TFY4145/FY1001 Mekanisk fysikk

- Størrelser og enheter (Kap 1)
- **Kinematikk i en, to og tre dimensjoner (Kap. 2+3)**
  - **Posisjon, hastighet, akselerasjon. Sirkelbevegelse.**
- Dynamikk (krefter): Newtons lover (Kap. 4)
- Anvendelse av Newtons lover (Kap. 5)
  - bl.a. kraftdiagram, friksjon, snorkrefter, luftmotstand.
- Arbeid, energi, energibevaring (Kap. 6+7)
- Lineær bevegelsesmengde, kollisjoner (Kap. 8)
- Rotasjon, spinn, bevaring av spinn (Kap. 9+10)
- Statisk likevekt (Kap. 11)
- Gravitasjonsloven (Kap. 13)
- Svingninger (Kap. 14)

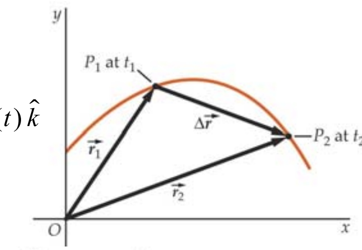
- Eksperimentelle arbeidsmetoder (laboratorium).

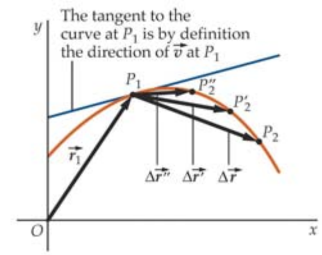
Kap. 2+3. Kinematikk

Posisjon:

$$\vec{r}(t) = x(t)\,\hat{i} + y(t)\,\hat{j} + z(t)\,\hat{k}$$

Hastighet:
$\boldsymbol{v}(t) = d\boldsymbol{r}(t)/dt$
= endring i posisjon per tid





Akselerasjon:
$\boldsymbol{a}(t) = d\boldsymbol{v}(t)/dt$
= endring i hastighet per tid

Vektorstørrelser (har størrelse og retning):

- Posisjon: $\boldsymbol{r}$
- Hastighet: $\boldsymbol{v}$
- Akselerasjon: $\boldsymbol{a}$
- Kraft: $\boldsymbol{F}$
- Enhetsvektorer:

$$\hat{x}\ \hat{y}\ \hat{z} = \hat{i}\ \hat{j}\ \hat{k} = \vec{e}_x\ \vec{e}_y\ \vec{e}_z = \vec{u}_x\ \vec{u}_y\ \vec{u}_z$$

Vektorer: Med pil: $\vec{F}$ eller feit type: $\boldsymbol{F}$

Usikker på vektorer? Les Y&F kap 1.7 - 1.10

Kap. 2+3. Kinematikk (i en, to og tre dimensjoner)

		1D:	3D:
Posisjon:	$\boldsymbol{r}(t)$		
Hastighet:	$\boldsymbol{v}(t) = d\boldsymbol{r}(t)/dt$	(2.3)	(3.3)
Akselerasjon:	$\boldsymbol{a}(t) = d\boldsymbol{v}(t)/dt$	(2.5)	(3.9)

(formelnr fra Y & F)

Bevegelseslikninger fra definisjonene ovenfor:

$\boldsymbol{v}(t) = \boldsymbol{v}(t_0) + \int \boldsymbol{a}(t)\,dt$ (2.17)

Når $\boldsymbol{a}(t) = \boldsymbol{a}$ = konstant og $t_0 = 0$:

$\boxed{\boldsymbol{v}(t) = \boldsymbol{v}_0 + \boldsymbol{a}\cdot t}$ (2.8)

$\boldsymbol{r}(t) = \boldsymbol{r}(t_0) + \int \boldsymbol{v}(t)\,dt = \boldsymbol{r}(t_0) + \boldsymbol{v}(t_0)\cdot(t-t_0) + \int (\int \boldsymbol{a}(t)\,dt)\,dt$ ≈(2.18)

Når $\boldsymbol{a}(t) = \boldsymbol{a}$ = konstant og $t_0 = 0$:

$\boxed{\boldsymbol{r}(t) = \boldsymbol{r}_0 + \boldsymbol{v}_0\cdot t + \tfrac{1}{2}\,\boldsymbol{a}\,t^2}$ (2.12)

$\boxed{\boldsymbol{r} - \boldsymbol{r}_0 = \tfrac{1}{2}\,(\boldsymbol{v}_0 + \boldsymbol{v})\,t = \langle \boldsymbol{v}\rangle\,t}$ (2.14)

$\boxed{\boldsymbol{v}^2 - \boldsymbol{v}_0^2 = 2\boldsymbol{a}\cdot(\boldsymbol{r} - \boldsymbol{r}_0)}$ ("tidløs likn.") (2.13)

- 3.3 Kastebevegelse.
  – Kjent fra vgs. Ett eksempel.

- 3.4 Sirkelbevegelse
  – Kjent fra vgs. Litt repetisjon.

Tradisjonell kast-oppgave (Øving 1):

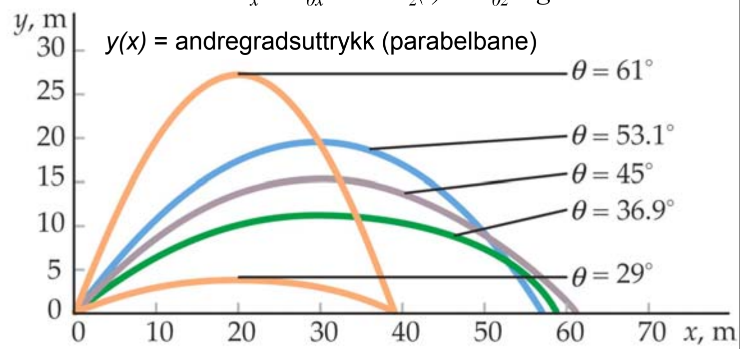
Startvilkår: $\boldsymbol{r}_0=\boldsymbol{0}$, $\boldsymbol{v}_0 = [v_{0x}, 0, v_{0z}]$.
$\boldsymbol{a} = [0, 0, -g]$

Konst-a-likn gir:

$x(t) = v_{0x}\, t$, $z(t) = v_{0z} - ½\, g\, t^2$

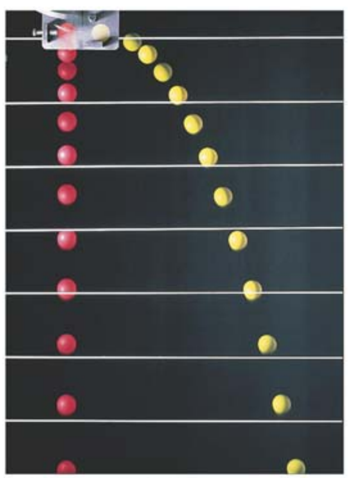
$v_x = v_{0x}$ $v_z(t) = v_{0z} - gt$

$y(x)$ = andregradsuttrykk (parabelbane)



(Fig 3-24)

Kuler faller like fort, uavhengig horisontal fart:

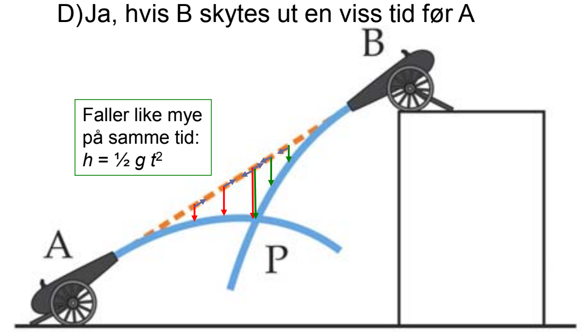


Y&F Figure 3.16

Oppgave:

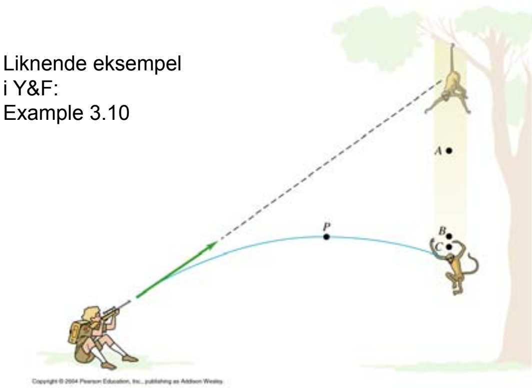
Kulene skytes ut med samme v_0 rett imot hverandre.
Vil kulene kollidere i et punkt P?

A) Nei, ikke under noen forhold
B) Ja, hvis de skytes ut likt   Også med ulik startfart v_0 !
C) Ja, hvis A skytes ut en viss tid før B
D) Ja, hvis B skytes ut en viss tid før A

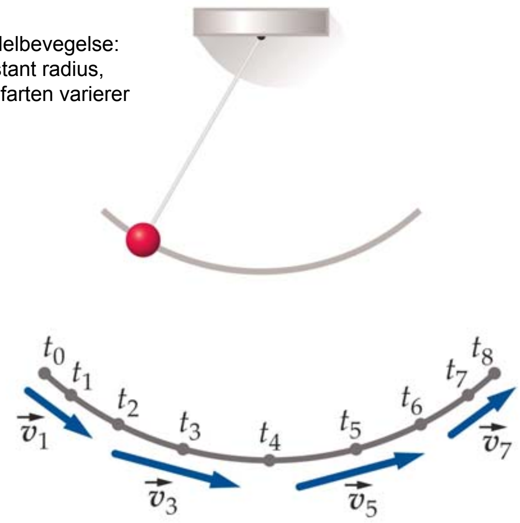


Simulering: NTNU-Java

Liknende eksempel
i Y&F:
Example 3.10



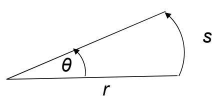
Pendelbevegelse:
Konstant radius,
banefarten varierer



Viktige størrelser (rotasjon)

- Banefart v = ds/dt
- Vinkelpos. $\theta = s/r$
- Vinkelfart ω = dθ/dt = v/r
- Sentr.aksel. $a_c = v^2/r = \omega^2 r$
- Vinkelaksel. α = dω/dt
- Baneaksel. $a_t = \alpha\, r$
- (Omløps)frekvens f = #omdr/tid
- Periode T = tid/omdr = $1/f$

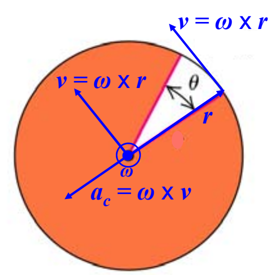
$f = 1/T = \omega/2\pi$



Vektorer:

$\boldsymbol{v} = \boldsymbol{\omega} \times \boldsymbol{r}$

$\boldsymbol{a}_c = \boldsymbol{\omega} \times \boldsymbol{v} = \boldsymbol{\omega} \times (\boldsymbol{\omega} \times \boldsymbol{r})$



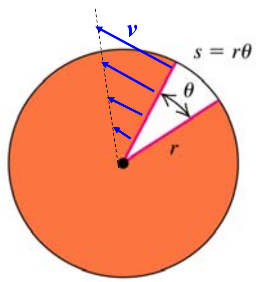
Lik for hele legemet:

Vinkelhastighet $\omega = d\theta/dt$

Vinkelaksel. $\alpha = d\omega/dt$

Øker med radien r :

Banefart $v = ds/dt = \omega r$



Tang.aksel. $a_t = \alpha r$

Sentr.aksel. $a_c = \omega^2 r$

Oppsummert: Kap. 2+3. Kinematikk

		1D:	3D:
Posisjon:	$\boldsymbol{r}(t)$		
Hastighet:	$\boldsymbol{v}(t) = d\boldsymbol{r}(t)/dt$	(2.3)	(3.3)
Akselerasjon:	$\boldsymbol{a}(t) = d\boldsymbol{v}(t)/dt$	(2.5)	(3.9)

(formelnr fra Y & F)

Bevegelseslikninger fra definisjonene ovenfor:

$\boldsymbol{v}(t) = \boldsymbol{v}(t_0) + \int \boldsymbol{a}(t)\, dt$ (2.17)

Når $\boldsymbol{a}(t) = \boldsymbol{a}$ = konstant og $t_0 = 0$:

$\boxed{\boldsymbol{v}(t) = \boldsymbol{v}_0 + \boldsymbol{a} \cdot t}$ (2.8)

$\boldsymbol{r}(t) = \boldsymbol{r}(t_0) + \int \boldsymbol{v}(t)\, dt = \boldsymbol{r}(t_0) + \boldsymbol{v}(t_0)\cdot(t-t_0) + \int (\int \boldsymbol{a}(t)\, dt)\, dt$ ≈(2.18)

Når $\boldsymbol{a}(t) = \boldsymbol{a}$ = konstant og $t_0 = 0$:

$\boxed{\boldsymbol{r}(t) = \boldsymbol{r}_0 + \boldsymbol{v}_0 \cdot t + \tfrac{1}{2} \boldsymbol{a}\, t^2}$ (2.12)

$\boxed{\boldsymbol{r} - \boldsymbol{r}_0 = \tfrac{1}{2} (\boldsymbol{v}_0 + \boldsymbol{v})\, t = \langle \boldsymbol{v} \rangle\, t}$ (2.14)

$\boxed{\boldsymbol{v}^2 - \boldsymbol{v}_0^2 = 2\boldsymbol{a} \cdot (\boldsymbol{r} - \boldsymbol{r}_0)}$ (”tidløs likn.”) (2.13)

Sirkelbevegelse: $\vec{a} = -a_c \hat{r} + a_t \hat{\theta}$

Sentripetalakselerasjon $a_c = v^2/r = v\,\omega = \omega^2 r$ (2.28) (2.30)

Baneakselerasjon: $a_t = dv/dt$

Uniform sirkelbevegelse: v = konstant => $a_t = 0$.

Viktige størrelser (rotasjon)

- Vinkelpos. $\theta = s/r$
- Vinkelfart $\omega = d\theta/dt = v/r$
  - Vektorstørrelse: $\boldsymbol{\omega}$ langs akseretning
- Periode T = tid/omdr = $1/f$
- Frekvens $f = 1/T$
- Vinkelfrekvens = vinkelfart = $\omega = 2\pi f$
- Vinkelaksel. $\alpha = d\omega/dt = d^2\theta/d^2t$
- Banefart $v = |v| = ds/dt = \omega r$
  - Vektorstørrelse: $\boldsymbol{v} = \boldsymbol{\omega} \times \boldsymbol{r}$
- Baneaksel. $a_t = \alpha\, r$
- Sentr.aksel. $a_c = v^2/r = \omega^2 r$
  - Vektorstørrelse: $\vec{a}_c = \vec{\omega} \times \vec{v} = \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r})$
  - Total aksel = $\vec{a} = -a_c \hat{r} + a_t \hat{\theta}$