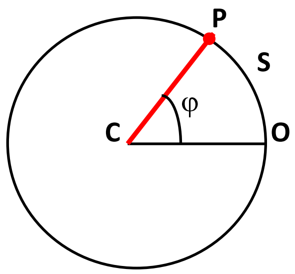
CINEMÁTICA ANGULAR

Para a Mecânica clássica, o estudo dos movimentos circulares é de grande importância. Movimentos circular é aquele em que o móvel se desloca numa trajetória circular dependendo para isso, da aplicação de uma força que mude a direção do vetor velocidade (força resultante centrípeta), força essa aplicada para o centro da trajetória.
Esta força é responsável pela chamada aceleração centrípeta, que como vimos, tem a função de variar a direção do movimento. Porém, como foi visto em cinemática vetorial, nos movimentos curvilíneos variados e uniformemente variados, pode existir ainda a aceleração tangencial,cuja função é variar o módulo da velocidade.
Sendo assim, os movimentos circulares classificam-se, de acordo com a ausência ou a presença de aceleração tangencial, em movimento circular uniforme (MCU), movimento circular uniformemente variado (MCUV) e movimento circular variado (MCV).
Para que possamos estudar estes movimentos, se torna necessário a introdução de grandezas angulares tais como o deslocamento angular(φ), a velocidade angular(ω) , a aceleração(α) angular e a aceleração centrípeta(a_c), bem como a definição de período e freqüência do movimento.
Vamos reparar que tais grandezas são análogas as já definidas para o movimento retilíneo visto em cinemática escalar.

1-Espaço angular (φ)



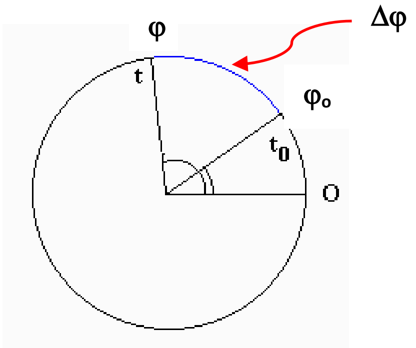
Na figura acima, no instante inicial t, o móvel se encontra no ponto P. Sua posição angular é dada pelo ângulo φ, que faz o ponto P com o centro da circunferência C e a origem de ângulos CO. Chama-se então espaço angular o espaço do arco formado, quando um móvel encontra-se a uma abertura de ângulo φ qualquer em relação ao ponto denominado origem.

Relação entre espaço linear e espaço angular.

Matematicamente podemos facilmente demonstrar que o ângulo φ, é determinado pelo quociente entre o comprimento do arco *s* e o raio da circunferência *r*, $\boldsymbol{\varphi = s/r}$.
A unidade que será utilizada para o espaço angular será o radiano (rad), e desta definição é possível obter a relação 2π rad = 360 °.

2-Deslocamento angular (Δϕ)

O deslocamento angular (indicado por $\Delta\varphi$) se define de modo similar ao deslocamento linear ou seja, temos um deslocamento angular se calcularmos a diferença entre a posição angular final e a posição angular inicial: $\Delta\varphi=\varphi - \varphi_o$



Relação entre deslocamento linear e deslocamento angular

Pelo mesmo raciocínio que definimos a relação entre espaço linear e espaço angular, podemos mostrar que:

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta S}{R}$$

Por convenção temos:
No sentido anti-horário o deslocamento angular é positivo.
No sentido horário o deslocamento angular é negativo.

3-Velocidade angular média (ω_m)

Análogo à velocidade linear, podemos definir a velocidade angula média, como a razão entre o deslocamento angular e o intervalo de tempo do movimento

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

Sua unidade no Sistema Internacional é: **rad/s**

Relação entre velocidade linear média e velocidade angular média.

Na cinemática escalar vimos que $v_m = \Delta S/\Delta t$. como $\omega_m = \Delta\varphi /\Delta t$ e sendo $\Delta\varphi = \Delta S / R$,podemos demonstrar que :

$$\omega m = \frac{v_m}{R}$$

Também é possível definir a velocidade angular instantânea como o limite da velocidade angular média quando o intervalo de tempo tender a zero:

$$\omega = \lim_{\Delta t \to 0} \omega_m$$

4-Aceleração angular média (α_m)

Da mesma forma utilizada para a velocidade angular, definimos aceleração_angular_média como:

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

Cuja unidade no SI é o rad/s^2

Relação entre aceleração média e aceleração angular média

Podemos demonstrar que $\alpha_m = a_m/R$

De uma forma geral, toda grandeza linear corresponde a sua respectiva angular multiplicada pelo raio, então temos a relação geral:

L = A .R

Onde:

L = linear

A = angular

R = raio

Então:

Linear		**Angular**
S	**=**	**φR**
v	**=**	**ωR**
a	**=**	**αR**

Como fica evidente pelas conversões, esses valores angulares nada mais são do que maneiras de se expressar as propriedades lineares de forma conveniente ao movimento circular. Uma vez quer a direção dos vetores deslocamento, velocidade e aceleração modifica-se a cada instante, é mais fácil trabalhar com ângulos. Tal não é o caso da aceleração centrípeta, que não encontra nenhum correspondente no movimento linear.

Surge como já foi mencionado, a necessidade de uma força que produza essa aceleração centrípeta, força que é chamada analogamente de força centrípeta, dirigida também ao centro da trajetória. A força centrípeta é aquela que mantém o objeto em movimento circular, provocando a constante mudança da direção do vetor velocidade.

Como vimos em cinemática vetorial, a aceleração centrípeta é dada por $a_c = v^2/R$ como temos que $v = \omega.R$, podemos deduzir uma equação que permita determinar a aceleração centrípeta em função da velocidade angular.

$$a_{cp} = \omega^2.R$$

Período e Frequência

Período (T)
Intervalo de tempo mínimo para que um fenômeno cíclico se repita. No caso do movimento circular, é o tempo gasto para efetuar uma volta.
Sua unidade é a unidade de tempo (segundo, minuto, hora...)

Frequência(f)
Indica o número de vezes que um fenômeno se repete em certo intervalo de tempo.
No caso dos movimentos circulares, indica o número de voltas realizadas.
Sua unidade mais comum é Hertz (1Hz=1/s) sendo também encontradas kHz, MHz e RPM.

Freqüência

$$f = \frac{n}{\Delta t}$$

n é o número de voltas

Conversão de RPM para Hz
Consiste em transformar de voltas por minuto para voltas por segundo.Sendo assim temos ;
RPM= Hz /60

Relação entre freqüência e período
A frequência é o inverso do período.

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

Movimento Circular Uniforme (MCU)

Um corpo está em Movimento Curvilíneo Uniforme quando percorrer uma trajetória circular com velocidade de módulo constante. Embora o módulo da velocidade ser constante, ela sofre mudança de direção e sentido, logo existe uma aceleração centrípeta , que como vimos não influencia no módulo da velocidade.
No cotidiano, observamos muitos exemplos de MCU, como uma roda gigante, um carrossel ou as pás de um ventilador girando.
Sabendo que $S = \varphi.R$ e que $v = \omega.r$, pode-se converter a função horária do espaço linear para o espaço angular.
$S = S_o + v.t$. Dividindo a equação pelo raio R:

$$\frac{S}{R} = \frac{S_o}{R} + \frac{v.t}{R}$$

Então ficamos com:
$\varphi = \varphi o + \omega t$
Que é a equação angular para a posição no MCU.

Relação entre v, ω, f e T
Como sabemos , $v = d / t$.
Para uma volta, concluímos que $d = 2\pi R$ e $t = T$(período)
Então ficamos com: $v = 2\pi R/T$ e como $T = 1/f$, $v = 2\pi Rf$.
Já que $v = \omega.R$, $\omega = 2\pi/T$ e $\omega = 2\pi f$

Movimento Circular Uniformemente Variado (MCUV)

Quando um corpo percorre uma trajetória circular variando o módulo da sua velocidade sofre mudança na sua velocidade angular,de forma que ele possui uma aceleração angular (α).
As formas angulares das equações do Movimento Curvilíneo Uniformemente Variado são obtidas quando dividimos as equações do MRUV pelo raio R da trajetória .
Sendo assim ficamos com;

a) Função horária das posições

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2}\cdot a t^2 \Rightarrow \varphi = \varphi_0 + \omega_0 \cdot t + \frac{1}{2}\alpha \cdot t^2$$

b) Função horária da velocidade

$$v = v_0 + at \Rightarrow \omega = \omega_0 + \alpha \cdot t$$

c) Equação de Torricelli

$$v^2 = {v_0}^2 + 2a\Delta s \Rightarrow \omega^2 = {\omega_0}^2 + 2\alpha \cdot \Delta\varphi$$

Exercício resolvido

1-Um volante circular como raio 0,4 metros gira, partindo do repouso, com aceleração angular igual a 2rad/s².
(a) Qual será a sua velocidade angular depois de 10 segundos?
(b) Qual será o ângulo descrito neste tempo?
(c) Qual será o vetor aceleração resultante?

Solução

(a) Pela função horária da velocidade angular:

$$\omega = \omega_0 + \alpha \cdot t$$
$$\omega = 0 + 2 \cdot 10$$
$$\omega = 20 rad/s$$

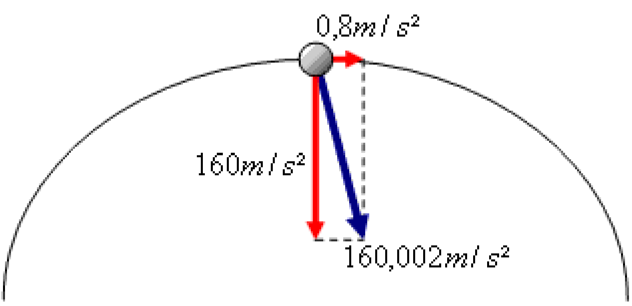
(b) Pela função horária do deslocamento angular:

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 \cdot t + \frac{1}{2}\alpha \cdot t^2$$
$$\varphi = 0 + 0 + \frac{1}{2}\cdot 2 \cdot 10^2$$
$$\varphi = 100 rad$$

(c) Pelas relações estabelecidas de aceleração tangencial e centrípeta:

$$|\vec{a}_t| = \alpha R$$
$$|\vec{a}_t| = 2 \cdot 0{,}4 = 0{,}8 m/s^2$$
$$|\vec{a}_{cp}| = \omega^2 R$$
$$|\vec{a}_{cp}| = (20)^2 \cdot 0{,}4$$
$$|\vec{a}_{cp}| = 400 \cdot 0{,}4 = 160 m/s^2$$

$$|\vec{a}_r| = \sqrt{(0{,}8)^2 + (160)^2} =$$
$$|\vec{a}_r| = \sqrt{25600{,}64} = 160{,}002 m/s^2$$

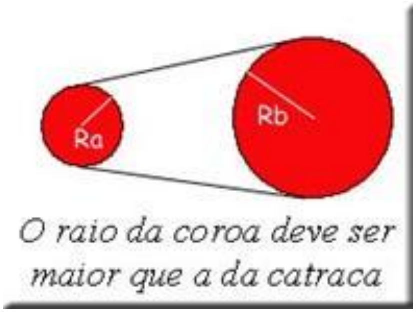


Fonte do exercício: http://www.sofisica.com.br

Transmissão de movimento circular

Muitos mecanismos utilizam a transmissão de um cilindro ou anel em movimento circular uniforme para outro cilindro ou anel. É o caso típico de engrenagens e correias acopladas as polias.

Para entendermos estes movimentos, vamos usar como exemplo a bicicleta. Quando se pedala uma bicicleta, executa-se um movimento circular em uma roda dentada (coroa) através dos pedais. Esse movimento é transmitindo através de uma corrente para outra roda dentada de menor raio, a catraca, que está ligada à roda traseira da bicicleta. É fácil observar que a bicicleta se move com uma velocidade maior que aquela com que se está pedalando, e isso se dá,devido à diferença dos raios entre a coroa e a catraca.



Na transmissão de movimento circular apresentada, a velocidade linear é a mesma para a coroa e a catraca $V_A = V_B$.

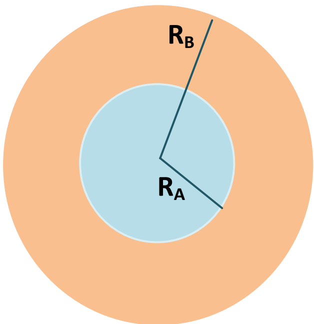
Como $V = 2\pi Rf$,então:

$2\pi R_A f_A = 2\pi R_B f_B$ e por isso vale a seguinte relação entre raios e freqüência de rotação.

$\mathbf{R_A f_A = R_B f_B}$

Como $v = \omega.R$, podemos ainda concluir que a polia menor tem maior velocidade angular, já que gira mais vezes para o mesmo intervalo de tempo.

Outro caso de transmissão de movimentos importante é o de polias concêntricas.



Como giram juntas, possuem a mesma velocidade angular porém,sendo $v = \omega R$, a polia maior tem maior velocidade linear

LEITURA COMPLEMENTAR

Como funciona a bicicleta?

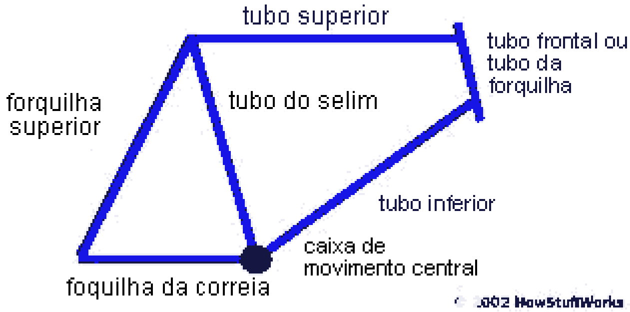
As bicicletas são máquinas simples e elegantes, e que atraem quase todas as pessoas. Uma bicicleta permite que você chegue ao lugar que você quer ir mais rápido e usando menos energia do que se você estivesse andando ou correndo. E para quem tem interesse em máquinas e mecânica, há uma outra vantagem: todo o seu funcionamento fica completamente exposto. Não há coberturas ou placas de metal escondendo nada. Todas as peças ficam à mostra. Algumas das pessoas que curtem mecânica não conseguem resistir ao desejo de desmontar uma bicicleta!

Partes da bicicleta

Vamos começar mostrando as partes que compõem a bicicleta. Na foto abaixo, podemos ver uma bicicleta comum.

As peças que você consegue ver e identificar imediatamente são :

- o **quadro** - composto de tubos de metal soldados. Cada um desses tubos tem um nome, conforme podemos observar na figura abaixo.



- as **rodas** - são compostas pelo cubo, os raios, o aro de metal e o pneu de borracha.

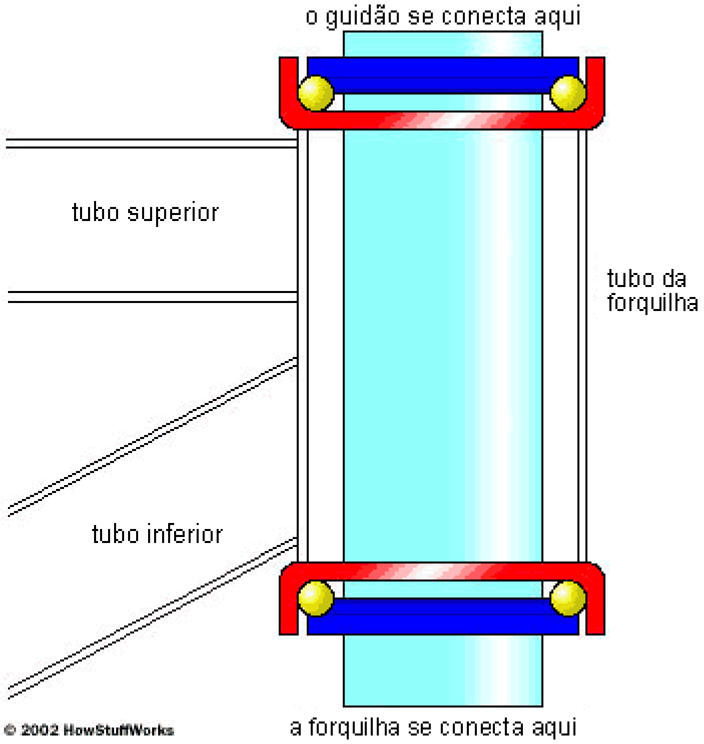
- o **selim** e o **suporte do selim.**
- o **guidão** e a **sua haste**, que conecta o guidão ao quadro.
- as **pedivelas** e os **pedais.**
- os **freios**, compostos pelos acionadores no guidão, pelo cabo do freio, pelas pinças e pelas sapatas de freio.
- a **corrente** e as **engrenagens**, formadas pelas coroas dianteiras, a roda livre (ou catraca) traseira, os câmbios dianteiro e traseiro, as alavancas de câmbio no guidão e os cabos.

Rolamentos de esferas

As bicicletas usam [rolamentos de esferas] para reduzir o atrito. É possível encontrar esses rolamentos:

- nos **cubos dianteiros e traseiros** das rodas
- na caixa de **movimento central**, onde um eixo liga as duas pedivelas
- no **tubo da forquilha**, dentro do qual a haste do guidão pode girar
- nos **pedais**
- na **roda livre**, onde eles tem uma dupla função (na roda livre, eles também ajudam a fornecer a característica unidirecional)

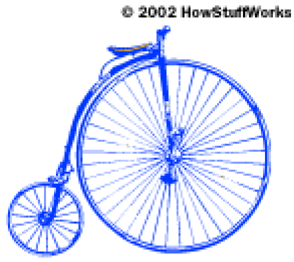
Os rolamentos de esferas do tudo da forquilha são do modelo mais comum e são mostrados na figura a seguir:



Os rolamentos de esferas (amarelo) se movimentam em uma caixa (vermelho). As porcas cônicas (azul escuro) fazem pressão sobre o tubo azul claro conectado à forquilha. Essas porcas são ajustadas para ficarem firmes a ponto de não haver folga na forquilha, mas não tão firmes a ponto de trava as esferas e prendê-las. Os cubos da roda e os pedais funcionam exatamente da mesma maneira, com as porcas cônicas fornecendo o ajuste correto. No eixo da pedivela, uma das caixas das esferas é que fornece o ajuste. Colocoar um pouco de graxa ajuda os rolamentos de esferas a deslizarem melhor.

De vez em quando é necessário desmontar os rolamentos para remover a poeira e trocar a graxa velha por outra nova. As bicicletas mais caras possuem rolamentos selados que nunca precisam de ajuste ou lubrificação

Engrenagens de bicicletas



Provavelmente você já viu uma foto daquelas bicicletas antigas, que tinham uma roda dianteira grande e uma traseira minúscula. Já pode até ter visto alguém andando em uma delas em algum filme. Esse tipo de bicicleta ficou popular a partir de 1870, mas foi substituída pela "bicicleta segura" na virada daquele mesmo século. Uma bicicleta construída em 1900 ou 1910 tem quase a mesma aparência de qualquer bicicleta atual: com duas rodas com o mesmo tamanho, dois pedais no meio e uma corrente que conecta os pedais à roda traseira.

Então por que aquelas bicicletas com as rodas da frente gigantes foram inventadas? Em uma bicicleta daquele tipo, os pedais e a roda dianteira são conectados diretamente, da mesma maneira que em um triciclo de criança. Isso quer dizer que, ao girar os pedais uma vez, a roda gira uma vez. E esse é um jeito bem barato de construir uma bicicleta, mas tem uma desvantagem.

Imagine um triciclo com uma roda dianteira de 40 cm de diâmetro (ou 40 * 3,14 = 127 cm de circunferência). A cada vez que uma criança andando de triciclo faz um giro completo no pedal (e na roda dianteira), o triciclo se move 127 cm para frente. Digamos que a criança está girando a roda dianteira a 60 rpm (ou uma revolução por segundo). Isso quer dizer que o triciclo está se movendo a 127 cm por segundo, ou seja, a velocidade não passa de 4,5 km/h. Mesmo se a criança pedalasse duas vezes mais rápido, a 120 rpm, o triciclo se moveria a apenas 9 km/h e a criança ficaria com as pernas cansadas, pois 120 rpm corresponde a muitas pedaladas!

Se um adulto quiser andar de triciclo a uma velocidade razoável, por exemplo a 24 km/h, mas sem que se exija muito esforço, é preciso fazer com que a roda dianteira do triciclo seja bem grande. Por exemplo, se o adulto quiser pedalar a 60 rpm, a roda dianteira precisa ter 213 cm de diâmetro, ou seja, mais de dois metros a mais de diâmetro.

O principal motivo pelo qual as bicicletas têm engrenagens é que elas permitem reduzir o tamanho das rodas (veja mais detalhes em Como funcionam as engrenagens). Por exemplo, se você colocar uma engrenagem com 42 dentes na coroa dianteira e uma engrenagem menor com 14 dentes na coroa traseira, a sua relação de engrenagens é de 3 para 1. Agora a roda traseira pode ter (213/3) cm = 71 cm de diâmetro, o tamanho usado em uma bicicleta normal. E isso é muito mais seguro.

Relações de transmissão

A idéia por trás das engrenagens múltiplas em uma bicicleta, quer sejam do modelo antigo de 10 marchas ou uma mountain bike moderna com 24 marchas, é deixar que você altere a distância percorrida pela bicicleta a cada pedalada.

Por exemplo, uma bicicleta normal tem rodas com 66 cm de diâmetro. A menor relação de transmissão de uma bicicleta pode ser uma engrenagem dianteira com 22 dentes e uma traseira com 30 dentes. Isso quer dizer que a relação é de 0,73 para 1 (a roda traseira gira 0,73 vezes a cada pedalada). Em outras palavras, para cada pedalada, a bicicleta se move 152 cm (cerca de 5 km/h se estiver pedalando a 60 rpm). Já a maior relação de transmissão de uma bicicleta pode ser uma engrenagem dianteira com 44 dentes e uma traseira com 11 dentes. Essa configuração fornece uma relação de 4 para 1. Com rodas de 66 cm, essa bicicleta vai se mover 828 cm a cada pedalada, e se mantiver 60 rpm, pode atingir a velocidade de 30 km/h ou dobrá-la se duplicar também a taxa de pedalada (120 rpm). Uma faixa que vai dos 5,4 km/h para os 60 km/h é algo fantástico, pois deixa o ciclista subir o morro mais íngreme vagarosamente ou correr quase tão rápido quanto um carro.

As engrenagens dianteiras são chamadas de **coroas** e a maioria das bicicletas tem duas ou três delas.

Conectada à roda traseira está a **roda livre ou catraca**, que tem o seguinte aspecto:

A roda livre tem de cinco a nove engrenagens, dependendo da bicicleta. E o interessante é que as rodas livres podem girar em uma direção, mas travam na outra. Isso permite que o ciclista escolha entre pedalar ou não, situação na qual dizemos que a bicicleta **anda em ponto morto** (outra função que o triciclo e as bicicletas antigas não possuem).

Para mudar de marcha, as bicicletas possuem **câmbios** traseiros e dianteiros. Abaixo, podemos ver a foto de um câmbio traseiro.

O câmbio traseiro possui dois pequenos pinhões que giram livremente. A função do braço e do pinhão inferior é exercer **tração** sobre a corrente. O pinhão e o braço são conectados a uma mola para que o pinhão empurre a corrente para trás o tempo todo. Conforme você vai mudando de marcha, vai notar que o ângulo do braço se modifica para tensionar ou afrouxar a corrente.

O pinhão superior fica próximo à roda livre. Quando você seleciona as marchas no guidão, esse pinhão se move para uma posição diferente na roda livre e arrasta a corrente com ele.

A corrente desliza naturalmente de uma engrenagem para a outra conforme você gira os pedais.O funcionamento de uma bicicleta é simples e é isso o que a torna uma máquina tão fantástica de se usar, além de ser também uma obra-de-arte mecânica!

Fonte:HowStuffWorks

Exercícios

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 $6\pi km/h$?
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) $\pi rad/s$ e $5\pi cm/s$.
b) $4\pi rad/s$ e $20\pi cm/s$.
c) $5\pi rad/s$ e $25\pi cm/s$.
d) $8\pi rad/s$ e $40\pi cm/s$.
e) $10\pi rad/s$ e $50\pi cm/s$.

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 $\frac{6}{\pi}$ voltas. Qual a velocidade da bicicleta quando o ciclista executa 60 pedaladas a cada minuto?

a) V = 6π m/s.
b) V = $\frac{3}{\pi}$ m/s.
c) V = 3π m/s.
d) V = 3 m/s.
e) V = 6 m/s.

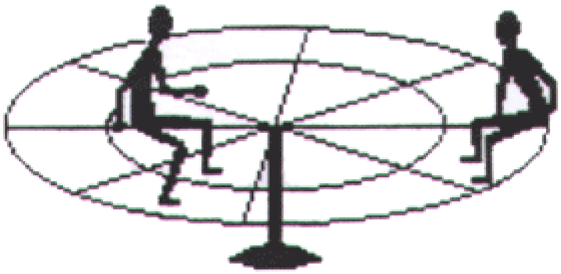
8. (ITA-SP) Uma partícula move-se ao longo de uma circunferência circunscrita em um quadrado de lado L com velocidade angular constante. Na circunferência inscrita nesse mesmo quadrado, outra partícula move-se com a mesma velocidade angular. A razão entre os módulos das respectivas velocidades tangenciais 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) $\frac{\sqrt{3}}{2}$.

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:

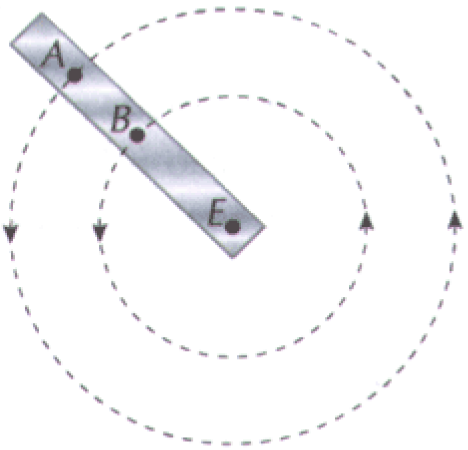
a) sua velocidade angular seja a mesma que a da Terra.
b) sua velocidade escalar seja a mesma que a da Terra.
c) sua órbita não esteja contida no plano do equador.
d) sua órbita esteja contida num plano que contém os pólos da Terra.
e) nenhuma das anteriores é verdadeira.

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:



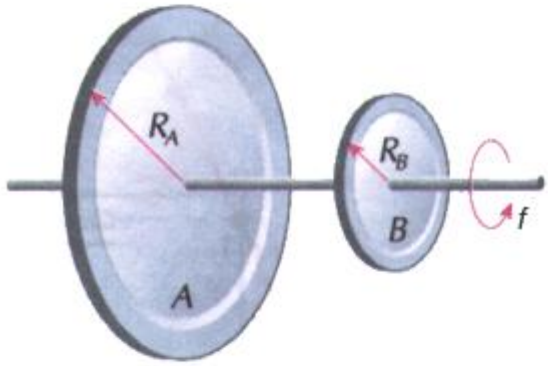
a) Suas velocidades escalares são iguais.
b) Suas velocidades angulares são iguais.
c) Suas velocidades médias são iguais.
d) Suas acelerações tangenciais são iguais.
e) Suas acelerações centrípetas são iguais.

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 ϖ_A e ϖ_B e aos períodos T_A e T_B, é correto afirmar:



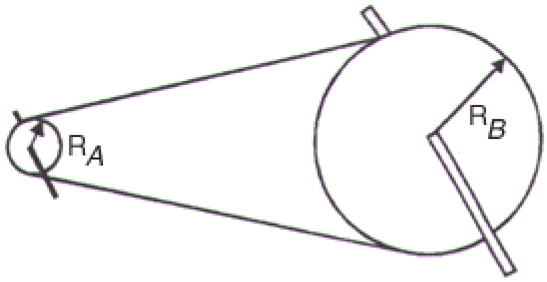
a) $\varpi_A > \varpi_B$ e $T_A = T_B$.
b) $\varpi_A < \varpi_B$ e $T_A < T_B$.
c) $\varpi_A = \varpi_B$ e $T_A = T_B$.
d) $\varpi_A > \varpi_B$ e $T_A > T_B$.
e) $T_A = T_B$ e $T_A > T_B$.

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 $\frac{a_A}{a_B}$ entre as acelerações dos pontos das periferias das respectivas polias é:



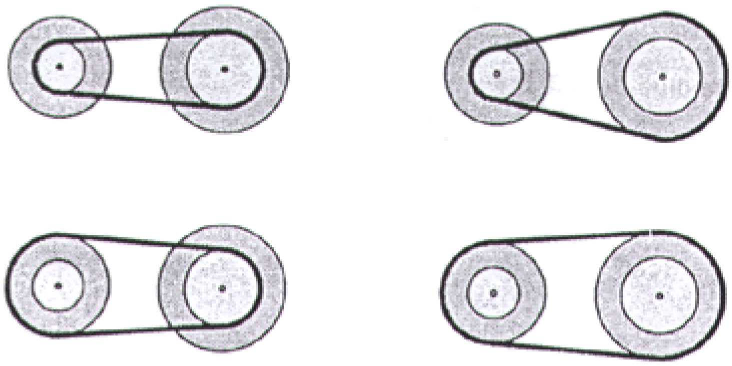
a) 4.
b) 0,25.
c) 1.
d) 0,5.
e) 2.

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.

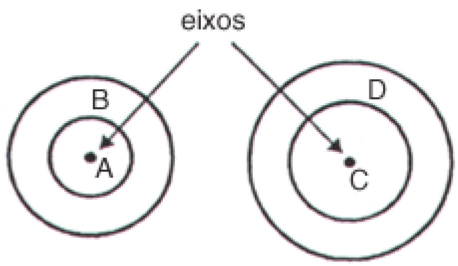
14. (Mackenzie-SP) Quatro polias, solidárias duas a duas, podem ser acopladas por meio de uma única correia, conforme as possibilidades abaixo ilustradas.



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. (Olimpíada Brasileira de Física) Uma partícula inicialmente em repouso executa um movimento circular uniformemente variado ao longo de uma circunferência de raio R. Após uma volta completa, o módulo de sua velocidade é igual a v. Nesse instante, o módulo de sua aceleração vale:



a) $\frac{v^2}{R}$.
b) $\sqrt{2}\,\frac{v^2}{R}$.
c) $4\,\frac{v^2}{R}$.
d) $\sqrt{1+\frac{1}{4\pi}} \cdot \frac{v^2}{R}$.
e) $\sqrt{1+\frac{1}{16\pi^2}} \cdot \frac{v^2}{R}$.

GABARITO

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. e

Fonte: Fundamentos da física - Ramalho, Nicolau e Toledo