

Fysikk for tre-termin

31/10 -17

① Opplegget mot slutten:

- Inne i 4 neste uker

- god ide å gjøre

no spør om du evt. har

3 godkjenning

- Prøveeksamen uke 46/47?

② Resten: Mer mekanikk, spesielt:

- Bevegelse på slor i tyngdefeltet

- Sirkebevegelse

Først: Fart og akselerasjon som deriverte

[?] Hva er fart?

- Hvor langt du har flyttet deg

delta på kor lang tid det tar,

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

- Røtt når v ikke endrer seg.

Men hva om v akselererer; korleis bestemmer vi farten på et bestemt tidspunkt da!?

→ Vi lar Δt (og dermed også Δs) bli uendelig små

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s(t)}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{s(t+\Delta t) - s(t)}{\Delta t} = s'(t)$$

Eksempel

Ved konstant akselerasjon gjelder

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

Kva blir $v(t)$ - farten som funksjon av tid?

$$v(t) = s'(t) = v_0 \cdot 1 + \frac{1}{2} a \cdot 2t = v_0 + at$$

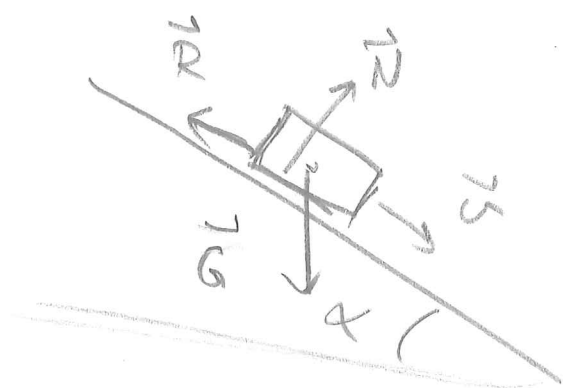
③ og akselerasjonen?

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow v'(t)$$

$$a = v'(t) = 0 + a \cdot 1 = a - \text{konst.}$$

③ Lærte eit nytt (?) ord i går: Vektor

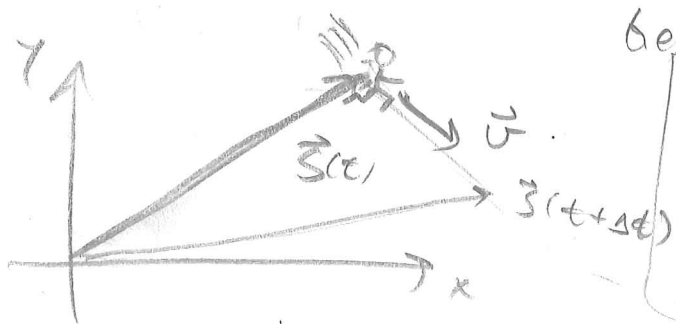
Vektor $\neq$ tal fordi ein vektor også har ein retning
- akselerasjon som krefter og fartar



Fristasjon R , normalkraft N og tyngde G har alle ei retning.

-Også farten v

Om vi vel eit utgangspunkt (origo), har også posisjon ei retning



Generelt:

Bane: $\vec{r}(t)$

Fart: $\vec{v}(t) = \vec{r}'(t)$

Aks.: $\vec{a}(t) = \vec{v}'(t)$

[?] Hvis ein bil løyper gjennom ein sving i 50 km/h, akselererer han då?

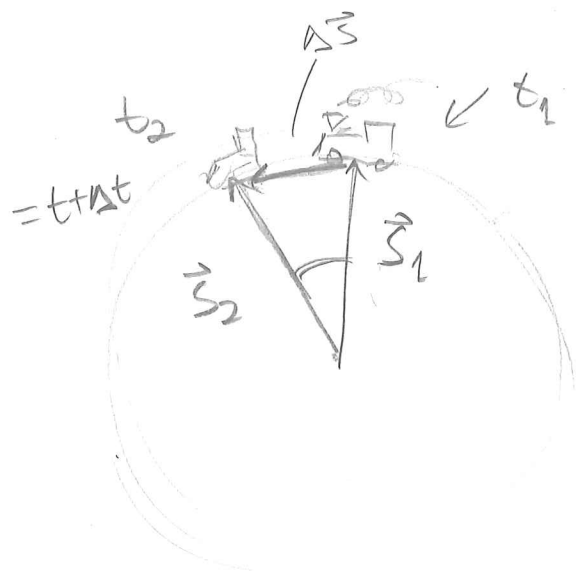
→ J_c ; kan endre retning.

v endrer seg ikke, men $\vec{v}$ gir det

(jmf. Rutherford-modellen for atomet.)

④ Sirkel-bevegelse

[?] Kva retning peiler farten i
en sirkel-bevegelse?



$$\vec{v}(t_1) = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{t_2 - t_1} \text{ når } t_2 \text{ går mot } t_1 \text{ } (\Delta t \rightarrow 0).$$

Ser(?): $\Delta \vec{r}$, endringa, står normalt på radien ($\vec{r}_1$) når $\Delta t \rightarrow 0$.

Dermed gir også farten det.

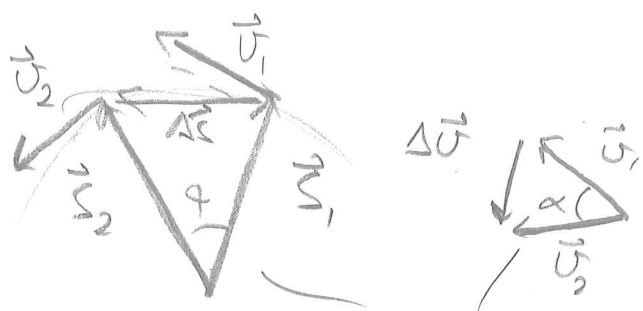
[?] Ern akselerasjonen?

Ved konstant bane fart v :

Skalarstør:

$$s_1 = s_2 = r$$

$$v_1 = v_2 = v$$



Formulike trekanten

ser $\Delta \vec{v}$ står normalt
på $\vec{v}_1$ når $\Delta t \rightarrow 0$
 $\vec{a}$ peker mod sentrum

$$\frac{\Delta s}{r} = \frac{\Delta v}{v}, \quad \Delta v = v \cdot \frac{\Delta s}{r}$$

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = v \cdot \frac{\Delta s}{\Delta t} \cdot \frac{1}{r}, \quad \frac{\Delta s}{\Delta t} \rightarrow v \text{ når } \Delta t \rightarrow 0$$

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

$$a = v \cdot v \cdot \frac{1}{r}$$

$$a = \frac{v^2}{r}$$

Dette er akselerationen ind mod
sentrum i en cirkelbevægelse:

$$a = \frac{v^2}{r}$$

Navn: centripetal akseleration

[?] Hvorfor finn vi centripetal kraft?

→ gangar med m

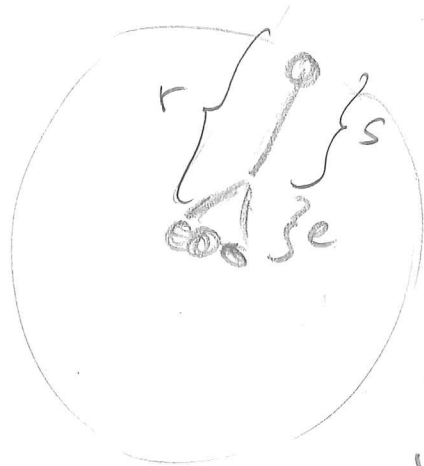
Eksempel

Ein sleggekaster gjer 5 rotasjonar på 1.8 sekund. Snora i slegga er 120 cm og armen til kasteren er 62 cm.

a) Om kula har jamn fart, kva er omløpstida T ?

b) Kva er farten til kula?

c) Kva er akselerasjonen til kula?



a) 5 rotasjonar på 1.8 s:

$$T = \frac{1.8 \text{ s}}{5} = \underline{0.36 \text{ s}}$$

b) Farten v er lengd delt på tid. Omkrets: $2\pi r$

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi(l+s)}{T} = \frac{2\pi \cdot (1.20 + 0.62) \text{ m}}{0.36 \text{ s}} \\ = 31.765 \text{ m/s} \approx \underline{32 \text{ m/s}}$$

c) Akselerasjon: $a = \frac{v^2}{r} = \frac{(31.765 \text{ m/s})^2}{(1.20 + 0.62) \text{ m}} = \underline{554.4 \text{ m/s}^2}$

Alternativt: $a = \frac{1}{r} \cdot \left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2 = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$

⑤ Sentripetalkraft

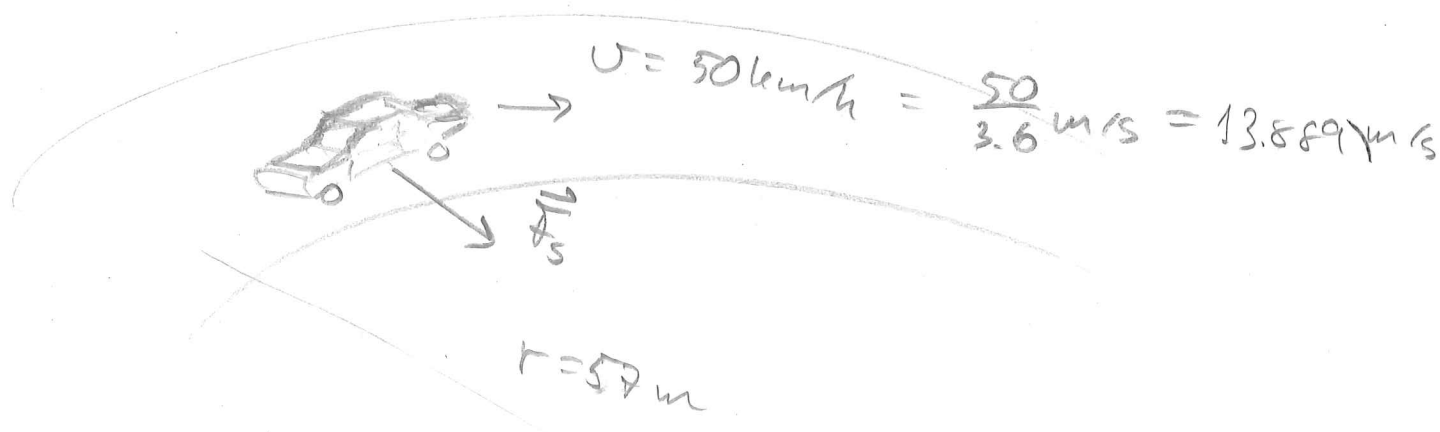
$$F_s = m \frac{v^2}{r}$$

Eksempel

Ein bil på 1.3 tonn køyrer gjennom ein sving som er ein del av ein sirkelbane med radius $r = 57 \text{ m}$. Bilen køyrer heile tida i farten 50 km/h .

Kva er akselerasjonen og sentripetalkrafta på bilen? (storleik [størrelse] og retning.)

Kva kraft er det som utgjer sentripetalkrafta her?



Både kraft og akselerasjon peikar inn
mot sentrum i sirkelen.

(?) ut fra sentrum? $\rightarrow$ NEI)

Akselerasjon:

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{(13.889 \text{ m/s})^2}{57 \text{ m}} = 3.3842 \text{ m/s}^2 \approx$$
$$\underline{3.4 \text{ m/s}^2} \quad (\approx \frac{1}{3} g)$$

Kraft:

$$F_s = ma (= m \frac{v^2}{r}) = 1.3 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 3.3845 \text{ m/s}^2 =$$
$$4399.50 \text{ N} \approx \underline{4.4 \text{ kN}}$$

Merk: Sentripetalkrafta er ikkje noko
kraft i seg. Det er eit samle-
namn på ei generell kraft som
trekkjer noko inn mot sentrum
i ein sirkelbevegelse. Kvifor som
utgjer sentripetalkrafta varierer
frå tilfelle til tilfelle.

Her: Statisk friksjon mellom hjul og
asfalt.

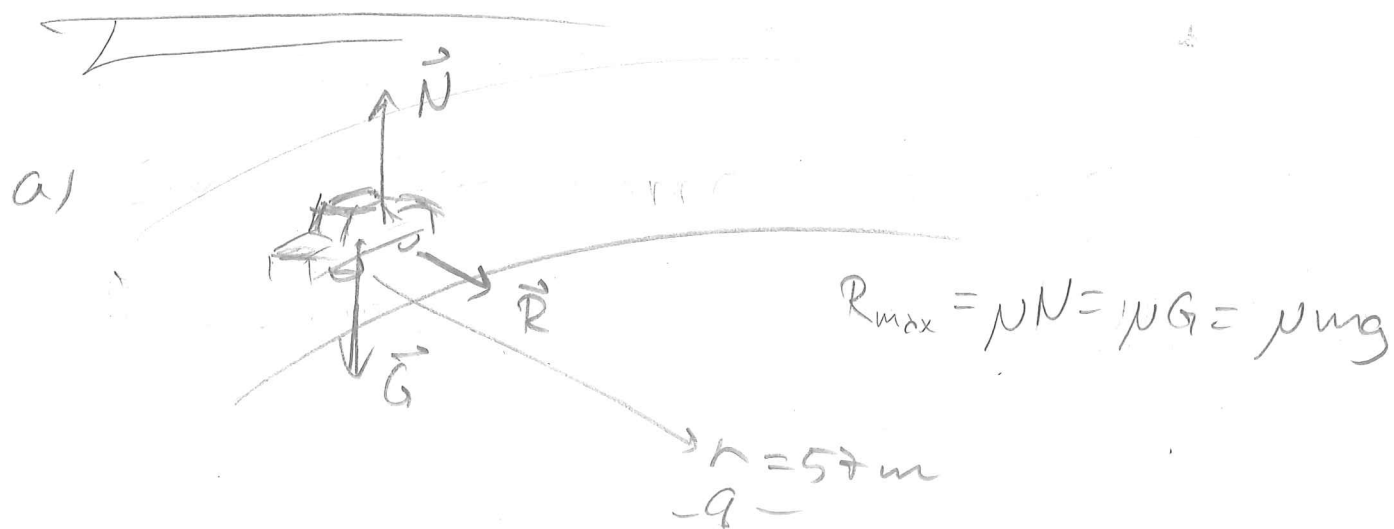
"Quiz": Hva er sentripetalkrafta her?

Eksempel

- Same bil og sving som i det førre eksemplet.

a) Dersom friksjonskoeffisienten mellom hjul og asfalt er $\mu = 0.61$, hva er den største farten bilen kan ha gjennom svingen?

b) Om vegen heller slik at den dannar vinkelen 20° med horisontalplanet, hva er no den største moglege farten?



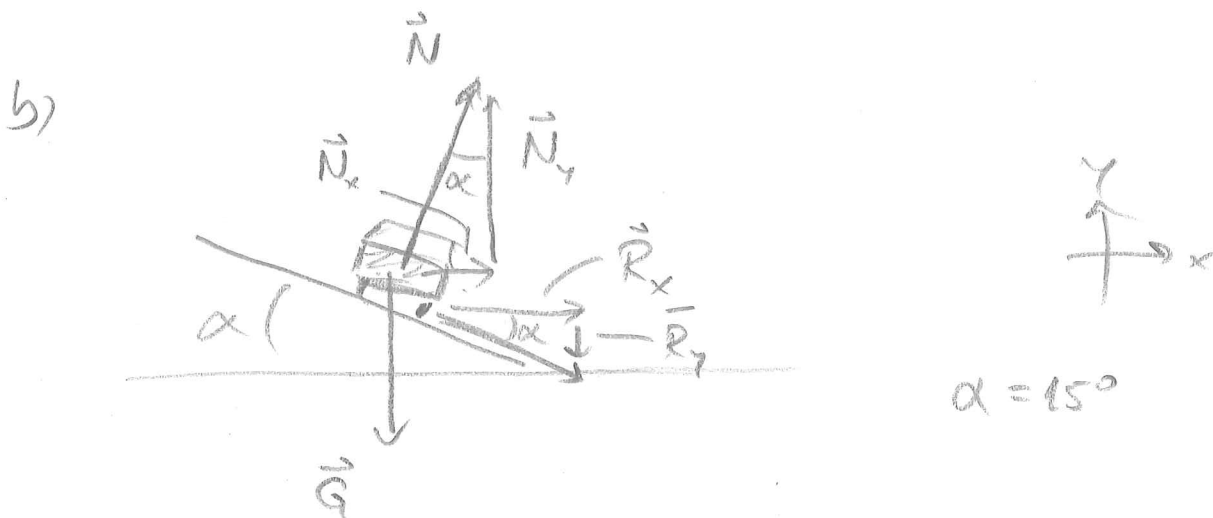
- Maksimal fart, $v_{\max}$, når

$$F_s = R_{\max}$$

$$\mu \frac{v_{\max}^2}{r} = \mu mg$$

$$v_{\max} = \sqrt{\mu rg} = \sqrt{0.61 \cdot 57 \text{ m} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2} =$$

$$18.469 \text{ m/s} = 1.469 \cdot 3.6 \text{ km/h} \approx \underline{66 \text{ km/h}}$$



I y-retning:

$$1) N_y = G + R_y$$

I x-retning:

$$2) F_s = R_x + N_x$$

Hvor også: $R_{\max} = \mu N$ og $G = mg$

Med trigonometri:

$$1) N \cos \alpha = mg + \mu N \sin \alpha$$

$$2) F_s = R_x + N_x = \mu N \cos \alpha + N \sin \alpha = N(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$1) \text{ Gør } N = \frac{mg}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}, \text{ set ind i 2):}$$

$$F_s = \frac{mg}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha} (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$m \frac{v_{\max}^2}{r} = mg \frac{\mu \cos \alpha + \sin \alpha}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}$$

$$v_{\max}^2 = rg \frac{\frac{\mu \cos \alpha}{\cos \alpha} + \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}}{\frac{\cos \alpha}{\cos \alpha} - \mu \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}}$$

$$= rg \frac{\mu + \tan \alpha}{1 - \mu \tan \alpha}$$

$$v_{\max} = \sqrt{rg \frac{\mu + \tan \alpha}{1 - \mu \tan \alpha}}$$

Spesleik: $\alpha = 0$ gir tilbake svaret fra a.

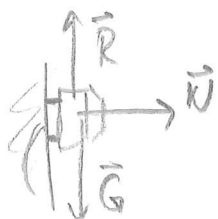
$$v_{\max} = \sqrt{57 \text{ m} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot \frac{0.61 + \tan 15^\circ}{1 - 0.61 \cdot \tan 15^\circ}} =$$

$$24.225 \text{ m/s} \approx \underline{87 \text{ km/h}}$$

(Over middels vanskelig:)

[?] Kor fort må du løyre for å ta leik

$$\alpha = 90^\circ?$$



$$\left. \begin{array}{l} F_s = N \\ G = R = \mu N \end{array} \right\} F_s = \frac{mg}{\mu}$$

$$m \frac{v_{\min}^2}{r} = \frac{mg}{\mu}, \quad v_{\min} = \sqrt{\frac{rg}{\mu}} = \sqrt{\frac{57 \text{ m} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2}{0.61}}$$

$$= \dots \approx 109 \text{ km/h}$$