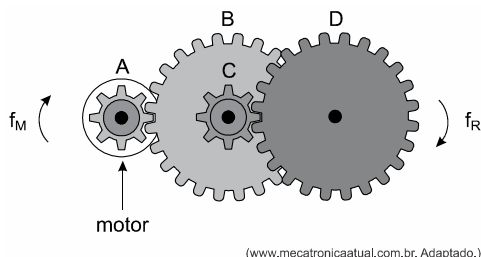


LISTA DE EXERCÍCIOS DE M.C.U.
Prof. GISOLDI

1. (Unesp 2016) Um pequeno motor a pilha é utilizado para movimentar um carrinho de brinquedo. Um sistema de engrenagens transforma a velocidade de rotação desse motor na velocidade de rotação adequada às rodas do carrinho. Esse sistema é formado por quatro engrenagens, A, B, C e D, sendo que A está presa ao eixo do motor, B e C estão presas a um segundo eixo e D a um terceiro eixo, no qual também estão presas duas das quatro rodas do carrinho.



Nessas condições, quando o motor girar com frequência f_M , as duas rodas do carrinho girarão com frequência f_R . Sabendo que as engrenagens A e C possuem 8 dentes, que as engrenagens B e D possuem 24 dentes, que não há escorregamento entre elas e que $f_M = 13,5 \text{ Hz}$, é correto afirmar que f_R , em Hz, é igual a:

OBS: Considere que os raios das engrenagens (R) e os números de dentes (n) são diretamente proporcionais. Assim:

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{R_C}{R_D} = \frac{n_A}{n_B} = \frac{8}{24} = \frac{1}{3}.$$

- a) 1,5. b) 3,0. c) 2,0. d) 1,0. e) 2,5.

2. (Unicamp 2016) Anemômetros são instrumentos usados para medir a velocidade do vento. A sua construção mais conhecida é a proposta por Robinson em 1846, que consiste em um rotor com quatro conchas hemisféricas presas por hastes, conforme figura abaixo. Em um anemômetro de Robinson ideal, a velocidade do vento é dada pela velocidade linear das conchas. Um anemômetro em que a distância entre as conchas e o centro de rotação é $r = 25 \text{ cm}$, em um dia cuja velocidade do vento é $v = 18 \text{ km/h}$, teria uma frequência de rotação de:



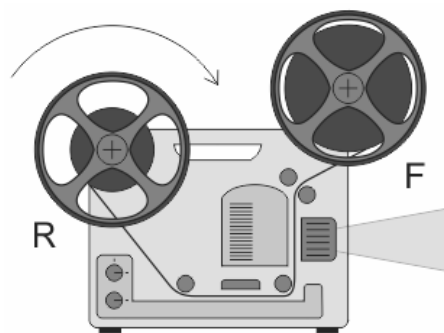
THE ROBINSON ANEMOMETER.

Se necessário, considere $\pi \approx 3$.

- a) 3 rpm. b) 200 rpm. c) 720 rpm. d) 1200 rpm.

3. (G1 - cps 2015) Em um antigo projetor de cinema, o filme a ser projetado deixa o carretel F, seguindo um caminho que o leva ao carretel R, onde será rebobinado. Os carretéis são idênticos e se diferenciam apenas pelas funções que realizam.

Pouco depois do início da projeção, os carretéis apresentam-se como mostrado na figura, na qual observamos o sentido de rotação que o aparelho imprime ao carretel R.

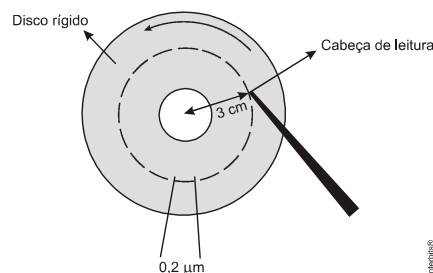


Nesse momento, considerando as quantidades de filme que os carretéis contêm e o tempo necessário para que o carretel R dê uma volta completa, é correto concluir que o carretel F gira em sentido

- a) anti-horário e dá mais voltas que o carretel R.
b) anti-horário e dá menos voltas que o carretel R.
c) horário e dá mais voltas que o carretel R.
d) horário e dá menos voltas que o carretel R.
e) horário e dá o mesmo número de voltas que o carretel R.

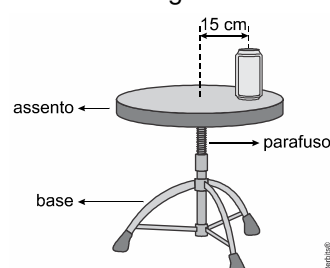
4. (Unicamp 2015) Considere um computador que armazena informações em um disco rígido que gira a uma frequência de 120 Hz. Cada unidade de informação ocupa um comprimento físico de $0,2 \mu\text{m}$ na direção do movimento de rotação do disco. Quantas informações magnéticas passam, por segundo, pela cabeça de leitura, se ela estiver posicionada a 3 cm do centro de seu eixo, como mostra o esquema simplificado apresentado abaixo?

(Considere $\pi \approx 3$.)



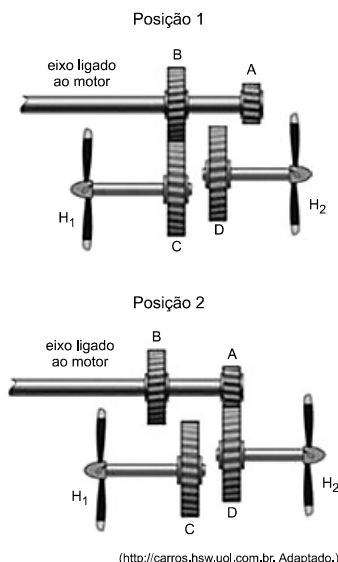
- a) $1,62 \times 10^6$. b) $1,8 \times 10^6$. c) $64,8 \times 10^8$. d) $1,08 \times 10^8$.

5. (Unesp 2015) O assento horizontal de uma banqueta tem sua altura ajustada pelo giro de um parafuso que o liga à base da banqueta. Se girar em determinado sentido, o assento sobe 3 cm na vertical a cada volta completa e, no sentido oposto, desce 3 cm. Uma pessoa apoia sobre o assento uma lata de refrigerante de 360 g a uma distância de 15 cm de seu eixo de rotação e o fará girar com velocidade angular constante de 2 rad/s .



Se a pessoa girar o assento da banqueta por 12s, sempre no mesmo sentido, e adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$ e $\pi = 3$, calcule o módulo da força de atrito, em newtons, que atua sobre a lata enquanto o assento gira com velocidade angular constante, e o módulo da variação de energia potencial gravitacional da lata, em joules.

6. (Unesp 2015) A figura representa, de forma simplificada, parte de um sistema de engrenagens que tem a função de fazer girar duas hélices, H_1 e H_2 . Um eixo ligado a um motor gira com velocidade angular constante e nele estão presas duas engrenagens, A e B. Esse eixo pode se movimentar horizontalmente assumindo a posição 1 ou 2. Na posição 1, a engrenagem B acopla-se à engrenagem C e, na posição 2, a engrenagem A acopla-se à engrenagem D. Com as engrenagens B e C acopladas, a hélice H_1 gira com velocidade angular constante ω_1 e, com as engrenagens A e D acopladas, a hélice H_2 gira com velocidade angular constante ω_2 .



Considere r_A , r_B , r_C , e r_D , os raios das engrenagens A, B, C e D, respectivamente. Sabendo que $r_B = 2 \cdot r_A$ e que $r_C = r_D$, é correto afirmar que a relação $\frac{\omega_1}{\omega_2}$ é igual a

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

7. (Fuvest 2015) Uma criança com uma bola nas mãos está sentada em um "gira-gira" que roda com velocidade angular constante e frequência $f = 0,25 \text{ Hz}$.

a) Considerando que a distância da bola ao centro do "gira-gira" é 2 m, determine os módulos da velocidade \vec{V}_T e da aceleração \vec{a} da bola, em relação ao chão.

Num certo instante, a criança arremessa a bola horizontalmente em direção ao centro do "gira-gira", com velocidade \vec{V}_R de módulo 4 m/s , em relação a si.

Determine, para um instante imediatamente após o lançamento,

b) o módulo da velocidade \vec{U} da bola em relação ao chão;

c) o ângulo θ entre as direções das velocidades \vec{U} e \vec{V}_R da bola.

Note e adote: $\pi = 3$

8. (Enem 2014) Um professor utiliza essa história em quadrinhos para discutir com os estudantes o movimento de satélites. Nesse sentido, pede a eles que analisem o movimento do coelho, considerando o módulo da velocidade constante.



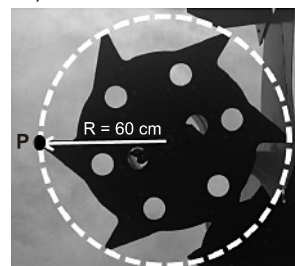
SOUSA, M. Cebolinha, n. 240, jun, 2006.

Desprezando a existência de forças dissipativas, o vetor aceleração tangencial do coelho, no terceiro quadrinho, é

- nulo.
- paralelo à sua velocidade linear e no mesmo sentido.
- paralelo à sua velocidade linear e no sentido oposto.
- perpendicular à sua velocidade linear e dirigido para o centro da Terra.
- perpendicular à sua velocidade linear e dirigido para fora da superfície da Terra.

9. (Unicamp 2014) As máquinas cortadeiras e colheitadeiras de cana-de-açúcar podem substituir dezenas de trabalhadores rurais, o que pode alterar de forma significativa a relação de trabalho nas lavouras de cana-de-açúcar. A pá cortadeira da máquina ilustrada na figura abaixo gira em movimento circular uniforme a uma frequência de 300 rpm. A velocidade de um ponto extremo **P** da pá vale

(Considere $\pi \approx 3$.)



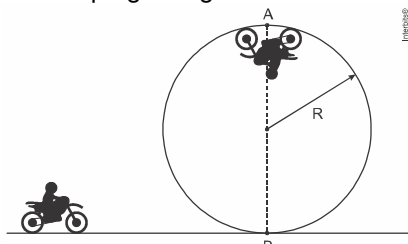
- 9 m/s.
- 15 m/s.
- 18 m/s.
- 60 m/s.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Quando necessário, use:

$$g = 10 \text{ m/s}^2, \quad \sin 37^\circ = 0,6 \quad \text{e} \quad \cos 37^\circ = 0,8$$

10. (Epcar (Afa) 2014) Um motociclista, pilotando sua motocicleta, move-se com velocidade constante durante a realização do looping da figura abaixo.

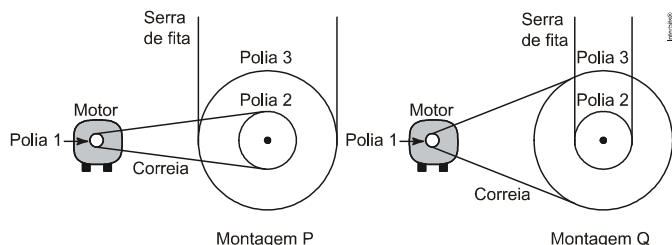


Quando está passando pelo ponto mais alto dessa trajetória circular, o motociclista lança, para trás, um objeto de massa desprezível, comparada à massa de todo o conjunto motocicleta-motociclista. Dessa forma, o objeto cai, em relação à superfície da Terra, como se tivesse sido abandonado em A, percorrendo uma trajetória retilínea até B. Ao passar, após esse lançamento, em B, o motociclista consegue recuperar o objeto imediatamente antes dele tocar o solo.

Desprezando a resistência do ar e as dimensões do conjunto motocicleta-motociclista, e considerando $\pi^2 = 10$, a razão entre a normal (N), que age sobre a motocicleta no instante em que passa no ponto A, e o peso (P) do conjunto motocicleta-motociclista, (N/P), será igual a

- a) 0,5 b) 1,0 c) 1,5 d) 3,5

11. (Enem 2013) Para serrar ossos e carnes congeladas, um açougueiro utiliza uma serra de fita que possui três polias e um motor. O equipamento pode ser montado de duas formas diferentes, P e Q. Por questão de segurança, é necessário que a serra possua menor velocidade linear.



Por qual montagem o açougueiro deve optar e qual a justificativa desta opção?

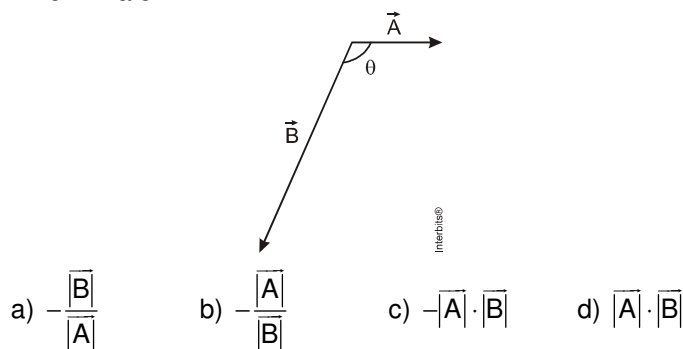
- a) Q, pois as polias 1 e 3 giram com velocidades lineares iguais em pontos periféricos e a que tiver maior raio terá menor frequência.
b) Q, pois as polias 1 e 3 giram com frequências iguais e a que tiver maior raio terá menor velocidade linear em um ponto periférico.
c) P, pois as polias 2 e 3 giram com frequências diferentes e a que tiver maior raio terá menor velocidade linear em um ponto periférico.
d) P, pois as polias 1 e 2 giram com diferentes velocidades lineares em pontos periféricos e a que tiver menor raio terá maior frequência.
e) Q, pois as polias 2 e 3 giram com diferentes velocidades lineares em pontos periféricos e a que tiver maior raio terá menor frequência.

12. (Unicamp 2012) Em 2011 o Atlantis realizou a última missão dos ônibus espaciais, levando quatro astronautas à Estação Espacial Internacional.

a) A Estação Espacial Internacional gira em torno da Terra numa órbita aproximadamente circular de raio $R = 6800 \text{ km}$ e completa 16 voltas por dia. Qual é a velocidade escalar média da Estação Espacial Internacional?

b) Próximo da reentrada na atmosfera, na viagem de volta, o ônibus espacial tem velocidade de cerca de 8000 m/s , e sua massa é de aproximadamente 90 toneladas. Qual é a sua energia cinética?

13. (Epcar (Afa) 2012) Os vetores \vec{A} e \vec{B} , na figura abaixo, representam, respectivamente, a velocidade do vento e a velocidade de um avião em pleno voo, ambas medidas em relação ao solo. Sabendo-se que o movimento resultante do avião acontece em uma direção perpendicular à direção da velocidade do vento, tem-se que o cosseno do ângulo θ entre os vetores velocidades \vec{A} e \vec{B} vale



14. Um avião, após deslocar-se 120 km para nordeste (NE), desloca-se 160 km para sudeste (SE). Sendo um quarto de hora, o tempo total dessa viagem, o módulo da velocidade vetorial média do avião, nesse tempo, foi de
a) 320 km/h b) 480 km/h c) 540 km/h d) 640 km/h e) 800 km/h

15. Salto de penhasco é um esporte que consiste em saltar de uma plataforma elevada, em direção à água, realizando movimentos estéticos durante a queda. O saltador é avaliado nos seguintes aspectos: criatividade, destreza, rigor na execução do salto previsto, simetria, cadência dos movimentos e entrada na água.



Considere que um atleta salte de uma plataforma e realize 4 rotações completas durante a sua apresentação, entrando na água 2 segundos após o salto, quando termina a quarta rotação.

Sabendo que a velocidade angular para a realização de n rotações é calculada pela expressão

$$\omega = \frac{n \cdot 360}{\Delta t}$$

em que n é o número de rotações e Δt é o tempo em segundos, assinale a alternativa que representa a velocidade angular das rotações desse atleta, em graus por segundo.

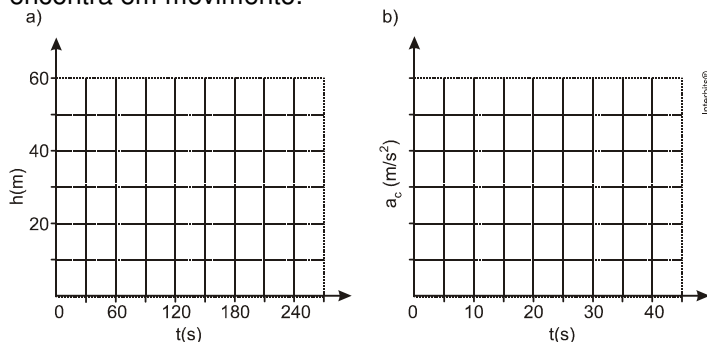
- a) 360 b) 720 c) 900 d) 1080 e) 1440

16. (Unicamp 2011) Várias Leis da Física são facilmente verificadas em brinquedos encontrados em parques de diversões. Suponha que em certo parque de diversões

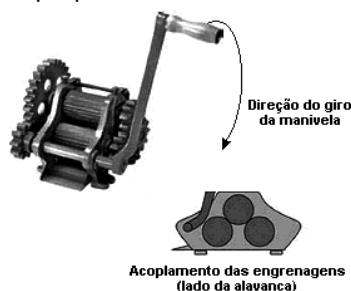
uma criança está brincando em uma roda gigante e outra em um carrossel.

a) A roda gigante de raio $R = 20$ m gira com velocidade angular constante e executa uma volta completa em $T = 240$ s. No gráfico **a)** abaixo, marque claramente com um ponto a altura h da criança em relação à base da roda gigante nos instantes $t = 60$ s, $t = 120$ s, $t = 180$ s e $t = 240$ s, e, em seguida, esboce o comportamento de h em função do tempo. Considere que, para $t = 0$, a criança se encontra na base da roda gigante, onde $h = 0$.

b) No carrossel, a criança se mantém a uma distância $r = 4$ m do centro do carrossel e gira com velocidade angular constante ω_0 . Baseado em sua experiência cotidiana, estime o valor de ω_0 para o carrossel e, a partir dele, calcule o módulo da aceleração centrípeta a_c da criança nos instantes $t = 10$ s, $t = 20$ s, $t = 30$ s e $t = 40$ s. Em seguida, esboce o comportamento de a_c em função do tempo no gráfico **b)** abaixo, marcando claramente com um ponto os valores de a_c para cada um dos instantes acima. Considere que, para $t = 0$, o carrossel já se encontra em movimento.



17. Uma grande manivela, quatro engrenagens pequenas de 10 dentes e outra de 24 dentes, tudo associado a três cilindros de 8 cm de diâmetro, constituem este pequeno moedor manual de cana.



Ao produzir caldo de cana, uma pessoa gira a manivela fazendo-a completar uma volta a cada meio minuto.

Supondo que a vara de cana colocada entre os cilindros seja esmagada sem escorregamento, a velocidade escalar com que a máquina puxa a cana para seu interior, em cm/s, é, aproximadamente,

Dado: Se necessário use $\pi = 3$.

a) 0,20. b) 0,35. c) 0,70. d) 1,25. e) 1,50.

18. (Unesp 2009) Admita que em um trator semelhante ao da foto a relação entre o raio dos pneus de trás (r_T) e o raio dos pneus da frente (r_F) é $r_T = 1,5 \cdot r_F$.



Chamando de v_T e v_F os módulos das velocidades de pontos desses pneus em contato com o solo e de f_T e f_F as suas respectivas frequências de rotação, pode-se afirmar que, quando esse trator se movimenta, sem derrapar, são válidas as relações:

- a) $v_T = v_F$ e $f_T = f_F$.
- b) $v_T = v_F$ e $1,5 \cdot f_T = f_F$.
- c) $v_T = v_F$ e $f_T = 1,5 \cdot f_F$.
- d) $v_T = 1,5 \cdot v_F$ e $f_T = f_F$.
- e) $1,5 \cdot v_T = v_F$ e $f_T = f_F$.

19. (Unicamp 2009) A evolução da sociedade tem aumentado a demanda por energia limpa e renovável. Tipicamente, uma roda d'água de moinho produz cerca de 40 kWh (ou $1,4 \cdot 10^8$ J) diários. Por outro lado, usinas nucleares fornecem em torno de 20% da eletricidade do mundo e funcionam através de processos controlados de fissão nuclear em cadeia.

a) Um sitiante pretende instalar em sua propriedade uma roda d'água e a ela acoplar um gerador elétrico. A partir do fluxo de água disponível e do tipo de roda d'água, ele avalia que a velocidade linear de um ponto da borda externa da roda deve ser $v = 2,4$ m/s. Além disso, para que o gerador funcione adequadamente, a frequência de rotação da roda d'água deve ser igual a 0,20 Hz. Qual é o raio da roda d'água a ser instalada? Use $\pi = 3$.

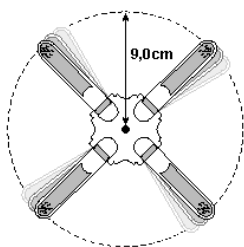
b) Numa usina nuclear, a diferença de massa Δm entre os reagentes e os produtos da reação de fissão é convertida em energia, segundo a equação de Einstein $E = \Delta mc^2$, onde $c = 3 \cdot 10^8$ m/s. Uma das reações de fissão que podem ocorrer em uma usina nuclear é expressa de forma aproximada por:

$(1000 \text{ g de } U_{235}) + (4 \text{ g de nêutrons}) >$

$(612 \text{ g de } Ba_{144}) + (378 \text{ g de } Kr_{89}) + (13 \text{ g de nêutrons}) + \text{energia.}$

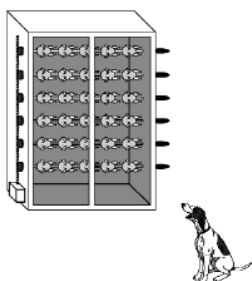
Calcule a quantidade de energia liberada na reação de fissão descrita acima.

20. (Unesp 2008) Pesquisadores têm observado que a capacidade de fertilização dos espermatozoides é reduzida quando estas células reprodutoras são submetidas a situações de intenso campo gravitacional, que podem ser simuladas usando centrífugas. Em geral, uma centrífuga faz girar diversos tubos de ensaio ao mesmo tempo; a figura representa uma centrífuga em alta rotação, vista de cima, com quatro tubos de ensaio praticamente no plano horizontal.



As amostras são acomodadas no fundo de cada um dos tubos de ensaio e a distância do eixo da centrífuga até os extremos dos tubos em rotação é 9,0 cm. Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, calcule a velocidade angular da centrífuga para gerar o efeito de uma aceleração gravitacional de 8,1 g.

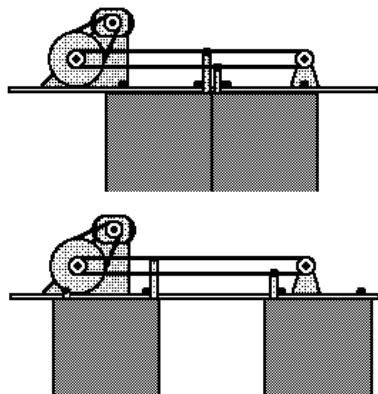
21. (Ufscar 2008) Diante da maravilhosa visão, aquele cãozinho observava atentamente o balé galináceo. Na máquina, um motor de rotação constante gira uma rosca sem fim (grande parafuso sem cabeça), que por sua vez se conecta a engrenagens fixas nos espetos, resultando, assim, no giro coletivo de todos os franginhos.



a) Sabendo que cada frango dá uma volta completa a cada meio minuto, determine a frequência de rotação de um espeto, em Hz.

b) A engrenagem fixa ao espeto e a rosca sem fim ligada ao motor têm diâmetros respectivamente iguais a 8 cm e 2 cm. Determine a relação entre a velocidade angular do motor e a velocidade angular do espeto ($\omega_{\text{motor}}/\omega_{\text{espeto}}$).

22. (Fgv 2008) Sobre o teto da cabine do elevador, um engenhoso dispositivo coordena a abertura das folhas da porta de aço. No topo, a polia engatada ao motor gira uma polia grande por intermédio de uma correia. Fixa ao mesmo eixo da polia grande, uma engrenagem movimenta a corrente esticada que se mantém assim devido a existência de outra engrenagem de igual diâmetro, fixa na extremidade oposta da cabine. As folhas da porta, movimentando-se com velocidade constante, devem demorar 5 s para sua abertura completa fazendo com que o vão de entrada na cabine do elevador seja de 1,2 m de largura.



Dados:

diâmetro das engrenagens = 6 cm diâmetro da polia menor = 6 cm

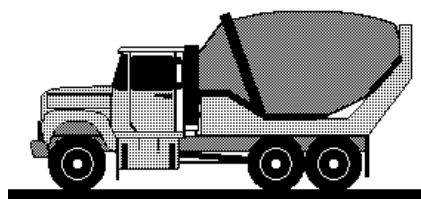
diâmetro da polia maior = 36 cm

$\pi = 3$

Nessas condições, admitindo insignificante o tempo de aceleração do mecanismo, a frequência de rotação do eixo do motor deve ser, em Hz, de

a) 1. b) 2. c) 3. d) 4. e) 6.

23. (Ufscar 2007) Para possibilitar o traslado da fábrica até a construção, o concreto precisa ser mantido em constante agitação. É por esse motivo que as betoneiras, quando carregadas, mantêm seu tambor misturador sob rotação constante de 4 r.p.m. Esse movimento só é possível devido ao engate por correntes de duas engrenagens, uma grande, presa ao tambor e de diâmetro 1,2 m, e outra pequena, de diâmetro 0,4 m, conectada solidariamente a um motor.



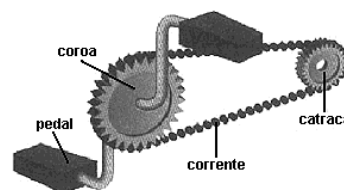
Na obra, para que a betoneira descarregue seu conteúdo, o tambor é posto em rotação inversa, com velocidade angular 5 vezes maior que a aplicada durante o transporte. Nesse momento, a frequência de rotação do eixo da engrenagem menor, em r.p.m., é

a) 40. b) 45. c) 50. d) 55. e) 60.

24. (Unesp 2007) Satélites de órbita polar giram numa órbita que passa sobre os polos terrestres e que permanece sempre em um plano fixo em relação às estrelas. Pesquisadores de estações oceanográficas, preocupados com os efeitos do aquecimento global, utilizam satélites desse tipo para detectar regularmente pequenas variações de temperatura e medir o espectro da radiação térmica de diferentes regiões do planeta. Considere o satélite a 5 298 km acima da superfície da Terra, deslocando-se com velocidade de 5 849 m/s em uma órbita circular. Estime quantas passagens o satélite fará pela linha do equador em cada período de 24 horas. Utilize a aproximação $\pi = 3,0$ e suponha a Terra esférica, com raio de 6400 km.

25. Apesar de toda a tecnologia aplicada no desenvolvimento de combustíveis não poluentes, que não liberam óxidos de carbono, a bicicleta ainda é o meio de transporte que, além de saudável, contribui com a qualidade do ar.

A bicicleta, com um sistema constituído por pedal, coroa, catraca e corrente, exemplifica a transmissão de um movimento circular.



Pode-se afirmar que, quando se imprime aos pedais da bicicleta um movimento circular uniforme,

I. o movimento circular do pedal é transmitido à coroa com a mesma velocidade angular.

II. a velocidade angular da coroa é igual à velocidade linear na extremidade da catraca.

III. cada volta do pedal corresponde a duas voltas da roda traseira, quando a coroa tem diâmetro duas vezes maior que o da catraca.

Está correto o contido em apenas

- a) I. b) II. c) III. d) I e III. e) II e III.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Vendedores aproveitam-se da morosidade do trânsito para vender amendoins, mantidos sempre aquecidos em uma bandeja perfurada encaixada no topo de um balde de alumínio; dentro do balde, uma lata de leite em pó, vazada por cortes laterais, contém carvão em brasa (figura 1). Quando o carvão está por se acabar, nova quantidade é reposta. A lata de leite é enganchada a uma haste de metal (figura 2) e o conjunto é girado vigorosamente sob um plano vertical por alguns segundos (figura 3), reavivando a chama.

Dados: $\pi = 3,1$ $g = 10 \text{ m/s}^2$

26. (Fgv 2007)



Figura 1

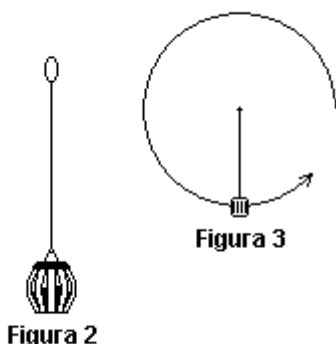


Figura 2

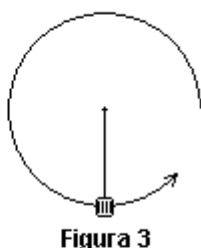


Figura 3

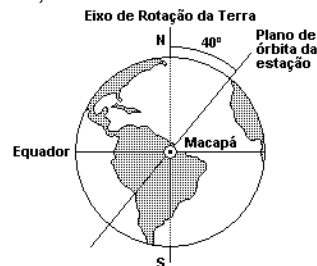
Ao girar a lata com carvão, fazendo-a descrever arcos de circunferência de raio 80 cm, o vendedor concentra-se em fazer com que sejam dadas duas voltas completas no tempo de um segundo. Nessas condições, a velocidade escalar média com que o ar, que relativamente ao chão está em repouso, toca o corpo da lata, em m/s, é, aproximadamente,

- a) 6. b) 8. c) 10. d) 12. e) 14.

27. Pai e filho passeiam de bicicleta e andam lado a lado com a mesma velocidade. Sabe-se que o diâmetro das rodas da bicicleta do pai é o dobro do diâmetro das rodas da bicicleta do filho. Pode-se afirmar que as rodas da bicicleta do pai giram com

- a) a metade da frequência e da velocidade angular com que giram as rodas da bicicleta do filho.
b) a mesma frequência e velocidade angular com que giram as rodas da bicicleta do filho.
c) o dobro da frequência e da velocidade angular com que giram as rodas da bicicleta do filho.
d) a mesma frequência das rodas da bicicleta do filho, mas com metade da velocidade angular.
e) a mesma frequência das rodas da bicicleta do filho, mas com o dobro da velocidade angular.

28. (Fuvest 2006) A Estação Espacial Internacional mantém atualmente uma órbita circular em torno da Terra, de tal forma que permanece sempre em um plano, normal a uma direção fixa no espaço. Esse plano contém o centro da Terra e faz um ângulo de 40° com o eixo de rotação da Terra. Em um certo momento, a Estação passa sobre Macapá, que se encontra na linha do Equador. Depois de uma volta completa em sua órbita, a Estação passará novamente sobre o Equador em um ponto que está a uma distância de Macapá de, aproximadamente,



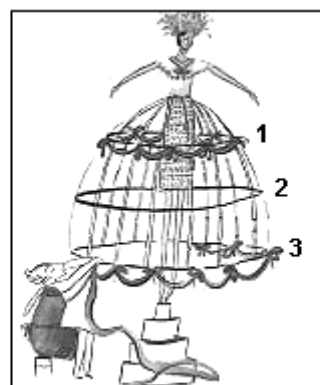
- a) zero km b) 500 km c) 1000 km
d) 2500 km e) 5000 km

Dados da Estação: Período aproximado: 90 minutos

Altura acima da Terra $\approx 350 \text{ km}$

Dados da Terra: Circunferência no Equador $\approx 40\,000 \text{ km}$

29. Para dar o efeito da saia rodada, o figurinista da escola de samba coloca sob as saias das baianas uma armação formada por três tubos plásticos, paralelos e em forma de bambolês, com raios aproximadamente iguais a $r_1 = 0,50 \text{ m}$, $r_2 = 0,75 \text{ m}$ e $r_3 = 1,20 \text{ m}$.

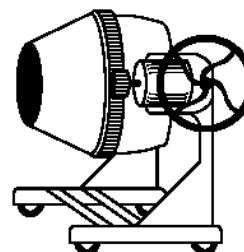


Adaptado de Revista *Veja*, nº 35, de 01/09/2004, p. 82.

Pode-se afirmar que, quando a baiana roda, a relação entre as velocidades angulares (ω) respectivas aos bambolês 1, 2 e 3 é

- a) $\omega_1 > \omega_2 > \omega_3$. b) $\omega_1 < \omega_2 < \omega_3$. c) $\omega_1 = \omega_2 = \omega_3$.
d) $\omega_1 = \omega_2 > \omega_3$. e) $\omega_1 > \omega_2 = \omega_3$.

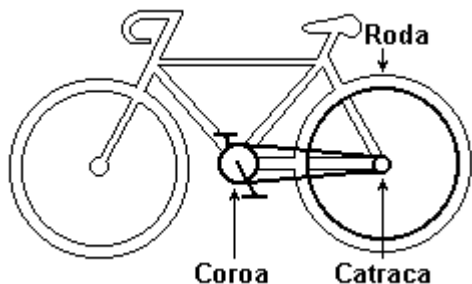
30. Para misturar o concreto, um motor de 3,5 hp tem solidária ao seu eixo uma engrenagem de 8 cm de diâmetro, que se acopla a uma grande cremalheira em forma de anel, com 120 cm de diâmetro, fixa ao redor do tambor misturador.



Quando o motor é ligado, seu eixo gira com frequência de 3 Hz. Nestas condições, o casco do misturador dá um giro completo em

- a) 3 s. b) 5 s. c) 6 s. d) 8 s. e) 9 s.

31. Em uma bicicleta o ciclista pedala na coroa e o movimento é transmitido à catraca pela corrente. A frequência de giro da catraca é igual à da roda. Supondo os diâmetros da coroa, catraca e roda iguais, respectivamente, a 15 cm, 5,0 cm e 60 cm, a velocidade dessa bicicleta, em m/s, quando o ciclista gira a coroa a 80 rpm, tem módulo mais próximo de



- a) 5 b) 7 c) 9 d) 11 e) 14

32. (Unicamp 2005) Em 1885, Michaux lançou o biciclo com uma roda dianteira diretamente acionada por pedais (Fig. A). Através do emprego da roda dentada, que já tinha sido concebida por Leonardo da Vinci, obteve-se melhor aproveitamento da força nos pedais (Fig. B). Considere que um ciclista consiga pedalar 40 voltas por minuto em ambas as bicicletas.



Figura A

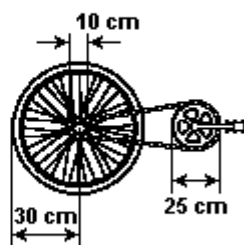


Figura B

a) Qual a velocidade de translação do biciclo de Michaux para um diâmetro da roda de 1,20 m?

b) Qual a velocidade de translação para a bicicleta padrão aro 60 (Fig. B)?

33. (Puccamp 2005) Em uma bicicleta que se movimenta com velocidade constante, considere um ponto A na periferia da catraca e um ponto B na periferia da roda. Analise as afirmações:

- I. A velocidade escalar de A é igual à de B.
II. A velocidade angular de A é igual à de B.
III. O período de A é igual ao de B.

Está correto SOMENTE o que se afirma em:

- a) I b) II c) III d) I e III e) II e III

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

No dia 7 de fevereiro de 1984, a uma altura de 100 km acima do Havaí e com uma velocidade de cerca de 29 000 km/h, Bruce Mc Candless saindo de um ônibus espacial, sem estar preso por nenhuma corda, tornou-se o primeiro satélite humano. Sabe-se que a força de atração F entre o astronauta e a Terra é proporcional a $(m.M)/r^2$, onde m é a massa do astronauta, M a da Terra, e r a distância entre o astronauta e o centro da Terra.

(Halliday, Resnick e Walker. *Fundamentos de Física*. v. 2. Rio de Janeiro: LTC, 2002. p.36)

34. (Puccamp 2005) Considerando o raio da Terra $6,4 \cdot 10^3$ km e $\pi = 3,1$, o período do movimento circular de Bruce em torno da Terra teria sido de

- a) 2,3 h b) 2,0 h c) 1,7 h d) 1,4 h e) 1,1 h

Gabarito:

Resposta da questão 1:

[A]

Os raios das engrenagens (R) e os números de dentes (n) são diretamente proporcionais. Assim:

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{R_C}{R_D} = \frac{n_A}{n_B} = \frac{8}{24} = \frac{1}{3}.$$

- A e B estão acopladas tangencialmente:

$$v_A = v_B \Rightarrow 2\pi f_A R_A = 2\pi f_B R_B \Rightarrow f_A R_A = f_B R_B.$$

$$\text{Mas: } f_A = f_M \Rightarrow f_M R_A = f_B R_B \Rightarrow f_B = f_M \frac{R_A}{R_B} = f_M \frac{1}{3} \Rightarrow f_B = \frac{f_M}{3}.$$

- B e C estão acopladas coaxialmente:

$$f_C = f_B = \frac{f_M}{3}.$$

- C e D estão acopladas tangencialmente:

$$v_C = v_D \Rightarrow 2\pi f_C R_C = 2\pi f_D R_D \Rightarrow f_C R_C = f_D R_D.$$

$$\text{Mas: } f_D = f_R \Rightarrow f_C R_C = f_R R_D \Rightarrow f_R = f_C \frac{R_C}{R_D} \Rightarrow f_R = \frac{f_M}{3} \frac{1}{3} \Rightarrow f_R = \frac{f_M}{9} \Rightarrow$$

$$f_R = \frac{13,5}{9} \Rightarrow \boxed{f_R = 1,5 \text{ Hz.}}$$

Resposta da questão 2:

[B]

Dados: $v = 18 \text{ km/h} = 5 \text{ m/s}$; $r = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$; $\pi = 3$.

$$v = 2\pi r f \Rightarrow f = \frac{v}{2\pi r} = \frac{5}{2 \times 3 \times 0,25} = \frac{5}{1,5} \text{ Hz} = \frac{5}{1,5} \times 60 \text{ rpm} \Rightarrow \boxed{f = 200 \text{ Hz.}}$$

Resposta da questão 3:

[D]

A análise da situação permite concluir que o carretel F gira no mesmo sentido que o carretel R , ou seja, horário. Como se trata de um acoplamento tangencial, ambos têm mesma velocidade linear, igual à velocidade linear da fita.

$$v_F = v_R \Rightarrow 2\pi f_F r_F = 2\pi f_R r_R \Rightarrow f_F r_F = f_R r_R \Rightarrow \frac{f_F}{f_R} = \frac{r_R}{r_F}.$$

Essa expressão final mostra que a frequência de rotação é inversamente proporcional ao raio. Como o carretel F tem maior raio ele gira com menor frequência, ou seja dá menos voltas que o carretel R .

Resposta da questão 4:

[D]

- Espaço ocupado por cada informação:

$$L = 0,2 \text{ } \mu\text{m} = 2 \times 10^{-7} \text{ m}.$$

- Comprimento de uma volta:

$$C = 2\pi r = 2 \times 3 \times 3 \times 10^{-2} = 18 \times 10^{-2} \text{ m}.$$

- Número de informações armazenadas em cada volta:

$$n = \frac{C}{L} = \frac{18 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-7}} = 9 \times 10^5.$$

- Como são 120 voltas por segundo, o número de informações armazenadas a cada segundo é:

$$N = n f = 9 \times 10^5 \times 120 \Rightarrow \boxed{N = 1,08 \times 10^8.}$$

Resposta da questão 5:

Dados: $m = 360 \text{ g} = 0,36 \text{ kg}$; $\omega = 2 \text{ rad/s}$; $r = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$; $\pi = 3$.

a) Na situação descrita, a força de atrito age como resultante centrípeta.

$$F_{\text{at}} = R_{\text{cent}} = m \omega^2 r = 0,36 \times 4 \times 0,15 \Rightarrow \boxed{F_{\text{at}} = 0,216 \text{ N.}}$$

b) O ângulo descrito em 12 s é:

$$\Delta\theta = \omega \Delta t = 2 \times 12 = 24 \text{ rad.}$$

Por proporção direta:

$$\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ volta} \rightarrow 2\pi \text{ rad} \\ n \text{ voltas} \rightarrow 24 \text{ rad} \end{array} \right\} \Rightarrow n = \frac{24}{2\pi} = \frac{12}{3} \Rightarrow n = 4 \text{ voltas.}$$

Calculando a variação da altura.

$$\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ volta} \rightarrow 3 \text{ cm} \\ 4 \text{ voltas} \rightarrow \Delta h \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta h = 12 \text{ cm} = 0,12 \text{ m.}$$

A variação da energia potencial é:

$$\Delta E_p = m g \Delta h = 0,36 \times 10 \times 0,12 \Rightarrow \boxed{\Delta E_p = 0,432 \text{ J.}}$$

Resposta da questão 6:

[D]

Na posição 1:

$$\left\{ \begin{array}{l} \square r_B = 2 r_A. \\ \square \omega_B = \omega_A \Rightarrow \frac{v_B}{r_B} = \omega_A \Rightarrow \frac{v_B}{2 r_A} = \omega_A \Rightarrow v_B = 2 \omega_A r_A. \\ \square v_C = v_B \Rightarrow \omega_C r_C = 2 \omega_A r_A. \\ \square \omega_C = \omega_1 \Rightarrow \omega_1 r_C = 2 \omega_A r_A. \quad (I) \end{array} \right.$$

Na posição 2:

$$\left\{ \begin{array}{l} \square v_D = v_A \Rightarrow \omega_D r_D = \omega_A r_A. \\ \square \omega_2 = \omega_D. \\ \square r_C = r_D. \end{array} \right\} \Rightarrow \omega_2 r_C = \omega_A r_A. \quad (II)$$

Dividindo membro a membro (I) por (II):

$$\frac{\omega_1 r_C}{\omega_2 r_C} = \frac{2 \omega_A r_A}{\omega_A r_A} \Rightarrow \boxed{\frac{\omega_1}{\omega_2} = 2.}$$

Resposta da questão 7:

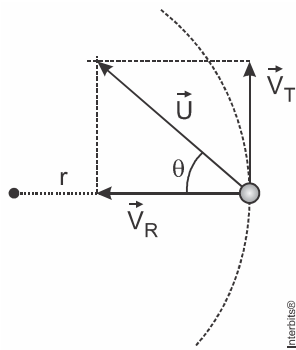
Dados: $f = 0,25 \text{ Hz}$; $r = 2 \text{ m}$; $|\vec{V}_R| = 4 \text{ m/s}$; $\pi = 3$.

a) Como se trata de movimento circular uniforme, somente há a componente centrípeta da aceleração.

$$|\vec{V}_T| = 2 \pi f r = 2 \cdot 3 \cdot 0,25 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{|\vec{V}_T| = 3 \text{ m/s.}}$$

$$|\vec{a}| = \frac{|\vec{V}_T|^2}{r} = \frac{3^2}{2} \Rightarrow \boxed{|\vec{a}| = 4,5 \text{ m/s}^2.}$$

b) A figura mostra a velocidade resultante (\vec{U}) da bola num ponto qualquer da trajetória.



$$U^2 = V_T^2 + V_R^2 = 3^2 + 4^2 \Rightarrow U = 5 \text{ m/s.}$$

$$c) \cos \theta = \frac{V_R}{U} = \frac{4}{5} = 0,8 \Rightarrow \theta = \arccos 0,8.$$

Resposta da questão 8:

[A]

Como o módulo da velocidade é constante, o movimento do coelhinho é circular uniforme, sendo nulo o módulo da componente tangencial da aceleração no terceiro quadrante.

Resposta da questão 9:

[C]

Dados: $f = 300 \text{ rpm} = 5 \text{ Hz}$; $\pi = 3$; $R = 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$.

A velocidade linear do ponto P é:

$$v = \omega R = 2 \pi f R \Rightarrow 2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 0,6 \Rightarrow$$

$$v = 18 \text{ m/s.}$$

Resposta da questão 10:

[C]

A velocidade do conjunto motocicleta-motociclista deve ser capaz de percorrer a metade da pista circular no mesmo tempo em que o objeto faz em queda livre o percurso de A até B. Logo, o tempo de deslocamento do conjunto motocicleta-motociclista (t_m) deve ser igual ao tempo de queda livre do objeto (t_q).

$$t_m = t_q \quad (1)$$

Para o do conjunto motocicleta-motociclista, expressamos seu tempo de acordo com o MRU:

$$t_m = \frac{\Delta x}{v} = \frac{\pi R}{v} \quad (2)$$

Para o objeto em queda livre, seu tempo será dado por:

$$t_q = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta h}{g}} = \sqrt{\frac{4R}{g}} \quad (3)$$

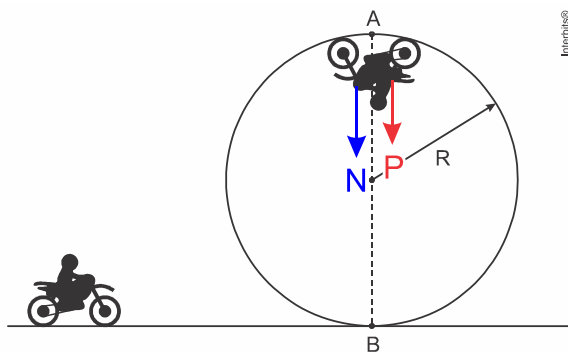
Igualando (2) e (3) temos a velocidade da moto.

$$\frac{\pi R}{v} = \sqrt{\frac{4R}{g}}$$

Elevando ao quadrado, substituindo os valores e isolando a velocidade, temos:

$$\frac{\pi^2 R^2}{v^2} = \frac{4R}{g} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{\pi^2 R^2 g}{4R}} = \sqrt{\frac{100 \cdot R}{4}} \therefore v = 5\sqrt{R} \text{ m/s}$$

Para a análise da razão entre a reação normal no ponto A e o peso do conjunto motocicleta-motociclista (N/P), usaremos a dinâmica do movimento circular, conforme desenho:



A resultante centrípeta será:

$$N + P = \frac{m \cdot v^2}{R}$$

$$N = \frac{m \cdot v^2}{R} - m \cdot g \Rightarrow N = \left(\frac{v^2}{R} - g \right) \cdot m \Rightarrow N = \left(\frac{25R}{R} - 10 \right) \cdot m$$

$$N = 15 \cdot m$$

Então a razão procurada (N/P), será:

$$\frac{N}{P} = \frac{15m}{mg} \Rightarrow \frac{N}{P} = \frac{15m}{10m} \therefore \frac{N}{P} = 1,5$$

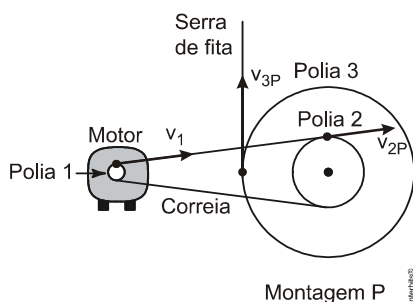
Resposta da questão 11:

[A]

A velocidade linear da serra é igual à velocidade linear (v) de um ponto periférico da polia à qual ela está acoplada. Lembremos que no acoplamento tangencial, os pontos periféricos das polias têm mesma velocidade linear; já no acoplamento coaxial (mesmo eixo) são iguais as velocidades angulares (ω), frequências (f) e períodos (T) de todos os pontos das duas polias. Nesse caso a velocidade linear é diretamente proporcional ao raio ($v = \omega R$).

Na montagem P:

- Velocidade da polia do motor: v_1 .
- Velocidade linear da serra: v_{3P} .

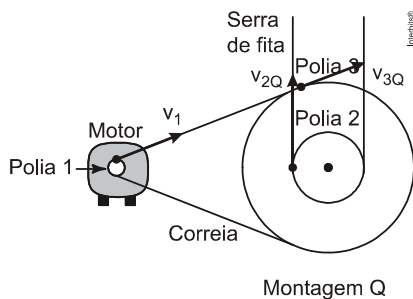


$$\left\{ \begin{array}{l} v_{3P} = \omega_{3P} R_3 \\ \omega_{2P} = \omega_{3P} \\ \omega_{2P} = \frac{v_{2P}}{R_2} \\ v_{2P} = v_1 \end{array} \right\} \Rightarrow v_{3P} = \omega_{2P} R_3 \Rightarrow v_{3P} = \frac{v_{2P}}{R_2} R_3 \Rightarrow$$

$$v_{3P} = \frac{v_1 R_3}{R_2}. \quad (I)$$

Na montagem Q:

- Velocidade da polia do motor: v_1 .
- Velocidade linear da serra: v_{2Q} .



$$\left\{ \begin{array}{l} v_{2Q} = \omega_{2Q} R_2 \\ \omega_{2Q} = \omega_{3Q} \\ \omega_{3Q} = \frac{v_{3Q}}{R_3} \\ v_{3Q} = v_1 \end{array} \right\} \Rightarrow v_{2Q} = \omega_{3Q} R_2 \Rightarrow v_{2Q} = \frac{v_{3Q}}{R_3} R_2 \Rightarrow$$

$$v_{2Q} = \frac{v_1 R_2}{R_3}. \quad (\text{II})$$

Dividindo (II) por (I):

$$\frac{v_{2Q}}{v_{3P}} = \frac{v_1 R_2}{R_3} \times \frac{R_2}{v_1 R_3} \Rightarrow \frac{v_{2Q}}{v_{3P}} = \left(\frac{R_2}{R_3} \right)^2.$$

Como $R_2 < R_3 \Rightarrow v_{2Q} < v_{3P}$.

Quanto às frequências, na montagem Q:

$$v_{3Q} = v_1 \Rightarrow f_{3Q} R_3 = f_1 R_1 \Rightarrow \frac{f_{3Q}}{f_1} = \frac{R_1}{R_3}.$$

Como $R_1 < R_3 \Rightarrow f_{3Q} < f_1$.

Resposta da questão 12:

a) Dados: $R = 6.800 \text{ km}$; $f = 16 \text{ voltas/dia} = 2/3 \text{ volta/hora}$; $\pi = 3$.

Da expressão da velocidade para o movimento circular uniforme:

$$v = 2\pi Rf = 2 \times 3 \times 6.800 \times \frac{2}{3} \Rightarrow v = 27.200 \text{ km/h}.$$

b) $m = 90 \text{ toneladas} = 9 \times 10^4 \text{ kg}$; $v = 8 \times 10^3 \text{ m/s}$.

$$E_C = \frac{mv^2}{2} = \frac{9 \times 10^4 \times (8 \times 10^3)^2}{2} \Rightarrow E_C = 2,88 \times 10^{12} \text{ J}.$$

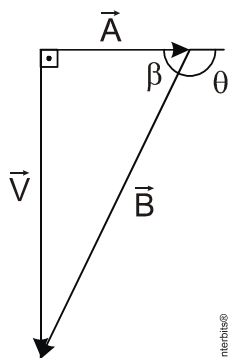
Resposta da questão 13:

Questão anulada no gabarito oficial.

O movimento resultante de um avião é sempre representado por sua velocidade em relação ao solo, assim sendo, de acordo com o enunciado, se o vetor \vec{B} for a velocidade do avião em relação ao solo, este é o movimento resultante do avião, ou seja, $\theta = 90^\circ$ e consequentemente $\cos \theta = 0$.

A questão poderia ter uma solução se o vetor \vec{B} representasse a velocidade do avião em relação ao vento, e não em relação ao solo como informado no enunciado. Assim sendo, teremos a seguinte resolução:

$$\vec{A} + \vec{B} = \vec{V} :$$



Onde o vetor \vec{V} representa o movimento resultante do avião.

Como θ e β são ângulos suplementares, teremos: $\beta = 180^\circ - \theta$.

$$\cos \beta = \frac{A}{B} \rightarrow \cos(180^\circ - \theta) = \frac{A}{B}.$$

Como $\cos(180^\circ - \theta) = -\cos \theta$, teremos:

$$\cos(180^\circ - \theta) = \frac{A}{B} \rightarrow -\cos \theta = \frac{A}{B} \rightarrow \cos \theta = -\frac{A}{B} \rightarrow \cos \theta = -\frac{|\vec{A}|}{|\vec{B}|}$$

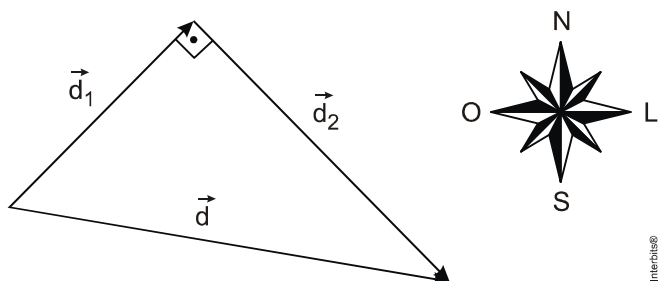
Alternativa: [B]

Resposta da questão 14:

[E]

Dados: $d_1 = 120$ km; $d_2 = 160$ km; $\Delta t = 1/4$ h.

A figura ilustra os dois deslocamentos e o deslocamento resultante.



Aplicando Pitágoras:

$$d^2 = d_1^2 + d_2^2 \Rightarrow d^2 = 120^2 + 160^2 = 14.400 + 25.600 = 40.000 \Rightarrow d = \sqrt{40.000} \Rightarrow d = 200 \text{ km}.$$

O módulo da velocidade vetorial média é:

$$|\vec{v}_m| = \frac{|d|}{\Delta t} = \frac{200}{1/4} \Rightarrow 200(4) \Rightarrow |\vec{v}_m| = 800 \text{ km/h}.$$

Resposta da questão 15:

[B]

Dados: $n = 4$; $\Delta t = 2$ s.

Substituindo esses valores na fórmula dada:

$$\omega = \frac{4 (360^\circ)}{2} \Rightarrow \omega = 720^\circ/\text{s}.$$

Resposta da questão 16:

a) Dados: $R = 20 \text{ m}$; $T = 240 \text{ s}$.

A Fig. 1 mostra a roda gigante e as posições da criança em cada um dos instantes citados. No gráfico **a)** estão assinalados esses pontos.

Para traçar a curva do gráfico **a)**, vamos encontrar a função que fornece a altura em função do tempo [$h = f(t)$].

Novamente na Fig.1 notamos que:

$$h = R - R \cos \theta \Rightarrow h = R(1 - \cos \theta) \Rightarrow$$

$$h = 20(1 - \cos \theta) \quad \text{(I)}.$$

Mas:

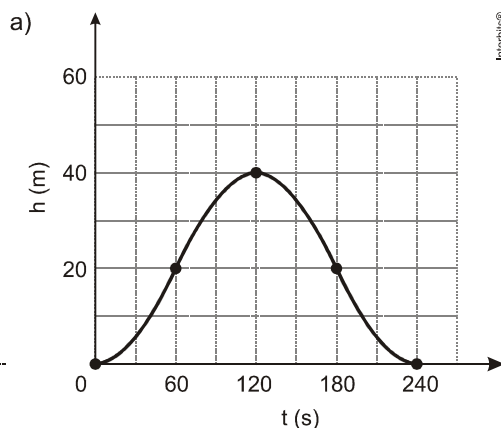
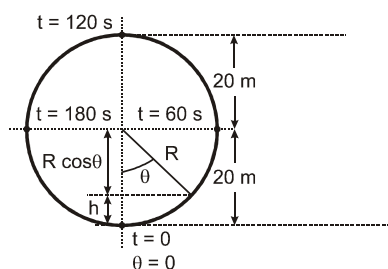
$$\theta = \omega t \Rightarrow \theta = \frac{2\pi}{T} t \Rightarrow \theta = \frac{2\pi}{240} t \Rightarrow \theta = \frac{\pi}{120} t \quad \text{(II)}.$$

Substituindo (II) em (I):

$$h = 20 \left(1 - \cos \frac{\pi}{120} t \right).$$

A partir dessa função, obtemos a tabela abaixo para a construção do gráfico. A curva tem forma senoidal.

Fig. 1



| t(s) | h(m) |
|------|------|
| 0 | 0,0 |
| 30 | 5,9 |
| 60 | 20 |
| 90 | 34,1 |
| 120 | 40 |
| 150 | 34,1 |
| 180 | 20 |
| 210 | 5,9 |
| 240 | 0 |

b) Dados: $R = 4 \text{ m}$; $\pi = 3$.

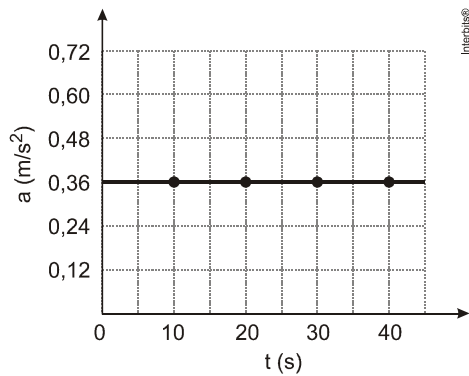
Estimando um período de 20 s para o movimento do carrossel, temos:

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T} = \frac{2(3)}{20} \Rightarrow \omega_0 = 0,3 \text{ rad/s}.$$

Como se trata de movimento circular uniforme, a aceleração centrípeta tem módulo constante. Calculando-o:

$$a_c = \omega_0^2 R = (0,3)^2 4 \Rightarrow a_c = 0,36 \text{ m/s}^2 \text{ (constante)}. \text{ Assim, o gráfico é um segmento de reta horizontal.}$$

b)



Resposta da questão 17:

[B]

Resolução

A velocidade com a qual a cana é puxada é igual a velocidade tangencial dos cilindros.

Os cilindros giram com a mesma frequência da roda de 24 dentes.

A manivela completa uma volta a cada 30 s, o que significa que o período da manivela e da pequena engrenagem acoplada a ela é de 30 s.

Como a engrenagem maior é $24/10 = 2,4$ vezes mais lenta que a pequena então ela terá período de $30 \cdot 2,4 = 72$ s.

Este é o período dos cilindros. A velocidade dos cilindros é $v = (2\pi r)/T$

$$v = (2 \cdot 3 \cdot 4)/72 = 0,33 \text{ cm/s}$$

Resposta da questão 18:

[B]

As velocidades são iguais à velocidade do próprio trator: $(v_T = v_F)$.

Para as frequências temos:

$$v_T = v_F \Rightarrow 2\pi f_T r_T = 2\pi f_F r_F \Rightarrow f_T 1,5 r_F = f_F r_F \Rightarrow f_F = 1,5 f_T.$$

Resposta da questão 19:

Como a velocidade linear é constante (visto que existe uma frequência) é verdadeiro escrever:

$$v = \Delta S / \Delta t = (2\pi r)/T = 2\pi r f$$

$$v = 2\pi r f$$

$$2,4 = 2 \cdot 3 \cdot r \cdot 0,2$$

$$2,4 = 1,2 \cdot r$$

$$r = 2,4/1,2 = 2 \text{ m}$$

A massa dos reagentes é $1000 + 4 = 1004 \text{ g}$

A massa dos produtos é $612 + 378 + 13 = 1003 \text{ g}$

Existe uma variação de massa igual a $1004 - 1003 = 1 \text{ g}$

Esta massa foi convertida em energia, segundo Einstein $\rightarrow E = \Delta m \cdot c^2$.

$$E = 1 \cdot 10^{-3} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 9 \cdot 10^{13} \text{ J}.$$

Resposta da questão 20:

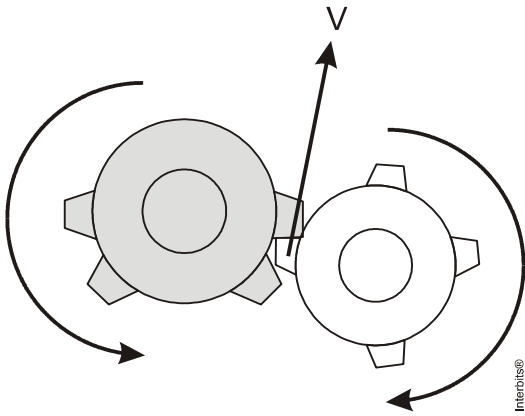
30 rad/s

Resposta da questão 21:

a) Frequência é o número de voltas na unidade de tempo

$$f = \frac{N}{\Delta t} = \frac{1 \text{ volta}}{30 \text{ segundos}} = \frac{1}{30} \text{ Hz}$$

b) Este acoplamento é o mesmo da figura abaixo.



O ponto de contato entre as engrenagens tem a mesma velocidade linear.

$$V_{\text{motor}} = V_{\text{espeto}} \rightarrow \omega_m R_m = \omega_e R_e \rightarrow \omega_m \times 2 = \omega_e \times 8 \rightarrow \frac{\omega_m}{\omega_e} = 4$$

Resposta da questão 22:

[D]

Resposta da questão 23:

[E]

Resolução:

$$\omega_T \cdot R_T = \omega_M \cdot R_T \rightarrow 20 \cdot 0,6 = \omega_M \cdot 0,2 \rightarrow \omega_M = 60 \text{ rpm}$$

Resposta da questão 24:

$$\text{Raio da órbita} = 6400 + 5298 = 11698 \text{ km}$$

$$\text{Comprimento da órbita} = 2 \cdot \pi \cdot R = 2 \cdot 3 \cdot 11698 = 70188 \text{ km}$$

$$v = \Delta S / \Delta t$$

$$5,849 = 70188 / \Delta t$$

$$\Delta t = 70188 / 5,849 = 12000 \text{ s} = 3,33 \text{ h}$$

Em um dia $24 / 3,33 = 7,2$ voltas completas

Em cada volta ela passa duas vezes pela linha do Equador, então $2 \cdot 7,2 = 14,4$ passagens, o que significa que poderão ocorrer 14 ou 15 passagens efetivas.

Resposta da questão 25:

[D]

Resposta da questão 26:

[C]

Resposta da questão 27:

[A]

Resposta da questão 28:

[D]

Resposta da questão 29:

[C]

Resposta da questão 30:

[B]

Resposta da questão 31:

[B]

Resposta da questão 32:

a) 2,4m/s

b) 3,0m/s

Resposta da questão 33:

[E]

Resposta da questão 34:

[D]