P.190 Ponteiro das horas: $\boxed{T = 12 \text{ h}}$ e $\boxed{f = \frac{1}{12} \text{ volta/h}}$

Ponteiro dos minutos: $\boxed{T = 1 \text{ h}}$ e $\boxed{f = 1 \text{ volta/h}}$

Ponteiro dos segundos: $\boxed{T = 1 \text{ min}}$ e $\boxed{f = 1 \text{ volta/min}}$

P.191 a) $f = 120 \text{ rpm} = 120 \frac{\text{rotações}}{\text{minuto}} = 120 \frac{\text{rotações}}{60 \text{ s}} \Rightarrow \boxed{f = 2 \text{ Hz}}$

b) $T = \frac{1}{f} \Rightarrow T = \frac{1}{2} \text{ s} \Rightarrow \boxed{T = 0{,}5 \text{ s}}$

P.192 a) $T = 120 \text{ min} = 120 \cdot 60 \text{ s} \Rightarrow \boxed{T = 7.200 \text{ s}}$

b) $f = \frac{1}{T} \Rightarrow f = \frac{1}{7.200} \Rightarrow \boxed{f \simeq 1{,}4 \cdot 10^{-4} \text{ Hz}}$

P.193 O período de uma oscilação completa corresponde ao intervalo de tempo para a esfera pendular ir da posição *A* até a posição *B* e retornar à *A*. Logo: $\boxed{T = 4 \text{ s}}$
A frequência é dada por:

$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow f = \frac{1}{4} \Rightarrow \boxed{f = 0{,}25 \text{ Hz}}$$

P.194
$$\left.\begin{array}{l} \frac{1}{4} \text{ volta} \text{ — } 2 \text{ h} \\ 1 \text{ volta} \text{ — } T \end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{T = 8 \text{ h}}$$

P.195 O período em segundos do planeta Mercúrio é:

$T = 88 \text{ dias} = 88 \cdot 24 \cdot 3.600 \text{ s} \Rightarrow \boxed{T \simeq 7{,}6 \cdot 10^6 \text{ s}}$

E a frequência: $f = \frac{1}{T} \Rightarrow f = \frac{1}{7{,}6 \cdot 10^6} \Rightarrow \boxed{f \simeq 1{,}3 \cdot 10^{-7} \text{ Hz}}$

P.196 a) $f = 12 \text{ rpm} = \dfrac{12}{60} \text{ Hz} \Rightarrow \boxed{f = 0{,}2 \text{ Hz}}$

b) $T = \dfrac{1}{f} \Rightarrow T = \dfrac{1}{0{,}2} \Rightarrow \boxed{T = 5 \text{ s}}$

c) $\omega = \dfrac{2\pi}{T} \Rightarrow \boxed{\omega = \dfrac{2\pi}{5} \text{ rad/s}}$

d) $v = \omega R \Rightarrow v = \dfrac{2\pi}{5} \cdot 10 \Rightarrow \boxed{v = 4\pi \text{ cm/s}}$

e) $|\vec{a}_{cp}| = \dfrac{v^2}{R} \Rightarrow |\vec{a}_{cp}| = \dfrac{(4\pi)^2}{10} \Rightarrow \boxed{|\vec{a}_{cp}| = 1{,}6\pi^2 \text{ cm/s}^2}$

P.197 a) $\boxed{T = 4 \text{ s}}$ (intervalo de tempo de uma volta completa)

b) $\omega = \dfrac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = \dfrac{2\pi}{4} \Rightarrow \boxed{\omega = \dfrac{\pi}{2} \text{ rad/s}}$

c) $|\vec{a}_{cp}| = \omega^2 R \Rightarrow |\vec{a}_{cp}| = \left(\dfrac{\pi}{2}\right)^2 \cdot 5 \Rightarrow \boxed{|\vec{a}_{cp}| = \dfrac{5\pi^2}{4} \text{ cm/s}^2}$

P.198 a) $v = \omega R \Rightarrow 7 = \omega \cdot 14 \Rightarrow \boxed{\omega = 0{,}50 \text{ rad/s}}$

b) $|\vec{a}_{cp}| = \dfrac{v^2}{R} \Rightarrow |\vec{a}_{cp}| = \dfrac{7^2}{14} \Rightarrow \boxed{|\vec{a}_{cp}| = 3{,}5 \text{ m/s}^2}$

c) $\omega = \dfrac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \dfrac{2\pi}{\omega} \Rightarrow T = \dfrac{2\pi}{0{,}50} \Rightarrow T = 4\pi \text{ s} \Rightarrow \boxed{T \simeq 12{,}6 \text{ s}}$

P.199 a) De $s = 4 + 2t$ (SI), comparando com $s = s_0 + vt$, vem $s_0 = 4$ m e $v = 2$ m/s.

$\varphi_0 = \dfrac{s_0}{R} \Rightarrow \varphi_0 = \dfrac{4}{2} \Rightarrow \boxed{\varphi_0 = 2 \text{ rad}}$

$\omega = \dfrac{v}{R} \Rightarrow \omega = \dfrac{2}{2} \Rightarrow \boxed{\omega = 1 \text{ rad/s}}$

b) $\varphi = \varphi_0 + \omega t \Rightarrow \boxed{\varphi = 2 + t \text{ (SI)}}$

c) $\omega = \dfrac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \dfrac{2\pi}{\omega} \Rightarrow T = \dfrac{2\pi}{1} \Rightarrow \boxed{T = 2\pi \text{ s}}$

$f = \dfrac{1}{T} \Rightarrow \boxed{f = \dfrac{1}{2\pi} \text{ Hz}}$

P.200 Todos os pontos da pá completam uma volta no mesmo intervalo de tempo. Eles têm o mesmo período, a mesma freqüência e a mesma velocidade angular.

Logo:

a) $f = 120 \text{ rpm} \Rightarrow f = \dfrac{120}{60} \text{ Hz} \Rightarrow \boxed{f = 2 \text{ Hz}}$

$T = \dfrac{1}{f} \Rightarrow T = \dfrac{1}{2} \text{ s} \Rightarrow \boxed{T = 0{,}5 \text{ s (para os dois pontos)}}$

b) $\omega = \dfrac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = \dfrac{2\pi}{0{,}5} \Rightarrow \boxed{\omega = 4\pi \text{ rad/s}}$

c) $v_A = \omega R_A \Rightarrow v_A = 4\pi \cdot 0{,}15 \Rightarrow \boxed{v_A = 0{,}6\pi \text{ m/s}}$

$v_B = \omega R_B \Rightarrow v_B = 4\pi \cdot 0{,}10 \Rightarrow \boxed{v_B = 0{,}4\pi \text{ m/s}}$

P.201 $v = \omega R \Rightarrow 20 = \omega \cdot 500 \Rightarrow \omega = 0{,}04 \text{ rad/s}$

$\omega = \dfrac{\Delta\varphi}{\Delta t} \Rightarrow 0{,}04 = \dfrac{\Delta\varphi}{40} \Rightarrow \boxed{\Delta\varphi = 1{,}6 \text{ rad}}$

P.202 $v = wR \Rightarrow v = \dfrac{2\pi}{T} R \Rightarrow v = \dfrac{2 \cdot 3}{24} \cdot 6.400 \Rightarrow \boxed{v = 1.600 \text{ km/h}}$

$|\vec{a}_{cp}| = \dfrac{v^2}{R} \Rightarrow |\vec{a}_{cp}| = \dfrac{(1.600 : 3{,}6)^2}{6{,}4 \cdot 10^6} \Rightarrow \boxed{|\vec{a}_{cp}| \simeq 3{,}1 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}^2}$

P.203 $v = \omega R \Rightarrow v = \dfrac{2\pi}{T} \cdot R \Rightarrow v = \dfrac{2 \cdot 3{,}1}{3{,}1 \cdot 10^7} \cdot 1{,}5 \cdot 10^8 \Rightarrow \boxed{v = 30 \text{ km/s}}$

$|\vec{a}_{cp}| = \dfrac{v^2}{R} \Rightarrow |\vec{a}_{cp}| = \dfrac{(30 \cdot 10^3)^2}{1{,}5 \cdot 10^8 \cdot 10^3} \Rightarrow \boxed{|\vec{a}_{cp}| = 6{,}0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2}$

A aceleração de um ponto do equador, no movimento de rotação da Terra, e a aceleração da Terra, em seu movimento em torno do Sol, são muito menores do que a aceleração da gravidade ($g = 10 \text{ m/s}^2$). Por isso, o movimento de rotação da Terra e seu movimento orbital, em torno do Sol, interferem muito pouco no movimento usual de um corpo na superfície terrestre. Essa é a razão de podermos considerar a Terra como um referencial inercial, nos movimentos usuais que um corpo realiza na superfície da Terra, conforme veremos no capítulo 11, item 5.

P.204 O satélite estacionário tem a mesma velocidade angular da Terra. Logo:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{24} \Rightarrow \boxed{\omega = \frac{\pi}{12}\ \text{rad/h}} \text{ ou } \boxed{\omega \simeq \frac{1}{4}\ \text{rad/h}}$$

$$v = \omega \cdot R \Rightarrow v = \frac{1}{4} \cdot 4{,}2 \cdot 10^4 \Rightarrow \boxed{v = 1{,}05 \cdot 10^4\ \text{km/h}}$$

P.205 a) $f_1 \cdot R_1 = f_2 \cdot R_2 \Rightarrow f_1 \cdot 10 = 60 \cdot 50 \Rightarrow \boxed{f_1 = 300\ \text{rpm}}$

b) $v = \omega_1 \cdot R_1 \Rightarrow v = 2\pi f_1 \cdot R_1 \Rightarrow v_1 = 2\pi \cdot \dfrac{300}{60} \cdot 0{,}10 \Rightarrow \boxed{v_1 = \pi\ \text{m/s}}$

P.206 a) $f_1 \cdot R_1 = f_2 \cdot R_2 \Rightarrow \dfrac{R_1}{T_1} = \dfrac{R_2}{T_2} \Rightarrow \dfrac{0{,}5}{10} = \dfrac{1}{T_2} \Rightarrow \boxed{T_2 = 20\ \text{s}}$

b) $f_2 = \dfrac{1}{T_2} \Rightarrow f_2 = \dfrac{1}{20} \Rightarrow \boxed{f_2 = 0{,}05\ \text{Hz}}$

c) $\omega_2 = \dfrac{2\pi}{T_2} \Rightarrow \omega_2 = \dfrac{2\pi}{20} \Rightarrow \boxed{\omega_2 = \dfrac{\pi}{10}\ \text{rad/s}}$

d) $v_2 = \omega_2 \cdot R_2 \Rightarrow v_2 = \dfrac{\pi}{10} \cdot \dfrac{1}{2} \Rightarrow \boxed{v_2 = \dfrac{\pi}{20}\ \text{cm/s}}$

P.207 $\omega_B \cdot R_B = \omega_A \cdot R_A \Rightarrow \omega_B \cdot 2R_A = 30 \cdot R_A \Rightarrow \boxed{\omega_B = 15\ \text{rad/s (sentido horário)}}$

e

$\omega_C \cdot R_C = \omega_A \cdot R_A \Rightarrow \omega_C \cdot 1{,}5R_A = 30 \cdot R_A \Rightarrow \boxed{\omega_C = 20\ \text{rad/s (sentido horário)}}$

P.208 a) $\omega_A \cdot R_A = \omega_B \cdot R_B \Rightarrow 2\pi f_A \cdot R_A = 2\pi f_B \cdot R_B \Rightarrow f_A \cdot R_A = f_B \cdot R_B \Rightarrow 75 \cdot 10 = f_B \cdot 15 \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{f_B = 50\ \text{rpm}}$

$\boxed{f_C = f_B = 50\ \text{rpm}}$, pois as engrenagens B e C pertencem ao mesmo eixo de rotação.

b) $v_P = \omega_C \cdot R_C \Rightarrow v_P = 2\pi f_C \cdot R_C \Rightarrow v_P = 2\pi \cdot \dfrac{50}{60} \cdot 8 \cdot 10^{-2} \Rightarrow \boxed{v_P = \dfrac{2\pi}{15}\ \text{m/s}}$

P.209 a) $v = \omega_A \cdot R \Rightarrow 10 = \omega_A \cdot 0{,}40 \Rightarrow \boxed{\omega_A = 25 \text{ rad/s}}$

b) $\omega_A \cdot R_A = \omega_B \cdot R_B \Rightarrow 25 \cdot 5{,}0 = \omega_B \cdot 15 \Rightarrow \boxed{\omega_B \simeq 8{,}33 \text{ rad/s}}$

P.210 a) $\gamma = \dfrac{\alpha}{R} \Rightarrow \gamma = \dfrac{2}{0{,}5} \Rightarrow \boxed{\gamma = 4 \text{ rad/s}^2}$

b) $\omega = \omega_0 + \gamma t \Rightarrow \omega = 0 + 4 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{\omega = 40 \text{ rad/s}}$

e

$v = \omega R \Rightarrow v = 40 \cdot 0{,}5 \Rightarrow \boxed{v = 20 \text{ m/s}}$

P.211 $\omega = \omega_0 + \gamma t \Rightarrow 20 = 0 + \gamma \cdot 10 \Rightarrow \gamma = 2 \text{ rad/s}^2$

$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\gamma \cdot \Delta\varphi \Rightarrow (20)^2 = 0 + 2 \cdot 2 \cdot \Delta\varphi \Rightarrow \Delta\varphi = 100 \text{ rad}$

$$\left.\begin{array}{r} 1 \text{ volta} \text{ —— } 2\pi \text{ rad} \\ n \text{ —— } 100 \text{ rad} \end{array}\right\} \Rightarrow n = \frac{100}{2\pi} \Rightarrow \boxed{n \simeq 15{,}9 \text{ voltas}}$$

P.212 a) $\boxed{T = 5 \text{ s}}$

b) $\omega = \dfrac{2\pi}{T} \Rightarrow \boxed{\omega = \dfrac{2\pi}{5} \text{ rad/s}}$

c) $v = \omega R \Rightarrow v = \dfrac{2\pi}{5} \cdot 2 \Rightarrow \boxed{v = \dfrac{4\pi}{5} \text{ m/s}}$

d) $|\vec{a}_{cp}| = \dfrac{v^2}{R} \Rightarrow |\vec{a}_{cp}| = \dfrac{\left(\dfrac{4\pi}{5}\right)^2}{2} \Rightarrow \boxed{|\vec{a}_{cp}| = \dfrac{8\pi^2}{25} \text{ m/s}^2}$

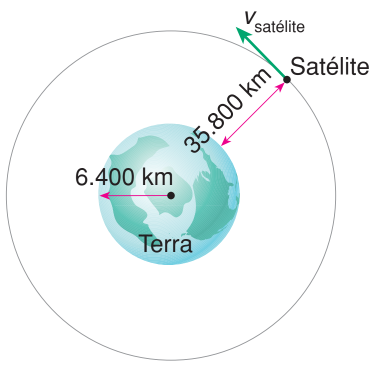
P.213 O período de rotação do ponteiro das horas é $T = 12$ h e a Terra gira em torno de seu eixo com período $T' = 24$ h. Portanto:

$$\frac{f}{f'} = \frac{\dfrac{1}{T}}{\dfrac{1}{T'}} \Rightarrow \frac{f}{f'} = \frac{T'}{T} = \frac{24}{12} \Rightarrow \boxed{\frac{f}{f'} = 2}$$

P.214 a) $\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{1} \Rightarrow \boxed{\omega = 2\pi \text{ rad/h}}$

b) $v = \omega \cdot R \Rightarrow v = 2\pi \cdot 0{,}50 \Rightarrow \boxed{v = \pi \text{ m/h}}$

P.215 Para que, em relação a um observador na Terra, o satélite esteja parado, seu período (e, portanto, sua velocidade angular) deve ser igual ao da Terra.



$\omega_s = \omega_T = \frac{2\pi}{24} \Rightarrow \omega_s = \omega_T = \frac{\pi}{12}$ rad/h

$v_s = \omega_s \cdot R_s$

$v_s = \frac{\pi}{12} \cdot (6.400 + 35.800)$

$v_s = \frac{\pi}{12} \cdot 42.200$

$\boxed{v_s \simeq 1{,}1 \cdot 10^4 \text{ km/h}}$ ou $\boxed{v_s \simeq 3{,}0 \text{ km/s}}$

P.216 $v = 86{,}4$ km/h $= 24$ m/s

$\omega = \frac{v}{R} \Rightarrow \omega = \frac{24}{0{,}60} \Rightarrow \boxed{\omega = 40 \text{ rad/s}}$

$\omega = 2\pi f \Rightarrow 40 = 2\pi \cdot f \Rightarrow f = \frac{20}{\pi} \Rightarrow \boxed{f \simeq 6{,}4 \text{ Hz}}$

P.217 O velocímetro é calibrado para medir a velocidade do carro em km/h. Na realidade, ele mede a frequência f com que as rodas giram. Sendo R o raio das rodas, de acordo com o fabricante, a velocidade do carro (medida pelo velocímetro) é dada por $v_v = \omega \cdot R = 2\pi f \cdot R$. A cada valor de f corresponde um valor de v_v, daí a possibilidade de calibrar o velocímetro em unidades de velocidade. Analisemos cada carro.

Carro *A*:

O carro *A* usa os pneus indicados pelo fabricante. Logo, a indicação do velocímetro coincide com a do radar. Assim, a linha 2 corresponde ao carro *A*.

Carro *B*:

A velocidade v_B do carro *B* (e que é registrada pelo radar) é dada por $v_B = \omega \cdot R_B$. De $v_v = \omega \cdot R$ e sendo $R_B > R$, vem: $v_B > v_v$. Portanto, a velocidade indicada pelo velocímetro é menor do que a velocidade do carro *B* (que é registrada pelo radar). Logo, a linha 3 corresponde ao carro *B*. O proprietário do carro *B* deve ser mais precavido, pois a velocidade de seu carro é maior do que a indicada pelo velocímetro.

Carro C:

De $v_C = \omega \cdot R_C$ e $v_v = \omega \cdot R$, sendo $R_C < R$, vem $v_C < v_v$: a velocidade indicada pelo velocímetro é maior do que a velocidade do carro C (que é a velocidade registrada pelo radar). A linha 1 corresponde ao carro C.

P.218 a) $v = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \dfrac{2\pi R}{T} \Rightarrow v = 2\pi R \cdot f \Rightarrow$

$\Rightarrow v = 2 \cdot 3 \cdot 0{,}60 \cdot \dfrac{40}{60} \Rightarrow \boxed{v = 2{,}4 \text{ m/s}}$

b) $f_{coroa} = f_{pedal} = \dfrac{40}{60}$ Hz $= \dfrac{2}{3}$ Hz

$f_{coroa} \cdot R_{coroa} = f_{catraca} \cdot R_{catraca}$

$\dfrac{2}{3} \cdot 25 = f_{catraca} \cdot 10$

$f_{catraca} = \dfrac{5}{3}$ Hz $= f_{roda}$

$V = 2\pi R_{roda} \cdot f_{roda}$

$V = 2 \cdot 3 \cdot 0{,}30 \cdot \dfrac{5}{3}$

$\boxed{V = 3{,}0 \text{ m/s}}$

P.219 $\varphi_0 = 0$; $\omega = 20$ rad/s

$\Delta\varphi = 10 \cdot 2\pi$ rad $= 20\pi$ rad

$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\gamma\Delta\varphi \Rightarrow 20^2 = 0 + 2\gamma \cdot 20\pi \Rightarrow \gamma = \dfrac{10}{\pi}$ rad/s$^2 \Rightarrow \boxed{\gamma = 3{,}18 \text{ rad/s}^2}$

P.220 $\gamma = \dfrac{\Delta\omega}{\Delta t} \Rightarrow \gamma = \dfrac{10 - 3}{20} \Rightarrow \gamma = 0{,}35$ rad/s^2

$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\gamma \cdot \Delta\varphi \Rightarrow 10^2 = 3^2 + 2 \cdot 0{,}35 \cdot \Delta\varphi \Rightarrow \Delta\varphi = 130$ rad

$$\left.\begin{array}{l} 1 \text{ volta} \;\text{——}\; 2\pi \text{ rad} \\ n \;\text{——}\; 130 \text{ rad} \end{array}\right\} \Rightarrow n = \dfrac{130}{2\pi} \Rightarrow \boxed{n \simeq 20{,}7 \text{ voltas}}$$

P.221 $f = 300$ rpm $= \dfrac{300}{60}$ Hz $= 5$ Hz

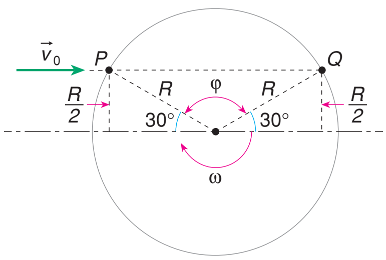
Vamos determinar o intervalo de tempo Δt que o alvo rotativo demora para descrever um ângulo $\Delta\varphi = 18° = \dfrac{\pi}{10}$ rad:

$$\omega = 2\pi f = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \Rightarrow 2\pi \cdot 5 = \frac{\frac{\pi}{10}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{1}{100}\ \text{s}$$

Nesse intervalo de tempo, o projétil percorreu $\Delta s = 15$ m. Assim, sua velocidade vale:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{15}{\left(\frac{1}{100}\right)} \Rightarrow \boxed{v = 1.500\ \text{m/s}}$$

P.222



Da figura concluímos que $\varphi = 120° = \frac{2\pi}{3}$ rad.

$$\varphi = \omega \cdot t \Rightarrow \frac{2\pi}{3} = 2\pi \cdot t \Rightarrow t = \frac{1}{3}\ \text{s}$$

$$PQ = v_0 \cdot t \Rightarrow 2R \cdot \cos 30° = v_0 \cdot t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 \cdot 0{,}50 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = v_0 \cdot \frac{1}{3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_0 = \frac{3\sqrt{3}}{2}\ \text{m/s ou } \boxed{v_0 \simeq 2{,}6\ \text{m/s}}$$

P.223 A frequência de disparo é $f = 30$ balas/min.

Então, o intervalo de tempo entre duas balas consecutivas é: $\Delta t = \frac{1}{f} = \frac{1}{30}$ min.

Nesse intervalo de tempo, o disco deve dar **pelo menos** uma volta, para que a próxima bala passe pelo mesmo orifício. Então, a frequência mínima do disco deve ser: $\boxed{f_{\text{mín.}} = \frac{1}{\Delta t} = 30\ \text{rpm}}$

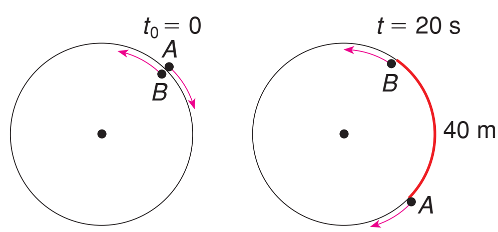
Entretanto, a bala seguinte também passará pelo mesmo orifício se o disco der 2 voltas, 3 voltas, etc.

Portanto, as frequências múltiplas (60 rpm, 90 rpm, 120 rpm, etc.) também constituem soluções para o problema.

P.224 a) $s_A = v_A \cdot t \Rightarrow s_A = 8 \cdot 20 \Rightarrow s_A = 160$ m

$s_B = v_B \cdot t \Rightarrow s_B = 6 \cdot 20 \Rightarrow s_B = 120$ m

$\boxed{s_A - s_B = 40\ \text{m}}$



b) $s_A - s_B = 120$

$v_A \cdot t - v_B \cdot t = 120$

$8t - 6t = 120$

$2t = 120$

$\boxed{t = 60 \text{ s}}$

P.225 a) **1ª experiência:**

A passará novamente por *B* quando estiver uma volta na frente:

$$\varphi_A - \varphi_B = 2\pi$$
$$\omega_A \cdot t - \omega_B \cdot t = 2\pi$$
$$(\omega_A - \omega_B) \cdot t = 2\pi$$
$$(\omega_A - \omega_B) \cdot 40 = 2\pi$$
$$\omega_A - \omega_B = \frac{\pi}{20} \quad ①$$

2ª experiência:

Nesse caso, os módulos de φ_A e φ_B somam 2π rad:

$$\varphi_A + \varphi_B = 2\pi$$
$$\omega_A \cdot t + \omega_B \cdot t = 2\pi$$
$$(\omega_A + \omega_B) \cdot t = 2\pi$$
$$(\omega_A + \omega_B) \cdot 8 = 2\pi$$
$$\omega_A + \omega_B = \frac{\pi}{4} \quad ②$$

De ① e ②, temos: $\boxed{\omega_A = \frac{3\pi}{20} \text{ rad/s}}$ e $\boxed{\omega_B = \frac{\pi}{10} \text{ rad/s}}$

b) $\omega_A = \frac{2\pi}{T_A} \Rightarrow \frac{3\pi}{20} = \frac{2\pi}{T_A} \Rightarrow \boxed{T_A = \frac{40}{3} \text{ s}}$

$\omega_B = \frac{2\pi}{T_B} \Rightarrow \frac{\pi}{10} = \frac{2\pi}{T_B} \Rightarrow \boxed{T_B = 20 \text{ s}}$

c) $v_A = \omega_A \cdot R_A \Rightarrow v_A = \frac{3\pi}{20} \cdot 40 \Rightarrow \boxed{v_A = 6\pi \text{ cm/s}}$

$v_B = \omega_B \cdot R_B \Rightarrow v_B = \frac{\pi}{10} \cdot 20 \Rightarrow \boxed{v_B = 2\pi \text{ cm/s}}$

P.226 a) $\Delta\varphi = 30° = \dfrac{\pi}{6}$ rad

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{v}{R} \Rightarrow \frac{\left(\frac{\pi}{6}\right)}{\Delta t} = \frac{\left(\frac{36}{3{,}6}\right)}{1.000} \Rightarrow \Delta t = \frac{50\pi}{3}\ \text{s} \simeq 52\ \text{s} \Rightarrow \boxed{\Delta t \simeq 52\ \text{s}}$$

b) $a_{cp} = \dfrac{v^2}{R} \Rightarrow a_{cp} = \dfrac{(10)^2}{1.000} \Rightarrow \boxed{a_{cp} = 0{,}1\ \text{m/s}^2}$

P.227 a) $f = 33\frac{1}{3}$ rpm $= \dfrac{100}{3}$ rpm

Em 24 minutos o LP dará: $\dfrac{100}{3} \cdot 24$ rotações $= 800$ rotações

A largura da face útil do LP é: $L = 15{,}0\ \text{cm} - 7{,}0\ \text{cm} = 8{,}0\ \text{cm}$

A distância média entre dois sulcos consecutivos (d) será dada por:

$$d = \frac{8{,}0\ \text{cm}}{800} = 0{,}010\ \text{cm} = \boxed{0{,}10\ \text{mm}}$$

b) Professor, vale lembrar que a agulha do toca-disco percorre o LP da extremidade de maior raio para a extremidade de menor raio. Logo:

$$v = \omega R \Rightarrow v = 2\pi f \cdot R \Rightarrow v = 2\pi \cdot \frac{\left(\frac{100}{3}\right)}{60} \cdot 7{,}0 \Rightarrow \boxed{v \simeq 24{,}4\ \text{cm/s}}$$

P.228 a) A velocidade linear de um ponto da superfície do cilindro é igual à velocidade da linha:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{50}{10} \Rightarrow \boxed{v = 5{,}0\ \text{cm/s}}$$

b) Todos os pontos do carretel têm a mesma velocidade angular ω. Para um ponto da superfície do cilindro ($R = 2$ cm e $v = 5{,}0$ cm/s), temos:

$$\omega = \frac{v}{R} \Rightarrow \omega = \frac{5{,}0}{2} \Rightarrow \boxed{\omega = 2{,}5\ \text{rad/s}}$$

P.229 Partindo do instante em que os ponteiros estão superpostos às 12 horas, temos as funções horárias angulares:

Ponteiro das horas: $\varphi_h = \omega_h \cdot t \Rightarrow \varphi_h = \dfrac{2\pi}{12} \cdot t$

Ponteiro dos minutos: $\varphi_m = \omega_m \cdot t \Rightarrow \varphi_m = \dfrac{2\pi}{1} \cdot t$

Para que os ponteiros se superponham, após as 4 horas, é preciso que o ponteiro dos minutos dê 4 voltas a mais que o ponteiro das horas:

$$\varphi_{mín.} - \varphi_h = 4 \cdot 2\pi$$

$$\frac{2\pi}{1}t - \frac{2\pi}{12}t = 4 \cdot 2\pi$$

$$t - \frac{t}{12} = 4$$

$$\frac{12 - 1}{12} \cdot t = 4$$

$$t = 4 \cdot \frac{12}{11}\ \text{h}$$

$$t = \frac{48}{11}\ \text{h}$$

$$t = 4\ \text{h} + \frac{4}{11}\ \text{h}$$

$$t = 4\ \text{h} + \frac{4 \cdot 60}{11}\ \text{min}$$

$$t = 4\ \text{h} + 21\ \text{min} + \frac{9}{11}\ \text{min}$$

$$t = 4\ \text{h} + 21\ \text{min} + \frac{9 \cdot 60}{11}\ \text{s}$$

$$t = 4\ \text{h}\ 21\text{min}\ 49\ \text{s}$$

Logo, $x = 21$ e $y = 49$.