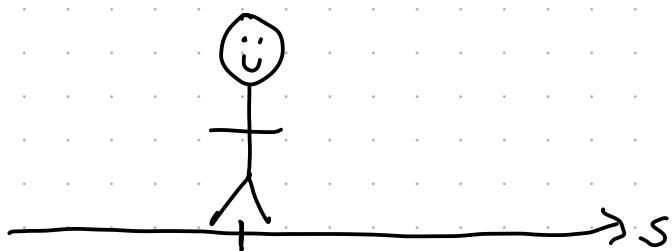


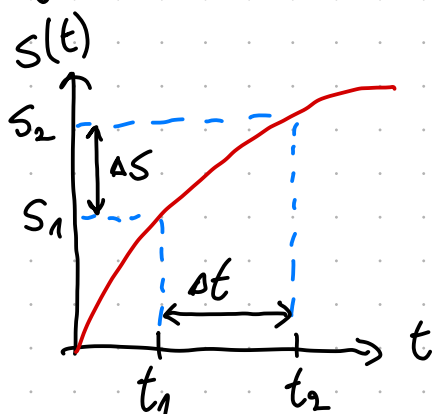
# Oppsummering



$s(t)$ : posisjon som funksjon av tid

Forflytning:  $\Delta s = s(t_2) - s(t_1)$

Gjennomsnittsfart

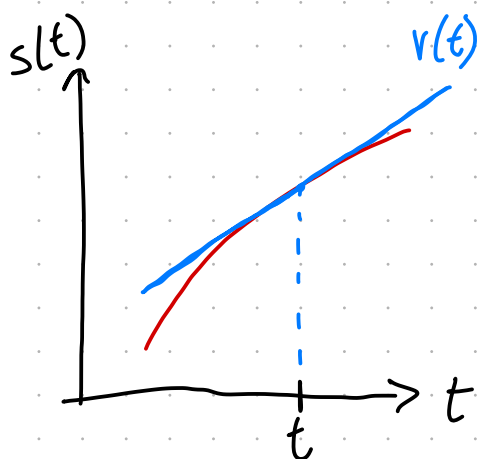


$$\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$\Delta s = s(t_2) - s(t_1)$$

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

Momentanfart



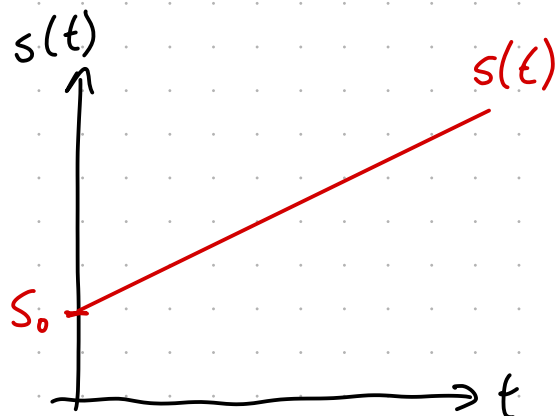
lar  $\Delta t \rightarrow 0$

$$v(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$v(t)$ : stigningstallet til  $s(t)$ -kurven

$$= \frac{ds}{dt} : \text{deriverte av } s(t)$$

Konstant fart:



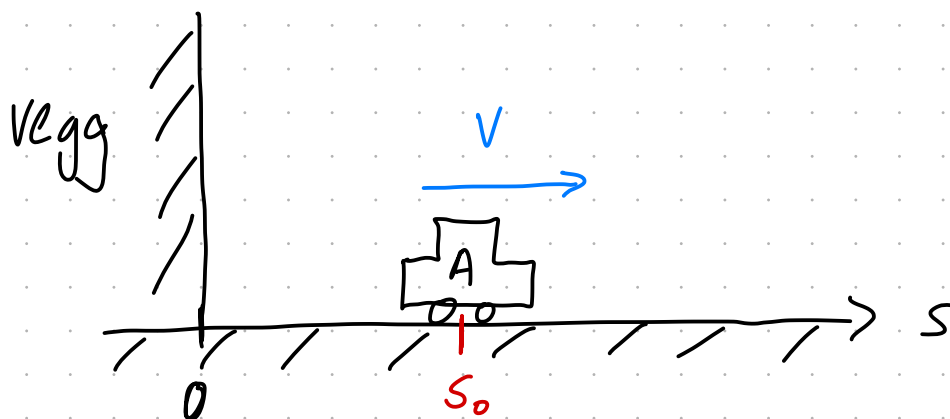
$$s(t) = s_0 + v \cdot t$$

$$\text{Enhet: } [v] = \frac{[\Delta s]}{[\Delta t]} = \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

### Eksempel

En bil A befinner seg ved  $t=0$ , 20m fra en vegg og kjører med konstant fart  $v=10\text{ m/s}$  fra vegg.

- Hvor langt fra vegg befinner bilen seg ved  $t=10\text{ s}$ ?
- Hvor lang tid tar det før bilen befinner seg 0,2 km fra vegg?



$$s_0 = 20\text{ m}$$

$$v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- Beregelse med konstant fart:  $s(t) = s_0 + vt$

$$s(10\text{ s}) = 20\text{ m} + 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 10 \cancel{\text{ s}} = (20 + 100)\text{ m} = 120\text{ m} = 0,12\text{ km}$$

$$b) s(t) = 0,2 \text{ km} = 200 \text{ m} \quad , \quad t = ?$$

$$-s_0 + s(t) = \cancel{s_0} + vt - \cancel{s_0}$$

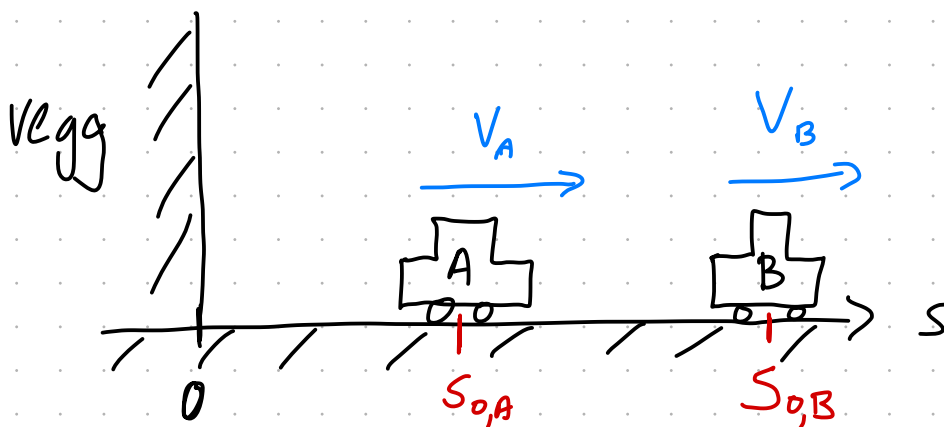
$$\cancel{vt} = \frac{s(t) - s_0}{\cancel{v}}$$

$$t = \frac{s(t) - s_0}{v}$$

$$t = \frac{200 \text{ m} - 20 \text{ m}}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \frac{(200 - 20) \text{ m} \cdot \cancel{s}}{10 \frac{\text{m}}{\cancel{s}} \cdot \cancel{s}} = \frac{180}{10} \text{ s}$$

$$\underline{t = 18 \text{ s}}$$

c) Bil B starter ved  $t=0$ , 100 m fra veggen og kjører med en fart på  $8 \text{ m/s}$ .  
Når tar bil A igjen bil B?



$$s_{0A} = 20 \text{ m}$$

$$s_{0B} = 100 \text{ m}$$

$$V_A = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$V_B = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$S_A(t) = S_{0A} + V_A t$$

$$S_B(t) = S_{0B} + V_B t$$

Bil A tar igjen bil B når  $S_A(t) = S_B(t)$

$$S_A(t) = S_B(t)$$

$$\cancel{-S_{0A}} - \cancel{V_B t} + \cancel{S_{0A}} + V_A t = S_{0B} + \cancel{V_B t} - \cancel{V_B t} - \cancel{S_{0A}}$$

$$V_A t - V_B t = S_{0B} - S_{0A}$$

$$\frac{(\cancel{V_A} - \cancel{V_B})t}{\cancel{V_A} - \cancel{V_B}} = \frac{S_{0B} - S_{0A}}{V_A - V_B}$$

$$t = \frac{S_{0B} - S_{0A}}{V_A - V_B} = \frac{100 \text{ m} - 20 \text{ m}}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$= \frac{(100 - 20) \text{ m} \cdot \cancel{\text{s}}}{(10 - 8) \frac{\text{m}}{\cancel{\text{s}}} \cdot \cancel{\text{s}}} = \frac{80}{2} \text{ s}$$

$$\underline{t = 40 \text{ s}}$$

## KAP 1.4 AKSELERASJON

Akselerasjon er endring av fart per tidsenhet

- Gjennomsnittsakselerasjon
  - Momentanakselerasjon
  - Konstant akselerasjon
- 

En bil kjører i  $10 \text{ m/s}$  ( $36 \text{ km/h}$ )

Fartsgrensen øker og bilen øker farten til  $25 \text{ m/s}$  ( $90 \text{ km/h}$ ) på  $10 \text{ s}$ .

Målet for hvor raskt farten øker kalles akselerasjon.

Bilen har en fartsendring på  $(25-10) \text{ m/s} = 15 \text{ m/s}$  på  $10 \text{ s}$ .

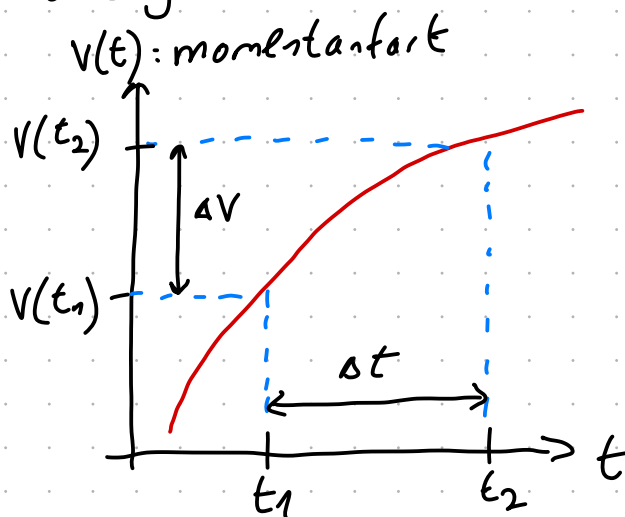
Akselerasjonen er da:

$$a = \frac{15 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{10 \text{ s}} = 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\text{Enhet: } [a] = \frac{\text{m}}{\text{s} \cdot \text{s}} = \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

# Gjennomsnittsakselerasjon i et tidsintervall $[t_1, t_2]$

Fartsgraf



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

$$\Delta v = v(t_2) - v(t_1)$$

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

$$\text{Enhet: } [\bar{a}] = \frac{[\Delta v]}{[\Delta t]} = \frac{\frac{m}{s} \cdot s}{s \cdot s} = \frac{m}{s \cdot s} = \frac{m}{s^2}$$

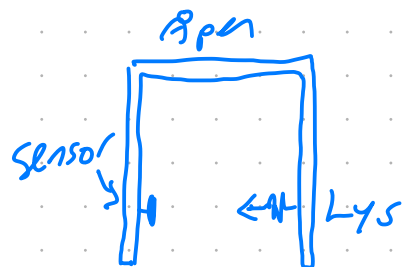
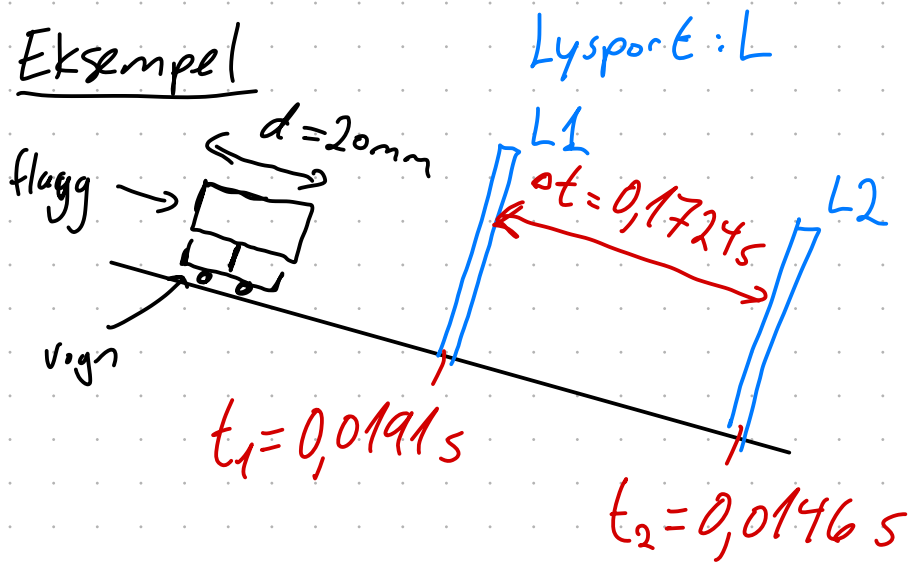
## Momentanakselerasjon

Momentanakselerasjonen -  $a$  - på et bestemt tidspunkt -  $t$  - er den grense gjennomsnittsakselerasjonen nærmer seg når tidsintervallet går mot null.

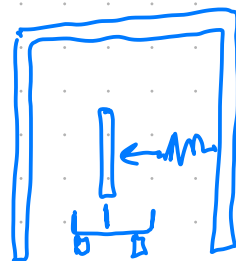
$$\frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow a \quad \text{når} \quad \Delta t \rightarrow 0$$

$$a(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

## Eksempel



Flagget bryter lysstrålen



Vi måler hvor lange lysstrålen er brutt for å finne momentanfart

Finn gjennomsnittsakseletrasjonen til vognen.

Vi finner farten ved L1 og L2.

Ved hjelp av lengden på flagget og tiden passeringen tar, kan vi finne gjennomsnittsfarten ved L1 og L2 (tilnærmet lik momentanfarten)

$$\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \Delta s = d = 20 \text{ mm} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ m} \\ = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ m} \\ = 2,0 \text{ cm}$$

$$v_1 = \frac{d}{t_1} = \frac{2 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{0,0191 \text{ s}} = 1,047 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_2 = \frac{d}{t_2} = \frac{2 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{0,0146 \text{ s}} = 1,370 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

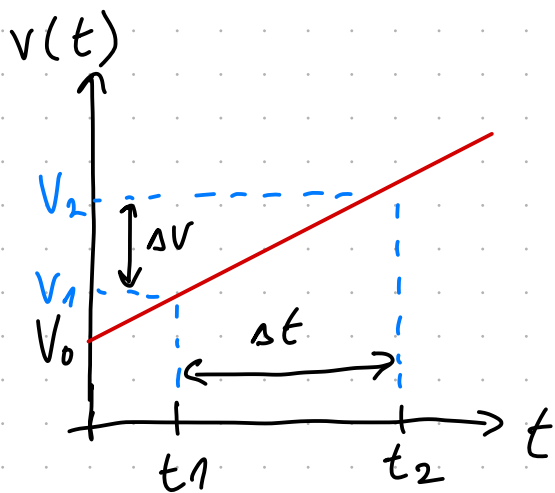
Gjennomsnittsakseletrasjonen finner vi ved å regne ut endringen i fart mellom  $L_1$  og  $L_2$  i løpet av tiden  $\Delta t = 0,1724 \text{ s}$ .

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} = \frac{(1,370 - 1,047) \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,1724 \text{ s}}$$

$$\bar{a} = 1,9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

### Konstant akselerasjon

Dersom gjennomsnittsakseletrasjonen er den samme i alle tidsintervall, sier vi at akselerasjonen er konstant.



$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \text{konstant}$$

Bevegelsesligning for bevegelse med konstant akselerasjon.

$$v(t) = v_0 + at, \text{ hvor } v_0 \text{ er fart ved } t=0$$

$a$  er momentanakseletrasjon  
(gjennomsnittsakseletrasjon)



## KAP 1.5 BEVEGELSESLIGNINGER VED KONSTANT AKSELERASJON

$$(1) \quad v(t) = v_0 + at$$

$$(2) \quad s(t) = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad \rightarrow \text{bevis i kap. 14}$$

$v_0$ : momentanfart ved  $t=0$

$s_0$ : posisjon ved  $t=0$

$a$ : akselerasjon = konstant

$s(t)$ : posisjon ved tiden  $t$

$v(t)$ : momentanfart ved tiden  $t$

To andre nyttige ligninger:

$$s(t) = s_0 + \frac{v(t) + v_0}{2} \cdot t$$

hvis  $s_0 = 0$

$$(3) \quad s(t) = \frac{v(t) + v_0}{2} t$$

bruk når vi ikke  
kjenner akselerasjonen

$$v^2 - v_0^2 = 2a(s - s_0) \quad \leftarrow \text{tidløs formel}$$

hvis  $s_0 = 0$

$$(4) \quad v^2 - v_0^2 = 2as$$

bruk når vi ikke  
kjenner tid

## Eksempel

Har oppgitt:  $a = 2 \text{ m/s}^2$ ,  $s_0 = 1 \text{ m}$ ,  $v_0 = 3 \text{ m/s}$

a) Hva er  $v(1 \text{ s})$ ?

b) Hva er  $s(1 \text{ s})$ ?

a)  $v(t) = v_0 + at$

$$v(1 \text{ s}) = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \cancel{\text{s}}$$

$$= (3 + 2) \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

b)  $s(t) = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$

$$s(1 \text{ s}) = 1 \text{ m} + 3 \frac{\text{m}}{\cancel{\text{s}}} \cdot 1 \cancel{\text{s}} + \frac{1}{2} 2 \frac{\text{m}}{\cancel{\text{s}^2}} \cdot (1 \cancel{\text{s}})^2$$

$$= (1 + 3 + 1) \text{ m} = \underline{5 \text{ m}}$$

## Fritt fall

Et legeme som faller fritt, dvs. ingen luftmotstand, har en akselerasjon som er lik tyngdeakselerasjonen -  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Ball



$$a = g = 9,81 \text{ m/s}^2$$