

### Zadatak 281 (Luka, maturant)

Kolika je centrifugalna akceleracija na obodu bubnja perilice ako je promjer bubnja 0.4 m. Perilica rotira frekvencijom 600 okretaja u minuti.

#### Rješenje 281

$$2 \cdot r = 0.4 \text{ m} \Rightarrow r = 0.2 \text{ m}, \quad N = 600, \quad t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}, \quad a_{cf} = ?$$

Vrtnja (rotacija) je gibanje tijela oko nepomične osi koja prolazi kroz tijelo ili leži izvan njega. Frekvencija je broj okretaja u sekundi, a računa se po formuli

$$v = \frac{N}{t},$$

gdje je N broj okretaja, t vrijeme.

Pri kružnom gibanju brzina stalno mijenja smjer. Promjenu smjera brzine uzrokuje centripetalna sila. Ona tijelu daje centripetalnu (radijalnu) akceleraciju usmjerenu prema središtu kružnice.

$$a_{cp} = 4 \cdot \pi^2 \cdot r \cdot v^2, \quad a_{cp} = r \cdot \omega^2,$$

gdje je r polumjer kružnice, v frekvencija,  $\omega$  kutna brzina.

U sustavu koji se giba po kružnici pojavljuje se centrifugalna sila koja tijelu daje centrifugalnu akceleraciju

$$a_{cf} = 4 \cdot \pi^2 \cdot r \cdot v^2, \quad a_{cf} = r \cdot \omega^2.$$

Kutna brzina  $\omega$  mjeri se u rad / s i određena je izrazom

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot N}{t}.$$

1. inačica

$$\left. \begin{array}{l} v = \frac{N}{t} \\ a_{cf} = 4 \cdot \pi^2 \cdot r \cdot v^2 \end{array} \right\} \Rightarrow a_{cf} = 4 \cdot \pi^2 \cdot r \cdot \left( \frac{N}{t} \right)^2 = 4 \cdot \pi^2 \cdot 0.2 \text{ m} \cdot \left( \frac{600}{60 \text{ s}} \right)^2 = 789.57 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

2. inačica

$$\left. \begin{array}{l} \omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot N}{t} \\ a_{cf} = r \cdot \omega^2 \end{array} \right\} \Rightarrow a_{cf} = r \cdot \left( \frac{2 \cdot \pi \cdot N}{t} \right)^2 = 0.2 \text{ m} \cdot \left( \frac{2 \cdot \pi \cdot 600}{60 \text{ s}} \right)^2 = 789.57 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

### Vježba 281

Kolika je centrifugalna akceleracija na obodu bubnja perilice ako je promjer bubnja 0.6 m. Perilica rotira frekvencijom 660 okretaja u minuti.

**Rezultat:** 1433.07 m / s<sup>2</sup>.

### Zadatak 282 (Luka, maturant)

Tvrđi disk se okreće brzinom 7200 okretaja u minuti. Izračunajte kolika je sila trenja potrebna da zadrži zrnice prašine mase 0.001 g na površini diska na udaljenosti 2.5 cm od njegova središta.

#### Rješenje 282

$$N = 7200, \quad t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}, \quad m = 0.001 \text{ g} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ kg}, \quad r = 2.5 \text{ cm} = 2.5 \cdot 10^{-2} \text{ m}, \\ F_{tr} = ?$$

Prijeđeni kut  $\varphi$  i ukupni broj okretaja N povezani su formulom

$$\varphi = 2 \cdot \pi \cdot N.$$

Kutna brzina  $\omega$  mjeri se u rad / s i određena je izrazom

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \Rightarrow \omega = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\Delta t}$$

Obično se uzima

$$\varphi_1 = 0, \varphi_2 = \varphi, \Delta t = t$$

pa je

$$\omega = \frac{\varphi}{t} \Rightarrow \omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot N}{t}$$

Vrtnja (rotacija) je gibanje tijela oko nepomične osi koja prolazi kroz tijelo ili leži izvan njega. Frekvencija je broj okretaja u sekundi, a računa se po formuli

$$v = \frac{N}{t},$$

gdje je N broj okretaja, t vrijeme.

Da bi se tijelo, mase m, gibalo po kružnici, polumjera r, potrebno je da na nj djeluje centripetalna sila:

$$F_{cp} = m \cdot 4 \cdot \pi^2 \cdot r \cdot v^2, \quad F_{cp} = m \cdot r \cdot \omega^2,$$

gdje je v frekvencija (broj okreta u jedinici vremena),  $\omega$  kutna brzina. Centripetalna sila ima smjer prema središtu kružnice. U sustavu koji se giba po kružnici pojavljuje se centrifugalna sila po iznosu jednaka

$$F_{cf} = m \cdot 4 \cdot \pi^2 \cdot r \cdot v^2, \quad F_{cf} = m \cdot r \cdot \omega^2,$$

a u smjeru od središta kružnice.

**Trenje** je sila koja se javlja kad se neko tijelo giba površinom nekoga drugog tijela ili kad se tek počinje gibati. Trenje ima smjer suprotan smjeru gibanja.

Da se zrnice prašine zadrži na površini diska sila trenja mora biti jednaka centrifugalnoj sili.

1. inačica

$$F_{tr} = F_{cf} \Rightarrow F_{tr} = m \cdot r \cdot \omega^2 \Rightarrow F_{tr} = m \cdot r \cdot \left( \frac{2 \cdot \pi \cdot N}{t} \right)^2 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ kg} \cdot 2.5 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot \left( \frac{2 \cdot \pi \cdot 7200}{60 \text{ s}} \right)^2 = \\ = 0.0142 \text{ N} \approx 1.42 \cdot 10^{-2} \text{ N}.$$

2. inačica

Određimo frekvenciju diska.

$$v = \frac{N}{t} = \frac{7200}{60 \text{ s}} = 120 \frac{1}{\text{s}}$$

Tada je

$$F_{tr} = F_{cf} \Rightarrow F_{tr} = 4 \cdot \pi^2 \cdot m \cdot r \cdot v^2 = 4 \cdot \pi^2 \cdot 1 \cdot 10^{-6} \text{ kg} \cdot 2.5 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot \left( 120 \frac{1}{\text{s}} \right)^2 = \\ = 0.0142 \text{ N} \approx 1.42 \cdot 10^{-2} \text{ N}.$$

### Vježba 282

Tvrđi disk se okreće brzinom 6000 okretaja u minuti. Izračunajte kolika je sila trenja potrebna da zadrži zrnice prašine mase 0.001 g na površini diska na udaljenosti 2.5 cm od njegovog središta.

**Rezultat:**  $9.87 \cdot 10^{-3} \text{ N}$ .

### Zadatak 283 (Antonia, maturantica)

Tijelo počinje rotirati iz mirovanja stalnom kutnom akceleracijom  $30 \text{ rad} / \text{s}^2$ . Nakon kojeg će vremena imati kutnu brzinu  $3000 \text{ okr} / \text{min}$ ?

- A. 10.5 s      B. 8.4 s      C. 11.5 s      D. 12.2 s

### Rješenje 283

$$\alpha = 30 \text{ rad / s}^2, \quad \omega = 3000 \frac{\text{okr}}{\text{min}} = \left[ 3000 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60} \right] = 100 \cdot \pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}, \quad t = ?$$

Tijelo rotira kada se njegove čestice gibaju po kružnicama čija središta leže u istoj točki ili na istom pravcu. Za jednoliko promjenljivu vrtnju vrijedi izraz:

$$\alpha = \frac{\omega}{t},$$

gdje je  $\alpha$  kutna akceleracija,  $\omega$  kutna brzina,  $t$  vrijeme vrtnje.

$$\alpha = \frac{\omega}{t} \Rightarrow \alpha = \frac{\omega}{t} / \cdot \frac{t}{\alpha} \Rightarrow t = \frac{\omega}{\alpha} = \frac{100 \cdot \pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}}{30 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}} = 10.5 \text{ s.}$$

Odgovor je pod A.

### Vježba 283

Tijelo počinje rotirati iz mirovanja stalnom kutnom akceleracijom  $60 \text{ rad / s}^2$ . Nakon kojeg će vremena imati kutnu brzinu  $6000 \text{ okr / min}$ ?

- A.  $10.5 \text{ s}$       B.  $8.4 \text{ s}$       C.  $11.5 \text{ s}$       D.  $12.2 \text{ s}$

**Rezultat:** A.

### Zadatak 284 (Antonia, maturantica)

Tijelo počinje rotirati iz mirovanja stalnom kutnom akceleracijom  $30 \text{ rad / s}^2$ . Koliko okretaja napravi za 1 min, računajući od početka rotacije?

- A.  $7.9 \cdot 10^3 \text{ okr}$       B.  $8.1 \cdot 10^3 \text{ okr}$       C.  $8.6 \cdot 10^3 \text{ okr}$       D.  $9.2 \cdot 10^3 \text{ okr}$

### Rješenje 284

$$\alpha = 30 \text{ rad / s}^2, \quad t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}, \quad N = ?$$

Tijelo rotira kada se njegove čestice gibaju po kružnicama čija središta leže u istoj točki ili na istom pravcu.

Pri rotaciji konstantnom kutnom akceleracijom kut  $\varphi$  mijenja se u vremenu prema izrazu

$$\varphi = \omega_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot t^2,$$

gdje je  $\omega_0$  početna kutna brzina. Ako je rotacija počela iz stanja mirovanja izraz glasi:

$$\varphi = \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot t^2.$$

Prijeđeni kut  $\varphi$  i ukupni broj okretaja  $N$  povezani su formulom

$$\varphi = 2 \cdot \pi \cdot N.$$

$$\left. \begin{array}{l} \varphi = \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot t^2 \\ \varphi = 2 \cdot \pi \cdot N \end{array} \right\} \Rightarrow 2 \cdot \pi \cdot N = \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot t^2 \Rightarrow 2 \cdot \pi \cdot N = \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot t^2 / \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N = \frac{1}{4 \cdot \pi} \cdot \alpha \cdot t^2 = \frac{1}{4 \cdot \pi} \cdot 30 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2} \cdot (60 \text{ s})^2 = 8594.4 \text{ okr} \approx 8.6 \cdot 10^3 \text{ okr.}$$

Odgovor je pod C.

### Vježba 284

Odmor!

**Rezultat:** ...

**Zadatak 285 (Antonia, maturantica)**

Tijelo počinje rotirati iz mirovanja stalnom kutnom akceleracijom  $30 \text{ rad / s}^2$ . Koliko traje prvi okretaj?

- A. 0.48 s      B. 0.52 s      C. 0.58 s      D. 0.65 s

**Rješenje 285**

$$\alpha = 30 \text{ rad / s}^2, \quad N = 1, \quad t = ?$$

Tijelo rotira kada se njegove čestice gibaju po kružnicama čija središta leže u istoj točki ili na istom pravcu.

Pri rotaciji konstantnom kutnom akceleracijom kut  $\varphi$  mijenja se u vremenu prema izrazu

$$\varphi = \omega_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot t^2,$$

gdje je  $\omega_0$  početna kutna brzina. Ako je rotacija počela iz stanja mirovanja izraz glasi:

$$\varphi = \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot t^2.$$

Prijeđeni kut  $\varphi$  i ukupni broj okretaja  $N$  povezani su formulom

$$\varphi = 2 \cdot \pi \cdot N.$$

$$\left. \begin{array}{l} \varphi = \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot t^2 \\ \varphi = 2 \cdot \pi \cdot N \end{array} \right\} \Rightarrow [N = 1] \Rightarrow \left. \begin{array}{l} \varphi = \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot t^2 \\ \varphi = 2 \cdot \pi \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot t^2 = 2 \cdot \pi \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot t^2 = 2 \cdot \pi \quad / \cdot \frac{2}{\alpha} \Rightarrow t^2 = \frac{4 \cdot \pi}{\alpha} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{4 \cdot \pi}{\alpha}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = 2 \cdot \sqrt{\frac{\pi}{\alpha}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{\pi}{30 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}}} = 0.65 \text{ s.}$$

Odgovor je pod D.

**Vježba 285**

Tijelo počinje rotirati iz mirovanja stalnom kutnom akceleracijom  $120 \text{ rad / s}^2$ . Koliko traje prvi okretaj?

- A. 0.32 s      B. 0.38 s      C. 0.42 s      D. 0.48 s

**Rezultat:** A.

**Zadatak 286 (Vicko, maturant)**

Koliko okreta u minuti čine kotači vagona kada vlak vozi brzinom  $80 \text{ km / h}$ . Promjer kotača je  $0.75 \text{ m}$ .

- A.  $410 \frac{\text{okr}}{\text{min}}$       B.  $487 \frac{\text{okr}}{\text{min}}$       C.  $503 \frac{\text{okr}}{\text{min}}$       D.  $566 \frac{\text{okr}}{\text{min}}$

**Rješenje 286**

$$t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}, \quad v = 80 \text{ km / h} = [80 : 3.6] = 22.22 \text{ m / s}, \quad 2 \cdot r = 0.75 \text{ m}, \quad n = ?$$

Tijelo rotira kada se njegove čestice gibaju po kružnicama čija središta leže u istoj točki ili na istom pravcu.

Frekvencija  $f$  je broj ophoda (okretaja kad se radi o rotaciji) u sekundi. U tehničkoj se praksi broj okretaja obično računa po minuti, označava sa  $n$  i izražava jedinicom

$$[n] = \frac{\text{okr}}{\text{min}}.$$

Očito je:

$$n = 60 \cdot f.$$

Kutna brzina  $\omega$  i broj okretaja po sekundi  $f$  povezani su u formuli:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f,$$

a linearna brzina  $v$  i kutna brzina  $\omega$ :

$$v = \omega \cdot r \Rightarrow v = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot r \Rightarrow f = \frac{v}{2 \cdot r \cdot \pi}.$$

$$\left. \begin{array}{l} f = \frac{v}{2 \cdot r \cdot \pi} \\ n = 60 \cdot f \end{array} \right\} \Rightarrow n = 60 \cdot \frac{v}{2 \cdot r \cdot \pi} = 60 \cdot \frac{22.22 \frac{m}{s}}{0.75 m \cdot \pi} = 566 \frac{okr}{min}.$$

Odgovor je pod D.

### Vježba 286

Koliko okreta u minuti čine kotači vagona kada vlak vozi brzinom 160 km / h. Promjer kotača je 0.75 m.

A. 1132  $\frac{okr}{min}$       B. 1170  $\frac{okr}{min}$       C. 1050  $\frac{okr}{min}$       D. 966  $\frac{okr}{min}$

**Rezultat:** A.

### Zadatak 287 (Vicko, maturant)

Kotač zamašnjak opsega 16 metara načini u minuti 50 okretaja. Koliki put prevali točka na obodu zamašnjaka u jednoj sekundi?

A. 67 m      B. 22 m      C. 7 m      D. 13.3 m

### Rješenje 287

$$O = 16 \text{ m}, \quad f = 50 \text{ okr} / \text{min} = \left[ \frac{50}{60} \right] = \frac{5}{6} \text{ s}^{-1}, \quad t = 1 \text{ s}, \quad s = ?$$

Jednoliko pravocrtno gibanje duž puta  $s$  jest gibanje za koje vrijedi izraz

$$s = v \cdot t,$$

gdje je  $s$  put tijela pošto se pokrenulo iz mirovanja i gibalo stalnom, konstantnom brzinom  $v$  za vrijeme  $t$ .

Tijelo rotira kada se njegove čestice gibaju po kružnicama čija središta leže u istoj točki ili na istom pravcu. Frekvencija  $f$  je broj ophoda (okretaja kad se radi o rotaciji) u sekundi.

Kutna brzina  $\omega$  i broj okretaja po sekundi  $f$  povezani su u formuli:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f,$$

a linearna brzina  $v$  i kutna brzina  $\omega$ :

$$v = \omega \cdot r \Rightarrow v = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot r.$$

**Kružnica** je skup svih točaka u ravnini jednako udaljenih od zadane točke (središta).

Polumjer ili radijus je dužina koja spaja središte kružnice s bilo kojom točkom kružnice. Duljina polumjera označava se slovom  $r$ .

Opseg kružnice polumjera  $r$  iznosi:

$$O = 2 \cdot r \cdot \pi.$$



$$\begin{aligned} s = v \cdot t &\Rightarrow s = \omega \cdot r \cdot t \Rightarrow s = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot r \cdot t \Rightarrow s = (2 \cdot r \cdot \pi) \cdot f \cdot t \Rightarrow s = O \cdot f \cdot t = \\ &= 16 \text{ m} \cdot \frac{5}{6} \frac{1}{s} \cdot 1 \text{ s} = 13.3 \text{ m}. \end{aligned}$$

Odgovor je pod D.

### Vježba 287

Kotač zamašnjak opsega 16 metara načini u minuti 50 okretaja. Koliki put prevali točka na obodu zamašnjaka u dvije sekunde?

- A. 18.4 m      B. 26.7 m      C. 22.6 m      D. 20.5 m

**Rezultat:** B.

### Zadatak 288 (Hrvoje, veleučilište)

Odredite ukupnu akceleraciju čestice koja se giba po kružnici polumjera 30 cm u trenutku kad je kutna brzina 3 rad / s, a kutna akceleracija 4 rad / s<sup>2</sup>.

### Rješenje 288

$$r = 30 \text{ cm} = 0.3 \text{ m}, \quad \omega = 3 \text{ rad / s}, \quad \alpha = 4 \text{ rad / s}^2, \quad a = ?$$

Pri nejednolikom kruženju materijalne točke iznos obodne brzine nije konstantan, već se i on kao i smjer kruženja mijenja s vremenom. Promjena iznosa brzine određena je tangencijalnom, a promjena smjera radijalnom akceleracijom. Pri nejednolikom kružnom gibanju (ili bilo kojem krivocrtinom) postoji i radijalna i tangencijalna akceleracija.

Centripetalna (radijalna) akceleracija  $\vec{a}_r$  ima smjer prema središtu kružnice. Nastaje promjenom smjera brzine  $v$ . Centripetalnu (radijalnu) akceleraciju možemo izraziti pomoću više izraza:

$$a_r = \frac{v^2}{r}, \quad a_r = r \cdot \omega^2, \quad a_r = v \cdot \omega,$$

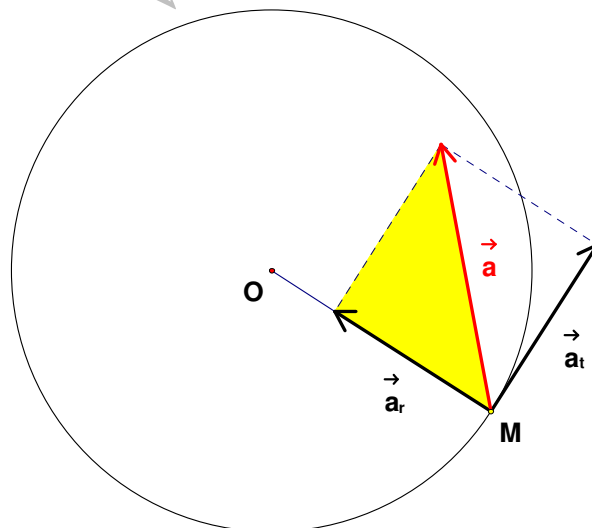
gdje je  $r$  polumjer kružnice,  $v$  obodna (linearna) brzina,  $\omega$  kutna brzina.

Tangencijalna akceleracija  $\vec{a}_t$  zbog promjene veličine brzine  $v$ , odnosno promjene iznosa kutne brzine  $\omega$  iznosi:

$$a_t = \frac{\Delta v}{\Delta t}, \quad a_t = r \cdot \frac{\Delta \omega}{\Delta t}, \quad a_t = r \cdot \alpha,$$

gdje je  $\alpha$  kutna akceleracija.

Komponente ukupne akceleracije



$$\vec{a} = \vec{a}_r + \vec{a}_t, \quad a = \sqrt{a_r^2 + a_t^2}$$

$$a = \sqrt{a_r^2 + a_t^2} \Rightarrow a = \sqrt{(r \cdot \omega^2)^2 + (r \cdot \alpha)^2} \Rightarrow a = \sqrt{r^2 \cdot \omega^4 + r^2 \cdot \alpha^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \sqrt{r^2 \cdot (\omega^4 + \alpha^2)} \Rightarrow a = \sqrt{r^2} \cdot \sqrt{\omega^4 + \alpha^2} \Rightarrow a = r \cdot \sqrt{\omega^4 + \alpha^2} =$$

$$= 0.3 \text{ m} \cdot \sqrt{\left(3 \frac{1}{\text{s}}\right)^4 + \left(4 \frac{1}{\text{s}^2}\right)^2} = 2.95 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

### Vježba 288

Odredite ukupnu akceleraciju čestice koja se giba po kružnici polumjera 40 cm u trenutku kad je kutna brzina 2 rad / s, a kutna akceleracija 5 rad / s<sup>2</sup>.

**Rezultat:** 2.56 m / s<sup>2</sup>.

### Zadatak 289 (Ljiljana, maturantica)

Kotač iz stanja mirovanja za 20 s postigne kutnu brzinu 3000 okr / min.

- Kolika je njegova kutna akceleracija?
- Koliko je okretaja napravio za to vrijeme?

### Rješenje 289

$$t = 20 \text{ s}, \quad \omega = 3000 \frac{\text{okr}}{\text{min}} = \left[ 3000 \cdot \frac{2 \cdot \pi \text{ rad}}{60 \text{ s}} \right] = 100 \cdot \pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}, \quad \alpha = ?, \quad N = ?$$

Kutnu akceleraciju  $\alpha$  definiramo kao brzinu promjene kutne brzine:

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \Rightarrow \alpha = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\Delta t}$$

Ako je početna kutna brzina  $\omega_1 = 0$ ,  $\Delta t = t$  dobivamo

$$\omega = \alpha \cdot t \Rightarrow \alpha = \frac{\omega}{t}$$

Za prijeđeni kut  $\varphi$  vrijedi

$$\varphi = \frac{1}{2} \cdot \omega \cdot t,$$

gdje je  $\omega$  kutna brzina.

Prijeđeni kut  $\varphi$  i ukupni broj okretaja  $N$  povezani su formulom

$$\varphi = 2 \cdot \pi \cdot N \Rightarrow N = \frac{\varphi}{2 \cdot \pi}$$

a)

$$\alpha = \frac{\omega}{t} = \frac{100 \cdot \pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}}{20 \text{ s}} = 5 \cdot \pi \frac{\text{rad}}{\text{s}^2} \approx 15.71 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}.$$

b)

$$\left. \begin{array}{l} \varphi = \frac{1}{2} \cdot \omega \cdot t \\ N = \frac{\varphi}{2 \cdot \pi} \end{array} \right\} \Rightarrow N = \frac{\frac{1}{2} \cdot \omega \cdot t}{2 \cdot \pi} \Rightarrow N = \frac{\omega \cdot t}{4 \cdot \pi} = \frac{100 \cdot \pi \frac{1}{\text{s}} \cdot 20 \text{ s}}{4 \cdot \pi} = 500 \text{ okretaja}.$$

### Vježba 289

Odmor!

**Rezultat:** ...

### Zadatak 290 (Vedran, maturant)

Biciklist vozi u krugu promjera 6 m tako da ga obiđe za 4 s. Koliki mora biti najmanji koeficijent trenja na toj podlozi da se može tako voziti? (ubrzanje slobodnog pada  $g = 9.81 \text{ m / s}^2$ )

### Rješenje 290

$$2 \cdot r = 6 \text{ m} \Rightarrow r = 3 \text{ m}, \quad T = 4 \text{ s}, \quad g = 9.81 \text{ m/s}^2, \quad \mu = ?$$

Tijelo rotira kada se njegove čestice gibaju po kružnicama čija središta leže u istoj točki ili na istom pravcu. Brzina točke udaljene  $r$  od središta vrtnje (rotacije) iznosi

$$v = \frac{2 \cdot r \cdot \pi}{T},$$

gdje je  $T$  period, trajanje jednog ophoda (okretaja) izraženo u sekundama.

Silu kojom Zemlja privlači sva tijela nazivamo silom težom. Pod djelovanjem sile teže sva tijela padaju na Zemlju ili pritišću na njezinu površinu.

Akceleracija kojom tijela padaju na Zemlju naziva se akceleracijom slobodnog pada. Prema drugom Newtonovu poučku

$$G = m \cdot g,$$

gdje je  $G$  sila teža,  $m$  masa tijela i  $g$  akceleracija slobodnog pada koja je za sva tijela na istome mjestu na Zemlji jednaka. Težina tijela jest sila kojom tijelo zbog Zemljina privlačenja djeluje na horizontalnu podlogu ili ovjes. Za slučaj kad tijelo i podloga, odnosno ovjes, miruju ili se gibaju jednoliko po pravcu s obzirom na Zemlju, težina tijela je veličinom jednaka sili teže.

Trenje je sila koja se javlja kad se neko tijelo giba površinom nekoga drugog tijela ili kad se tek počinje gibati. Trenje ima smjer suprotan smjeru gibanja i može se izračunati pomoću izraza

$$F_{tr} = \mu \cdot F_N,$$

gdje je  $F_{tr}$  trenje,  $\mu$  faktor trenja,  $F_N$  veličina okomite komponente sile kojom tijelo djeluje na podlogu po kojoj se giba. Na vodoravnoj površini sila trenja za tijelo težine  $G$  iznosi:

$$F_{tr} = \mu \cdot G \Rightarrow F_{tr} = \mu \cdot m \cdot g.$$



Tu je trenje sila koja prisiljava biciklista da se giba kružnom stazom.

$$\begin{aligned} F_{tr} = F_{cp} &\Rightarrow \mu \cdot m \cdot g = m \cdot \frac{v^2}{r} \Rightarrow \mu \cdot m \cdot g = m \cdot \frac{v^2}{r} \cdot \frac{1}{m \cdot g} \Rightarrow \mu = \frac{v^2}{r \cdot g} \Rightarrow \left[ v = \frac{2 \cdot r \cdot \pi}{T} \right] \Rightarrow \\ \Rightarrow \mu &= \frac{\left( \frac{2 \cdot r \cdot \pi}{T} \right)^2}{r \cdot g} \Rightarrow \mu = \frac{(2 \cdot r \cdot \pi)^2}{T^2 \cdot r \cdot g} \Rightarrow \mu = \frac{(2 \cdot r \cdot \pi)^2}{r \cdot g \cdot T^2} = \frac{(6 \text{ m} \cdot \pi)^2}{3 \text{ m} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (4 \text{ s})^2} = 0.75. \end{aligned}$$

### Vježba 290

Odmor!

**Rezultat:** ...