

## OPPSUMMERING

Bevegelsesligningene i 1D ved konstant akselerasjon

	Inkluderte variabler		
(1) $v(t) = v_0 + at$	t	v	a
(2) $s(t) = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$	t	s	a
(3) $s(t) = s_0 + \frac{v_0 + v(t)}{2} \cdot t$	t	s	v
(4) $v^2(t) - v_0^2 = 2a(s(t) - s_0)$		s	v

### Eksempel

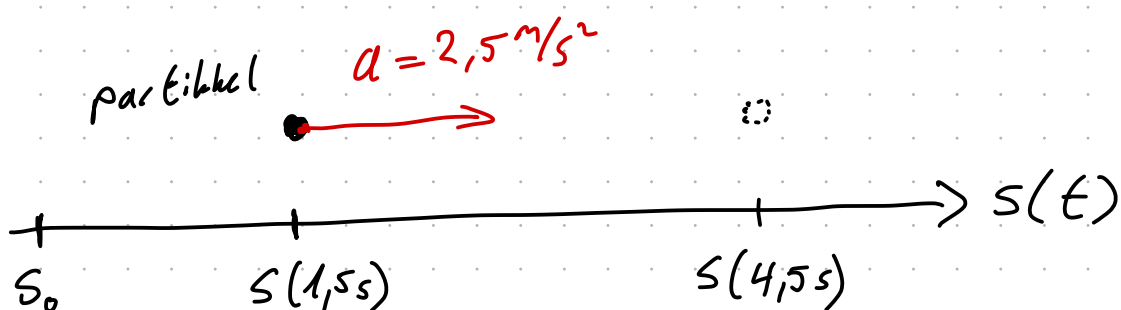
En partikkel beveger seg med konstant akselerasjon  
 $a = 2,5 \text{ m/s}^2$ .

Ved tiden  $t = 1,5 \text{ s}$  er farten  $v = 8,0 \text{ m/s}$ .

Ved tiden  $t = 1,5 \text{ s}$  er posisjonen  $s = 6,0 \text{ m}$ .

a) Regn ut farten ved  $t = 4,5 \text{ s}$

b) Regn ut posisjonen ved  $t = 4,5 \text{ s}$



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

↑  
?

$v$ : vil fine farten når  $t=0$

$$-a \cdot 1,5s + v(1,5s) = v_0 + \cancel{a \cdot 1,5s} - \cancel{a \cdot 1,5s}$$

$$v_0 = v(1,5s) - a \cdot 1,5s$$

$$= 8,0 \frac{m}{s} - 2,5 \frac{m}{s^2} \cdot 1,5s$$

$$v_0 = 4,25 \frac{m}{s}$$

$$v(4,5s) = v_0 + at$$

$$= 4,25 \frac{m}{s} + 2,5 \frac{m}{s^2} \cdot 4,5s = 15,5 \frac{m}{s}$$

$$\underline{v(4,5s) = 16 \frac{m}{s}}$$

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

↑  
2

Vi vil finne posisjonen ved  $t=0$

$$s(1,5s) = s_0 + v_0 \cdot 1,5s + \frac{1}{2} \cdot a \cdot (1,5s)^2$$

$$s_0 = s(1,5s) - v_0 \cdot 1,5s - \frac{1}{2} \cdot a \cdot (1,5s)^2$$

$$= 6,0m - 4,25 \frac{m}{s} \cdot 1,5s - \frac{1}{2} \cdot 2,5 \frac{m}{s^2} \cdot (1,5s)^2$$

$$= (6,0 - 6,375 - 2,8125)m$$

$$s_0 = -3,1875m$$

$$s(4,5s) = -3,1875m + 4,25 \frac{m}{s} \cdot 4,5s + \frac{1}{2} \cdot 2,5 \frac{m}{s^2} \cdot (4,5s)^2$$

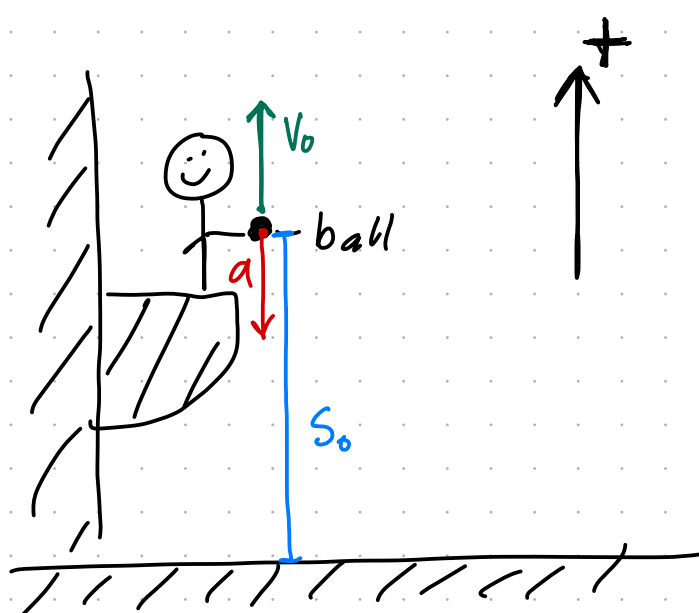
$$= -3,1875m + 19,125m + 25,3125m$$

$$= 41,25m$$

$$\underline{s(4,5s) = 41m}$$

### Eksempel

Ball kastes vertikalt oppover med startfart  $v_0 = 9,5 \text{ m/s}$  fra posisjon  $s_0 = 6,5 \text{ m}$  over bakken.



$$s_0 = 6,5 \text{ m}$$

$$v_0 = 9,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a = -9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

- Hva er maksimal høyde ballen får over bakkeplanet?
- Hvor lang tid tar det før ballen treffer bakken?

a) For å finne høyden kan vi bruke 2 metoder:

1. Finne tiden det tar før ballen er på det høyeste, så løse ligning (2).

2. Bruke tidløs formel. (ligning (4))

1. Finn  $t$

Ligning (1):  $v(t) = v_0 + at$

Ballen snur i luften / er på det høyeste når  $v(t) = 0$

$$-at + 0 = V_0 + at - at$$

$$\cancel{a}t = \frac{-V_0}{\cancel{a}}$$

$$t = -\frac{V_0}{a}$$

$$t = -\frac{9,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{(-9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})} \cdot \text{s}$$

enhet: s

$$t = 0,968 \text{ s}$$

Ligning (2):  $s(t) = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

$$s(0,968 \text{ s}) = 6,5 \text{ m} + 9,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,968 \text{ s} + \left( \frac{-9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{2} \right) \cdot (0,968 \text{ s})^2$$

$$= 11,1 \text{ m}$$

Maksimal høyde på ballen

er 11 m over bakkeplanet.

$$s(0,968 \text{ s}) = 11 \text{ m}$$

## 2. Tidløs formel

$$V^2 - V_0^2 = 2a(s - s_0)$$

↑

0 når ballen er på det høyeste

$$-V_0^2 = 2as - 2as_0$$

$$\frac{2as}{2a} = \frac{2as_0}{2a} - \frac{V_0^2}{2a}$$

$$s = s_0 - \frac{V_0^2}{2a}$$
$$= 6,5 \text{ m} - \frac{(9,5 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot (-9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})}$$

$$= \left( 6,5 + \frac{(9,5)^2}{2 \cdot 9,81} \right) \text{ m} = (6,5 + 4,6) \text{ m}$$

$$\underline{s = 11 \text{ m}}$$

Maksimal høyde på ballen  
er 11 m over bakkeplanet.

b) Ballen treffer ballen når  $s(t)=0$ .

V: vet ikke noe om farten  $\Rightarrow$  bruker vi ligning (2)

$$s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 0$$

2. gradsligning  $a x^2 + b x + c = 0$

$a, b, c$  er konstanter

2 løsninger for  $x$ :  $x_1 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

$$x_2 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$t_1 = \frac{-v_0 + \sqrt{v_0^2 - 4 \cdot \frac{a}{2} \cdot s_0}}{2 \cdot \frac{a}{2}}$$

$$t_2 = \frac{-v_0 - \sqrt{v_0^2 - 4 \cdot \frac{a}{2} \cdot s_0}}{2 \cdot \frac{a}{2}}$$

$$t_1 = \frac{-9,5 \frac{m}{s} + \sqrt{(9,5 \frac{m}{s})^2 - 4 \cdot \frac{-9,81 \frac{m}{s^2}}{2} \cdot 6,5 m}}{2 \cdot \frac{-9,81 \frac{m}{s^2}}{2}}$$

SKJEKK ENHET!

$$\frac{-\frac{m}{s} + \sqrt{\frac{m^2}{s^2} - \frac{m}{s^2} \cdot m}}{\frac{m}{s^2}} \rightarrow \frac{\frac{m^2}{s^2}}{\frac{m}{s^2}} \rightarrow \frac{m}{s} \rightarrow \frac{\frac{m}{s} \cdot s}{\frac{m}{s^2} \cdot s} \rightarrow s \quad \underline{OK!}$$

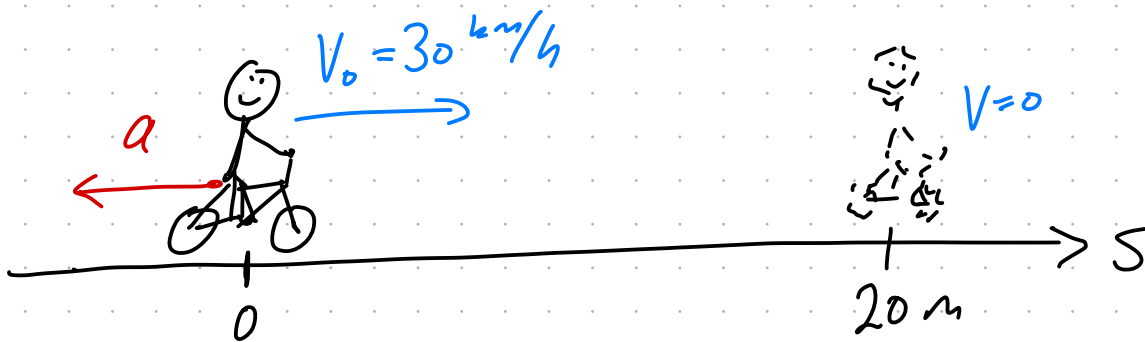
$$t_1 = -0,54 \text{ s}$$

$$t_2 = 2,5 \text{ s}$$

Siden  $t_1$  er negativ kan ikke det være riktig svar.

Ballen treffer bakken når det har gått 2,5 s.

Eksempel Syklist bremsar opp



Finn akselerasjonen.

Ingen informasjon om tid : bruk tidløs formel (4)

$$2a(s - s_0) = v^2 - v_0^2$$

$\uparrow$     $\uparrow$     $\uparrow$     $\uparrow$     $\uparrow$   
 $?$     $20 \text{ m}$     $0$     $0$     $30 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 8,33 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$2a \cdot 20 \text{ m} = -(8,33 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2$$

$$a = - \frac{(8,33 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 20 \text{ m}} = - \frac{69,4 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{40 \text{ m}} = -1,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

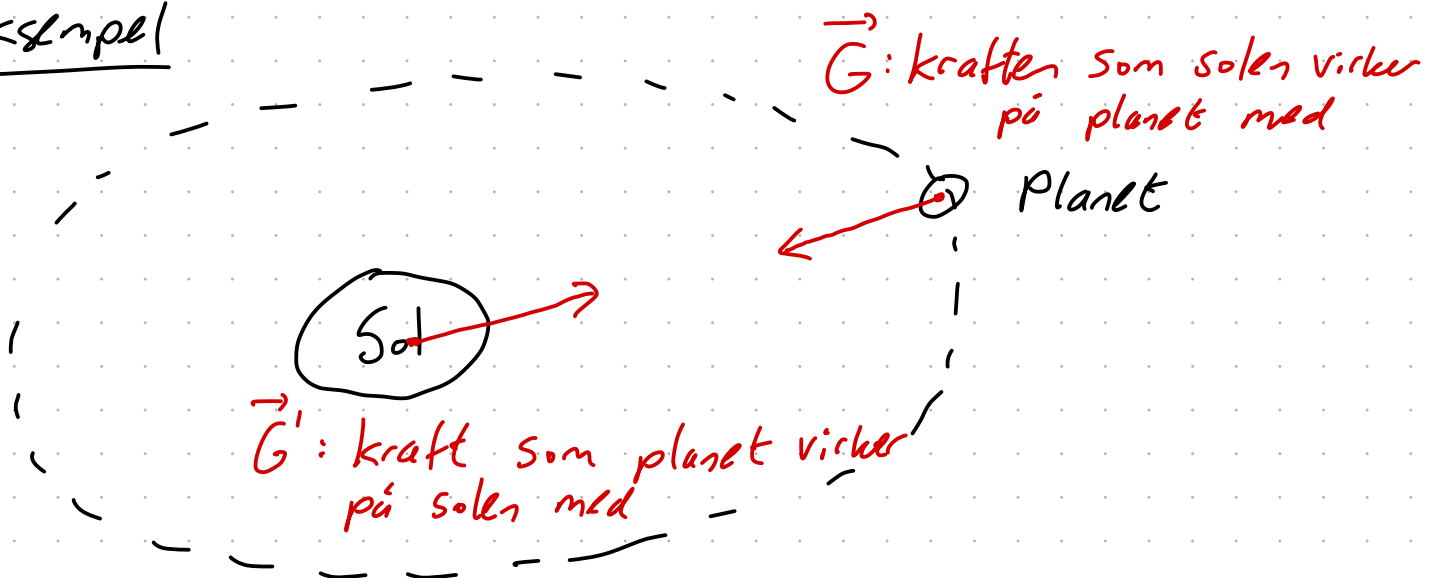


## KAP. 2 KRAFT OG BEVEGELSE I

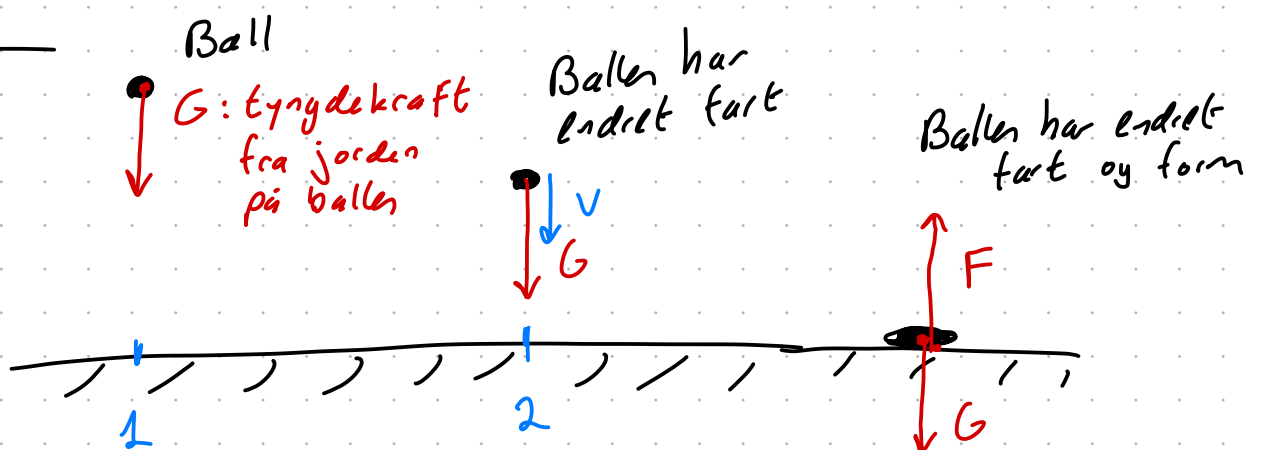
KRAFT = vekselvirkning mellom to legemer

- 1) Alltid to legemer involvert
- 2) Et legeme som blir påvirket av en kraft fra et annet legeme, virker tilbake på dette legemet med en kraft (motkraft)
- 3) En kraft kan endre farten og/eller formen til et legeme.

### Eksempel

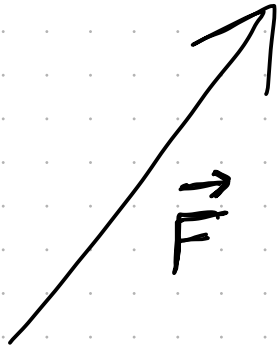


### Eksempel



# KRAFT ER EN VEKTORSTØRRELSE

Vektor  
= pil



- Lengden til pilen/vektoren representerer størrelsen til kraften
- retningen til pilen representerer retningen til kraften

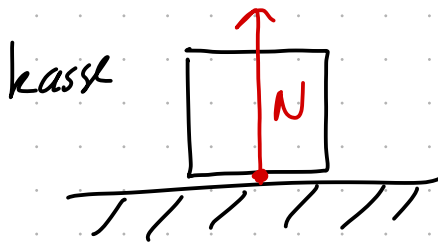
Enhet for kraft er Newton = N

i SI-enheter:

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

To ulike typer krefter:

- 1) Kontaktkrefter opptrer der to legemer kommer i berøring med hverandre, og bare der.



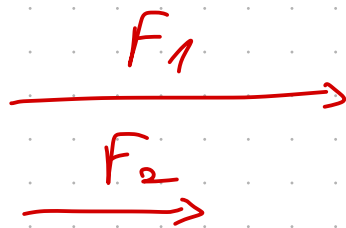
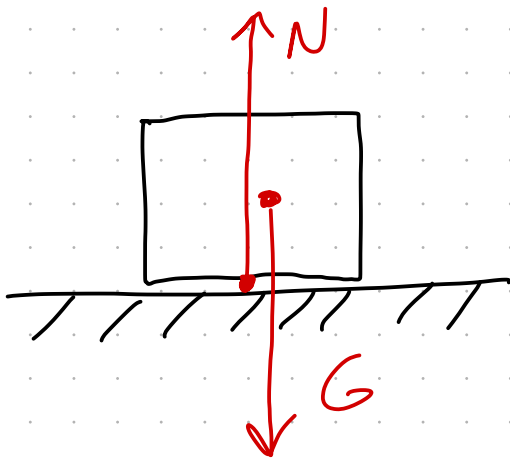
Eks. kasse på gulv.

Det må være kontakt for at gulvet skal kunne virke på kassen med en kraft.

- 2) Fjernkrefter er krefter som virker på avstand.

Eks. tyngdekraft, magnetisk og elektrisk kraft.

Tegning av krefter på figur.



1) Startpunktet til vektoren er angrepspunktet til kraften.

2) Længden på pilen beskriver størrelsen på kraften.

$F_1$  kraften er større enn  $F_2$

3) Retningen på pilen beskriver retning på kraften.

4) Angrepspunktet for fjernkrefter er i massesenteret til legemet (midt i).