

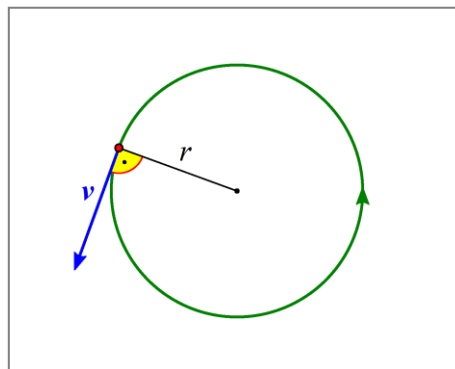
◀	<i>Tartalom</i>	<i>Fogalmak</i>	<i>Törvények</i>	<i>Képletek</i>	<i>Lexikon</i>	▶
---	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	----------------	---

## A körmozgás kinematikai leírása

*Körmozgásnak* nevezzük az olyan a mozgásokat, amelyeknél a pálya kör. Körmozgást végez például a kerékpárszelep a vázhoz viszonyítva, a körpályán haladó játék mozdony vagy a Föld körül keringő Nemzetközi Űrállomás. A körmozgás leírásához szükség van néhány további fizikai mennyiség bevezetésére, ebben a fejezetben ezeket értelmezzük.



A körmozgást végző test sebességét *kerületi sebességnek* nevezzük. A kerületi sebesség jele szintén  $v$ . Korábban, a pillanatnyi sebességgel kapcsolatban láttuk, hogy a pillanatnyi sebesség mindig érintőirányú. Mivel a kör érintője merőleges a sugárra, ezért a kerületi sebesség is merőleges a testhez húzott sugárra.



A test által megtett fordulatok számának és az ehhez szükséges időnek a hányadosával meghatározott fizikai mennyiséget *átlagfordulatszám*nak nevezzük. Az átlagfordulatszám jele:  $\bar{f}$ . Ha a  $\Delta t$  időtartam alatt megtett fordulatok számát  $z$ -vel jelöljük, akkor az átlagfordulatszám:

$$\bar{f} = \frac{z}{\Delta t}$$

Az átlagfordulatszám SI-mértékegysége:

$$[\bar{f}] = \frac{[z]}{[\Delta t]} = \frac{1}{\text{s}} \text{ (egy per másodperc).}$$

A fordulatszám másik, de nem SI-mértékegysége az  $\frac{1}{\text{min}}$  (egy per perc), a műszaki gyakorlatban gyakran ezt használják.

A két mértékegység közti kapcsolat egyszerűen meghatározható:

$$1 \frac{1}{s} = \frac{60}{60} \cdot \frac{1}{s} = 60 \cdot \frac{1}{60 s} = 60 \frac{1}{\text{min}},$$

tehát:

$$1 \frac{1}{s} = 60 \frac{1}{\text{min}}.$$

Mindkét mértékegységet felírhatjuk negatív hatványkitevők alkalmazásával  $s^{-1}$ , illetve  $\text{min}^{-1}$  alakban is.

Az elképzelhető legrövidebb időtartamhoz tartozó átlagfordulatszámot *pillanatnyi fordulatszám* nevezük. A pillanatnyi fordulatszámot röviden csak *fordulatszám* nevezük. A fordulatszám jele:  $f$ , mértékegysége megegyezik az átlagfordulatszám egységével:

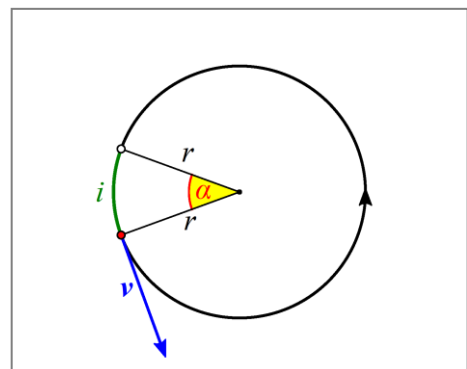
$$[f] = [\bar{f}] = \frac{1}{s}.$$

Körmozgás során, miközben a test egy fordulatot tesz, a testhez húzott sugár is egyszer körbefordul. A testhez húzott sugár szögelfordulásának és az ehhez szükséges időnek a hányadosával meghatározott fizikai mennyiséget *átlagszögsebesség* nevezük. Az átlagszögsebesség jele:  $\bar{\omega}$ . (Az  $\omega$  a görög ábécé utolsó betűje, neve ómega.) Ha a  $\Delta t$  időtartam alatt bekövetkező szögelfordulást  $\alpha$ -val jelöljük, akkor az átlagszögsebesség:

$$\bar{\omega} = \frac{\alpha}{\Delta t}$$

A fizikában az SI előírásai szerint a szöget a körív hosszának és sugarának hányadosaként értelmezzük, azaz:

$$\alpha = \frac{i}{r}. \quad (1)$$



Ennek megfelelően a szög SI-egysége, a *radián*, két hosszúságegység hányadosa, ezért:

$$[\alpha] = \frac{[i]}{[r]} = \frac{\text{m}}{\text{m}} = 1.$$

Ezt felhasználva az átlagszögsebesség SI-mértékegysége a szög és az idő mértékegységének a hányadosa, azaz:

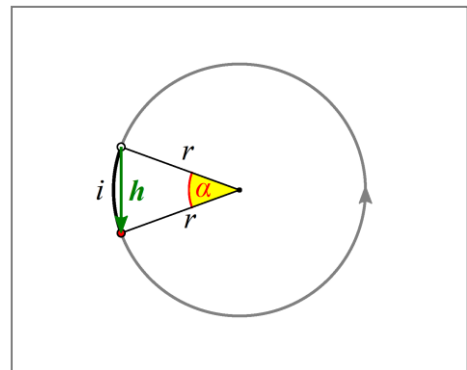
$$[\bar{\omega}] = \frac{[\alpha]}{[\Delta t]} = \frac{1}{\text{s}}.$$

Az elképzelhető legrövidebb időtartamhoz tartozó átlagszögsebességet *pillanatnyi szögsebességnek* nevezzük. A pillanatnyi szögsebességet röviden *szögsebességnek* nevezzük.

A szögsebesség jele:  $\omega$ , SI-egysége:

$$[\omega] = [\bar{\omega}] = \frac{1}{\text{s}}.$$

A kerületi sebesség és a szögsebesség szorosan összefügg egymással. A köztük levő kapcsolat meghatározásához tekintsünk egy  $r$  sugarú körpályán mozgó testet, amely egy rövid  $\Delta t$  idő alatt  $i$  utat tett meg, miközben a szögelfordulás  $\alpha$  volt. A test átlagsebességének és átlagszögsebességének nagysága ugyanezen idő alatt:



$$\bar{v} = \frac{h}{\Delta t}$$

és

$$\bar{\omega} = \frac{\alpha}{\Delta t}.$$

Osszuk el az első egyenletet a másodikkal!

$$\frac{\bar{v}}{\bar{\omega}} = \frac{h}{\alpha}.$$

Ha a  $\Delta t$  időtartamot a lehető legkisebbre választjuk, akkor a bal oldalon az átlagértékek helyett a pillanatnyi értékeket írhatjuk. Ugyanakkor ilyen rövid elmozdulásoknál az elmozdulás ( $h$ ) és az út ( $i$ ) gyakorlatilag egybeesik, ezért hosszúságuk ugyanakkora.

Mindezek alapján:

$$\frac{v}{\omega} = \frac{i}{\alpha}.$$

Az (1) összefüggésből az ívhosszúság kifejezhető  $i = \alpha \cdot r$  alakban. Ezt az előző képletbe helyettesítve:

$$\frac{v}{\omega} = \frac{i}{\alpha} = \frac{\alpha \cdot r}{\alpha} = r,$$

azaz

$$\frac{v}{\omega} = r.$$

Mivel a körpálya sugara állandó, *a kerületi sebesség nagysága és a szögsebesség egyenesen arányos egymással*. Az előző összefüggésből a kerületi sebesség nagysága:

$$v = r \cdot \omega \tag{2}$$

A szögsebesség és a fordulatszám szintén összefügg egymással. A köztük fennálló kapcsolat meghatározásához tekintsünk egy  $r$  sugarú körpályán mozgó testet, amelynek egy rövid  $\Delta t$  idő alatt bekövetkező szögelfordulása  $\alpha$  volt. A test átlagszögsebessége és átlagfordulatszáma ugyanezen idő alatt:

$$\overline{\omega} = \frac{\alpha}{\Delta t} \qquad \text{és} \qquad \overline{f} = \frac{z}{\Delta t}.$$

Osszuk el az első egyenletet a másodikkal!

$$\frac{\overline{\omega}}{\overline{f}} = \frac{\alpha}{z}.$$

Mivel egy teljes fordulat alatt a szögelfordulás  $2\pi$  (radiánban mérve), ezért a  $z$  fordulathoz tartozó szögelfordulás  $\alpha = z \cdot 2\pi$ . Ezt az előző egyenletbe írva:

$$\frac{\overline{\omega}}{\overline{f}} = \frac{\alpha}{z} = \frac{z \cdot 2\pi}{z} = 2\pi,$$

azaz

$$\frac{\overline{\omega}}{\overline{f}} = 2\pi.$$

Ha a  $\Delta t$  időtartamot a lehető legkisebbre választjuk, akkor a bal oldalon az átlagértékek helyett a pillanatnyi értékeket írhatjuk, azaz:

$$\frac{\omega}{f} = 2\pi.$$

A jobb oldalon álló érték állandó, ezért a bal oldalon álló két mennyiség hányadosa is állandó. Ez azt jelenti, hogy *a szögsebesség és a fordulatszám egyenesen arányos egymással*. A fenti összefüggésből a szögsebesség:

$$\omega = 2\pi \cdot f \quad (3)$$

A korábban kapott  $v = r \cdot \omega$  képletbe a most kapott összefüggést behelyettesítve a következőket kapjuk:

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

azaz

$$v = 2\pi \cdot r \cdot f$$

Ezek szerint *a kerületi sebesség nagysága és a fordulatszám egyenesen arányos egymással*, mivel hányadosuk állandó. Az előző képlet átalakításával ugyanis:

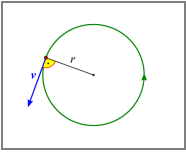
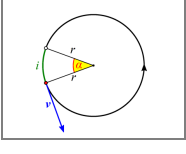
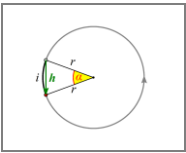


$$\frac{v}{f} = 2\pi \cdot r = \text{állandó} .$$

## Kiegészítés

1. A kiterjedt (azaz nem pontszerű) szilárd testek gyakran egy tengely körül foroghatnak. A *forgómozgást végző test minden pontja körmozgást végez*. Adott idő alatt a test minden pontja ugyanannyi fordulatot tesz meg, ezért minden pont fordulatszáma megegyezik egymással. Például a felfordított kerékpár megpörgetett kerekén minden pont fordulatszáma ugyanakkora.
2. A műszaki gyakorlatban a fordulatszám mértékegységeként általában a  $\text{min}^{-1}$  használatos. Ezt az angol „*revolutions per minute*” (fordulat per perc) kifejezés alapján gyakran „*r/min*” vagy „*rpm*” formában is rövidítik. Többnyire ezek egyike látható a gépkocsik fordulatszám-mérő műszerén is.



### 3. Képek jegyzéke

	<b>A kerületi sebesség iránya</b> © <a href="http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0074.svg">http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0074.svg</a>
	<b>A szögsebesség értelmezése</b> © <a href="http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0075.svg">http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0075.svg</a>
	<b>A szögsebesség és a kerületi sebesség kapcsolatához</b> © <a href="http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0076.svg">http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0076.svg</a>
	<b>Kerékpár kerekének forgómozgása</b> © <a href="http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0009.jpg">http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0009.jpg</a>
	<b>Egy gépkocsi fordulatszám-mérője</b> W <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:GA16-DE_Sunny_redline_cut-off.JPG">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:GA16-DE_Sunny_redline_cut-off.JPG</a>

#### Jelmagyarázat:

- © **Jogvéde**tt anyag, felhasználása csak a szerző (és az egyéb jogtulajdonosok) írásos engedélyével.
- W A **Wikimedia Commons**-ból származó kép, felhasználása az eredeti kép leírásának megfelelően.