/s². Um caminhão, que circula na mesma direção e no mesmo sentido, com velocidade constante de 10 m/s, passa por ele no exato momento da partida.

Podemos, considerando os dados numéricos fornecidos, afirmar que:

a) o carro ultrapassa o caminhão a 200 m do semáforo.
b) o carro não alcança o caminhão.
c) os dois veículos seguem juntos.
d) o carro ultrapassa o caminhão a 40 m do semáforo.
e) o carro ultrapassa o caminhão a 100 m do semáforo.

14. (ACAFE) Dirija devagar na chuva!
Um automóvel, movendo-se com velocidade de módulo 10m/s (36km/h) numa estrada asfaltada, num dia ensolarado, é freado e desloca-se 7,0m até parar. Nas mesmas circunstâncias, só que sob chuva, necessita de 8,0m para parar. Supondo-se que sua velocidade seja de módulo 30m/s (108km/h), precisará, num dia de chuva, _____ metros a mais para parar nesta estrada, do que num dia ensolarado.

A alternativa **VERDADEIRA**, que completa o enunciado acima, é:

a) sete
b) cinco
c) nove
d) três
e) onze

15. As afirmações a seguir referem-se a um movimento retilíneo realizado por um objeto qualquer.
I - O vetor velocidade pode mudar de sentido.
II - O vetor velocidade tem sempre módulo constante.
III - O vetor velocidade tem direção constante.

A alternativa que representa corretamente o movimento retilíneo é
a) I, II e III.
b) somente III.
c) somente II
d) II e III
e) I e III

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1. (PUC) A aceleração de um móvel informa a maneira como a velocidade varia. Dizer que a aceleração escalar de um móvel é de 5 m/s² significa que:
a) o móvel percorre 5 m em cada segundo.
b) em cada segundo o móvel percorre uma distância que é o dobro da percorrida no segundo anterior.
c) a velocidade escalar do móvel varia de 5 m/s em cada segundo.
d) a velocidade escalar do móvel varia de 5 m em cada segundo.
e) a velocidade escalar do móvel varia de 5 m/s em cada segundo ao quadrado.

2. Um caminhão com velocidade escalar de 36 km/h é freado e pára em 10 s. Qual o módulo da aceleração escalar média do caminhão durante a freada?
a) 0,5 m/s².
b) 1,0 m/s².
c) 1,5 m/s².
d) 3,6 m/s².
e) 7,2 m/s².

3. (UEAR) Um maquinista aciona os freios de um trem, reduzindo sua velocidade escalar de 80 km/h para 60 km/h, no intervalo de 1 min. Neste intervalo, a aceleração escalar do trem foi de:
a) 20 km/h².
b) -20 km/h².
c) -0,3 km/h².
d) $1{,}2 \cdot 10^3$ km/h².
e) $-1{,}2 \cdot 10^3$ km/h².

4. (Uniube-MG) Dois móveis, A e B, estão em uma trajetória retilínea, sendo a função horária das posições, respectivamente $S_A = 8 + 3t$ e $S_B = 4t^2$. Se as unidades estão no SI (Sistema Internacional), pode-se concluir que:
a) o móvel A apresenta aceleração escalar de 3 m/s².
b) o móvel B apresenta aceleração escalar de 8 m/s².
c) o móvel A apresenta movimento uniformemente acelerado.
d) o móvel B apresenta movimento uniforme.
e) os móveis A e B encontrar-se-ão no instante 5 s.

5. (UEL) A função horária da posição de um móvel que se desloca sobre o eixo do x é, no Sistema Internacional de Unidade, $x = -10 + 4t + t^2$. A função horária da velocidade para o referido movimento é:
a) v = 4 + 2t.
b) v = 4 + t.
c) v = 4 + 0,5t.
d) v = -10 + 4t.
e) v = -10 + 2 t.

6. (UEFS-BA) Um automóvel que parte do repouso e percorre 50 m em 5 segundos, com aceleração constante, ao final do percurso, atingirá velocidade em km/h, igual a:
a) 36.
b) 54.
c) 72.
d) 90.
e) 108.

7. (UFMS) Um carro passa por um radar colocado em uma estrada longa e retilínea. O computador ligado ao radar afere que a equação horária obedecida pelo carro é dada por **$x(t) = 2 + 70t + 3t^2$**, onde x é medido em km e t em horas.

Considerando que o carro é equipado com um limitador de velocidade que não permite que ele ultrapasse os 100 km/h e que no instante t = 0 h o carro passa exatamente em frente ao radar, é correto afirmar que:

(01) o radar está a 2 km do início da estrada (km zero).

(02) se a velocidade máxima permitida no trecho for de 60 km/h, o condutor será multado por excesso de velocidade.

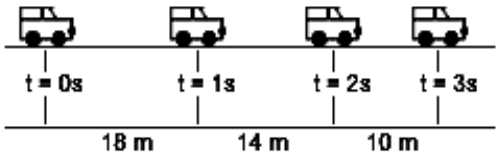
(04) a velocidade do carro aumenta a uma taxa de 6 km/h em cada hora.

(08) após 1 hora o carro passará pela cidade mais próxima do radar, que se encontra a 73 km do mesmo.

(16) após 5 horas o controlador de velocidade será acionado.

Dê como resposta a soma das afirmativas corretas.

8. (Unioest-PR) Na figura a seguir são dadas as distâncias percorridas por um carro, em movimento retilíneo uniformemente variado, em intervalos de tempo de 1 segundo.



Com relação ao que foi dado, assinale as alternativas corretas:

(01) o carro possui movimento retardado.

(02) o carro parará no instante t = 5 s.

(04) ao parar, o carro terá percorrido uma distância de 50m.

(08) a aceleração do carro é, em módulo, igual a 4 m/s^2.

(16) a velocidade inicial do carro é igual a 20 m/s.

(32) até o instante t = 0,5 s, o carro terá percorrido 9 m.

(64) de 0 a 2 s a velocidade média do carro é igual a 16 m/s.

Dê como resposta a soma das afirmativas corretas.

9. (UFSCar-SP) Um carro parte do repouso com uma aceleração escalar constante a = 4 m/s^2. Sua velocidade média durante os três primeiros segundos será de:
a) 12 km/h.
b) 21,6 km/h.
c) 17,6 km/h.
d) 15,2 km/h.
e) 16 km/h.

10. (UEL-PR) Certo trem começa a ser observado quando sua velocidade é de 30 m/s e ele mantém essa velocidade durante 15 s, logo após, ele freia com aceleração constante de módulo 0,50 m/s^2 até parar numa estação. O trem começou a ser observado quando estava distando da estação:
a) 450 m.
b) 900 m.
c) 1350 m.
d) 1850 m.
e) 2250 m.

11. (Mackenzie-SP) No instante em que o móvel P passa pela origem de uma trajetória retilínea com velocidade constante, outro móvel, Q, parte dessa origem do repouso, com movimento uniformemente acelerado, de mesmo sentido do movimento do móvel P, deslocando-se nessa mesma trajetória. Após 8 s, a velocidade escalar desses móveis são iguais e a distância entre eles é 48 m. A aceleração do móvel Q vale:
a) 1,0 m/s^2.
b) 1,5 m/s^2.
c) 2,0 m/s^2.
d) 2,5 m/s^2.
e) 3,0 m/s^2.

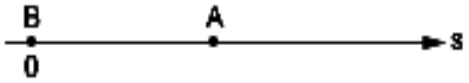
12. (Unisa-SP) Dois móveis, X e Y, deslocam-se numa pista retilínea, lado a lado de acordo com as equações horárias, tomadas em relação a um mesmo referencial:

$$S_x = 50 + 30t$$

$$S_y = 10t^2$$

(S ➔m; t ➔s)
O móvel Y estará 350 m à frente de X no instante:
a) 4 s.
b) 8 s.
c) 12 s.
d) 16 s.
e) 18 s.

13. (FEI-SP) Um corpo A inicia seu movimento em t = 0, partindo do ponto de abscissa 10 m, com velocidade constante v = +3 m/s. No mesmo instante, um segundo corpo B parte da origem dos espaços com velocidade nula e aceleração constante de 2 m/s^2. O corpo B alcançará A no instante:



a) 5 s.
b) 10 s.
c) 15 s.
d) 25 s.
e) Não alcançará nunca, pois B não tem velocidade inicial.

14. (UESPI) Uma estrada possui um trecho retilíneo de 2000 m que segue paralelo aos trilhos de uma ferrovia também retilínea naquele ponto. No início do trecho um motorista espera que na outra extremidade da ferrovia, vindo ao seu encontro, apareça um trem de 480 m de comprimento e com velocidade constante e igual, em módulo, a 79,2 km/h para então acelerar o seu veículo com aceleração constante de 2m/s^2. O final do cruzamento dos dois ocorrerá em um tempo de aproximadamente:
a) 20 s.
b) 35 s.
c) 62 s.
d) 28 s.
e) 40 s.

15. (FURG) Um motorista está guiando seu carro a uma velocidade de 72 km/h quando percebe um obstáculo na pista. Sabendo-se que, no momento em que os freios começam a ser acionados, ele dispõe de 50 metros para parar, qual deve ser o valor mínimo de desaceleração imprimida ao carro para que a colisão seja evitada?
a) 0,4 m/s^2.
b) 2,0 m/s^2.
c) 4,0 m/s^2.
d) 8,0 m/s^2.
e) 51,8 m/s^2.

16. (UFSM) Um automóvel, deslocando-se em linha reta, tem sua velocidade variando com o tempo, de acordo com a tabela

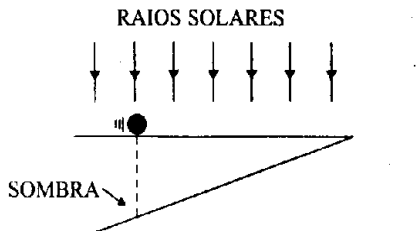
t (s)	0	1	2	3	4	5
v (m/s)	5	7	9	9	7	5

Em qual intervalo de tempo a aceleração é nula?

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

17. (UFSM) A função horária para uma partícula em movimento retilíneo é $\mathbf{x = 1 + 2t + t^2}$ onde x representa a posição (em m) e t, o tempo (em s). O módulo da velocidade média (em m/s) dessa partícula, entre os instantes t = 1 s e t=3s, é:
a) 2
b) 4
c) 6
d) 12
e) 16

18. (VUNESP) Uma bola desloca-se em trajetória retilínea, com velocidade constante, sobre um plano horizontal transparente. Com o sol a pino, a sombra da bola é projetada verticalmente sobre um plano inclinado, como mostra a figura.



Nessas condições, a sombra desloca-se sobre o plano inclinado em

a) MRU, com velocidade de módulo igual ao da velocidade da bola.
b) MRU, com velocidade de módulo menor que o da velocidade da bola.
c) MRU, com velocidade de módulo maior que o da velocidade da bola.
d) MRUV, com velocidade de módulo crescente.
e) MRUV, com velocidade de módulo decrescente.

19. A equação horária da posição x de uma partícula material em movimento uniformemente variado é dada pela expressão $\mathbf{x = 3t + 2t^2}$, onde x está em metros e t em segundos. Após 5s de movimento, o móvel adquire velocidade, em m/s, igual a
a) 10
b) 13
c) 17
d) 23
e) 25

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

GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1) A	2) B	3) E	4) D	5) E
6) A	7) A	8) C	9) A	10) E
11) E	12) D	13) E	14) C	15) E

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1) C	2) B	3) E	4) B	5) A	6) C	7) 31
8) 95	9) B	10)C	11)B	12) B	13) A	14) E
15)C	16)D	17) C	18) C	19) D	20)	50m/s

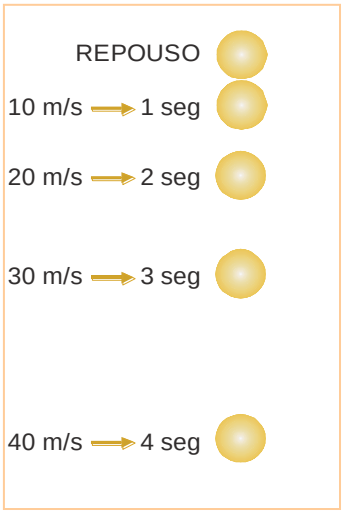
MÓDULO 5

5- LANÇAMENO DE PROJÉTEIS

5.1- QUEDA LIVRE

Experimentalmente, verifica-se que corpos lançados verticalmente para cima, lançados verticalmente para baixo ou simplesmente abandonados em queda livre adquirem um **movimento retilíneo uniformemente variado**. A aceleração é considerada constante e igual a **g**.

– *Experimentalmente o valor de g pode ser obtido com grande precisão e se verifica que seu valor sofre pequenas variações dependendo do local da Terra. Ao nível do mar, a 45° de latitude, tem-se g = 9,8 m/s². Esse valor é considerado normal, mas na maioria dos exercícios usa-se o valor g = 10 m/s² com o intuito de simplificar os cálculos.*



– *Corpos de massas diferentes abandonados no vácuo, no mesmo ponto, chegam juntos ao solo; pois estão sujeitos a mesma aceleração (da gravidade).*

Exemplo 1. De uma torneira mal fechada pingam gotas de água em intervalos de tempo regulares. Observa-se que, quando uma gota está chegando ao solo, uma outra gota está

deixando a torneira e já existem duas outras gotas em queda. Desprezando a resistência do ar e considerando-se que a torneira está a 90cm do solo, faça uma figura mostrando as posições das quatro gotas citadas no texto.

Resolução

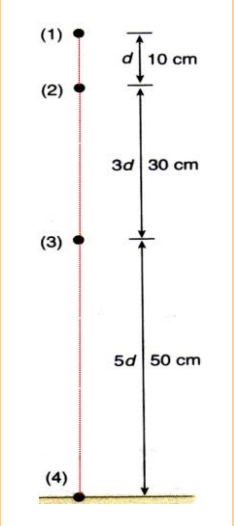
Com base nas proporções de Galileu, as quatro gotas de água mencionadas no enunciado posicionam-se de tal maneira que:

(1) a primeira gota está deixando a torneira;
(2) a segunda gota percorreu uma distância **d**;
(3) a terceira gota percorreu uma distância 3**d** , a partir da segunda gota;
(4) a quarta gota percorreu uma distância 5**d** , a partir da terceira gota, e está no solo.

Assim temos:

$$d + 3d + 5d = 90 \quad \Rightarrow \quad d = 10 \text{ cm}$$

A figura seguinte mostra as posições das quatro gotas de água:



Exemplo 2. Uma bolinha de aço é abandonada do alto de um edifício e, após 4s, atinge o solo. Despreze a resistência do ar e considere g = 10 m/s^2. Determine:
a) a altura do edifício.
b) a velocidade com que a bolinha atinge o solo.
Resolução

a) Para determinar a altura (h) do edifício, basta calcularmos o espaço (s) da bolinha após 4 s:

$$h = s = \frac{gt^2}{2}$$

$$h = \frac{10(4)^2}{2}$$

$$h = 80 \text{ m}$$

b) A velocidade da bolinha ao tingir o solo é:

$$v = gt$$

$$v = 10 \cdot 4$$

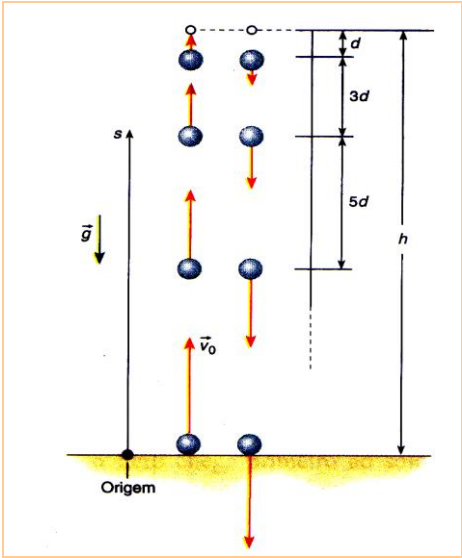
$$v = 40 \text{ m/s}$$

5.2- LANÇAMENTO VERTICAL

Vejamos, agora, o movimento de um corpo lançado verticalmente para cima com uma velocidade inicial $\mathbf{v_0}$. Desprezando a resistência do ar, observaremos que, à medida que o corpo sobe, sua velocidade vai diminuindo uniformemente até tornar-se nula, quando ,então, tem início a descida.

Durante a subida, o movimento é **retardado uniformemente,** pois a velocidade e a aceleração têm sinais diferentes; já durante a descida, o movimento é **acelerado uniformemente** (queda livre).

Um modo prático para estudar os lançamentos verticais para cima consiste em adotar o ponto de lançamento como origem e orientar a trajetória positivamente para cima, conforme a figura abaixo:

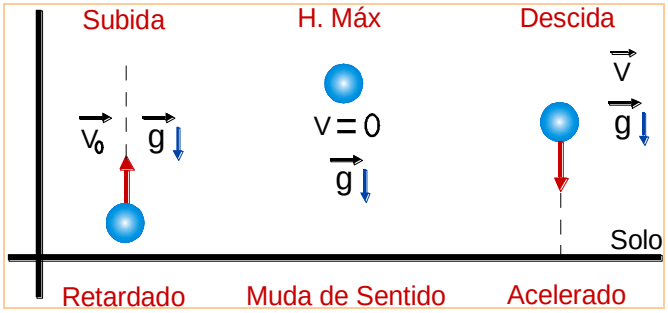


OBSERVAÇÕES:

- A figura dada refere-se a uma situação particular, muito comum, em que o lançamento é feito a partir do solo. Eventualmente, o móvel pode ser lançado de uma certa altura inicial, em relação ao solo. Nesse caso, considerando a origem no solo, o espaço inicial não é nulo.

- No ponto de altura máxima, a velocidade é nula: v = 0.

- O móvel retorna ao ponto de partida com velocidade de mesmo módulo com que foi lançado, porém movendo-se em sentido contrário.
- Para um corpo que retorna à mesma posição, o tempo de descida é igual ao tempo de subida. O tempo total (tempo de vôo) é a soma dos tempos de subida e descida.



Exemplo: Um corpo é lançado do solo, verticalmente para cima, com velocidade inicial de 30 m/s. Despreze a resistência do ar e considere g = 10 m/s^2. Determine:

a) o tempo que o corpo demora para atingir o ponto de altura máxima(tempo de subida).

b) a altura máxima atingida pelo corpo.

Resolução

a) O tempo de subida (t_s) é obtido por meio da função da velocidade, lembrando que no ponto de altura máxima a velocidade do corpo é nula:

$$v = v_o - gt$$

$$0 = 30 - 10\, t_s$$

$$t_s = 3 \text{ s}$$

b) A altura máxima pode ser obtida por meio da equação de Torricelli:

$$v^2 = v_o^2 - 2gs \quad (\text{nesse caso, } s = h_{max})$$

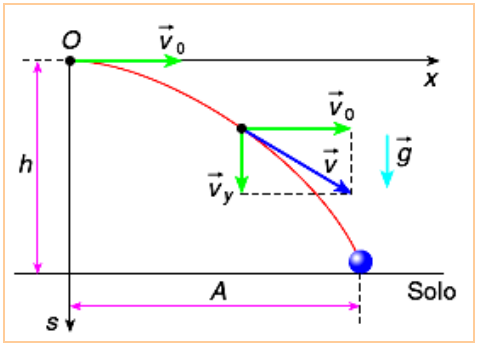
$$0 = (30)^2 - 2 \cdot 10 \cdot h_{Max}$$

$$h_{max} = 45 \text{ m}$$

5.3- LANÇAMENTO HORIZONTAL

O lançamento de um corpo em um campo gravitacional pode ser feito com diferentes velocidades e diferentes inclinações em relação à horizontal. No caso específico do lançamento horizontal de um corpo situado a uma altura **h**, acima do solo, o ângulo de lançamento é 0^0.

Quando um corpo é lançado horizontalmente de uma altura h, acima do solo, ele descreve uma trajetória de forma parabólica até atingir o solo, conforme a figura abaixo.



Na construção da trajetória mostrada na figura, utilizamos a composição de dois movimentos:

- **Movimento horizontal** (eixo Ox). Se o corpo estivesse se deslocando com a velocidade inicial que lhe foi imprimida, mas sem a ação da gravidade, o movimento seria horizontal, retilíneo e uniforme. Nesse movimento, em intervalos de tempos iguais, o corpo tem deslocamentos iguais (L).
Nesse eixo, a localização do corpo é dada pela função horária do movimento uniforme (MU).
- **Movimento Vertical** (eixo Oy). Nessa direção, o móvel está em queda livre, a partir do repouso, realizando um movimento acelerado uniformemente. Portanto, podemos usar as mesmas expressões já vistas na queda livre.

Exemplo 3. Dois corpos, A e B, foram lançados horizontalmente de um mesmo ponto O, com velocidades v_a=20m/s e v_b = 40 m/s, respectivamente, de uma altura de 80m.

Despreze a resistência do ar e considere g = 10 m/s^2.
a) Qual deles chega primeiro ao solo?

b) A que distância da vertical que passa pelo ponto O os corpos atingem o solo?

Resolução
a) Como a velocidade de lançamento dos corpos é horizontal, ela não influi no tempo de queda dos mesmos. Portanto, os dois corpos chegam juntos ao solo.

b) Vamos, inicialmente, calcular o tempo de queda (t_q) dos corpos:

$$y = \frac{gt^2}{2}$$

$$80 = \frac{10tq^2}{2}$$

$$t_q = 4\ s$$

As distâncias da vertical que passa pelo ponto O ao ponto onde os corpos atingem o solo são dadas por

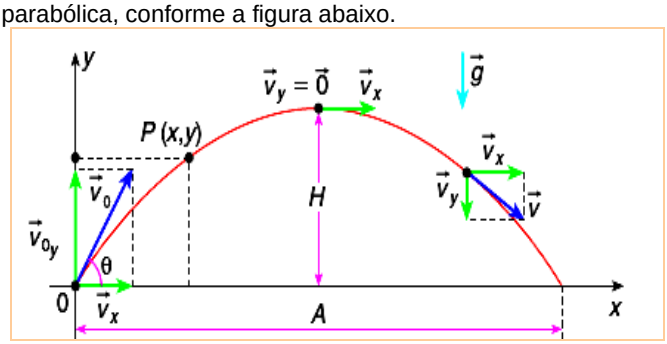
$x = v_o t$

$$x_a = 20 \cdot 4 \Rightarrow x_a = 80\ m$$

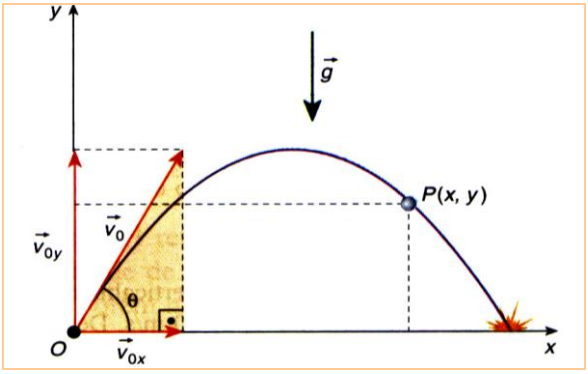
$$x_b = 40 \cdot 4 \Rightarrow x_b = 160\ m$$

5.4- LANÇAMENTO OBLÍQUO

No lançamento oblíquo, o projétil é lançado com uma dada velocidade inicial que forma um ângulo θ (compreendido entre 0^0 e 90^0) com a horizontal e descreve uma trajetória parabólica, conforme a figura abaixo.



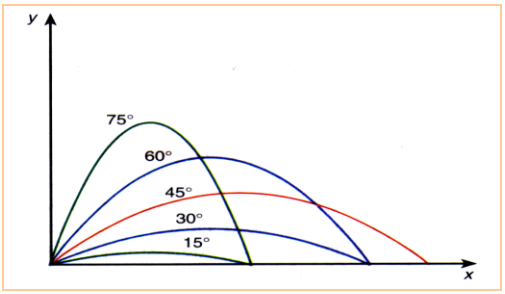
De modo análogo ao lançamento horizontal, a construção da trajetória é feita utilizando-se a compreensão de dois movimentos. Para isso é necessário, inicialmente, decompor a velocidade de lançamento (v_o) em duas direções, horizontal e vertical, como na figura seguinte.



Feita a decomposição, vamos analisar os movimentos separadamente.

- **Movimento horizontal** (direção Ox). O movimento é retilíneo e uniforme, pois o campo gravitacional é vertical, não influindo na componente horizontal do movimento.
- **Movimento Vertical** (direção Oy). O movimento é retilíneo variado uniformemente, sendo **retardado**, do lançamento até o ponto de altura máxima, e **acelerado**, do ponto de altura máxima até o solo.

- Em dois lançamentos feitos com a mesma velocidade, segundo ângulos de disparo complementares, o alcance é o mesmo.



- para determinada velocidade, o alcance é máximo quando o ângulo de lançamento é 45°.

Exemplo 4. Um jogador de futebol chuta uma bola, inicialmente parada no solo, com velocidade inicial de 25 m/s e formando um ângulo de 37° com a horizontal. Despreze a resistência do ar.

Dados: g = 10 m/s^2; sen 37° = 0,60; cós 37° = 0,80.

a) Após quanto tempo, a partir do lançamento, a bola retorna ao solo?

b) Trace uma figura que mostre o movimento da bola, com os pontos de altura máxima e alcance.

Resolução
a) O intervalo de tempo desde o lançamento até o ponto de altura máxima – tempo de subida (t_s) - é obtido na expressão

$$v_y = v_0 \cdot \text{sen}\,\theta - gt$$
$$0 = 25 \cdot 0{,}60 - 10\, t_s$$
$$t_s = 1{,}5 \text{ s}$$

O tempo de queda (t_q) do ponto de altura máxima ao solo é igual ao tempo de subida, ou seja, 1,5 s.
Assim, o tempo total, do lançamento até o retorno ao solo é:

$$t_t = t_s + t_q$$
$$t_t = 1{,}5 + 1{,}5$$
$$t_t = 3{,}0 \text{ s}$$

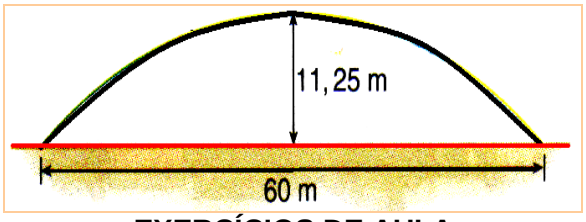
b) A altura maxima da bola é dada por:

$$v_y^2 = v^2 \cdot \text{sen}^2\,\theta - 2g \cdot \Delta_y$$
$$0 = (25)^2 \cdot (0{,}60)^2 - 2 \cdot 10\, h_{max}$$
$$h_{max} = 11{,}25 \text{ m}$$

O alcance horizontal da bola pode ser obtido pela expressão seguinte, na qual **t** refere-se ao tempo total de 3,0 s:

$$X = v_o \cdot \cos\theta \cdot t$$
$$A = 25 \cdot 0{,}80 \cdot 3{,}0$$
$$A = 60 \text{ m}$$

Com esses dados, traçamos a trajetória da bola, desde o lançamento até o retorno ao solo.



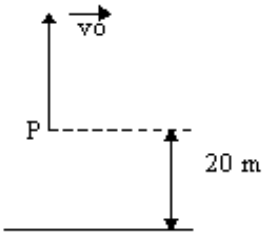
EXERCÍCIOS DE AULA

1. Uma folha de papel de caderno aberta e outra amassada são abandonadas de uma mesma altura no ar. Por que a amassada chega primeira ao chão, se ambas têm o mesmo peso?

2. (UFBP) Um corpo, inicialmente em repouso, cai verticalmente, atingindo o solo com velocidade de 40 m/s. De que altura, em metros, caiu o corpo? (Considere g=10m/s^2)

3. Um objeto é lançado verticalmente para baixo com velocidade inicial de 15 m/s, de uma altura de 100 m. Após quanto tempo o objeto percorre metade da altura inicial? Despreze a resistência do ar e admita g = 10 m/s^2.

4. (UFPEL) Uma pedra é lançada verticalmente para cima com velocidade de módulo igual a 54 Km\h, a partir de um ponto P, situado 20 m acima do solo.
Determine:



a) O tempo, após o lançamento, necessário para a pedra atingir a altura máxima;
b) O tempo, após o lançamento, necessário para a pedra atingir o solo;
c) O deslocamento sofrido pela pedra num intervalo de tempo de 3 s, a partir do instante do lançamento.
Considere g=10 m/s^2 e despreze a resistência do ar.

5. Um projétil é lançado horizontalmente com velocidade de módulo 25 m/s, no vácuo, num local onde g=10 m/s^2. Se o ponto de lançamento está a 180 m do solo horizontal, pergunta-se:
a) Em que instante o projétil atinge o solo? (Suponha t_0=0.)
b) A distância horizontal chega o projétil?
c) Com que velocidade ele chega ao solo?

6.Um projétil disparado com ângulo de tiro de 30° tem velocidade inicial de 600 m/s, no vácuo. Considerando g = 10 m/s^2, determine a altura máxima atingida e o alcance do tiro.

EXERCÍCIOS DE PROPOSTOS

1. Dois objetos A e B são lançados verticalmente e no mesmo instante, de uma altura 15m. O objeto A para cima com velocidade inicial 10m/s e o B para baixo com velocidade inicial 10m/s. Supor g=10m/s^2 e a altura inicial h=15m.
Pode-se afirmar que:
a) Ambos chegarão ao solo com a mesma velocidade 20m/s
b) Ambos chegarão ao solo no mesmo instante

c) O objeto A chegará ao solo antes do objeto B.
d) O de maior massa chegará ao solo em primeiro lugar.
e) As acelerações de A e B são diferentes.

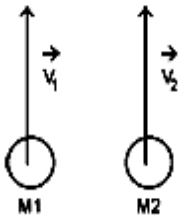
2. (ACAFE) Dois corpos de massas diferentes são abandonados simultaneamente de uma mesma altura do solo. Se considerarmos que estes corpos sofrem uma queda livre, é correto afirmar:
a) o de maior massa chegará primeiro ao solo.
b) ambos estão sujeitos à mesma aceleração, mas não chegarão juntos ao solo.
c) o de menor massa chegará ao solo com menor velocidade.
d) o de maior massa chegará ao solo com maior velocidade.
e) ambos chegarão ao solo com a mesma velocidade.

3. (FURG) A compreensão moderna do movimento uniformemente acelerado iniciou-se com experiências de Galileu sobre o fenômeno da queda dos corpos nas proximidades da superfícies da terra. Desconsiderando a resistência do ar, analise as seguintes afirmações.
I – A velocidade de um objeto caindo livremente a partir do repouso é diretamente proporcional ao tempo.
II – O quociente entre a distância percorrida pelo corpo em queda livre, partindo do repouso, e o quadrado do tempo gasto em percorrê-lo é constante.
III – O movimento de queda livre não ocorre no vácuo porque nesta situação a gravidade é nula.
Quais estão corretas?
a) Apenas I
b) Apenas II
c) Apenas I e II
d) Apenas I e III
e) Todas

4. (FURG) Uma pedra é lançada, verticalmente, para cima. É desprezível a força da resistência do ar sobre a mesma. A direção e o sentido da aceleração da pedra, quando ela está subindo, no ponto de altura máxima e descendo, são melhor representados, respectivamente, por:
a) ⇑, ⇑, ⇑
b) ⇓, ⇓, ⇓
c) ⇑, nula, ⇓
d) ⇓, nula, ⇓
e) ⇑, ⇑, ⇓

5. (UCPEL) Numa experiência de queda livre, é solto um corpo equipado com um velocímetro (registra velocidade) e um hodômetro (registra distância). Se a resistência do ar for desprezível e considerar-se a aceleração da gravidade igual a $10m/s^2$, as leituras registradas pelo velocímetro e pelo hodômetro ao fim de 5,0s de queda serão:
a) 50m/s e 125m
b) 50m/s e 50m
c) 50m/s e 250m
d) 10m/s e 25m
e) 10m/s e 50m

6. (FURG) A figura abaixo mostra duas esferas de massas M1 = 20 kg e M2 = 10 kg que são lançadas verticalmente para cima com velocidades iniciais v1 e v2. Ambas atingem uma altura máxima de 5 m.



Desprezando-se o atrito com o ar, é correto afirmar que as velocidades V_1 e V_2 são, respectivamente,
a) 5 m/s e 5m/s.
b) 5 m/s e 10m/s.
c)10 m/s e 5m/s.
d) 10 m/s e 10m/s.
e) 20 m/s e 10m/s.

7. (FURG) Uma pedra é lançada verticalmente para cima com velocidade inicial de 30m/s. Indique a afirmativa **INCORRETA**. (Desprezar a resistência do ar).
a) No ponto mais alto a velocidade é nula.
b) No ponto mais alto a aceleração é nula.
c) A altura atingida pela pedra é de 45m.
d) A pedra retorna ao ponto de partida após 6,0s.
e) A pedra retorna ao ponto de partida com velocidade de 30m/s.

8. (FURG) Uma pedra é lançada verticalmente para cima com velocidade inicial de 36 km/h, sendo depois apanhada na mesma altura de lançamento. desprezando a resistência do ar e adotando a aceleração da gravidade local de $10m/s^2$, temos as seguintes afirmações:

I – A altura máxima alcançada pela pedra em relação ao ponto de lançamento é de 5m.

II – A pedra permanece no ar durante 2s.

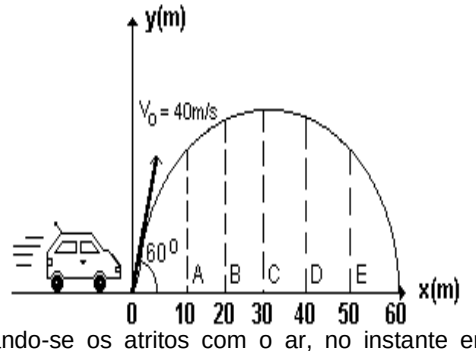
III – A velocidade da pedra em relação ao lançador, 0,5s após o lançamento, é de 5m/s.

Estão corretas as afirmações:
a) apenas a III.
b) apenas a I e a II.
c) apenas a I e a III.
d) apenas a II e a III.
e) I, II e III

9. (UFSM) Um índio dispara uma flecha obliquamente. Sendo a resistência do ar desprezível, a, flecha descreve uma parábola num referencial fixo ao solo. Considerando o movimento da flecha depois que ela abandona o arco, afirma-se:
I - A flecha tem aceleração mínima, em módulo, no ponto mais alto da trajetória.
II - A flecha tem aceleração sempre na mesma direção e no mesmo sentido.
III - A flecha atinge a velocidade máxima, em módulo, no ponto mais alto da trajetória.

Está(ão) correta(s)
a) apenas I.
b) apenas I e II.
c) apenas II.
d) apenas III.
e) I, II e III.

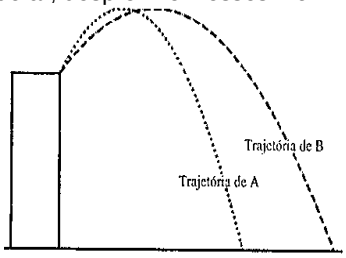
10. (PUC) Um objeto é lançado no ponto 0, com velocidade inicial de 40 m/s, formando um ângulo de 60º com a horizontal (cos 60º = 0,5).
No exato momento do lançamento, um carro com velocidade constante de 10 m/s passa pelo ponto 0, deslocando-se no sentido crescente do eixo X, como mostra a figura abaixo.



Desprezando-se os atritos com o ar, no instante em que o objeto atingir o solo, a posição ocupada pelo carro sobre o eixo X será:
a) A
b) B
c) C

d) D
e) E

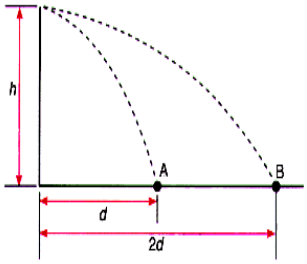
11. (UFRGS) A figura abaixo representa as trajetórias dos projéteis A e B, desde seu lançamento simultâneo do topo de uma torre, até atingirem o solo, considerando perfeitamente horizontal. A altura máxima é a mesma para as duas trajetórias, e o efeito do ar, desprezível nesses movimentos.



Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas do parágrafo abaixo.

O projétil A atinge o solo..... o projétil B. Sobre a componente **horizontal** da velocidade no ponto mais alto da trajetória, pode-se afirmar que ela é.....
a) antes que – nula para ambos os projéteis.
b) antes que – maior para o projétil B do que para o projétil A.
c) antes que – menor para o projétil B do que para o projétil A
d) ao mesmo tempo que – menor para o projétil B do que para o projétil A
e) ao mesmo tempo que – maior para o projétil B do que para o projétil A

12. (FGV) Dois blocos, A e B, são lançados sucessivamente, na horizontal, de uma plataforma de altura h com velocidades V_A e V_B, atingindo o solo nos pontos A e B, como indica a figura. Os tempos decorridos desde que cada bloco abandona a plataforma até atingir o solo são t_A e t_B. Pode-se afirmar que:



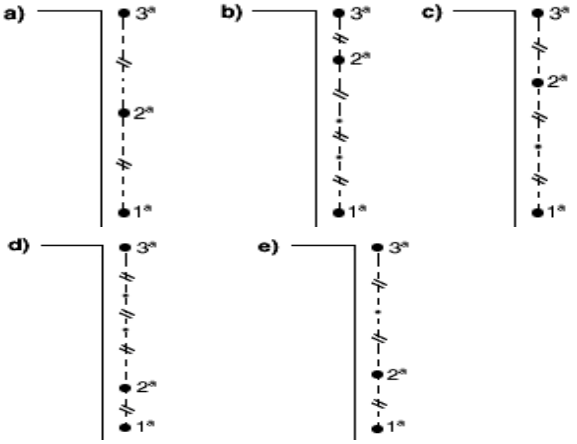
a) $t_A = t_B$ e $V_A = V_B$
b) $t_A = t_B$ e $V_A = 2V_B$
c)) $t_A = t_B$ e $V_B = 2V_A$
d)) $t_A = 2t_B$ e $V_A = V_B$
e)) $t_B = 2t_A$ e $V_A = 2V_B$

13. (MACKENZIE) Do alto de um edifício, lança-se horizontalmente uma pequena esfera de chumbo com velocidade de 8 m/s. Essa esfera toca o solo horizontal a uma distância de 24 m da base do prédio, em relação à vertical que passa pelo ponto de lançamento. Adote: g = 10 m/s^2.
Desprezando a resistência do ar, a altura desse prédio é:
a) 45 m.
b) 40 m.
c) 35 m.
d) 30 m.
e) 20 m.

14. (UEMA) Imagine-se em um barranco de 5 m acima de um lago de 4 m de largura infestado de piranhas. Para você não ser devorado pelas piranhas, qual deve ser a velocidade horizontal necessária para pular o lago?
Dado: g = 10 m/s^2
a) 4 m/s.
b) 2 m/s.
c) 5 m/s.
d) 3 m/s.
e) 6 m/s.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1. (CESGRANRIO) Do terraço de um edifício, você solta, sucessivamente, com velocidade inicial nula, três bolinhas de aço, a 0,50 s de intervalo. No instante em que você solta a terceira, as duas primeiras se encontram nas posições indicadas na opção:



2. (UEL) Para calcular a altura de uma ponte sobre o leito de um rio, um garoto abandonou uma pedra da ponte, a partir do repouso, e mediu o tempo transcorrido até que ela atingisse a superfície da água. Considerando a aceleração da gravidade igual a g = 10 m/s^2 e sabendo que o tempo de queda da pedra foi de 2,2 segundos, pode-se afirmar que a altura da ponte, em metros, é um valor mais próximo de:
a) 16.
b) 20.
c) 22.
d) 24.
e) 48.

3. (UFPE) Atira-se em um poço uma pedra verticalmente para baixo, com uma velocidade inicial v_0 = 10 m/s. Sendo a aceleração local da gravidade igual a 10 m/s^2 e sabendo-se que a pedra gasta 2 s para chegar ao fundo do poço, podemos concluir que a profundidade deste é, em metros:
a) 30.
b) 40.
c) 50.
d) 20.
e) Nenhuma das respostas anteriores.

4. (PUC-CAMPINAS) Um vaso de flores cai livremente do alto de um edifício. Após ter percorrido 320 cm ele passa por um andar que mede 2,85 m. Quanto tempo ele gasta para passar por esse andar? Despreze a resistência do ar e considere g = 10 m/s^2.
a) 1,0 s.
b) 0,80 s.
c) 0,30 s.
d) 1,2 s.
e) 1,5 s.

5. (UFPI) Um jogador de basquetebol consegue dar um grande impulso ao saltar e seus pés atingem a altura de 1,25 m. A aceleração da gravidade no local tem o valor de g = 10 m/s^2. O tempo que o jogador fica no ar, aproximadamente, é:
a) 1 s.
b) 2 s.
c) 3 s.
d) 4 s.
e) 5 s.

6. (UFES) Um objeto é lançado verticalmente para cima e retorna ao ponto de partida em 2,0 s. Desprezando-se a resis-

tência do ar e considerando g = 10 m/s^2, a altura atingida pelo objeto é, em metros:
a) 2,5.
b) 5,0.
c) 10.
d) 20.
e) 40.

7. (UNISA-SP) Uma pedra é lançada verticalmente para cima com velocidade de 3,0 m/s de uma posição a 2,0 m acima do solo. Quanto tempo decorrerá desde o instante do lançamento até o instante de a pedra chegar ao solo? Considere g = 10 m/s^2.
a) 0,4 s.
b) 1,0 s.
c) 1,5 s.
d) 2,0 s.
e) 3,0 s.

8. (FGV) 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.

Admitindo-se que a aceleração gravitacional vale g=10 m/s^2, pode-se afirmar que a velocidade com que esse objeto foi lançado, em m/s, é de:
a) 4,7.
b) 7.
c) 8,5.
d) 9.
e) 9,5.

9. (MACKENZIE) Um elevador sobe e, no instante em que se encontra a 30 m do solo, sua velocidade escalar é 5,0 m/s. Nesse mesmo instante, rompe-se o cabo de sustentação e o elevador fica livre de qualquer resistência. Adotando g = 10 m/s^2, o tempo que ele gasta para atingir o solo é:
a) 30 s.
b) 6,0 s.
c) 3,0 s.
d) 2,9 s.
e) $\sqrt{6}$ s.

10. (UNAMA-PA) A altura alcançada por um corpo lançado verticalmente para cima, no vácuo, com velocidade inicial v_0, até sua velocidade se reduzir à metade é dada, em função da altura máxima H, pela expressão:
a) H/2.
b) H/4.
c) H/8.
d) 3H/4.

11. (FURG) Uma bola é lançada para cima, sendo que a componente horizontal do lançamento tem v = 10m/s, e a componente vertical tem v = 17m/s. A bola cai 3,4 segundos depois de arremessada. Considere g = 10m/s^2. No ponto mais alto da trajetória, a altura, a aceleração e a velocidade escalar da bola são, respectivamente,
a) 57,8m; 20m/s^2; 17m/s.
b) 14,4m; 10m/s^2; 17m/s.
c) 14,4m; 10m/s^2; 10m/s.
d) 43,3m; 10m/s^2; 10m/s.
e) 57,8m; 20m/s^2; 10m/s

12. (UFPA) Em um local onde a aceleração da gravidade vale g = 10 m/s^2, deixa-se cair uma pedra de uma altura de 125 m, em direção ao solo. Dois segundos depois, uma segunda pedra é atirada da mesma altura. Sabendo-se que essas duas pedras atingiram o solo no mesmo instante, a velocidade com que a segunda pedra foi atirada tem intensidade aproximadamente igual a:
a) 12 m/s.
b) 27 m/s.
c) 32 m/s.
d) 41 m/s.
e) 57 m/s.

13. (UFC-CE) Um chuveiro, situado a uma altura de 1,8 m do solo, incorretamente fechado, deixa cair pingos de água a uma razão de 4 pingos por segundo. Considere a aceleração da gravidade g = 10 m/s^2. No instante de tempo que um determinado pingo toca o solo, o número de pingos atrás dele que já estão a caminho é:
a)0.
b)1.
c)2.
d)3.
e) 4.

14. (MACKENZIE) Um corpo é abandonado do repouso de uma certa altura e cai, em queda livre (g = 10 m/s2), por 4 s. Após esses 4s, o corpo adquire velocidade constante e chega ao solo em 3 s. A altura da qual esse corpo foi abandonado era de
a) 80 m
b) 120 m
c) 180 m
d) 200 m
e) 220 m

15. (UFSM) Um barco se movimenta com velocidade constante em relação à margem de um rio. Uma pedra é arremessada verticalmente, para cima, de dentro do convés do barco.
Para um observador fixo na margem:

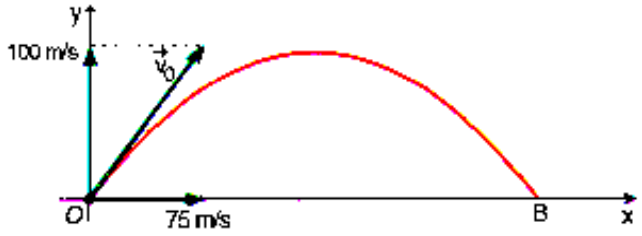
I. No instante inicial do lançamento, a velocidade horizontal da pedra é igual à velocidade do barco, e a velocidade vertical é zero.

II. No ponto mais alto da trajetória da pedra, o vetor velocidade tem módulo zero.

III. A trajetória da pedra é uma parábola.

Está(ão) correta(s):
a) Apenas I.
b) Apenas II.
c) Apenas II e III.
d) Apenas III.
e) I, II e III.

Testes 16 e 17. (PUC-SP) Um projétil é lançado em certa direção com velocidade inicial $\vec{V_0}$, cujas projeções vertical e horizontal têm módulos, respectivamente, de 100 m/s e 75 m/s. A trajetória descrita é parabólica e o projétil toca o solo horizontal em B.



16. Desprezando a resistência do ar:
a) no ponto de altura máxima, a velocidade do projétil é nula.
b) o projétil chega a B com velocidade nula.
c) a velocidade vetorial do projétil ao atingir B é igual à de lançamento.
d) durante o movimento há conservação das componentes horizontal e vertical da velocidade.
e) durante o movimento apenas a componente horizontal da velocidade é conservada.

17. Quanto ao módulo da velocidade, o valor mínimo igual a:
a) 125 m/s.
b) 100 m/s.
c) 75 m/s.
d) zero.
e) 25 m/s.

18. (FAAP-SP) Numa competição nos jogos de Winnipeg, no Canadá, um atleta arremessa um disco com velocidade de 72

km/h, formando um ângulo de 30º com a horizontal. Desprezando-se os efeitos do ar, a altura máxima atingida pelo disco é: **Dado:** g = 10 m/s².
a) 5,0 m.
b) 10,0 m.
c) 15,0 m.
d) 25,0 m
e) 64,0 m.

19. (UEL) O que acontece com o movimento de dois corpos, de massas diferentes, ao serem lançados horizontalmente com a mesma velocidade, de uma mesma altura e ao mesmo tempo, quando a resistência do ar é desprezada?
a) O objeto de maior massa atingirá o solo primeiro.
b) O objeto de menor massa atingirá o solo primeiro.
c) Os dois atingirão o solo simultaneamente.
d) O objeto mais leve percorrerá distância maior.
e) As acelerações de cada objeto serão diferentes.

GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1) A	2) E	3) C	4) B	5) A
6) D	7) B	8) E	9) C	10) C
11) E	12) C	13) A	14) A	

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1) B	2) D	3) B	4) C	5) A	6) B	7) B
8) B	9) C	10) D	11) C	12) B	13) C	14) D
15) D	16) E	17) C	18) A	19) C		

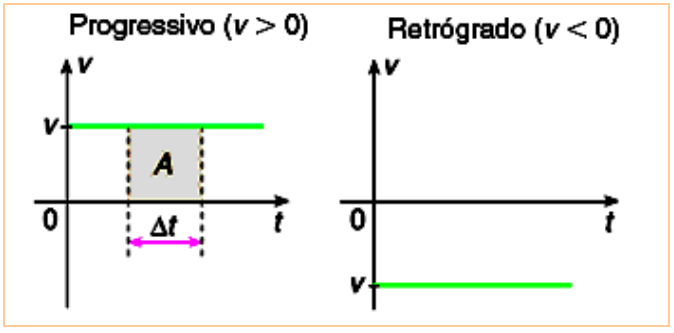
MÓDULO 6

6- GRÁFICOS DA CINEMÁTICA

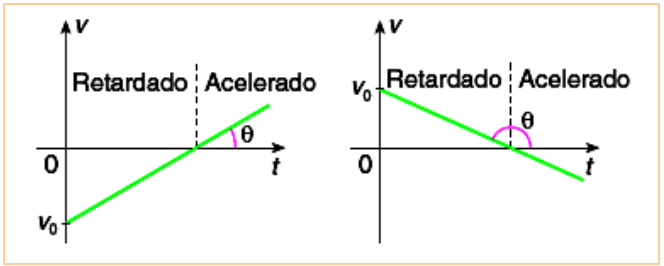
6.1- Diagrama da Velocidade em função do Tempo

– Movimento Retilíneo Uniforme

A velocidade é constante e diferente de zero.



– Movimento Retilíneo Uniformemente Variado



tgθ = aceleração

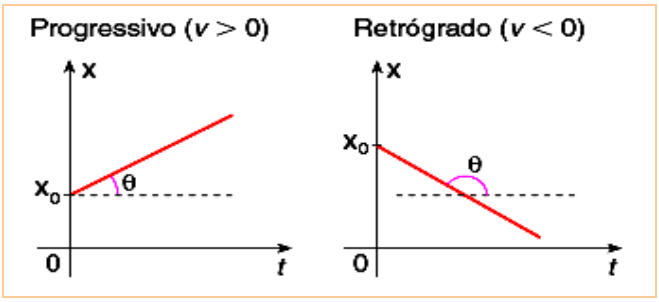
PROPRIEDADE

A área do diagrama $v \times t$ é numericamente igual a distância percorrida.

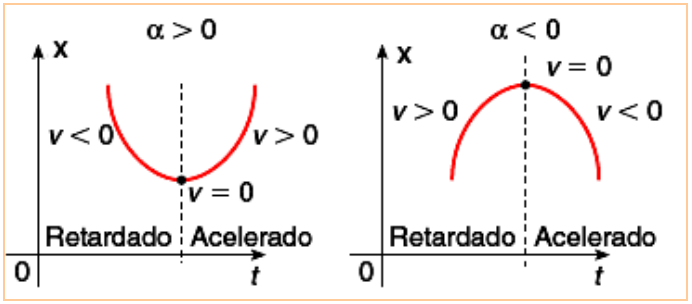
$$\text{Área} \overset{N}{=} d$$

6.2- Diagrama da Posição em Função do Tempo

Movimento Retilíneo Uniforme

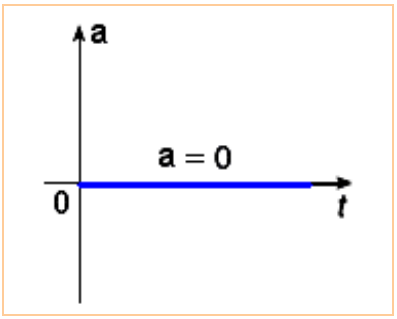


– Movimento Retilíneo Uniformemente Variado



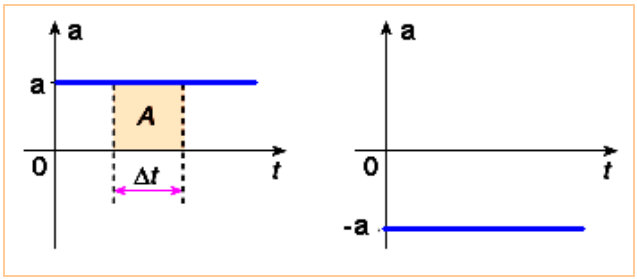
6.3- Diagrama da Aceleração em Função do Tempo

- Movimento Retilíneo Uniforme



A aceleração é nula

– Movimento Retilíneo Uniformemente Variado



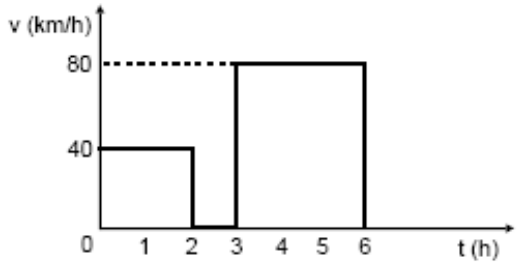
PROPRIEDADE

A área do diagrama $a \times t$ é numericamente igual a variação da velocidade.

$$\text{Área} \overset{N}{=} \Delta V$$

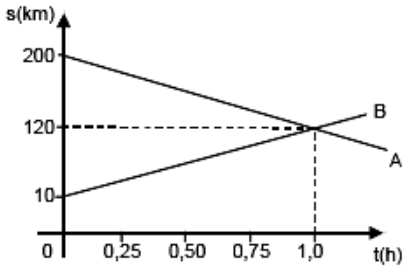
EXERCÍCIOS DE AULA

1. Um automóvel realiza uma viagem em 6 horas e sua velocidade varia em função do tempo aproximadamente como indica o gráfico abaixo.



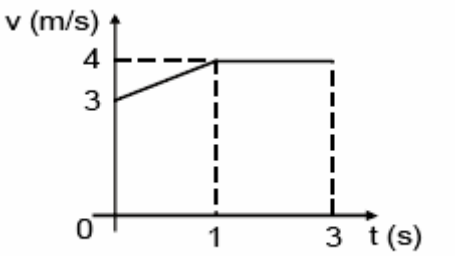
Determine a velocidade média do veículo na viagem.

2. (FDC) Dois automóveis, A e B, percorrem a mesma estrada e o gráfico abaixo representa suas posições em função do tempo.



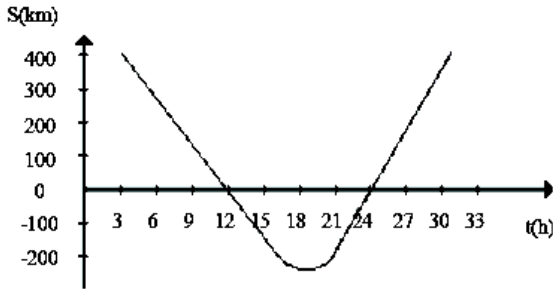
É correto afirmar que
a) o módulo da velocidade de A é 80 km/h.
b) o movimento do B é acelerado.
c) no instante t = 0,50 h a distância entre eles é de 100 km.
d) ambos percorrem 120 km até se encontrarem.
e) o módulo da velocidade de B é 120 km/h.

3. (UFRJ) Um automóvel desloca-se sobre uma reta, segundo o gráfico.



No intervalo t = 0 a t = 1 s a aceleração foi _____ e no intervalo t = 1 s a t = 3 s o espaço percorrido foi _____. O preenchimento, na ordem das lacunas, é
a) 1 m/s^2; 4 m
b) 1 m/s^2; 8 m
c) 2 m/s^2; 4 m
d) 2 m/s^2; 8 m

4. (UFMS) Analisando-se o gráfico abaixo, que descreve a posição s (km) de um móvel que se desloca em função do tempo t (h), é **correto** afirmar que



(01) no intervalo de tempo entre 3 e 12 horas o móvel desenvolve um movimento retrógrado, com velocidade negativa e sem aceleração.

(02) no intervalo de tempo entre 24 e 33 horas o móvel está sendo acelerado.

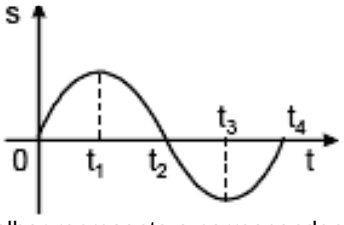
(04) o móvel pára seu movimento no instante próximo a t=18h.

(08) no intervalo de tempo entre os instantes t = 12h e t = 24h, o móvel apresenta primeiramente um movimento de aceleração retardada até o instante t = 18h e depois apresenta um movimento acelerado.

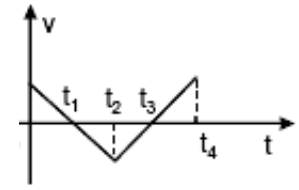
(16) nos instantes de tempo próximos a t= 12h e t = 24h, o móvel passa pela origem de sua trajetória.

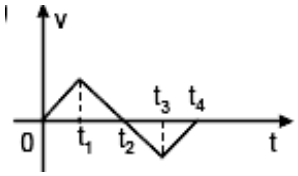
(32) a velocidade média do móvel no intervalo de tempo entre t= 12h e t = 24h é de 33,3 km/h.

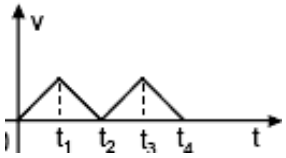
5. (UFF)
O gráfico posição-tempo do movimento de uma partícula é representado por arcos de parábola consecutivos, conforme a figura:

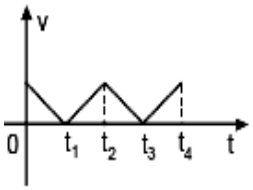


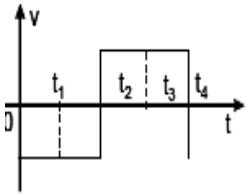
A opção que melhor representa o correspondente gráfico velocidade-tempo é

a)


b)


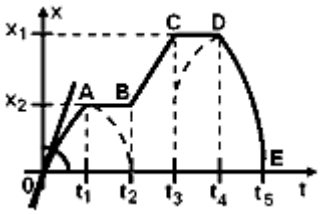
c)


d)


e)


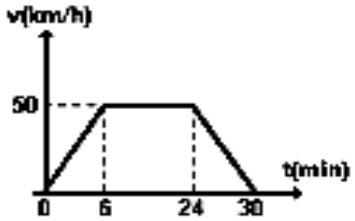
EXERCÍCIOS DE PROPOSTOS

1. Analise o diagrama abaixo. No trecho OA e no trecho DE, os movimentos são:



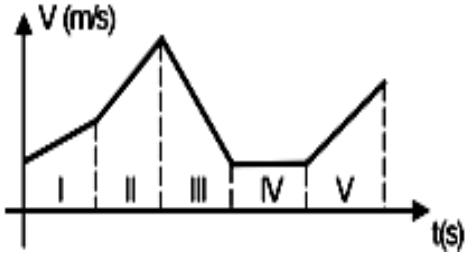
a) acelerado e uniforme;
b) retardado e retardado;
c) retardado e acelerado;
d) uniforme e acelerado;
e) acelerado e acelerado.

2. (FCC) O gráfico abaixo representa a velocidade escalar v, em função do tempo t, para um trem que faz o percurso entre duas estações. A velocidade escalar média do trem, entre essas duas estações, vale, em km/h:



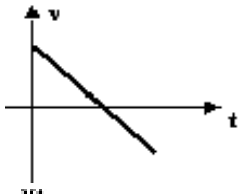
a) 1200
b) 100
c) 50
d) 40
e) 1,7

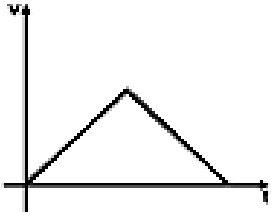
3. (UFRGS) Um corpo sofre variações de velocidade em intervalos iguais de tempo, conforme mostra o gráfico abaixo. O intervalo, no qual a aceleração que atua no corpo é maior em módulo, é:

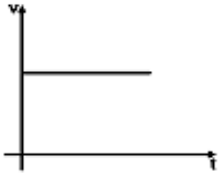


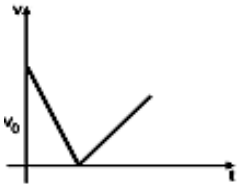
a) I
b) II
c) III
d) IV
e) V

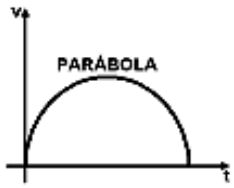
4. Um grave foi lançado verticalmente para cima com velocidade inicial V_0. O diagrama que melhor representa a velocidade do grave em função do tempo, durante a subida e descida é:

a)


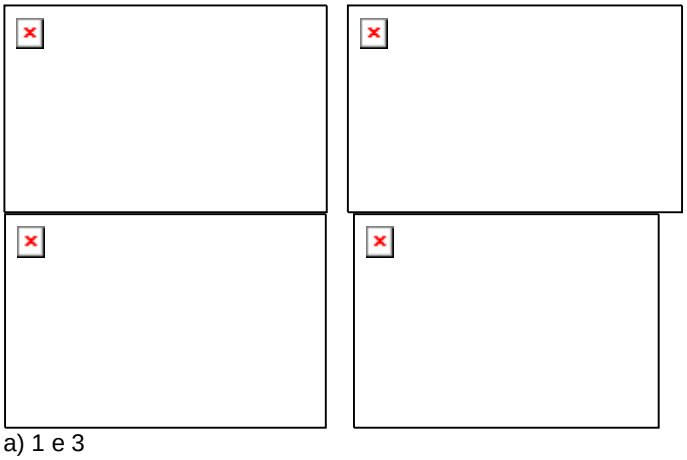
b)


c)


d)


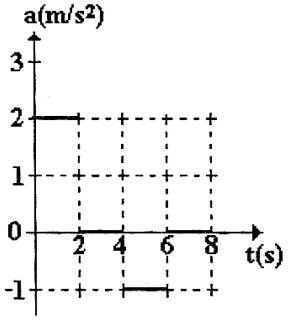
e)


5. (FURG) Um trem, partindo do repouso, move-se com aceleração constante entre os instantes de tempo 0 e t_1. No intervalo entre os instantes t_1 e t_2 seguinte, move-se com velocidade constante. Entre os instantes t_2 e t_3 o movimento é uniformemente retardado até para. Sabendo-se que a trajetória é sempre retilínea, os gráficos que representam o movimento do trem são:



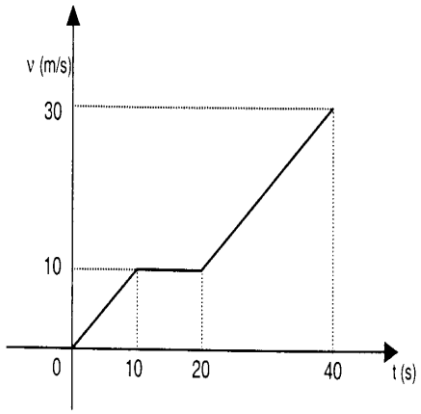
a) 1 e 3
b) 1 e 4
c) 2 e 3
d) 2 e 4
e) 2, 3 e 4

6. (FURG) Uma partícula efetua um movimento retilíneo, cuja aceleração é mostrada no gráfico como função do tempo. Sabendo-se que no instante t = 0s ela se encontrava em repouso na origem do sistema de referência, qual sua posição e velocidade, respectivamente, no instante t = 8s?



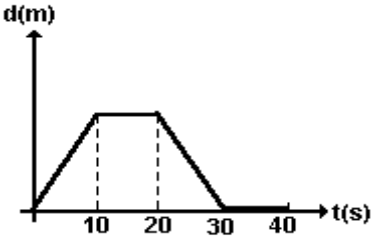
a) 0m e 0m/s;
b) 2m e 1m/s;
c) 12m e 0m/s;
d) 16m e -1m/s;
e) 22m e 2m/s

7. (UFSM)

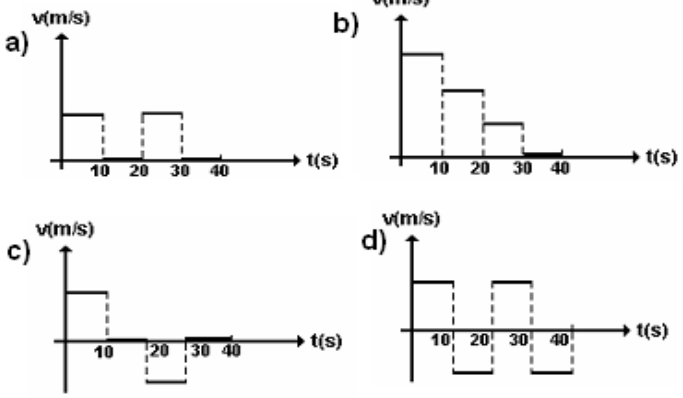


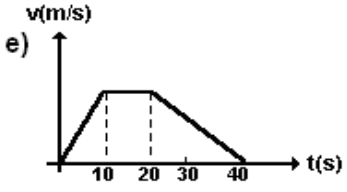
No gráfico, representam-se, em função do tempo, as velocidades de um corpo que se desloca numa trajetória retilínea. Pode-se, então, afirmar que o módulo da aceleração do corpo
a) aumenta no intervalo de 0s a 10s.
b) é maior no intervalo de 20s a 40s do que no de 0s a 10s.
c) é o mesmo nos intervalos de 0s a 10s e de 20s a 40s.
d) é diferente de zero no intervalo de 10s a 20s.
e) é menor no intervalo de 0s a 10s do que no de 20s a 40s.

8. (FURG) O gráfico abaixo representa as posições assumidas por um móvel no decorrer do tempo.

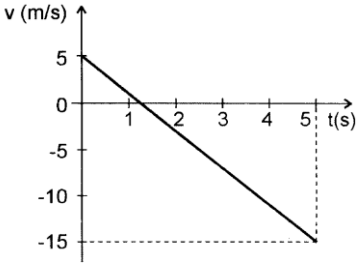


O gráfico as velocidades correspondentes é dado por:





9. (FURG) A figura abaixo apresenta um gráfico da velocidade contra o tempo para um movimento retilíneo.



De acordo com o gráfico, a aceleração e o módulo do deslocamento entre os instantes t = 1s e t = 3s são, respectivamente,
a) –4m/s² e 6m
b) –4m/s² e 5m
c) –2m/s² e 5m
d) 2m/s² e 6m
e) 4m/s² e 6m

10. (UFPEL) O homem sempre desafiou ares, buscando realizar um de seus mais antigos desejos: voar. Descobrir um aparelho capaz de levá-lo às alturas representou uma verdadeira obsessão. Um longo caminho foi percorrido até a engenhosidade de Santos Dumont materializar esse sonho.

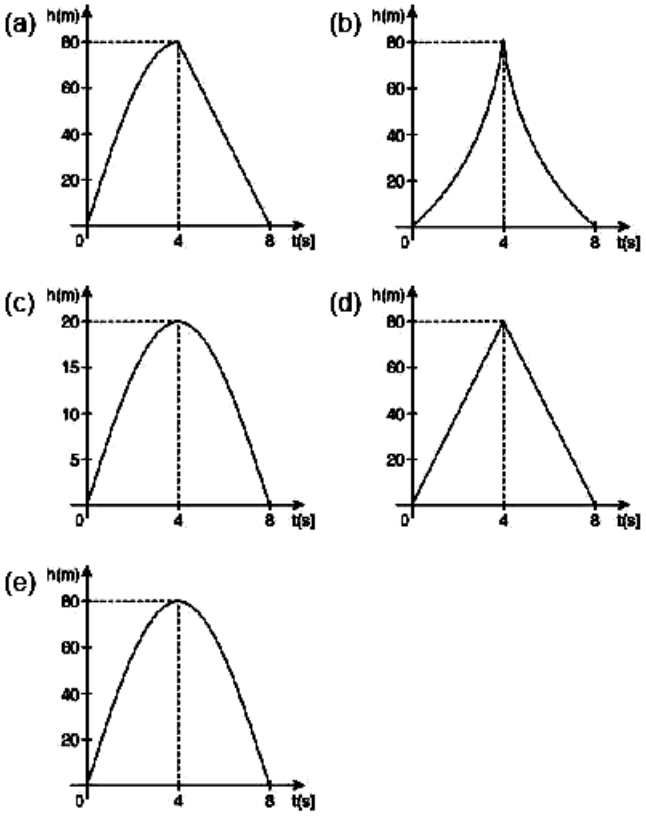
Justamente por voar, o avião caía, já que tudo que sobe, desce.

PARANÁ. Física – Mecânica – vol.1 [adapt.].

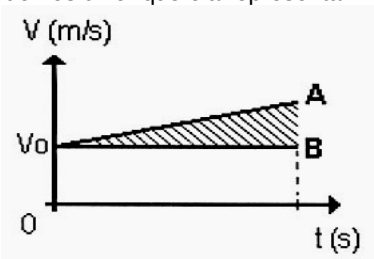


A partir das idéias do texto e também de seus conhecimentos, assinale a alternativa com o gráfico que representa a posição, em função do tempo, de uma pedra lançada para cima, que, após 4s, atinge a altura máxima.

Despreze a resistência do ar e considere g=10m/s².

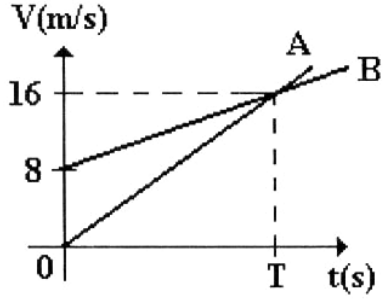


11. (FURG) O gráfico representa o módulo das velocidades de dois automóveis como função do tempo. Com relação à área hachurada, podemos dizer que ela representa



a) a diferença entre as acelerações dos dois automóveis.
b) a diferença entre as distâncias percorridas pelos dois automóveis.
c) a aceleração do automóvel A em relação ao automóvel B.
d) a diferença entre as velocidades dos dois automóveis.
e) uma grandeza sem qualquer significado físico.

12. (FURG) O gráfico representa a velocidade em função do tempo, para duas partículas que descrevem movimentos retilíneos, com os movimentos iniciando em t = 0 s. Se até o instante T, a partícula "A" havia percorrido 40 m, podemos dizer que a distância percorrida pela partícula "B" até o mesmo instante, foi

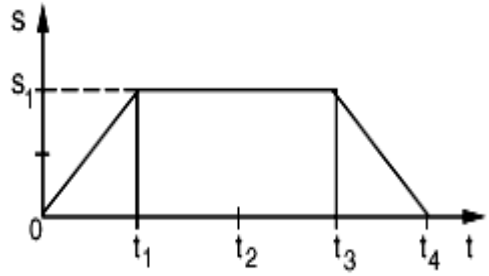


a) 45 m.
b) 48 m.
c) 56 m.
d) 60 m.
e) 64 m

.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1. (Ufla-MG) A função de movimento S = f(t) de uma partícula tem a representação gráfica a seguir. Tendo como referência esse gráfico, são feitas as seguintes afirmações sobre o movimento dessa partícula.



I. A partícula parte da origem $S_0 = 0$ em $t_0 = 0$ e atinge a posição S_1 com velocidade constante em movimento progressivo.

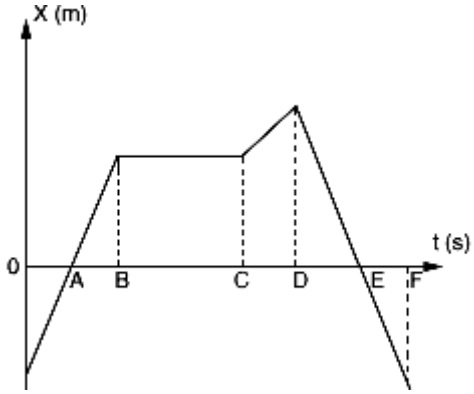
II. Entre os instantes t_1 e t_3, a partícula realiza movimento retilíneo uniforme progressivo.

III. A partir do instante t_3, a partícula inicia seu retorno à posição inicial S_0, com aceleração negativa em movimento retilíneo retardado.

Assinale a alternativa correta:

a) Apenas a afirmação I está correta.
b) Apenas as afirmações I e II estão corretas.
c) Apenas as afirmações I e III estão corretas.
d) As afirmações I, II e III estão corretas.
e) Apenas a afirmação III está correta.

2. (Unitau-SP) Um ponto material se move em uma dimensão tal que sua posição em função do tempo é dada pelo gráfico a seguir:



Considere as afirmativas:

I. No trecho 0A, a velocidade é constante e a aceleração é nula.

II. No trecho BC, a velocidade é nula.

III. No trecho CD, a velocidade é nula.

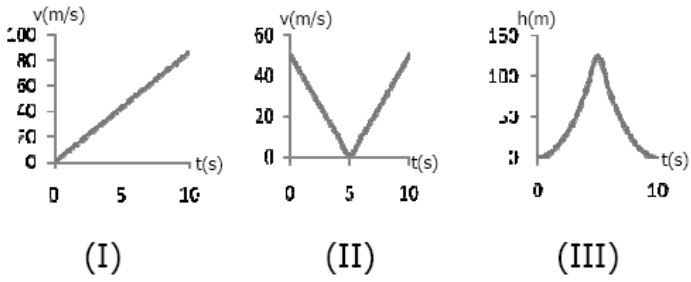
IV. No trecho EF, o movimento da partícula ocorre no sentido positivo do eixo X.

V. A velocidade, em todos os trechos é positiva.

VI. A aceleração média, no trecho BD, é nula.

Estão corretas apenas as afirmativas:
a) I e II.
b) I e V.
c) V e VI.
d) III e IV.
e) II e III.

3. (FURG-MODIFICADA) Um lançamento de projétil é a composição de dois movimentos: um, analisado horizontalmente, e o outro, verticalmente. Analise os gráficos abaixo:



Pode-se dizer que:

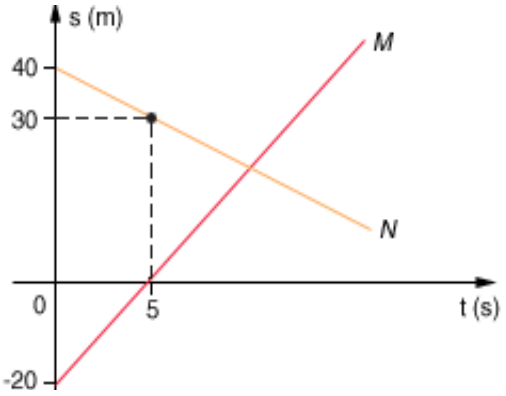
I. o gráfico I pode representar o módulo da velocidade horizontal,em função do tempo.

II. o gráfico II pode representar o módulo da velocidade vertical, em função do tempo.

III. o gráfico III pode representar a altura do projétil,em função do tempo.

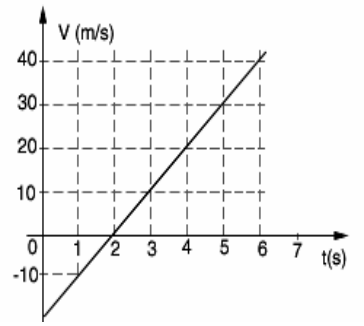
Estão corretas as afirmativas:
A) Apenas II.
B) I e II.
C) I e III.
D) Apenas III.
E) II e III.

4. (UEPI) Dois móveis, M e N, deslocam-se numa mesma reta. Suas posições, em função do tempo, estão registradas no gráfico. Com base nele, o encontro dos móveis M e N dá-se no instante:



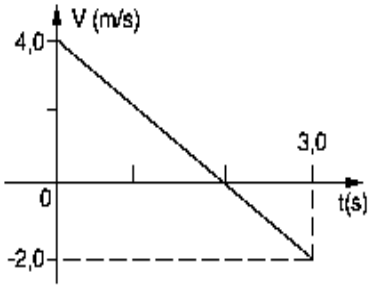
a) 10 s.
b) 5 s.
c) 20 s.
d) 8 s.
e) 30 s.

5. (Uespi-PI) O gráfico representa a velocidade escalar de uma partícula em função do tempo. Podemos afirmar corretamente, pela análise do gráfico:



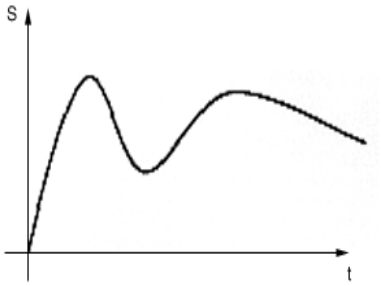
a) O movimento é retilíneo e uniforme.
b) A aceleração escalar da partícula é negativa, sua velocidade escalar é positiva e o movimento, retrógrado.
c) O movimento é uniformemente variado de 0 s a 2 s e uniforme de 2 s em diante.
d) A aceleração escalar da partícula é constante nos 5 s iniciais.
e) O movimento é progressivo retardado.

6. (UEL) O gráfico representa a velocidade escalar de um corpo, em função do tempo.



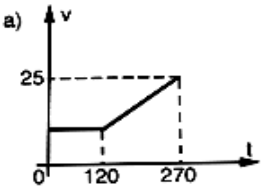
Pode-se concluir corretamente, de acordo com o gráfico, que o módulo da aceleração escalar do corpo, em m/s^2, e o espaço percorrido, em m, nos dois segundos iniciais são, respectivamente:
a) 2,0 e 8,0.
b) 2,0 e 4,0.
c) 1,3 e 4,0.
d) 1,3 e 3,0.
e) Zero e 3,0.

7. (UFMS) O gráfico do espaço (S) em função do tempo (t) de uma partícula está registrado a seguir. Com relação ao movimento da partícula, é correto afirmar que:

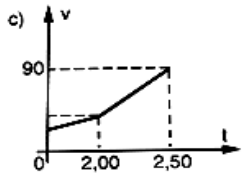


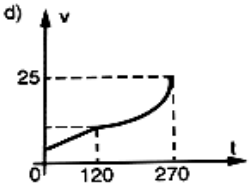
a) a trajetória foi retilínea.
b) a velocidade foi sempre positiva.
c) a aceleração foi sempre positiva.
d) a velocidade foi nula em três instantes.
e) o movimento foi uniforme.

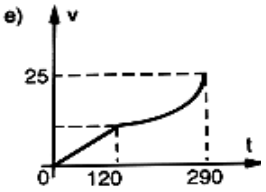
8. (Mackenzie) Num trecho retilíneo de estrada, a partir do instante $t_0 = 0$, a velocidade escalar de um automóvel permanece constante durante 2,00 minutos. Logo em seguida, o veículo é acelerado constantemente, durante 2,50 minutos, atingindo a velocidade escalar de 90 km/h. O gráfico que melhor representa a velocidade escalar do automóvel, em função do tempo, com as medidas expressas em unidades do SI, é:

a)


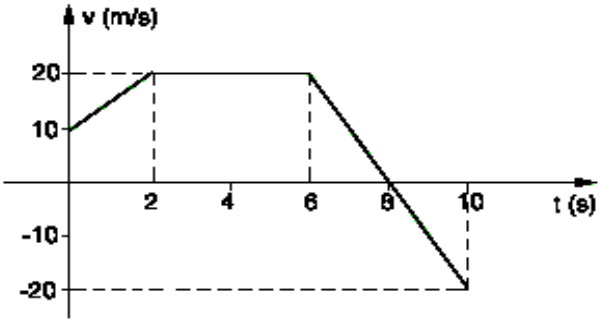
b)


c)


d)


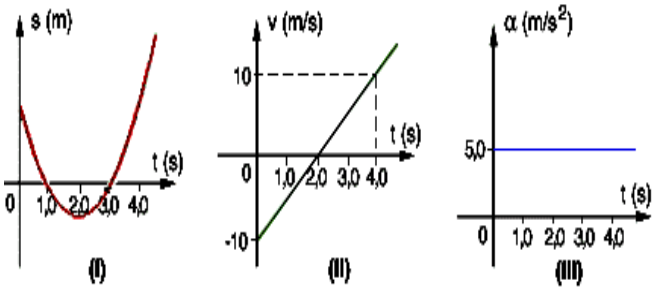
e)


9. (Unitau-SP) O gráfico mostra a variação da velocidade com o tempo. A variação de espaço e a aceleração escalar média entre 0 s e 10 s foram, respectivamente:



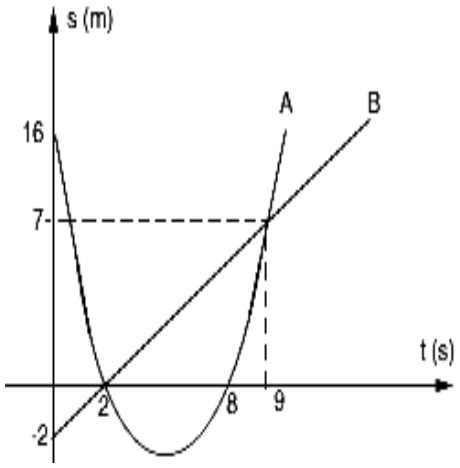
a) 110 m e -3 m/s^2.
b) 100 m e 2 m/s^2.
c) 140 m e -1,5 m/s^2.
d) 140 m e 2 m/s^2.
e) 110 m e -1,2 m/s^2.

10. (PUC-Campinas-) Considere os gráficos a seguir:
I. Espaço em função do tempo.
II. Velocidade em função do tempo.
III. Aceleração em função do tempo.



A respeito desses gráficos é correto afirmar que:
a) somente I e II podem representar o mesmo movimento.
b) somente I e III podem representar o mesmo movimento.
c) somente II e III podem representar o mesmo movimento.
d) os três gráficos podem representar o mesmo movimento.
e) cada gráfico representa um movimento distinto.

11. (UFRRJ) O gráfico a seguir representa os movimentos de dois móveis A e B.
Na figura S (m) com S maiúsculo.



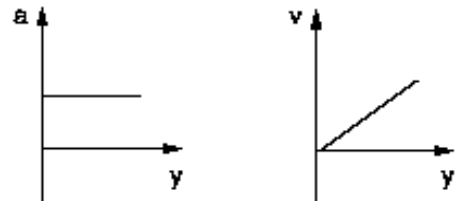
Observando o gráfico, pode-se afirmar que:
a) em t = 2s e t = 9 s a velocidade do móvel A é igual a velocidade do móvel B.
b) a aceleração do móvel A é sempre maior que a do móvel B.
c) a velocidade do móvel B em t = 2 s é nula.
d) a velocidade do móvel A em t = 9 s é 7 m/s.
e) em t = 0 s a aceleração do móvel A é 16 m/s^2.

12. (Olimpíada Brasileira de Física) Uma bola cai em queda livre a partir do repouso.

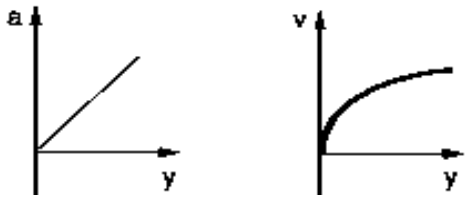
São medidas a velocidade "***v"*** e a aceleração "***a"*** da bola tomando como origem o ponto de partida e convencionando y o eixo vertical apontando para cima.

Supondo a resistência do ar desprezível, assinale quais os gráficos consistentes com as medidas:

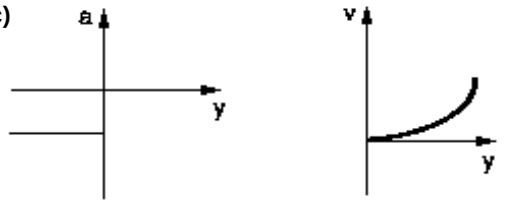
a)



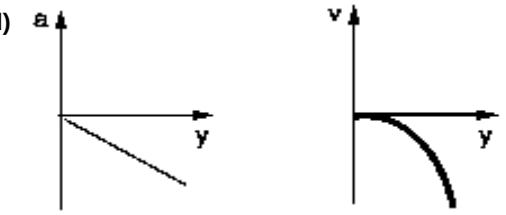
b)



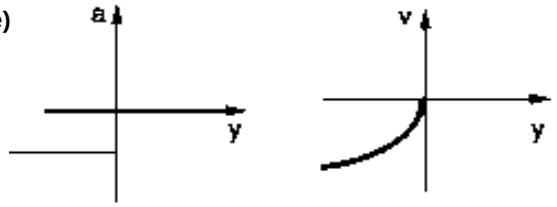
c)



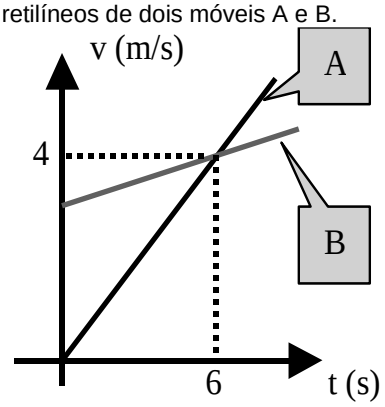
d)



e)

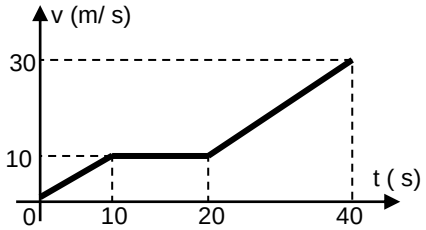


13. O gráfico da velocidade v em função do tempo t representa movimentos retilíneos de dois móveis A e B.



Considerando-se os 8 segundos iniciais de movimento, é correto afirmar que
a) o móvel A tem aceleração menor do que o móvel B.
b) o móvel B percorre maior distância do que o móvel A.
c) o movimento do móvel A é uniforme.
d) os móveis percorrem distâncias iguais.
e) os móveis têm a mesma aceleração.

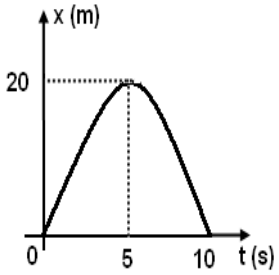
14. (UFSM)



No gráfico, representam-se, em função do tempo, as velocidades de um corpo que se desloca numa trajetória retilínea.

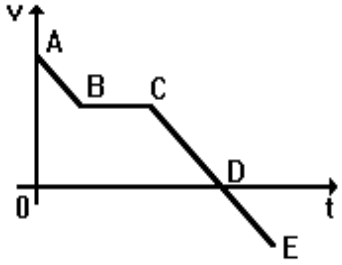
Pode-se, então, afirmar que o módulo da aceleração do corpo
a) aumenta no intervalo de 0s a 10s.
b) é maior no intervalo de 20s a 40s do que no de 0s a 10s.
c) é o mesmo nos intervalos de 0s a 10s e de 20s a 40s.
d) é diferente de zero no intervalo de 10s a 20s.
e) é menor no intervalo de 0s a 10s do que no de 20s a 40s.

15. (FURG) O gráfico abaixo representa a posição em função do tempo, para um certo móvel, que descreve uma trajetória retilínea. A distância percorrida e o módulo do vetor velocidade média, respectivamente, são:



a) zero, zero
b) 20 m, zero
c) 20 m, 2 m/s
d) 40 m, zero
e) 40 m, 4 m/s

16. (MACK-SP) O gráfico da velocidade escalar de um porto material em função do tempo é o da figura:



Pode-se dizer que o movimento é:

a) acelerado durante todo o tempo.
b) retardado nos trechos AB, CD, DE
c) só retardado no trecho AB
d) é retardado nos trechos AB e CD
e) nenhuma das anteriores.

GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1) C	2) D	3) C	4) A	5) C	6) E
7) C	8) C	9) A	10) E	11) B	12) D

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

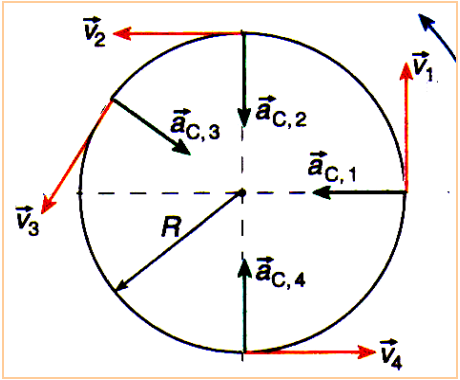
1) A	2) A	3) A	4) A	5) D	6) B	7) D
8)A	9) A	10) D	11) B	12) E	13) B	14) C
15) D	16) D					

MÓDULO 7

7- MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME

7.1- CARACTERÍSTICAS

O movimento de um corpo é circular uniforme quando sua trajetória é circular e o módulo do vetor velocidade é constante e diferente de zero.



– o módulo da velocidade permanece constante $(\vec{a}_t = 0)$
– a direção da velocidade se modifica com o tempo $(\vec{a}_c \neq 0)$

⇩

movimento acelerado

7.2- Velocidade Tangencial: o móvel percorre o arco Δd no intervalo Δt; sua velocidade tangencial terá módulo igual a:

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

7.3- Velocidade Angular (ω)**:** a reta que une o móvel ao centro da trajetória percorre um ângulo $\Delta\varphi$ (radianos), no intervalo do tempo Δt. Sua velocidade angular tem módulo igual a:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

7.4- Período e Freqüência:

a) Período (T): chama-se período, no M.C.U. o tempo gasto pelo móvel para realizar uma volta completa.

$$T = \frac{\Delta t}{\text{Nº Voltas}}$$

b) Freqüência (*f*): é o inverso do período.

$$f = \frac{1}{T}$$ Unidade: $\frac{1}{s} = s^{-1} = Hz$

7.5- Relações Fundamentais: para uma volta completa $\Delta d = 2\pi.R$, $\Delta\varphi = 2\pi\text{rad}$ e $\Delta t = T$, donde:

$$V = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi R.f$$

$$V = \omega.R$$

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi.f$$

7.6- Aceleração Centrípeta: a aceleração centrípeta é constante em módulo mas é variável em direção e sentido.

$$a_c = \frac{V^2}{R} = \omega^2.R$$

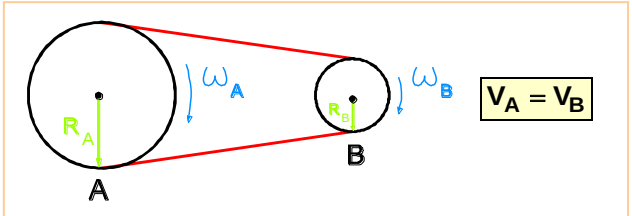
7.7- Equações Horárias:

a) Linear: $x = x_0 + V.t$

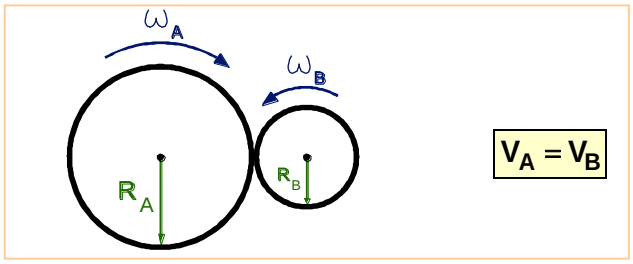
b) Angular: $\varphi = \varphi_0 + \omega.t$

7.8- Acoplamento de polias

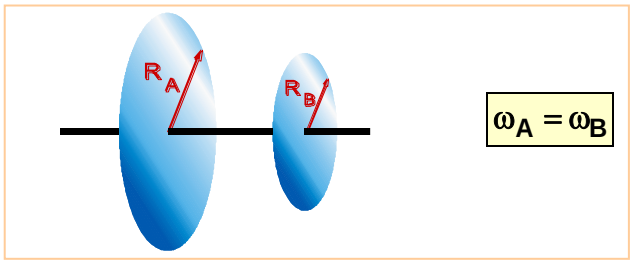
a) Por correia



b) Por contato



c) Coaxial



EXERCÍCIOS DE AULA

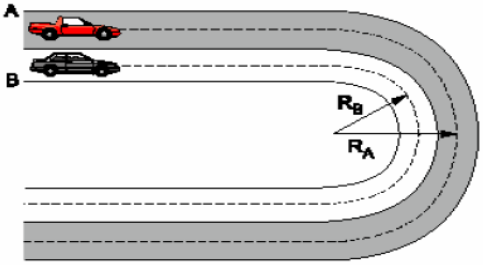
1. Uma partícula em movimento circular uniforme completa 10 voltas em 2 segundos. Determine
a) seu período.
b) sua freqüência.
c) sua velocidade angular.
d) seu deslocamento angular em 1,5 segundos.

2. (MACK) Em um experimento verificamos que certo corpúsculo descreve um movimento circular uniforme de raio 6 m, percorrendo 96 m em 4 s. O período do movimento desse corpúsculo é aproximadamente
a) 0,8 s
b) 1,0 s
c) 1,2 s
d) 1,6 s
e) 2,4 s

3. (UFPB) Um carro de fórmula 1 percorre uma curva circular de 50 m de raio a uma velocidade constante de 180 km/h. Determine quantas vezes a aceleração do carro é maior do que a aceleração da gravidade. (Considere g = 10 m/s^2)

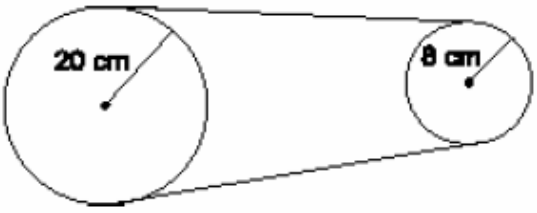
4. (EEUF-RJ) Um automóvel corre a 72 km/h. Suas rodas têm 60 cm de diâmetro. Quantas rotações por minuto elas executam?

5. (FUVEST) Em uma estrada, dois carros, A e B, entram simultaneamente em curvas paralelas, com raios RA e RB. Os velocímetros de ambos os carros indicam, ao longo de todo o trecho curvo, valores constantes v_A e v_B .Se os carros saem das curvas ao mesmo tempo, a relação entre v_A e v_B é



a) $v_A = v_B$
b) $v_A / v_B = R_A / R_B$
c) $v_A / v_B = (R_A / R_B)^2$
d) $v_A / v_B = R_B = R_A$
e) $v_A / v_B = (R_B / R_A)^2$

6. (FATEC) Duas polias, ligadas por uma correia, executam movimentos circulares solidários e seus raios medem 20 cm e 8,0 cm, respectivamente.



Sabendo-se que a polia maior completa 4 voltas a cada segundo, o número de voltas que a menor completará nesse mesmo intervalo de tempo é
a) 0,5
b) 2
c) 5
d) 10
e) 16

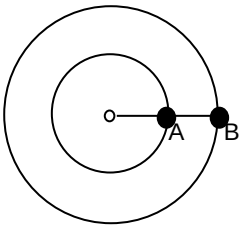
EXERCÍCIOS DE PROPOSTOS

1.(FEI) Uma partícula descreve uma circunferência com movimento uniforme. Pode-se concluir que:
a) sua velocidade vetorial é constante.
b) sua aceleração tangencial é não-nula
c) sua aceleração centrípeta tem módulo constante.
d) sua aceleração vetorial resultante é nula.
e) suas acelerações tangencial e resultante são iguais, em módulo.

2. Em relação à aceleração de um móvel que executa um movimento circular uniforme, pode-se afirmar que
a) é constante em módulo.
b) é variável em módulo.
c) é nula.
d) tem componente tangencial diferente de zero.
e) tem direção constante.

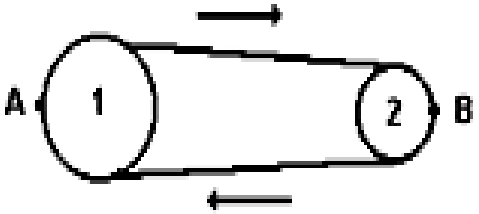
3. (ACAFE) A Terra executa, em relação ao seu eixo de rotação, um movimento circular uniforme de freqüência f_T. O ponteiro das horas de um relógio executa também um movimento circular uniforme de freqüência f_R. A razão entre f_R e f_T, é:
a) 60
b) 1
c) 24
d) 2
e) 3.600

4. (ULBRA) As duas pedras A e B, mostradas na figura, executam um movimento circular e uniforme, presas a uma mesma corda. Referente ao fato, está correto afirmar que:



a) as pedras A e B têm iguais velocidades lineares
b) a pedra A tem velocidade angular menor do que a pedra B
c) as pedras A e B têm iguais velocidades angulares
d) a pedra A tem freqüência menor do que a pedra B.
e) a pedra A percorre a mesma distância que a pedra B.

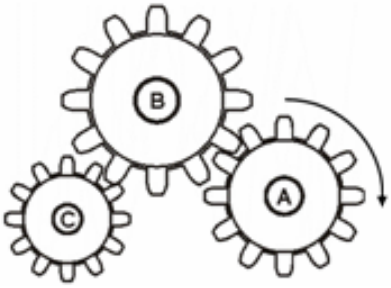
5. (PUC) O movimento de rotação de um eixo é transmitido a outro eixo através de uma correia sobre polias. A figura abaixo representa isso de forma simplificada.



As grandezas velocidade angular w e velocidade tangencial v, referentes às polias 1 e 2, aos pontos A e B, relacionam-se conforme a alternativa
a) $w_1 > w_2$ e $V_A = V_B$
b) $w_1 = w_2$ e $V_A = V_B$
c) $w_1 < w_2$ e $V_A < V_B$
d) $w_1 < w_2$ e $V_A = V_B$
e) $w_1 > w_2$ e $V_A > V_B$

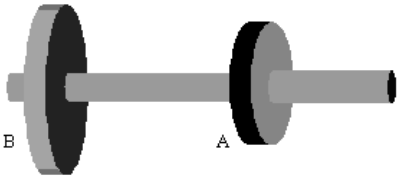
6. (UFPB) Um carro de fórmula 1 percorre uma curva circular de 50m de raio a uma velocidade constante de 180Km/h. Determine quantas vezes a aceleração do carro é maior do que a aceleração da gravidade. (Considere g=10m/s²)
a) 1
b) 2
c) 3
d) 4
e) 5

7. (Unisinos) As rodas dentadas da drenagem mostrada na figura têm os seguintes diâmetros:
$D_A = 20cm$, $D_B = 25cm$ e $D_C = 16cm$.



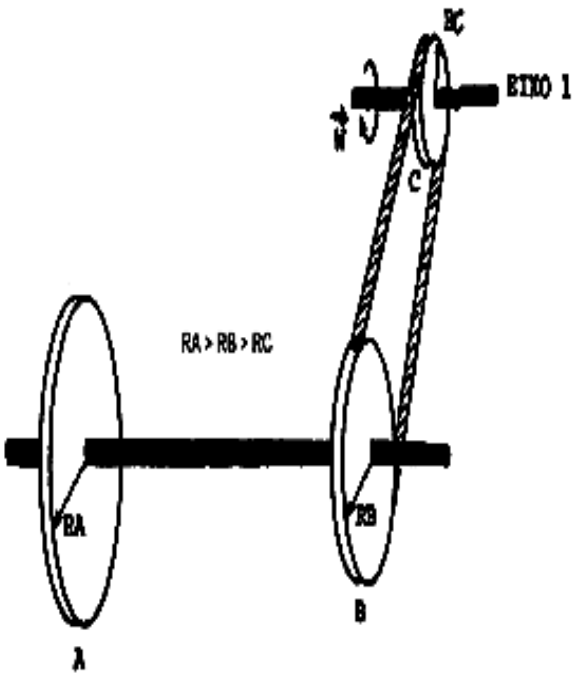
Se a roda A gira, no sentido horário, com freqüência de 100rpm, então a roda C gira no sentido ..... com freqüência de ..... rpm.
a) horário - 80
b) anti-horário - 80
c) horário - 100
d) anti-horário - 125
e) horário – 125

8. Duas polias, A e B, unidas através de um eixo rígido, executam movimento circular uniforme conforme mostra a figura.



Qual é a relação entre as velocidades lineares v_A e v_B dos pontos da periferia das respectivas polias, sabendo-se que o raio da polia A vale a metade do raio da polia B?
a) $v_A = 0{,}5v_B$
b) $v_A = 1{,}0v_B$
c) $v_A = 1{,}5v_B$
d) $v_A = 2{,}0v_B$
e) $v_A = 2{,}5v_B$

9. Um motor aciona o eixo 1, imprimindo a este uma velocidade angular constante de módulo ω . As polias B e C estão ligadas através de uma correia e as polias A e B estão ligadas por um eixo.



Com relação aos sistema, podemos afirmar que as velocidades periféricas tangenciais de módulo v e angulares de módulo ω de cada polia são

a) $v_B > v_C$ $\omega_B = \omega_A$
b) $v_B = v_C$ $\omega_B = \omega_A$
c) $v_B = v_C$ $\omega_B > \omega_A$
d) $v_B < v_C$ $\omega_B > \omega_A$
e) $v_B < v_C$ $\omega_B = \omega_A$

10. (UCSAL) A polia de um motor tem diâmetro 4,0 cm e velocidade angular não determinada. Ela se encontra ligada por meio de uma correia a uma outra polia, de diâmetro 20 cm, cuja freqüência foi medida: 54 rpm (rotações por minuto). A freqüência de rotação da primeira polia é, em rps, (rotações por segundo)
a) 1,5
b) 3,0
c) 4,5
d) 6,0
e) 9,0

11. (UEL) Duas polias de raios R_1 e R_2 estão ligadas entre si por uma correia. Sendo $R_1 = 4R_2$ e sabendo-se que a polia de raio R_2 efetua 60 rpm, a freqüência da polia de raio R_1, em rpm, é
a) 120
b) 60
c) 30
d) 15
e) 7,5

12. (FATEC 01)
Um disco de raio 30 cm gira com freqüência constante de 120r.p.m.. Considere os pontos P e Q desse disco, estando P na periferia e Q a 15 cm do centro. É correto afirmar que
a) a velocidade linear de P é maior que a de Q.
b) a velocidade linear de Q é maior que a de P.
c) a velocidade angular de P é maior que a de Q.
d) a velocidade angular de Q é maior que a de P.
e) as velocidades angulares e lineares de P e Q são iguais.

13. (MACK) Em um experimento verificamos que certo corpúsculo descreve um movimento circular uniforme de raio 6 m, percorrendo 96 m em 4 s. O período do movimento desse corpúsculo é aproximadamente
a) 0,8 s
b) 1,0 s
c) 1,2 s
d) 1,6 s
e) 2,4 s

14. (UEL) Uma partícula executa um movimento uniforme sobre uma circunferência de raio 20 cm. Ela percorre metade da circunferência em 2,0 s. A freqüência, em hertz, e o período do movimento, em segundos, valem, respectivamente,
a) 4,0 e 0,25
b) 2,0 e 0,50
c) 1,0 e 1,0
d) 0,50 e 2,0
e) 0,25 e 4,0

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1. (Fatec-SP) Uma roda gira com freqüência 1200 rpm. A freqüência e o período são respectivamente:
a) 1200 Hz, 0,05 s.
b) 60 Hz, 1 min.
c) 20 Hz, 0,05 s.
d) 20 Hz, 0,5 s.
e) 12 Hz, 0,08 s.

2. Num relógio convencional, enquanto o ponteiro dos segundos descreve um ângulo de 30º, o ponteiro dos minutos descreve um ângulo de:
a) 3600º.
b) 1800º.
c) 1º.
d) 0,5º.
e) 0,05º.

3. (FEI-SP) Em uma bicicleta com roda de 1 m de diâmetro, um ciclista necessita dar uma pedalada para que a roda gire duas voltas. Quantas pedaladas por minuto deve dar o ciclista para manter a bicicleta com uma velocidade constante de 6π km/h?
a) 300.
b) 200.
c) 150.
d) 100.
e) 50.

4. (Mackenzie-SP) Em um experimento verificamos que certo corpúsculo descreve um movimento circular uniforme de raio 6 m, percorrendo 96 m em 4 s. O período do movimento desse corpúsculo é aproximadamente:
a) 0,8 s.
b) 1,0 s.
c) 1,2 s.
d) 1,6 s.
e) 2,4 s.

5. (Uniube-MG) Uma gota de tinta cai a 5 cm do centro de um disco que está girando a 30 rpm. As velocidades angular e linear da mancha provocada pela tinta são, respectivamente, iguais a:
a) π rad / s e 5π cm / s
b) 4π rad / s e 20π cm / s
c) 5π rad / s e 25π cm / s
d) 8π rad / s e 40π cm / s
e) 10π rad / s e 50π cm / s

6. (UFC-CE) Considere um relógio de pulso em que o ponteiro dos segundos tem um comprimento $r_s = 7$ mm, e o ponteiro dos minutos tem um comprimento $r_m = 5$ mm (ambos medidos a partir do eixo central do relógio). Sejam, v_s a velocidade da

extremidade do ponteiro dos segundos, e v_m a velocidade da extremidade do ponteiro dos minutos. A razão v_s/v_m é igual a:
a) 35.
b) 42.
c) 70.
d) 84.
e) 96.

7. (FEI-SP) Um ciclista está pedalando uma bicicleta, cuja roda traseira possui raio r = 0,5 m. Sabe-se que ele está em uma marcha cuja relação é que para cada pedalada completa a roda gira $6/\pi$ voltas. Qual a velocidade da bicicleta quando o ciclista executa 60 pedaladas a cada minuto?
a) $V = 6\pi$ m/s.
b) $V = 3/\pi$ m/s.
c) $V = 3\pi$m/s.
d) V = 3 m/s.
e) V = 6 m/s.

8. (ITA-SP) Uma partícula move-se ao longo de uma circunferência circunscrita em um quadrado de lado L com velocidade angular constante. Na circunferência inscrita nesse mesmo quadrado, outra partícula move-se com a mesma velocidade angular. A razão entre os módulos das respectivas velocidades tangenciais dessas partículas é:
As alternativas d e e estão iguais! Por favor, dizer qual a correta.
a) $\sqrt{2}$
b) $2\sqrt{2}$
c) $\frac{\sqrt{2}}{2}$
d) $\frac{\sqrt{3}}{2}$
e) $\frac{\sqrt{5}}{2}$

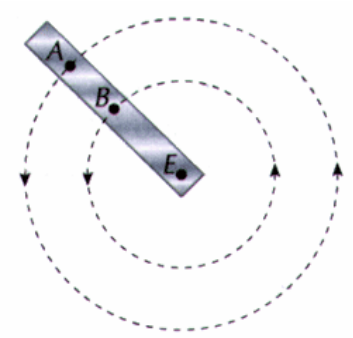
9. Para que um satélite artificial em órbita ao redor da Terra seja visto parado em relação a um observador fixo na Terra é necessário que:
a) sua velocidade angular seja a mesma que a da Terra.
b) sua velocidade escalar seja a mesma que a da Terra.
c) sua órbita não esteja contida no plano do equador.
d) sua órbita esteja contida num plano que contém os pólos da Terra.
e) nenhuma das anteriores é verdadeira.

10. (UEL-PR) Duas crianças estão brincando em um carrossel de um parque de diversões. Uma delas encontra-se sentada nas proximidades da borda e a outra próxima ao centro do carrossel, conforme figura a seguir. Considerado que o carrossel está girando e que as posições da crianças, em relação ao carrossel, são mantidas constantes, é correto afirmar:



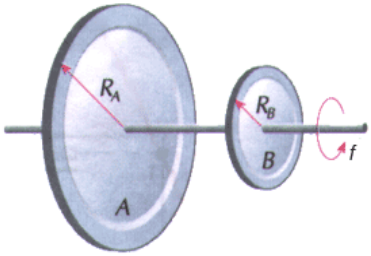
a) Suas velocidades escalares são iguais.
b) Suas velocidades angulares são iguais.
c) Suas velocidades médias são iguais.
d) Suas acelerações tangenciais são iguais.
e) Suas acelerações centrípetas são iguais.

11. (PUC-MG) A figura mostra uma barra que gira com movimento circular e uniforme, em torno de um eixo E. Os pontos A e B giram com velocidades lineares tais que $v_A > v_B$. Em relação às velocidades angulares ω_A e ω_B e aos períodos T_A e T_B, é correto afirmar:



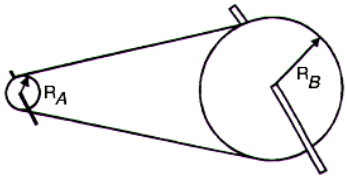
a) $\omega_A > \omega_B$ e $T_A = T_B$
b) $\omega_A < \omega_B$ e $T_A < T_B$
c) $\omega_A = \omega_B$ e $T_A = T_B$
d) $\omega_A > \omega_B$ e $T_A > T_B$
e) $\omega_A = \omega_B$ e $T_A > T_B$

12. (FEI-SP) Duas polias, A e B, rigidamente unidas por um eixo, giram com freqüência f constante, como mostra a figura. Sendo $R_A = 2R_B$, a razão a_A/a_B entre as acelerações dos pontos das periferias das respectivas polias é:



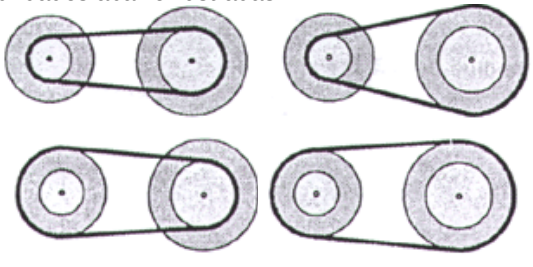
a) 4.
b) 0,25.
c) 1.
d) 0,5.
e) 2.

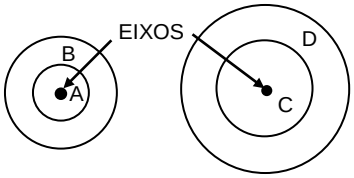
13. (Uniube-MG) Duas engrenagens de uma máquina estão acopladas segundo a figura. A freqüência da engrenagem A é cinco vezes maior que a de B, portanto a relação entre os raios de A e B é:



a) 2.
b) 1.
c) 1/2.
d) 1/4.
e) 1/5.

14. (Mackenzie) Quatro polias, solidárias duas a duas, podem ser acopladas por meio de uma única correia, conforme as possibilidades abaixo ilustradas.





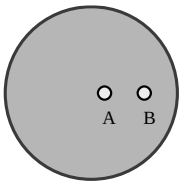
Os raios das polias A, B, C e D são respectivamente, 4,0 cm, 6,0 cm, 8,0 cm e 10 cm. Sabendo que a freqüência do eixo do conjunto CD é 4800 rpm, a maior freqüência obtida para o eixo do conjunto AB, dentre as combinações citadas, é:

a) 400 Hz.
b) 200 Hz.
c) 160 Hz.
d) 133 Hz.
e) 107 Hz.

15. Em relação à aceleração de um móvel que executa um movimento circular uniforme, pode-se afirmar que

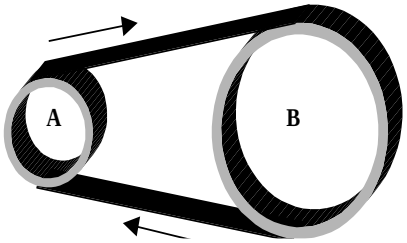
a) é constante em módulo.
b) é variável em módulo.
c) é nula.
d) tem componente tangencial diferente de zero.
e) tem direção constante.

16. Um disco de gravação em que há dois pontos, A e B, está representado na figura.



Ao considerar o disco em movimento de rotação, podemos afirmar que
a) A tem velocidade angular maior que B.
b) A tem velocidade angular menor que B.
c) os dois têm a mesma velocidade linear.
d) os dois têm a mesma velocidade angular.
e) B tem velocidade linear menor que A.

17. Uma polia A de raio R_A = 0,2 m está ligado, através de uma correia, a outra polia B de raio R_B = 0,4 m sem nenhum deslizamento entre as polias e a correia, durante o movimento.



Se o movimento descrito pelas polias A e B for movimento circular uniforme, então a velocidade angular da polia A é numericamente.
a) igual à velocidade angular da polia B.
b) igual à velocidade tangencial da polia A .
c) menor do que a velocidade angular da polia B.
d) maior do que a velocidade angular da polia B.
e) igual à velocidade tangencial da polia B.

18. (UNIFESP) Três corpos estão em repouso em relação ao solo, situados em três cidades: Macapá, localizada na linha do Equador, São Paulo, no trópico de Capricórnio, e Selekhard, na Rússia, localizada no círculo Polar Ártico. Pode- se afirmar que esses três corpos giram em torno do eixo da Terra descrevendo movimentos circulares uniformes, com

a) as mesmas freqüência e velocidade angular, mas o corpo localizado em Macapá tem a maior velocidade tangencial.

b) as mesmas freqüência e velocidade angular, mas o corpo localizado em São Paulo tem a maior velocidade tangencial.
c) as mesmas freqüência e velocidade angular, mas o corpo localizado em Selekhard tem a maior velocidade tangencial.

d) as mesmas freqüência, velocidade angular e velocidade tangencial, em qualquer cidade.

e) freqüência, velocidade angular e velocidade tangencial diferentes entre si, em cada cidade.

19. (MACK) Um menino percorre, de bicicleta, uma pista circular. Sua velocidade escalar é constante e a freqüência do movimento é igual à do ponteiro dos segundos, de um relógio convencional que funciona normalmente. O raio da trajetória descrita é 96 m e o espaço percorrido pelo menino, durante 1,0 minuto, é aproximadamente
a) $1{,}6 \cdot 10^2$ m
b) $6{,}0 \cdot 10^2$ m
c) $9{,}6 \cdot 10^2$ m
d) $1{,}0 \cdot 10^3$ m
e) $3{,}8 \cdot 10^4$ m

20. (UESC)
Denomina-se movimento circular uniforme todo movimento que, além de trajetória circular, apresenta
a) velocidade vetorial constante.
b) velocidade escalar variando linearmente em relação ao tempo.
c) velocidade angular variando quadraticamente em relação ao tempo.
d) aceleração tangencial não nula.
e) aceleração centrípeta de módulo constante e diferente de zero.

GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1) C	2) A	3) D	4) C	5) D	6) E	7) E
8) A	9) B	10) C	11) D	12) A	13) D	14) E

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1) C	2) D	3) E	4) D	5) A	6) D	7) E
8) A	9) A	10)B	11) C	12) E	13) E	14) B
15) A	16)D	17) D	18) A	19) B	20) E	

ANOTAÇÕES