

Lista 1 – Cinemática em 1D, 2D e 3D

1º) Um automóvel viaja em uma estrada retilínea por 40 km a 30 km/h. Em seguida, continuando no mesmo sentido, percorre outros 40 km a 60 km/h. (a) Qual é a velocidade média do carro durante este percurso de 80 km? (Suponha que o carro se move no sentido positivo de x). **R: 40 km/h** (b) Qual é a velocidade escalar média? **R: 40 Km/h** (c) Trace o gráfico de x em função do t e mostre como calcular a velocidade média a partir do gráfico.

2º) A posição de um objeto que se move ao longo de um eixo x é dada por $x = 3t - 4t^2 + t^3$, onde x está em metros e t em segundos. Determine a posição do objeto para os seguintes valores de t: (a) 1s, **R: x(1) = 0 m**, (b) 2s **R: x(2) = -2m** (c) 3s, **R: x(3) = 0 m** (d) 4s. **R: x(4) = 12 m** (e) Qual é o deslocamento do objeto entre t = 0 e t = 4s? **R: x(0 a 4) = 12 m**.

3º) Um elétron com velocidade inicial $v_0 = 1,5 \times 10^5 \text{ m/s}$ penetra em uma região de comprimento $L = 1,00 \text{ cm}$, onde é electricamente acelerado, e sai desta região com $v = 5,70 \times 10^6 \text{ m/s}$. Qual é a aceleração do elétron, supondo que seja constante? **R: a = 1,6 \times 10^{15} \text{ m/s}^2**

4º) Um carro que se move a 56,0 km/h está a 24,0 m de uma barreira quando o motorista aciona os freios. O carro bate na barreira 2,00 s depois. (a) Qual o módulo da aceleração constante do carro antes do choque? **R: a = 3,56 \text{ m/s}^2** (b) Qual é a velocidade do carro no momento do choque? **R: v = 8,43 \text{ m/s}**.

5º) (a) Com que velocidade deve ser lançada uma bola verticalmente a partir do solo para que atinja uma altura máxima de 50 m? **R: v = 31 \text{ m/s}**, (b) Por quanto tempo permanece no ar? **R: t = 6,3 \text{ s}**, (c) Esboce os gráficos de y, v, e a em função de t para a bola. Nos dois primeiros gráficos, indique o instante no qual ela atinge a altura de 50 m.

6º) Quais são (a) a componente x e **R: ax = -2,5 \text{ m/s}^2** (b) a componente y de um vetor \vec{a} do plano xy que faz um ângulo de 250º no sentido anti-horário como o semi-eixo x positivo e tem módulo de 7,3m? **R: ay = - 6,9 \text{ m/s}^2**.

7º) Um pósitron sofre um deslocamento $\Delta \vec{r} = 2,0\hat{i} - 3,0\hat{j} + 6,0\hat{k}$ e termina com o vetor posição $\vec{r} = 3,0\hat{j} - 4,0\hat{k}$, em metros. Qual era o vetor posição inicial do pósitron? **R: \vec{r}_0 = -2,0\hat{i} + 6,0\hat{j} - 10,0\hat{k}**

8º) Uma partícula se move de tal forma que sua posição (em metros) em função do tempo (em segundos) é dada por $\vec{r} = \hat{i} + 4t\hat{j} + t\hat{k}$. Escreva expressões para (a) velocidade e **R: v = 8,0t\hat{j} + \hat{k}** (b) sua aceleração em função do tempo. **R: a = 8,0t\hat{j}**

9º) De uma estação parte um trem A com velocidade constante $VA = 80 \text{ km/h}$. Depois de certo tempo, parte desta mesma estação um outro trem, B com velocidade constante $VB = 100 \text{ km/h}$. Depois de um certo tempo de percurso, o maquinista do trem B verifica que o seu trem se encontra a 3 km de A; a partir desse instante, ele aciona os freios indefinidamente, comunicando ao trem uma aceleração de -50 km/h^2 . O trem A continua no seu movimento anterior. Em que instante ocorre o encontro? **R: t = 12 \text{ minutos}**.

10º) Um móvel efetua um movimento retilíneo uniformemente variado obedecendo à função horária $x = 10 + 10t - 5t^2$, onde o espaço x está em metros e o tempo em segundos. Qual é (a) a expressão da velocidade, **R: v = 10 - 10t**, (b) a velocidade do móvel no instante $t = 4,0 \text{ s}$, **R: v(4) = - 30 \text{ m/s}**, (c) a aceleração do móvel? **R: a = - 10 \text{ m/s}^2**.

11º) Um automóvel viaja a 20 km/h durante o primeiro minuto e a 30 km/h nos dois minutos seguintes. Qual é sua velocidade escalar média durante os três minutos, em unidades do SI. **R: v = 26,66 \text{ Km/h}**.

12º) Um caminhão de 10 m de comprimento atravessa uma ponte de 70 m, mantendo velocidade constante de 72 km/h. Determine quanto tempo o caminhão gasta para atravessar a ponte. **R: t = 4 s**.

13º) Dois móveis A e B percorrem uma trajetória retilínea conforme as equações horárias $x_A = 30 + 20t$ e $x_B = 90 + 10t$, sendo a posição x em metros e o tempo em segundos.

- No instante $t = 0\text{s}$, qual a distância entre os móveis? **R: x_A(0) = 30 \text{ m}** e **x_B(0) = 90 \text{ m}**
- Qual o instante de encontro dos dois móveis? **R: t = 6 \text{ s}**

14º) Uma partícula tem seu espaço x variando com o tempo t segundo a função $x = 400 - 20t + 0,5t^2$ as unidades estão no SI. Assinale qual alternativa é verdadeira ou falsa justificando sua escolha.

- a aceleração é $1,0 \text{ m/s}^2$ e o movimento é acelerado no intervalo de $t = 0$ a $t = 3\text{s}$.
R: (F) a = 1m/s² de 0 a 3s movimento retardado pois a>0 e V<0.
- a aceleração é $0,5 \text{ m/s}^2$ e o movimento é acelerado no intervalo de $t = 0$ a $t = 3\text{s}$.
R: (F) a = 1m/s² e não 0,5 m/s²

- c) a aceleração é $0,5 \text{ m/s}^2$ e o movimento é retardado no intervalo de $t = 0$ a $t = 3\text{s}$.
 R: (F) $a = 1\text{m/s}^2$ e não $0,5 \text{ m/s}$.
- d) a partícula inverte o sentido de movimento no instante $t = 15\text{s}$.
 R: (F) a partícula inverte o sentido em $t = 20\text{s}$.
- e) o movimento se torna uniforme a partir do instante $t = 15\text{s}$.
 R: (F) o movimento tem aceleração, portanto não é uniforme em instante algum.

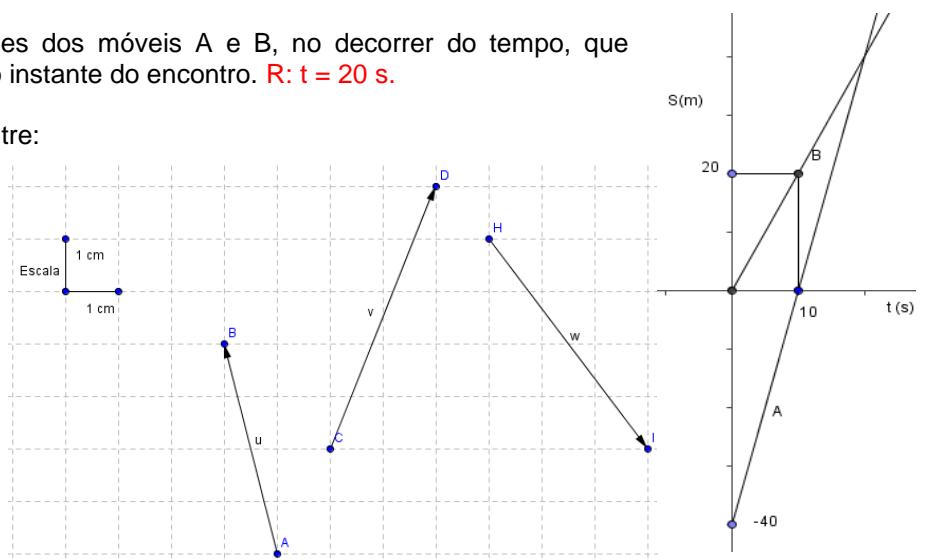
15º A velocidade de um móvel é dada pela função $v = 30 - 0,6t$ (v em metros por segundo e t , em segundos). No instante $t = 0\text{s}$, móvel encontra-se na origem dos espaços. Qual o espaço da posição de retorno no SI. R: $x = 750 \text{ m}$.

16º Um móvel percorre uma trajetória retilínea, em relação a um dado sistema de referência, com movimento retilíneo uniformemente variado. Ao passar pelo ponto A, sua velocidade é de 2 m/s e, no ponto B, sua velocidade é de 6 m/s . Sabendo-se que a distância BC é dobro de AB. Qual é a velocidade do móvel no ponto C? R: $v = 10 \text{ m/s}$.

17º O diagrama ao lado indica as posições dos móveis A e B, no decorrer do tempo, que caminham sobre a mesma reta. Determine o instante do encontro. R: $t = 20 \text{ s}$.

18º Dado os vetores da figura abaixo encontre:

- a) A soma dos vetores (u e v) pelo método do paralelogramo;
 R: $|R| = 9 \text{ cm}$
- a) A soma dos três vetores pela regra do polígono; R: $|R| = 6,4 \text{ cm}$
- b) A soma dos três vetores pela regra das projeções; R: $|R| = 6,4 \text{ cm}$
- b) O vetor produto para (u) com $K = -3$; R: $|Pu| = -12,36 \text{ cm}$, para (v) com $k = 0,5$ $|Pv| = 2,7 \text{ cm}$ e para (w) $k = 2$, $|Pw| = 10 \text{ cm}$.



19º Um móvel se desloca segundo a equação $x = (2t - 2)^2$, sendo x o deslocamento em metros e t o tempo em segundos. Nessas condições qual é a aceleração para $t = 1\text{s}$ e para $t = 5\text{s}$? Qual a diferença entre as acelerações para os dois tempos? R: $a(1) = a(5) = 8 \text{ m/s}^2$.

20º Um ponto material em movimento retilíneo está sujeito a uma desaceleração proporcional a sua velocidade, de tal modo que a sua aceleração é dada por $a = -3v$, em unidades do SI. No instante inicial, $v_0 = 60 \text{ m/s}$. Determine o tempo necessário para a partícula reduzir sua velocidade inicial a 1% do seu valor. R: $t = 1,5 \text{ s}$.

21º Qual o ângulo entre os vetores $\vec{a} = 2,0\hat{i} + 4,0\hat{j} + 3,0\hat{k}$ e $\vec{b} = 5,0\hat{i} + 1,0\hat{j} + 6,0\hat{k}$. R: $\theta = 41^\circ$.

22º Uma partícula descreve uma trajetória retilínea sujeita a uma aceleração $a(t) = k_1 - k_2t$ no (SI), onde k_1 e k_2 são constantes. Sabendo que no instante inicial a partícula se encontra em repouso na origem do referencial, e que nos instantes $t = 1\text{s}$ e $t = 2\text{s}$ as velocidades são respectivamente $v(t = 1\text{s}) = 0 \text{ m/s}$ e $v(t = 2\text{s}) = -2 \text{ m/s}$, determine:

- a) As constantes e suas respectivas unidades; R: $k_1 = 1 \text{ m/s}^2$ e $k_2 = 2 \text{ m/s}^2$.
- b) A equação da velocidade e a equação das posições; R: $v(t) = k_1t - k_2 \frac{t^2}{2}$, $x(t) = \frac{t^2}{2} + \frac{t^3}{3}$.
- c) A distância total percorrida ao fim dos 4s . R: $x(4) = 13,6 \text{ m}$.

23º Um automóvel viaja do ponto A até o ponto B a 20 km/h durante o primeiro minuto e de B até C a 80 km/h nos três minutos seguintes. Qual a sua velocidade escalar média durante os quatro minutos? Se este automóvel retornasse ao ponto B levando 30 s para manobrar em C, desprezando os pequenos deslocamentos da manobra e sabendo que o percurso CB foi realizado em 2 minutos . Qual seria a sua velocidade média em CB? e qual a sua velocidade escalar média em todo percurso? R: $vméd = 65 \text{ km/h}$, $vmCB = 120 \text{ km/h}$ e $vmédABC = 76,9 \text{ km/h}$.

24º A posição de uma partícula que se move em um eixo x é dada por $x = 2 - 15t + 2t^2$. Com x em metros, t em segundos. (a) Como a posição x depende do tempo t, a partícula deve estar em movimento. Determine a função velocidade $v(t)$ e a função aceleração $a(t)$ da partícula. R: $v(t) = -15 + 4t$ e $a(t) = 4 \text{ m/s}^2$, (b) Existe algum instante para o qual $v=0$? R: $t = 3,75 \text{ s}$.

25º A aceleração de um corpo em movimento retilíneo é diretamente proporcional ao tempo e representada por $a = kt^2$, onde k é uma constante. Para $t = 0\text{s}$, a velocidade do corpo é de -10 m/s . Sabendo que a velocidade e a coordenada da posição são nulas no tempo de 2s . Determine (a) as equações da aceleração, velocidade e posição do corpo.

R: $a(t) = \frac{15}{4}t^2$, $v(t) = -10 + \frac{5}{4}t^3$ e $x(t) = -10t + \frac{5}{16}t^4 + 15$

(b) a aceleração, velocidade e posição do corpo no tempo de 2s . R: $a(2) = 15 \text{ m/s}^2$, $v(2) = 0 \text{ m/s}$ e $x(2) = 0 \text{ m/s}^2$.

26º) De uma torre de transmissão, uma ferramenta é deixada cair e chega ao solo com uma velocidade de 30 m/s. (a) de que altura um técnico a deixou cair? R: $y = 46$ m, (b) Quanto tempo durou a queda? R: $t = 3$ s, (c) Esboce os gráficos de $y, v, e g$ em função de t para a ferramenta.

27º) A aceleração de um corpo em movimento retilíneo é diretamente proporcional ao tempo e representada por $a = 2kt$, onde k é uma constante. Para $t = 0$ s, a velocidade do corpo é de -3 m/s. Sabendo que a velocidade e a coordenada da posição são nulas no tempo de 5 s. Determine (a) as equações da aceleração, velocidade e posição do corpo, R: $a(t) = \frac{6}{25}t$, $v(t) = 3 + \frac{3}{25}t^2$ e $x(t) = 3t + \frac{1}{25}t^3 - 20$. (b) o módulo da aceleração, velocidade e posição do corpo no tempo de 2 s. R: $a(2) = 0,48$ m/s², $v(2) = 3,48$ m/s e $x(2) = -13,62$ m.

28º) A aceleração de um corpo em movimento retilíneo é diretamente proporcional ao tempo e representada por $a = 3kt^2$, onde k é uma constante. Para $t = 0$ s, a velocidade do corpo é de -16 m/s. Sabendo que a velocidade e a coordenada da posição são nulas no tempo de 7 s. Determine (a) as equações da aceleração, velocidade e posição do corpo, R: $a(t) = \frac{48}{343}t^2$, $v(t) = -16 + \frac{16}{343}t^3$ e $x(t) = -16t + \frac{4}{343}t^4 + 84$.

b) o módulo da aceleração, velocidade e posição do corpo no tempo de 3 s. R: $a(3) = 1,26$ m/s², $v(3) = -14,74$ m/s e $x(3) = 36,94$ m.

29º) Uma bola é lançada de baixo para cima de uma altura de 25 m em relação ao solo, com velocidade de 20 m/s. Calcule:

- a) O tempo de subida; R: $t = 2,04$ s.
- b) A altura máxima em relação ao solo; R: $y = 45,5$ m.
- c) O tempo gasto para atingir o solo; R: $t = 5,08$ s.
- d) O tempo gasto ao passar pela posição 35 m durante a descida. R: $t = 3,5$ s.

30º) Uma partícula se desloca em linha reta sob uma aceleração dada por $a = 2t^2 - 4t$, onde t está em segundos e aceleração em m/s². Para $t = 0$ s, a velocidade do corpo é de 10 m/s e a posição a posição é 5 m. Determine (a) as equações da velocidade e da posição do corpo, R: $v(t) = 10 - 2t^2 + \frac{2}{3}t^3$ e $x(t) = 5 + 10t - \frac{2}{3}t^3 + \frac{1}{3}t^4$, (b) o módulo da aceleração, velocidade e posição do corpo no tempo de 3 s. R: $a(3) = 6$ m/s², $v(3) = -26$ m/s e $x(3) = 44$ m.

31º) Considere um movimento retilíneo em que é válida a aceleração $a = kx$ (m/s²) sendo k uma constante e x o deslocamento. Sabe-se que na posição $x = 0$ m, a velocidade é $v_A = 8$ m/s, e que na posição $x = 2$ m a velocidade $v_B = 0$ m/s. Com base nestes dados determine: (a) A constante K ; R: $K = -16$, (b) A aceleração e a velocidade para a posição $x_C = 1,5$ m; R: $a = -24$ m/s² e $v = 5,3$ m/s.

32º) Partindo dos conceitos de velocidade e aceleração, onde $v = \frac{dx}{dt}$ e $a = \frac{dv}{dt}$, e considerando que o tempo inicial é zero, prove que: a) no movimento uniforme a função das posições em relação ao tempo é dada por: $x = x_0 + vt$, b) no movimento variado as expressões da velocidade e posição em relação ao tempo são $v = v_0 + at$ e $x = x_0 + v_0t + \frac{a}{2}t^2$. c) Usando as duas últimas expressões encontre a expressão da velocidade em função das posições. **Deduzidas em aula.**

33º) Um pósitron sofre um deslocamento $\Delta\vec{r} = 2,0\hat{i} - 3,0\hat{j} + 6,0\hat{k}$ e termina com o vetor posição $\vec{r} = 3,0\hat{j} - 4,0\hat{k}$, em metros. Qual era o vetor posição inicial do pósitron? R: $-2\hat{i} + 6\hat{j} - 10\hat{k}$.

34º) Uma partícula se move de tal forma que sua posição (em metros) em função do tempo (em segundos) é dada por $\vec{r} = \hat{i} + 4t^2\hat{j} + t\hat{k}$. Escreva expressões para (a) velocidade e (b) sua aceleração em função do tempo. R: $\vec{v} = 8t\hat{j} + \hat{k}$, $\vec{a} = 8\hat{j}$.

35º) Um ponto material em MCU, numa circunferência horizontal, completa uma volta a cada 25 s. Sabendo-se que o raio da circunferência é 12 cm.

Calcule:

- a) o período e a frequência; R = 25 s e 0,04 Hz.
- b) a velocidade angular; R = 0,25 rad/s.
- c) a velocidade escalar; R = 0,03 m/s.
- d) o módulo da aceleração centrípeta. R = 0,0075 m/s².

36º) Um objeto inicia seu movimento, a partir do repouso, deslocando-se em trajetória circular de raio 45 m. A aceleração tangencial em relação à Terra tem módulo de 3 m/s². Após 30 s, pede-se:

- a) Velocidade Tangencial; R = 90 m/s.
- b) Aceleração angular; R = 0,06 rad/s.
- c) Velocidade angular; R = 2 rad/s.
- d) Deslocamento escalar; R = 1350 m.
- e) Deslocamento angular; R = 30 rad.
- f) Aceleração centrípeta; R = 180 m/s².

37º) Uma partícula descreve um movimento circular. No instante $t_1 = 4$ s a sua posição $s_1 = 4$ m, e no instante $t_2 = 8$ s a sua nova posição é $s_2 = 16$ m. O raio da circunferência é de 10 m. Determine:

- a) o deslocamento angular da partícula entre os instantes 4s e 8s; $R = 1,2 \text{ rad}$.
b) a velocidade angular média neste mesmo intervalo de tempo. $R = 0,3 \text{ rad/s}$.

38º) Uma roda de diâmetro $D=0,50\text{m}$ gira em torno de seu eixo em movimento de rotação uniforme, completando $n=5,0$ voltas em $t=2,0\text{s}$. Determine:

- a) a velocidade angular da roda; $R = 15,7 \text{ rad/s}$.
b) a velocidade de um ponto da periferia. $R = 3,92 \text{ m/s}$.

39º) Uma partícula executa um movimento circular uniforme de raio $R=1\text{m}$ com aceleração $0,25\text{m/s}^2$. Determine:

- a) a velocidade angular; $R = 0,5 \text{ rad/s}$.
b) o período e a frequência; $R = 0,08 \text{ Hz}$.
c) a velocidade escalar. $R = 0,5 \text{ m/s}$.

40º) Um barco atravessa um rio de margens paralelas, de largura $d = 4 \text{ Km}$. Devido à correnteza que tem velocidade 5 km/h , o componente da velocidade do barco ao longo das margens é $v_b = 3 \text{ km/h}$.

- a) A velocidade do barco em relação a margem quando ele sobe o rio? $R = -2 \text{ km/h}$.
b) A velocidade do barco em relação a margem quando ele desce o rio? $R = 8 \text{ km/h}$.
c) A velocidade do barco em relação margem quando o barco está atravessando perpendicular a margem? $R = 6 \text{ km/h}$.
d) Qual o tempo da travessia do barco se não existisse a correnteza? $R = 1,3 \text{ h}$.
e) Qual a distância percorrida paralela a margem? $R = 6,66 \text{ km}$.
f) Qual distância total percorrida pelo barco? $R = 7,77 \text{ km}$.
g) Qual o tempo da travessia do barco com a correnteza? $R = 1,3 \text{ h}$.

41º) Um trem viaja para o sul a 30 m/s (em relação ao solo) em meio a uma chuva que é soprada para o sul pelo vento. As trajetórias das gotas de chuva fazem um ângulo de 70° com a vertical quando medidas por um observador estacionário no solo. Um observador estacionário no trem, entretanto, vê as gotas caírem exatamente na vertical. Determine a velocidade escalar das gotas de chuva em relação ao solo. $R = 32 \text{ m/s}$.

42º) Um projétil é lançado do solo para cima segundo um ângulo de 20° com a horizontal, com velocidade de 10 m/s . Calcule:

- a) O tempo que o corpo leva para atingir a altura máxima; $R = 0,35 \text{ s}$.
b) A altura máxima; $R = 0,6 \text{ m}$.
c) As coordenadas do projétil no instante 1s ; $R = x = 9,4 \text{ m} \text{ e } y = -1,5 \text{ m}$.
d) O tempo gasto para atingir o solo; $R = 0,70 \text{ s}$.
e) O alcance; $R = 6,56 \text{ m}$.

43º) Um corpo é lançado horizontalmente do alto de uma plataforma de 180 m de altura em relação ao solo, com velocidade inicial de 40 m/s . Determine:

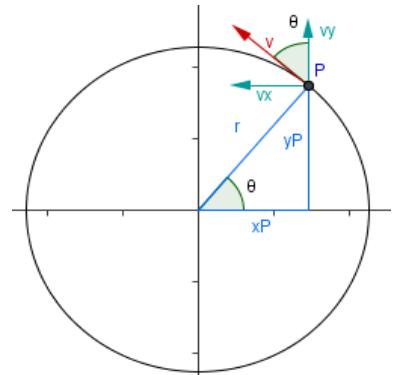
- a) O tempo gasto para atingir o solo; $R = 6,06 \text{ s}$.
b) Suas coordenadas no instante 3s ; $R = 135,9 \text{ m}$.
c) Sua velocidade no instante 2s ; $R = 44,5 \text{ m/s}$.
d) O alcance; $R = 242,4 \text{ m}$.

44º) Um rebatedor golpeia uma bola quando o centro da bola está a $1,22 \text{ m}$ acima do solo. A bola deixa o taco do rebatedor fazendo um ângulo de 45° com o solo. Nesse lançamento a bola tem um alcance horizontal (distância até voltar à altura de lançamento de 107 m). (a) A bola conseguirá passar por um alambrado de $7,32 \text{ m}$ de altura que está a uma distância horizontal de $97,5 \text{ m}$ do ponto de lançamento? (b) Qual é a distância entre o alto do alambrado e o centro da bola quando a mesma chega ao alambrado? $R = \text{a) Sim. b) } 2,5 \text{ m}$.

45º) Um menino faz uma pedra descrever uma circunferência horizontal girando no sentido anti-horário, com $1,5 \text{ m}$ de raio $2,0 \text{ m}$ acima do solo. A corda se parte e a pedra é arremessada horizontalmente, saindo pela parte inferior da circunferência, chegando ao solo depois de percorrer uma distância horizontal de 10 m . Qual era a aceleração centrípeta da pedra durante o movimento circular? $R = 162 \text{ m/s}^2$.

46º) O diagrama ao lado mostra uma partícula P , que realiza um movimento circular com velocidade tangencial (v) de módulo constante. Mostre que devido as variações de direção e sentido da velocidade tangencial, surge uma aceleração de direção radial chamada de aceleração centrípeta cujo módulo é dado por: $a_{cp} = \frac{v^2}{R}$.

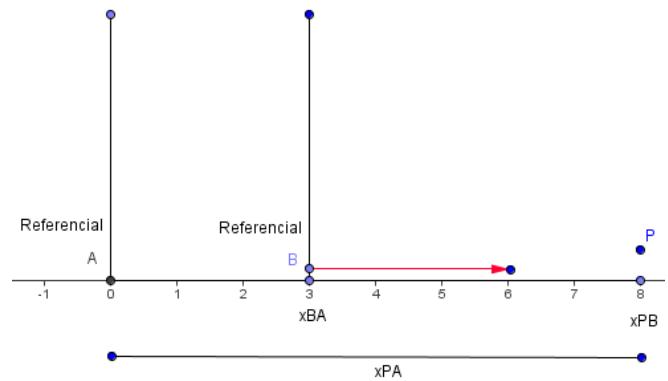
$R = \text{Deduzida em aula.}$



47º) A figura ao lado refere-se ao deslocamento de duas partículas (P e B) com referencial relativo aos seus deslocamentos. Sabendo que a velocidade de B em relação à A é constante, mostre que:

- a) $x_{PA} = x_{PB} + x_{BA}$
- b) $v_{PA} = v_{PB} + v_{BA}$
- c) $a_{PA} = a_{PB}$

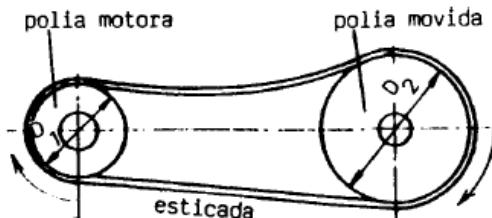
R = Deduzida em aula.



48º) Mostre que o alcance horizontal para o movimento oblíquo é dado por: $R = \frac{v_0}{g} (\operatorname{sen} 2\theta_0)$.

R = Deduzida em aula.

49º) Mostre que num movimento circular composto por um sistema de duas polias como na figura abaixo, a relação entre seus diâmetros e frequência é dado por: $\frac{D_1}{D_2} = \frac{n_2}{n_1}$. Onde n é a frequência em rotações por minuto (RPM) e D é o diâmetro. Vale lembrar que: como as duas polias estão ligadas por uma correia, então as velocidades periféricas nas duas polias são a mesma.



R = Dica para demonstração: Partir do conceito de frequência convertendo o período em minutos, depois tome a equação da área de uma circunferência, faça sua derivada (perímetro do círculo) e apliquem na equação da velocidade.