

# Cirkelrörelse

Apr 28, 2026, 4 min read

#mekanik

#kinematik

#rotation

Kapitel: 3.4, 5.4 · Kurs: F0004T Förkunskaper: Vektorer och rörelse, Newtons lagar

## 1. Naturliga koordinater

### 1.1 Definition

#### Definition: $n$ - $t$ -koordinater

Vid rörelse längs en krökt bana används koordinater som följer med objektet:

- $t$ -riktning (tangens): Längs rörelseriktningen, i den riktning objektet rör sig just nu.
- $n$ -riktning (normal): Vinkelrätt mot rörelsen, riktad *in mot centrum* av krökningsradien.

Dessa kallas även *naturliga koordinater* eller *nt-koordinater*.

## 2. Radiell (centripetal) acceleration

### 2.1 Definition och formel

#### Definition: Radiell acceleration

Accelerationen riktad mot rörelsebanans centrum kallas radiell eller centripetal acceleration:

$$a_n = a_{rad} = \frac{v^2}{R}$$

där  $v$  är farten och  $R$  är krökningsradien.

Accelerationen är alltid riktad mot centrum — “centrum-sökande” (centripetal = “mot centrum”).

### Intuition: Varför $v^2/R$ ?

- Högre fart → riktningen ändras snabbare → mer acceleration behövs.
- Mindre radie (skarpare kurva) → mer acceleration behövs.
- Båda effekterna är proportionella, och kombinationen ger  $v^2/R$ .

## 2.2 Samband med periodtid

Vid konstant fart och periodtid  $T$  (tid för ett helt varv):

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

Kombineras med  $a_n = v^2/R$ :

$$a_n = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$$

 [Exempel: Pariserhjul >](#)

## 3. Tangentiell acceleration

### 3.1 Definition

Om farten *inte* är konstant (gasar eller bromsar i kurvan) tillkommer en tangentiell acceleration:

$$a_t = \frac{dv}{dt}$$

Den totala accelerationsvektorn är vektorsumman:

$$|\vec{a}| = \sqrt{a_n^2 + a_t^2}$$

**⚠ Vanligt misstag: Glömma radiell acceleration vid rak rörelse**

Den radiella accelerationen  $a_n = v^2/R$  gäller för *all* rörelse längs en krökt bana, inte bara cirklar. Vid rak rörelse ( $R \rightarrow \infty$ ) gäller  $a_n = 0$ .

## 4. Dynamik vid cirkulär rörelse

### 4.1 Centripetalraften — Newtons 2:a lag i $n$ -led

Det krävs en nettokraft riktad mot centrum för att ett objekt ska hålla sig på en cirkulär bana:

$$\sum F_n = ma_n = m\frac{v^2}{R}$$

Vad som *utgör* centripetalraften beror på situationen:

Situation	Centripetalraften ges av
Bil i kurva	Friktionskraften mot vägen
Satellit i omlopps bana	Gravitationskraften
Boll i snöre	Spännkraften i snöret
Bil i doserad kurva	Komponent av normalkraften

☰ **Exempel: Bil i horisontell kurva** >

## Läsning

- 3.4 Motion in a Circle
- 5.4 Dynamics of Circular Motion

## Se även

- [Vektorer och rörelse](#) — hastighets- och accelerationsvektor i 2D
  - [Newtons lagar](#) — friläggning och kraftekvationer
  - [Rotation](#) — rotationsdynamik för stelkroppar
- 

## Resurser

### Videor

- [Khan Academy — Circular Motion](#) — centripetal acceleration och kraft

### Wikipedia

- [Circular motion](#)
- [Centripetal force](#)

### Fördjupning

- University Physics with Modern Physics (Freedman & Young) kap 3.4 och 5.4
  - Fysika upplaga 5, kap 3–4
- 

## Föreläsningsanteckningar

Från föreläsning: 2025-11-06, F0004T Föreläsare: Erik Elfgren

### 2025-11-06 - MEK2

#### Vektorer och rörelse i 2D/3D (Young & Freedman 3.1-3.2)

En vektor har både storlek och riktning:  $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$

Hastighet:  $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = (v_x, v_y, v_z)$

Acceleration:  $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = (a_x, a_y, a_z)$

Fart = storleken på  $\vec{v}$ :  $v = |\vec{v}| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$

**Exempel:** En bil i en kurva – ändring av hastighetsvektorn:  $\Delta\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1 \implies$   
 $\vec{a}_{medel} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$

### Likformig cirkulär rörelse (3.4)

Vid cirkulär rörelse används naturliga koordinater ( $nt$ -koordinater):

- $n$ -riktning: riktad in mot centrum (“Normalriktningen”)
- $t$ -riktning: riktad i rörelseriktningen (“Tangentriktningen”)

Den radiella accelerationen:  $a_{rad} = a_n = \frac{v^2}{r}$

Om periodtiden är  $T$  och farten konstant:  $v = \frac{2\pi R}{T} \implies a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$

*Exempel: pariserhjul, satellit.*

### Icke-likformig cirkulär rörelse

När farten ej är konstant tillkommer tangentiell acceleration:  $a_t = \frac{dv}{dt}$

Fortfarande gäller:  $a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}{R}$

### Relativ rörelse (3.5)

Om tre kroppar rör sig med hastigheterna  $v_A, v_B, v_C$ :  $\vec{v}_{AC} = \vec{v}_{AB} + \vec{v}_{BC} = -\vec{v}_{CA}$

**Exempel:** Flygplan  $p$  flyger norrut med  $v_{pl} = 240$  km/h relativt luften  $l$ . Luften blåser österut med  $v_{lj} = 100$  km/h relativt jorden  $j$ .

$\vec{v}_{pl} = (0, 240, 0)$  km/h,  $\vec{v}_{lj} = (100, 0, 0)$  km/h  $\vec{v}_{pj} = \vec{v}_{pl} +$   
 $\vec{v}_{lj} = (100, 240, 0)$  km/h

---