Cirkelrörelse

Jun 23, 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 (tangent):** 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:

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

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 ($R \to \infty$) gäller $a_n = 0$.

---

4. Dynamik vid cirkulär rörelse

4.1 Centripetalgraften – 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 omloppsbana	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 $v_{pl} = 240 \text{ km/h}$ relativt luften l. Luften blåser österut med $v_{lj} = 100 \text{ km/h}$ relativt jorden j.

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