

TFY4115 Fysikk

Mekanikk: (kap.ref Young & Freedman)

SI-systemet (kap. 1); Kinematikk (kap. 2+3). (Rekapitulasjon)

Newton's lover (kap. 4+5)

Energi, bevegelsesmengde, kollisjoner (kap. 6+7+8)

Rotasjon, spinn (kap. 9+10)

Statisk likevekt (kap. 11)

Svingninger (kap. 14)

Termodynamikk:

Def. temperatur og varme (kap. 17)

Tilstandslikninger (kap. 18)

Termodynamikkens 1. lov (kap. 19)

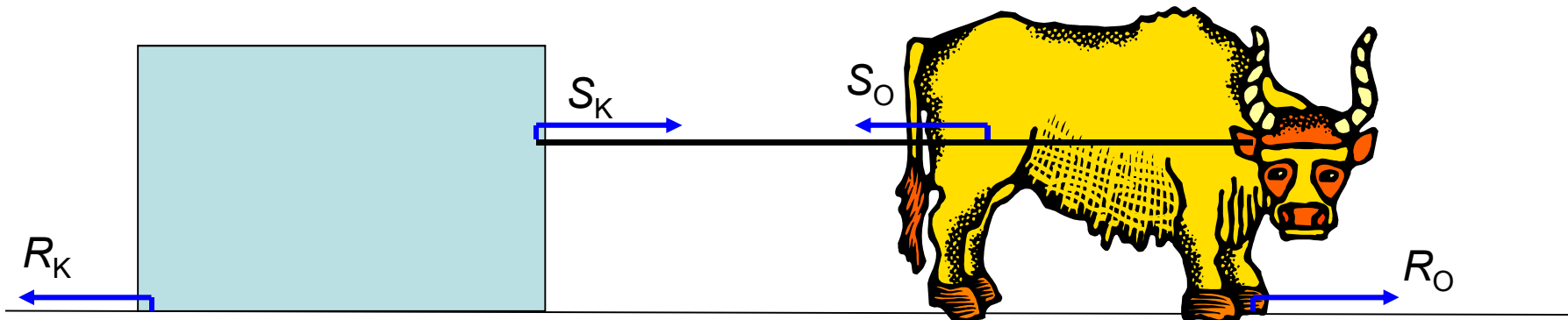
Termodynamikkens 2. lov (kap. 20)

Varmetransport (kap. 17.7+39.5)

Aristoteles (300 f.Kr):

Kraft påkrevd for å opprettholde bevegelse.

Dvs. selv UTEN friksjon må oxen må trekke med kraft S_k



Sir Isaac Newton (1642-1727):

Bevegelse fortsetter uendra hvis ingen krefter.

Uten friksjon: $R_k = 0 \Rightarrow R_o = 0$

Hvor er luftmotstanden F_f størst?

?

F_f lik i begge!!

(antatt samme G for begge)



G

$$\text{Newton 1 } \Sigma F = 0 \\ \Rightarrow F_f = G$$



konst. (stor) v

G

$$\text{Newton 1 } \Sigma F = 0 \\ \Rightarrow F_f = G$$

Kap. 4+5: Newtons lover

(N1): $\Sigma \mathbf{F} = 0$: Uendra hastighet (evt. 0)

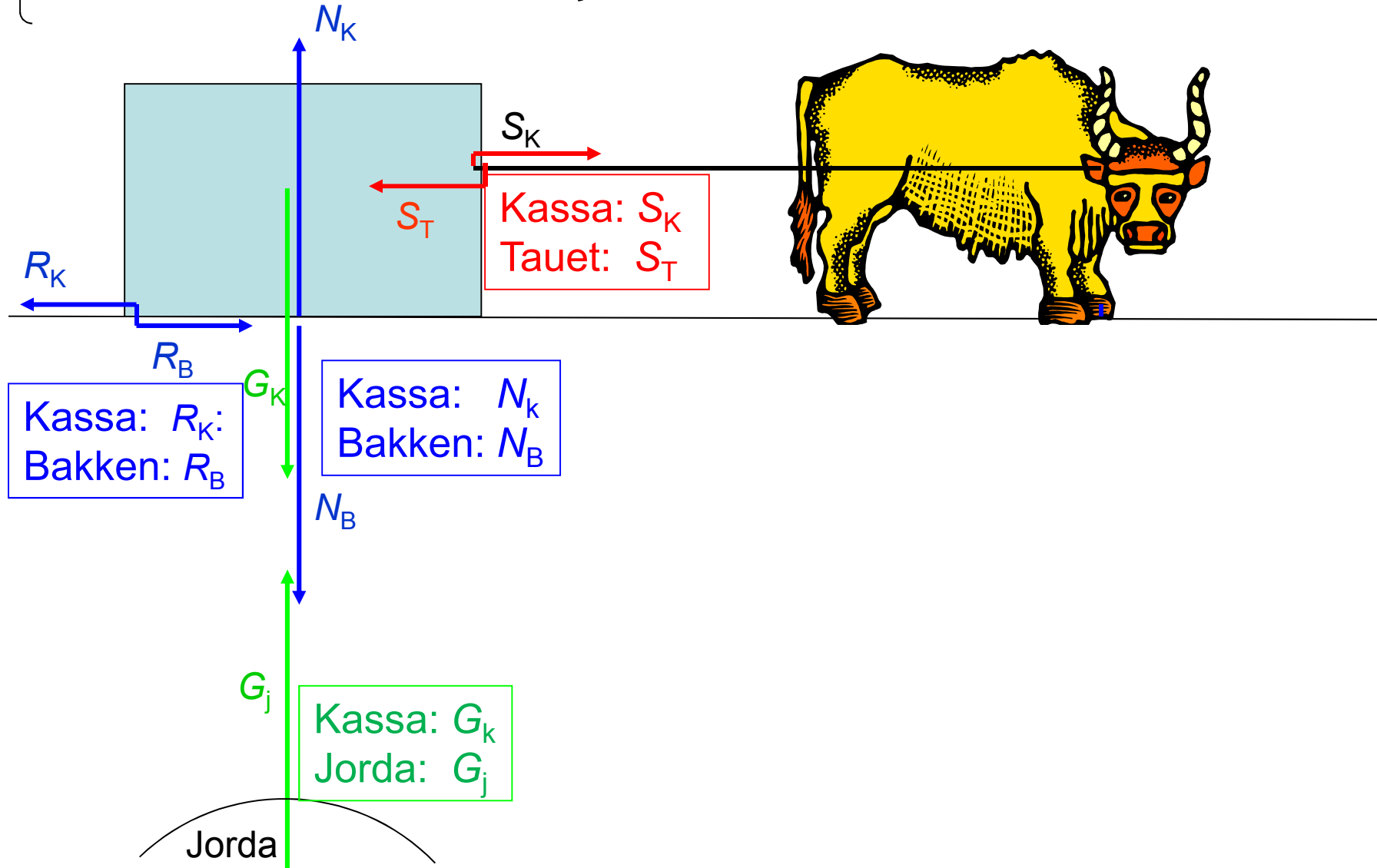
(N2): $\Sigma \mathbf{F} \neq 0$: Akselerasjon $\mathbf{a} = \Sigma \mathbf{F} / m$

Enhet kraft: $1 \text{ kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2 = 1 \text{ newton} = 1 \text{ N}$

(N3): Krefter alltid i par.

Newtons 3.lov. Kraft og motkraft.

N_k og G_k er ikke kraft og motkraft!
N1 gir: $N_k = G_k$



0 til 100 km/h på 3 sekunder!

Anvendelse av
Newton 2:

$$F = m a$$

F = tyngdekraft

=>

$$a = g \approx 9,8 \text{ (m/s)/s}$$
$$\approx 35 \text{ (km/h)/s}$$
$$\approx 22 \text{ (mile/h)/s}$$



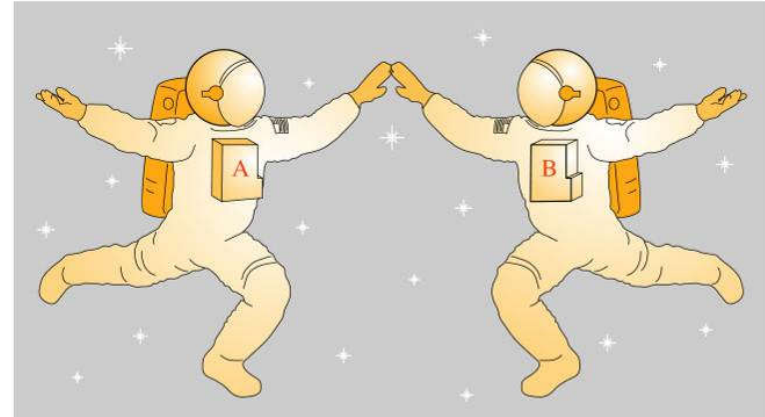
"It goes from zero to 60 in about 3 seconds."
© Sydney Harris

«Vektløs»:

Tyngden er **eneste** krafta som virker



Ikke «Vektløs»:
Tyngde + luftmotstand



«Vektløs» utenfor atmosfæren



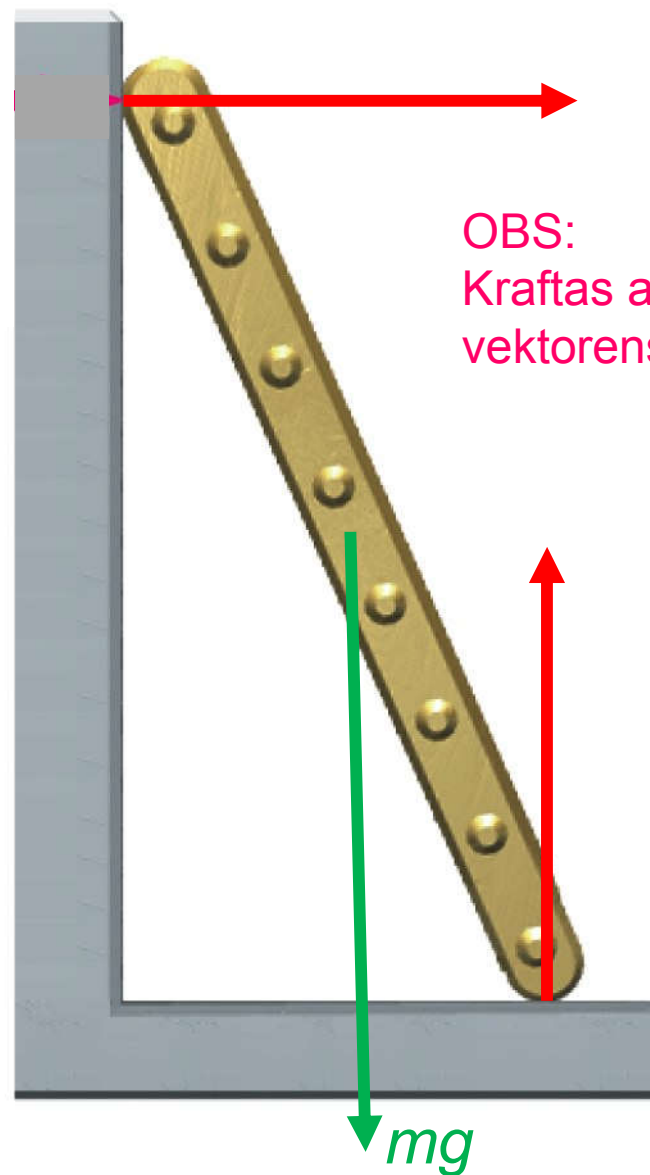
«Vektløs»
inni bil som
faller fritt.

Tyngdekrefter:
Gravitasjon

Kontaktkrefter:
Normalkrefter

Egentlig opphav:
Elektrostatisk krefter.

Atomer (elektronskyen) kan
ikke trenge inn i hverandre
uten stor motstand.



OBS:
Kraftas angrepspunkt =
vektorens startpunkt

Krefter i naturen.

Naturens krefter manifesterer seg på ulike måter i mekanikken:

- Tyngdekraft
- Normalkraft (kontaktkraft)
- Friksjon (kontaktkraft)
- Snorkraft
- Fjærkraft
- Luftmotstand
- Væskemotstand
- m.m.

←----- **gravitasjonskraft**

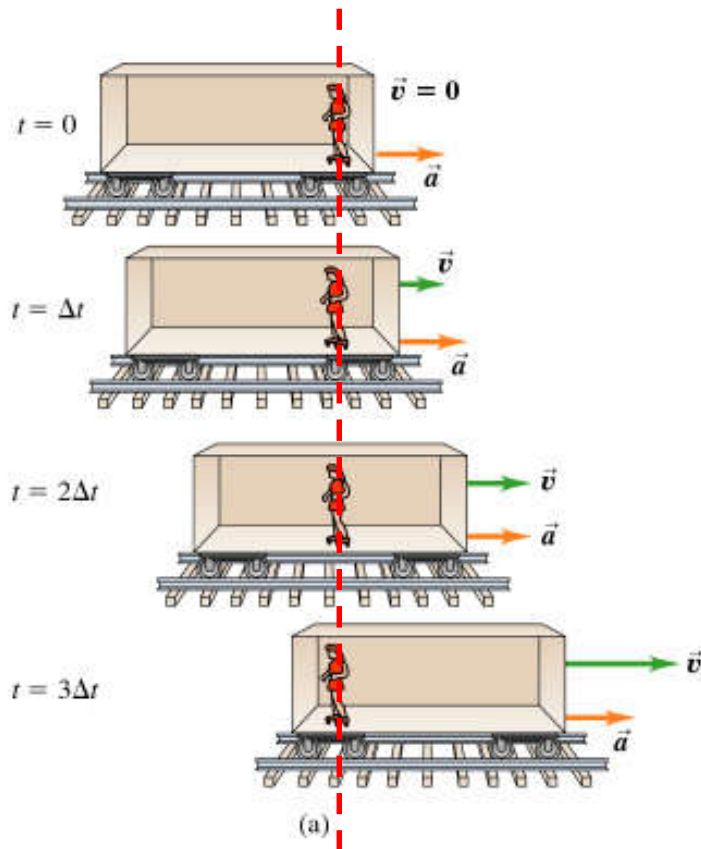
←----- **elektrostatisk kraft**

.. **men alle mekaniske krefter har sin årsak i en av de to fundamentale kreftene**



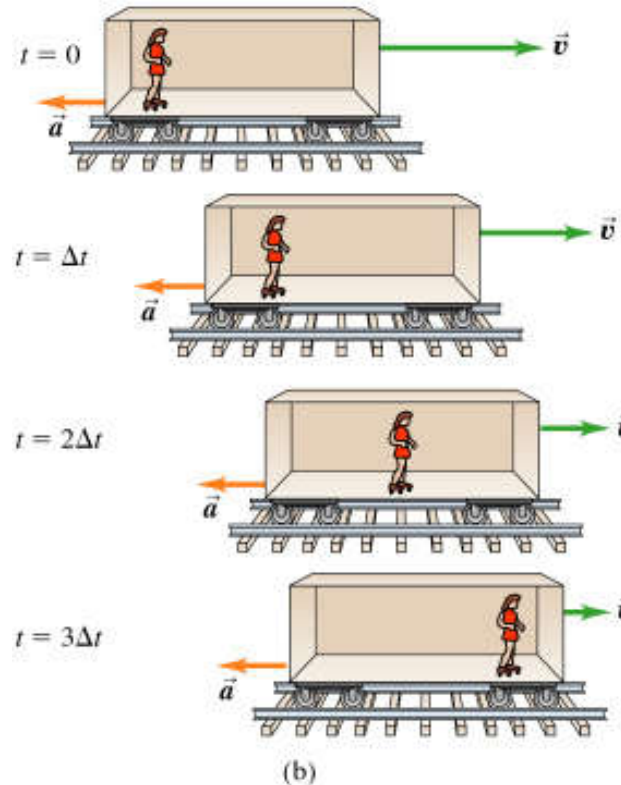
Ikke-inertialsystem (vogna): Tilsynelatende usynlig krefter

Vogna =
akselererende
referansesystem



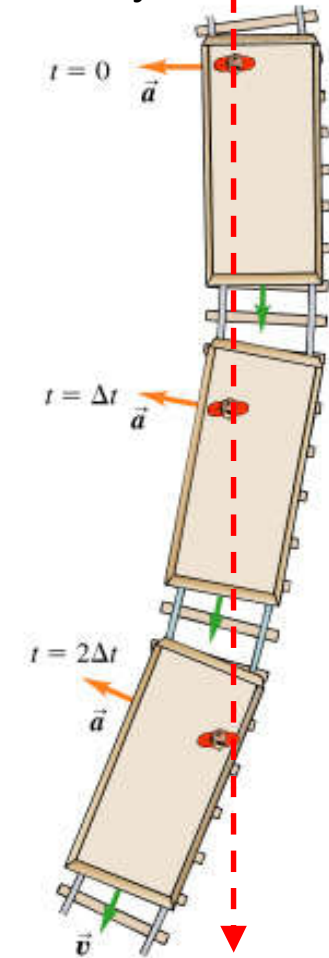
Fast labssystem: Rulleskøyteren i ro

Retarderende
referansesystem



Rulleskøyteren
fortsetter med konst v

Sentripetal-aksel.
referansesystem



Rulleskøyteren
fortsetter rett fram
(konst v)

Oppsummert:

Kap. 4+5: Newtons lover

(N1): $\Sigma \mathbf{F} = 0$: Uendra hastighet (evt. 0)

(N2): $\Sigma \mathbf{F} \neq 0$: Akselerasjon $\mathbf{a} = \Sigma \mathbf{F} / m$

(N3): Krefter alltid i par.

Enhet kraft: $1 \text{ kg}\cdot\text{m} / \text{s}^2 = 1 \text{ newton} = 1 \text{ N}$

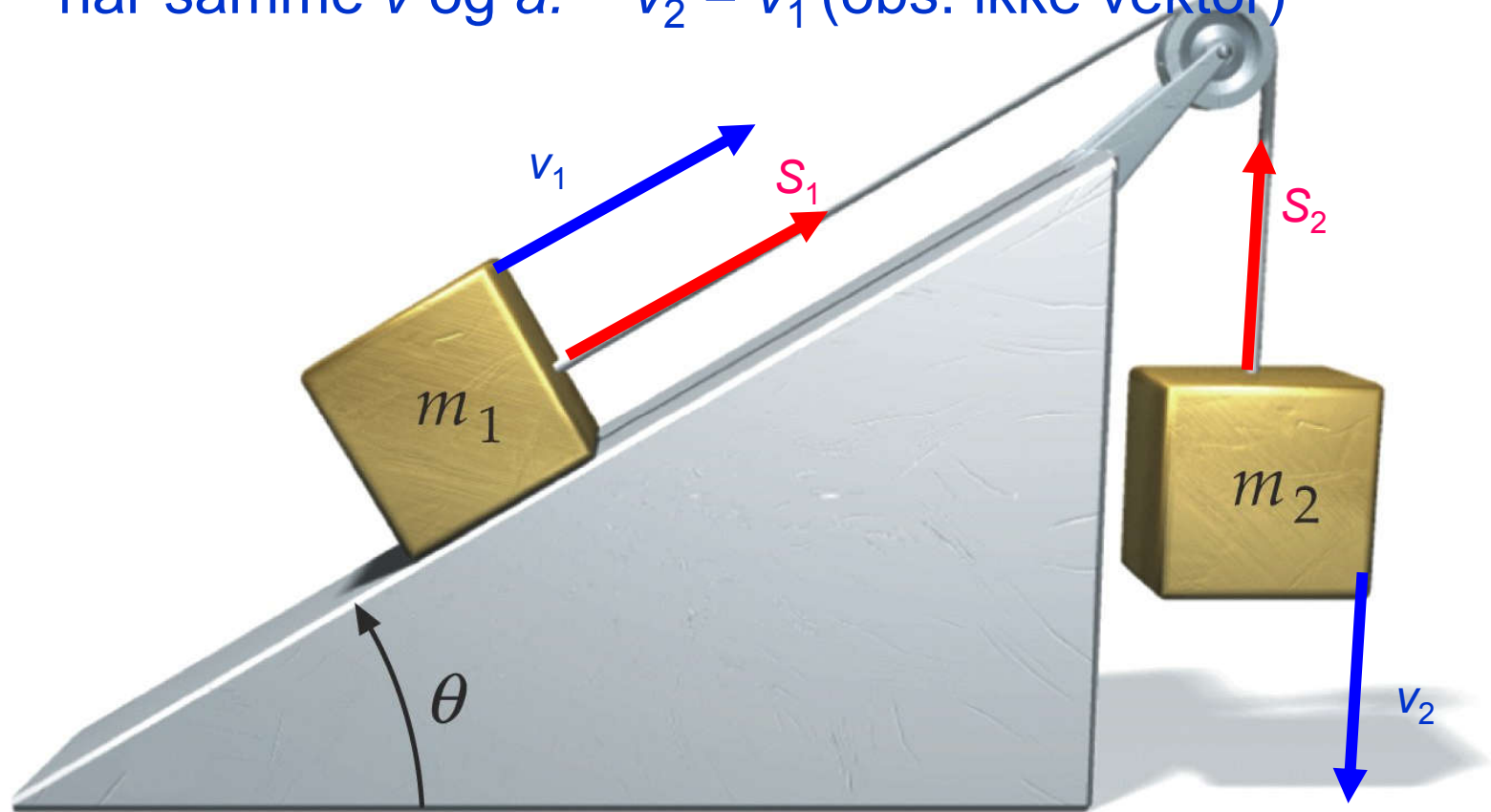
Gravitasjonskrafta: $\mathbf{F} = m\mathbf{g}$

Vektløs: Eneste kraft er tyngden = $m\mathbf{g}$

Newtons lover gjelder kun i inertialsystem, dvs. i koordinatsystem uten akselerasjon.

Snorkrefter:

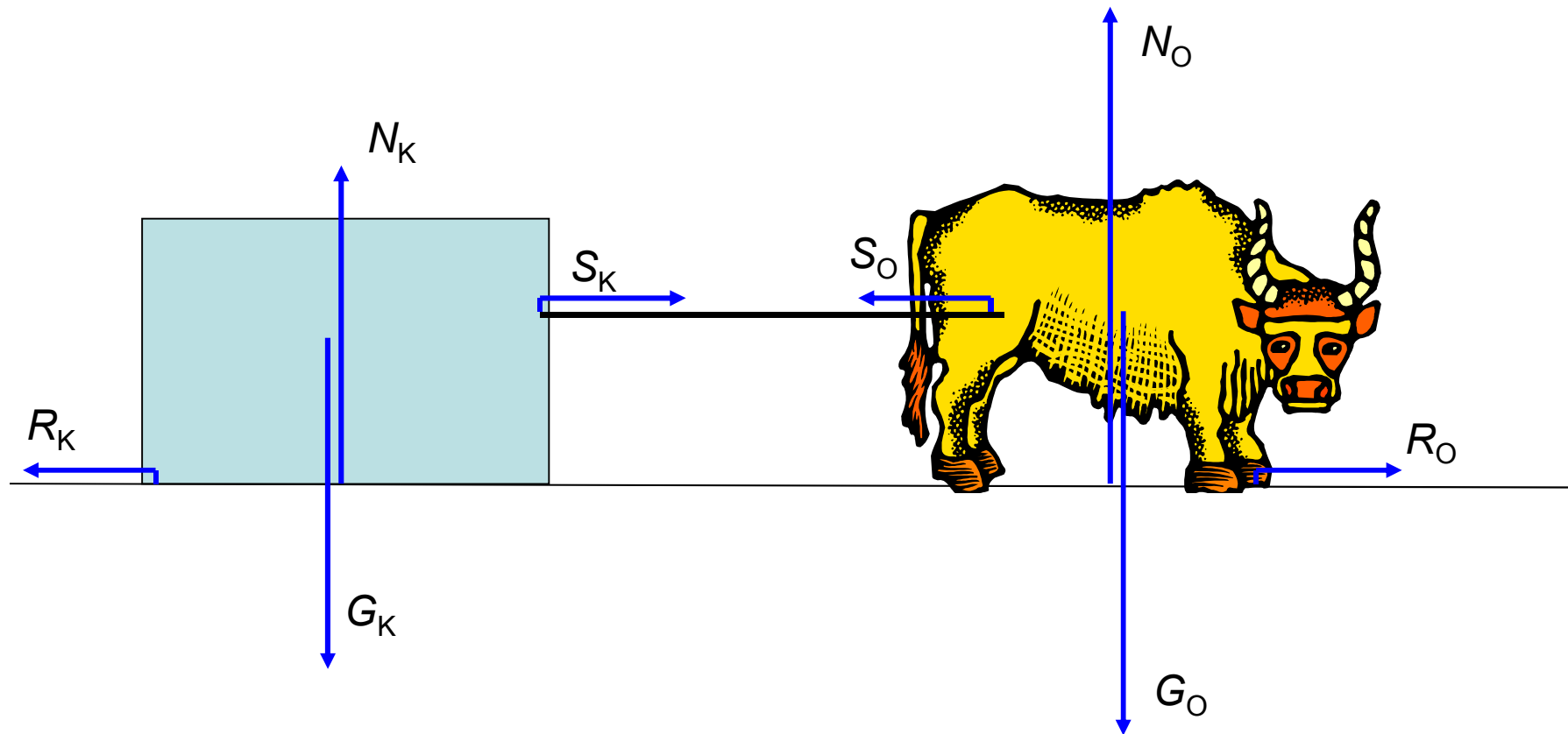
- Kun **strek**-krefter
- Snorkrafta den samme langs hele snora:
 $S_2 = S_1$ (forutsetter masseløs snor)
- Hele snora og alle masser forbundet
har samme v og a : $v_2 = v_1$ (obs: ikke vektor)



(mange oppgaver med snorer)

Kraftdiagram (frilegemediagram):

Alle krefter på et legeme, med angrepspunkt
Eksempel: Oksen og kassa.

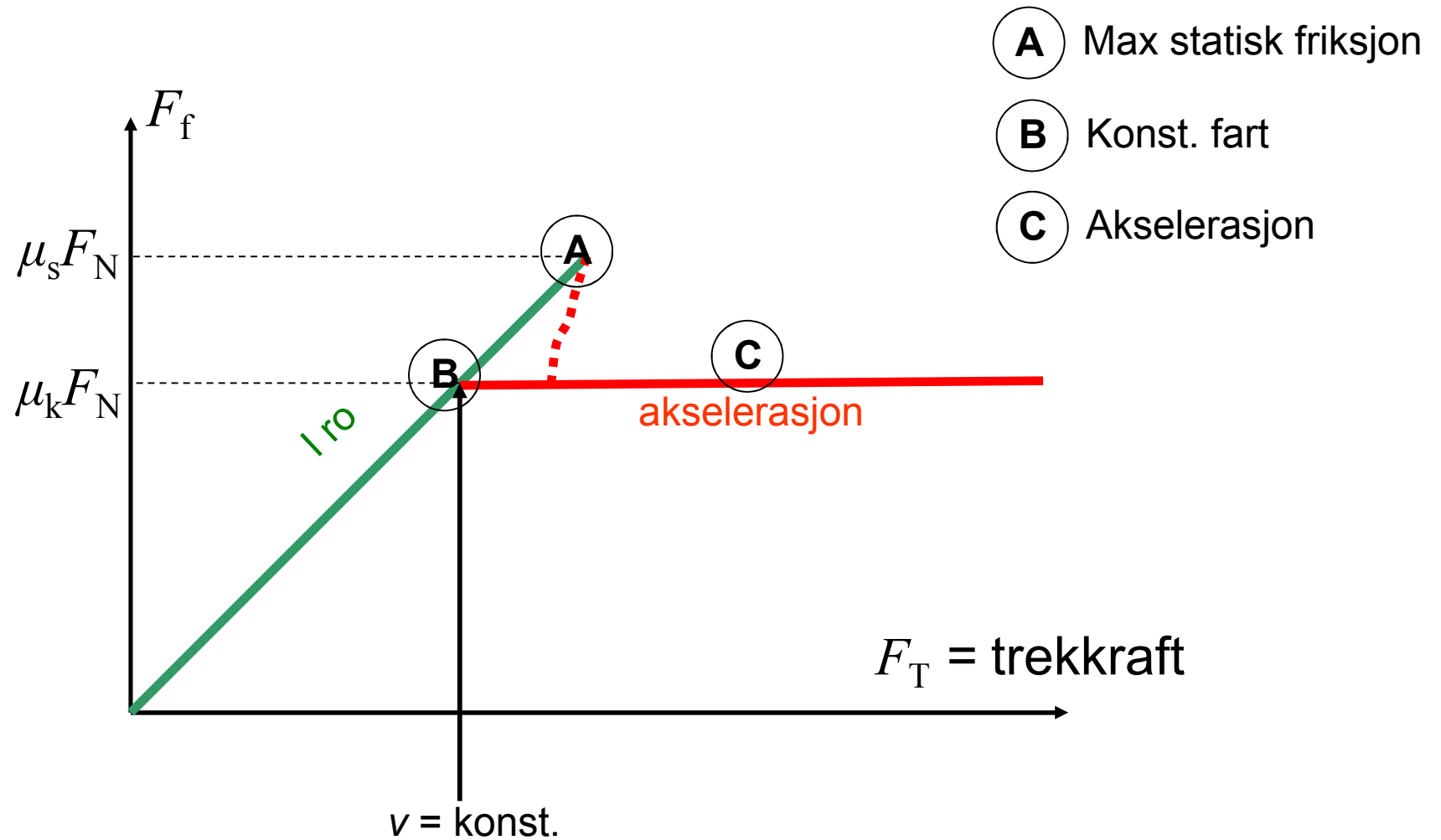


Kraftvektor starter ved kraftas angrepspunkt.

Anvendelse av Newtons lover.

- Snorkrefter
- 5.3. (Tørr) friksjon (mye)
- 5.3. Væskefriksjon og luftmotstand (kort)

- 5.3. (Tørr) friksjon

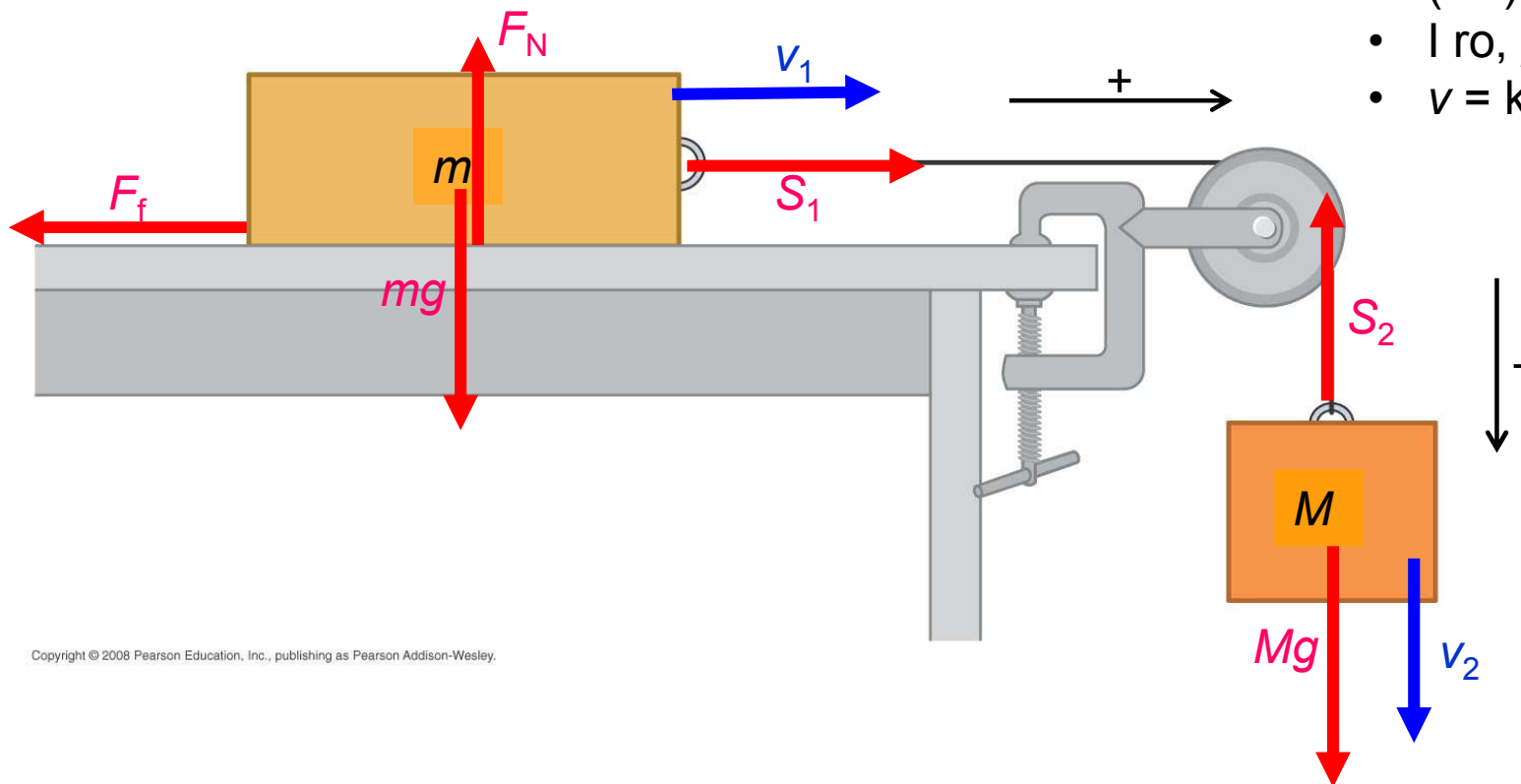


Eks. 1. Klosser, snor og friksjonskraft. (\approx Y&F opg 5.34)

Snorkrefter:

- Kun **strekk**-krefter
- Snorkrafta den samme langs hele snora: $S_2 = S_1 = S$
(forutsetter masseløs snor)
- Hele snora og alle masser forbundet
har samme v og a : $v_2 = v_1 = v$ $a_2 = a_1 = a$

- Kraftdiagram
- Positiv retning
- (N2) for hver kloss
- I ro, μ_s
- $v = \text{konst}$, μ_k



Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Addison-Wesley.

Luftmotstand



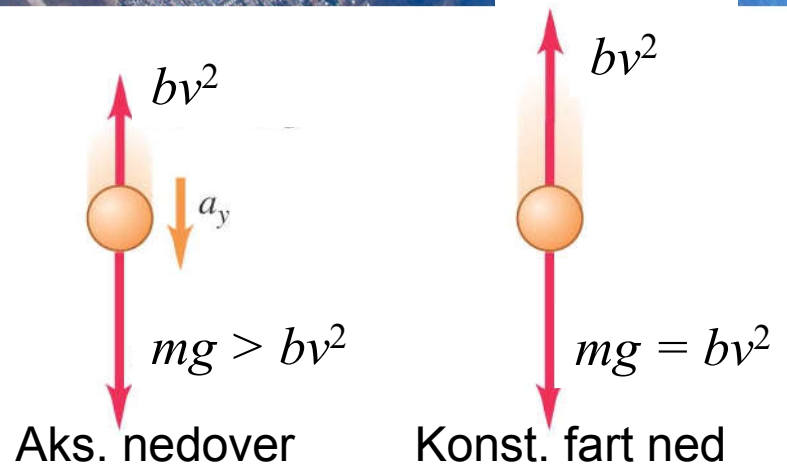
$$mg = F_f = bv^2$$

liten b , stor $v \approx 200$ km/h



$$mg = F_f = bv^2$$

stor b , liten $v \approx 20$ km/h



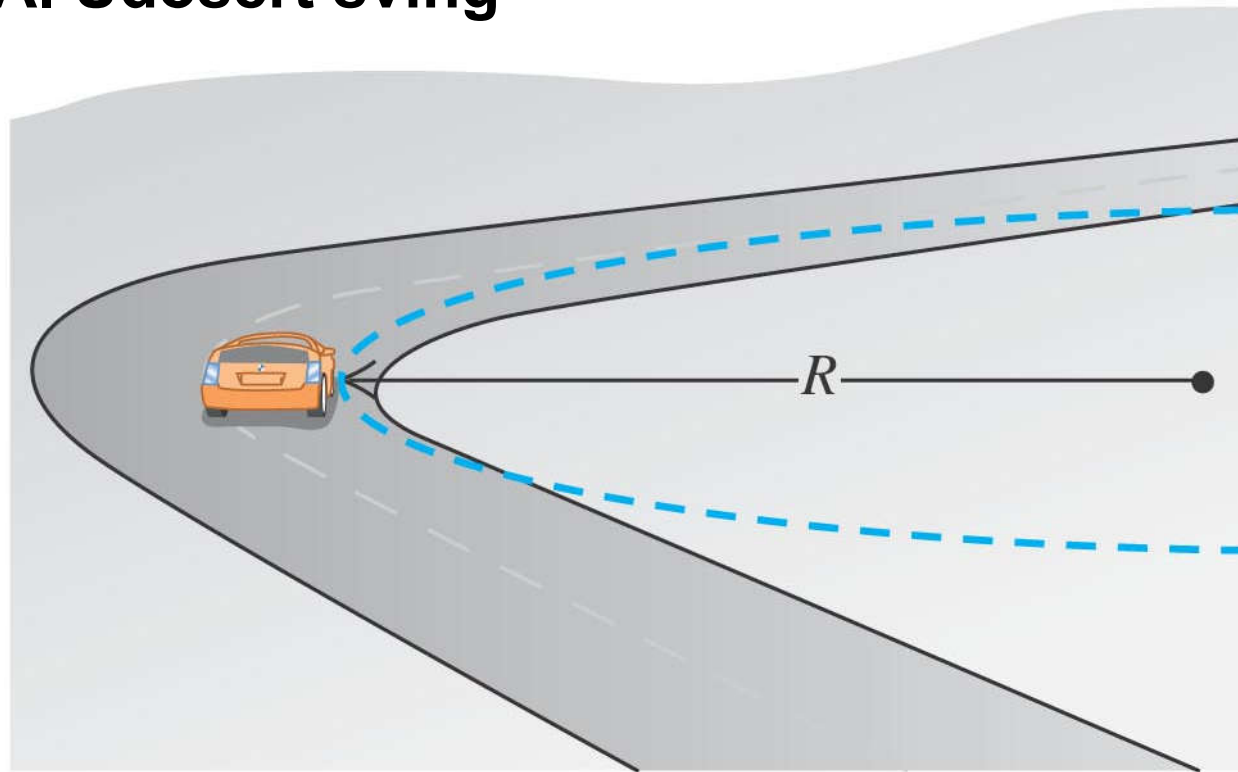
Friksjonskoeffisienter for ulike materialer

Materiale	μ_s	μ_k
Stål mot stål, rein flate	0,7	0,6
Stål mot stål, oljet flate	0,09	0,05
Tre mot tre	0,25-0,5	0,2
Glass mot glass	0,9	0,4
Gummi mot tørr asfalt	1,0	0,8
Gummi mot våt asfalt	0,30	0,25
Ski mot snø 0°C	0,1	0,05
Teflon mot teflon	0,04	0,04

Eksempel: Svingkjøring

Y&F Ex. 5-21

A. Udosert sving



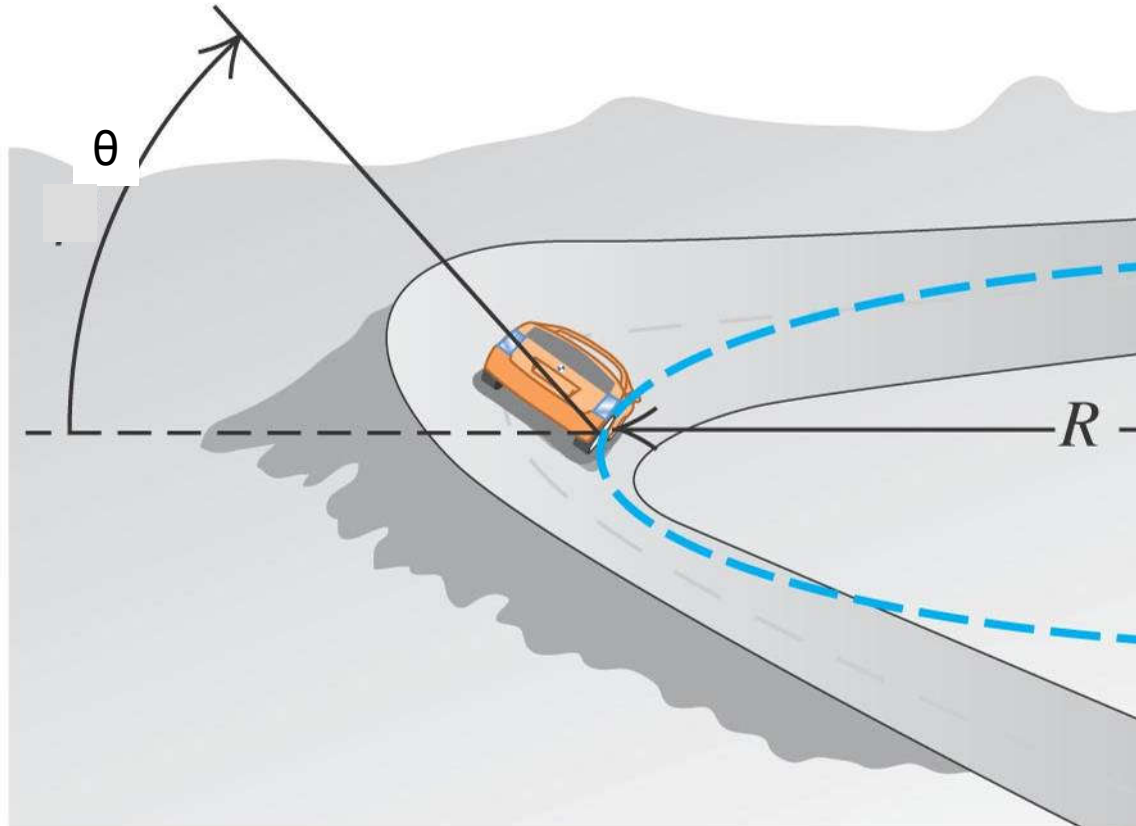
- Kraftdiagram
- Finn v_{\max}
(dvs. uten å miste festet)

Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Addison-Wesley.

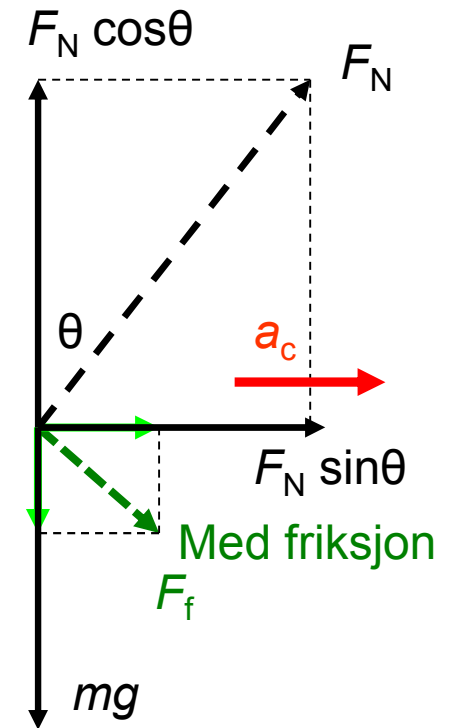
Eksempel: Svingkjøring

Y&F Ex. 5-23

B. Dosert sving

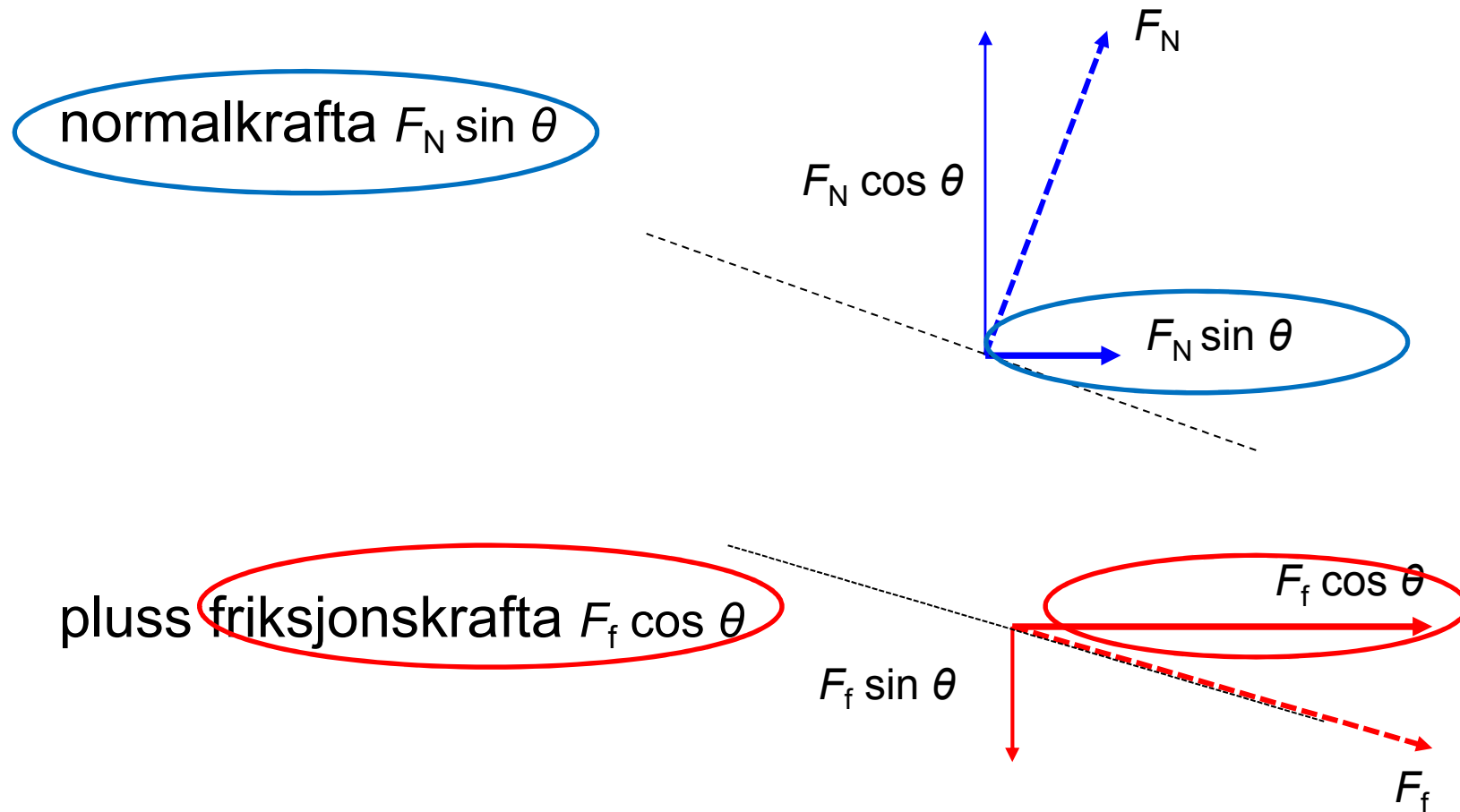


Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Addison-Wesley.

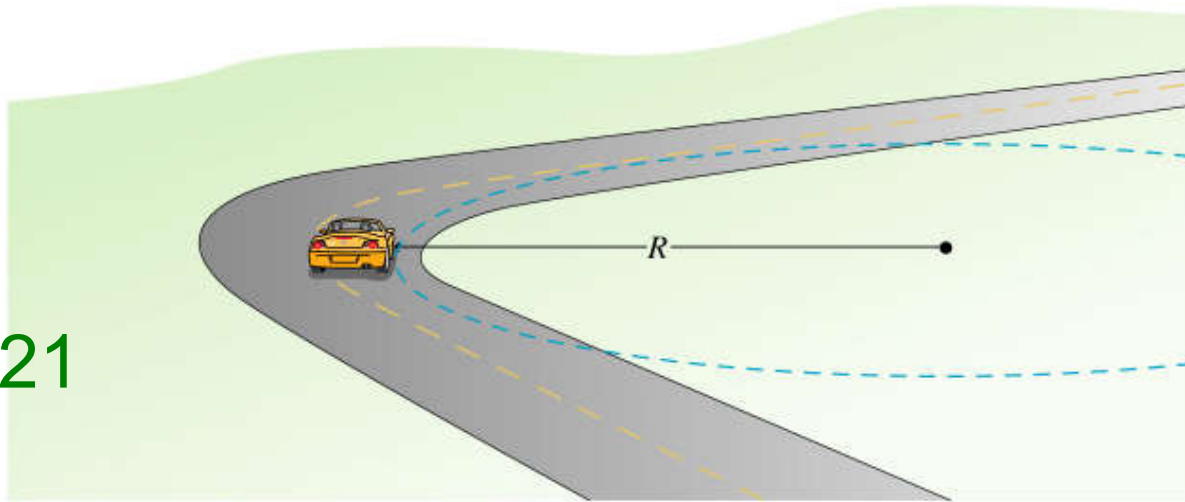


Svingkjøring

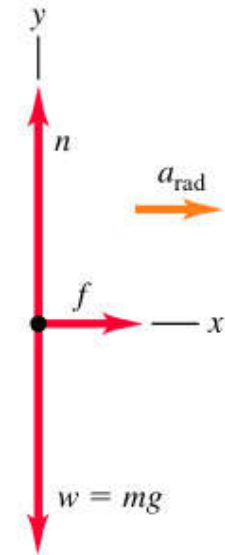
- B: Med dosering dannes sentripetalkrafta fra:



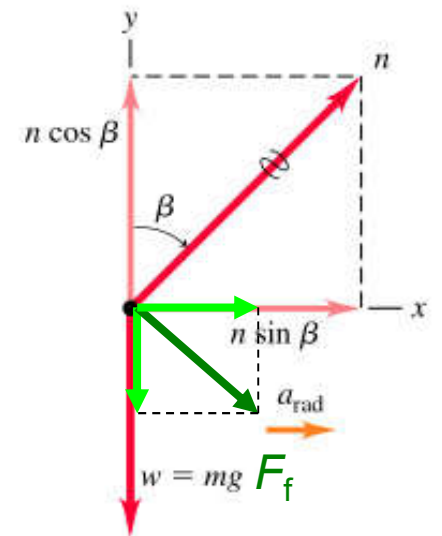
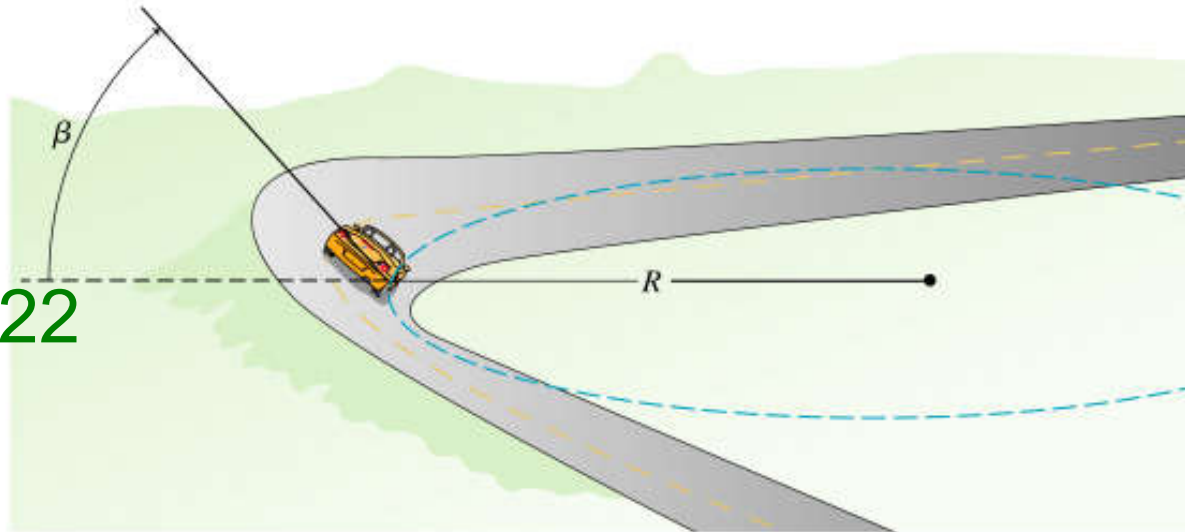
Y&F:



Ex. 5-21



Ex. 5-22



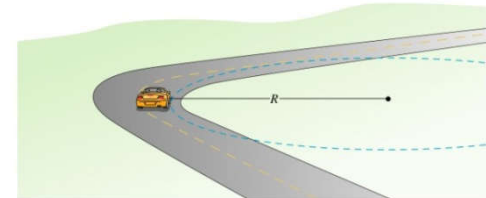
Med friksjon

Eksempel forts.: Svingkjøring

Svært like eksempler her: Y&F Ex. 5-21 + 5-22.

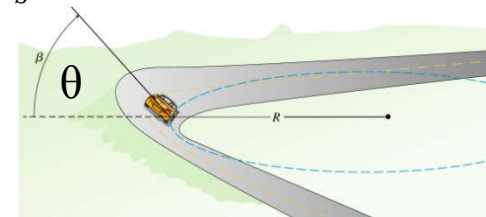
- **A: Uten dosering:**

$$v_{\max}^2 = gR\mu_s$$



- **B: Med dosering:** v_{\max} er større:
$$v_{\max}^2 = gR \frac{\mu_s + \tan \theta}{1 - \mu_s \tan \theta} \quad (3)$$

og med null friksjon: $v_{\max}^2 = v_{\min}^2 = gR \tan \theta \quad (4)$

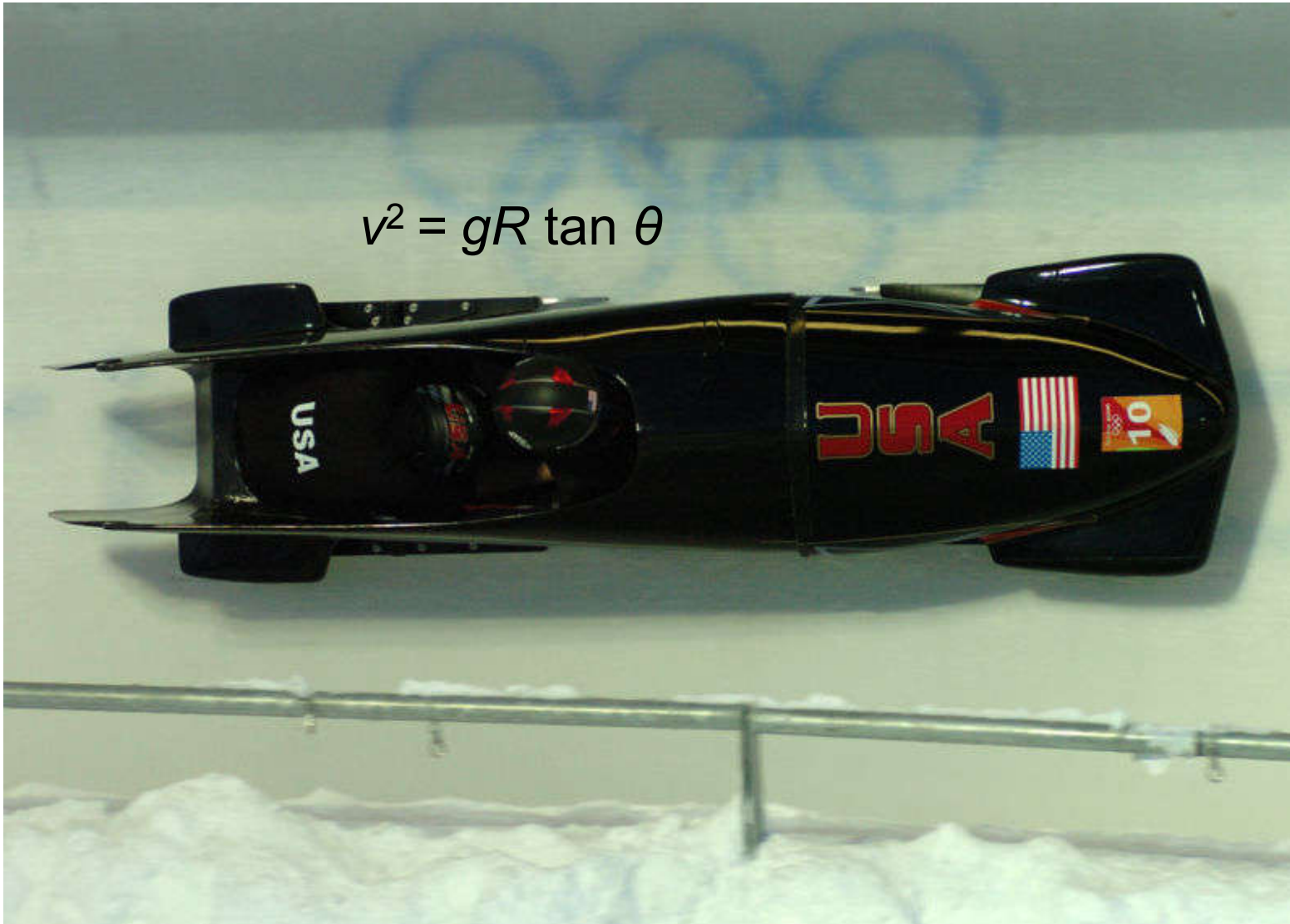


- **C: Lene seg θ innover i svingen (uten dosering):**

$$\tan \theta = \frac{v^2}{gR} \quad (\text{samme vinkel som ved null friksjon i B})$$

Bob-baner ($\mu_s \approx \mu_k \approx 0$) har variabel dosering.
Bobens fart v bestemmer doseringshøyden

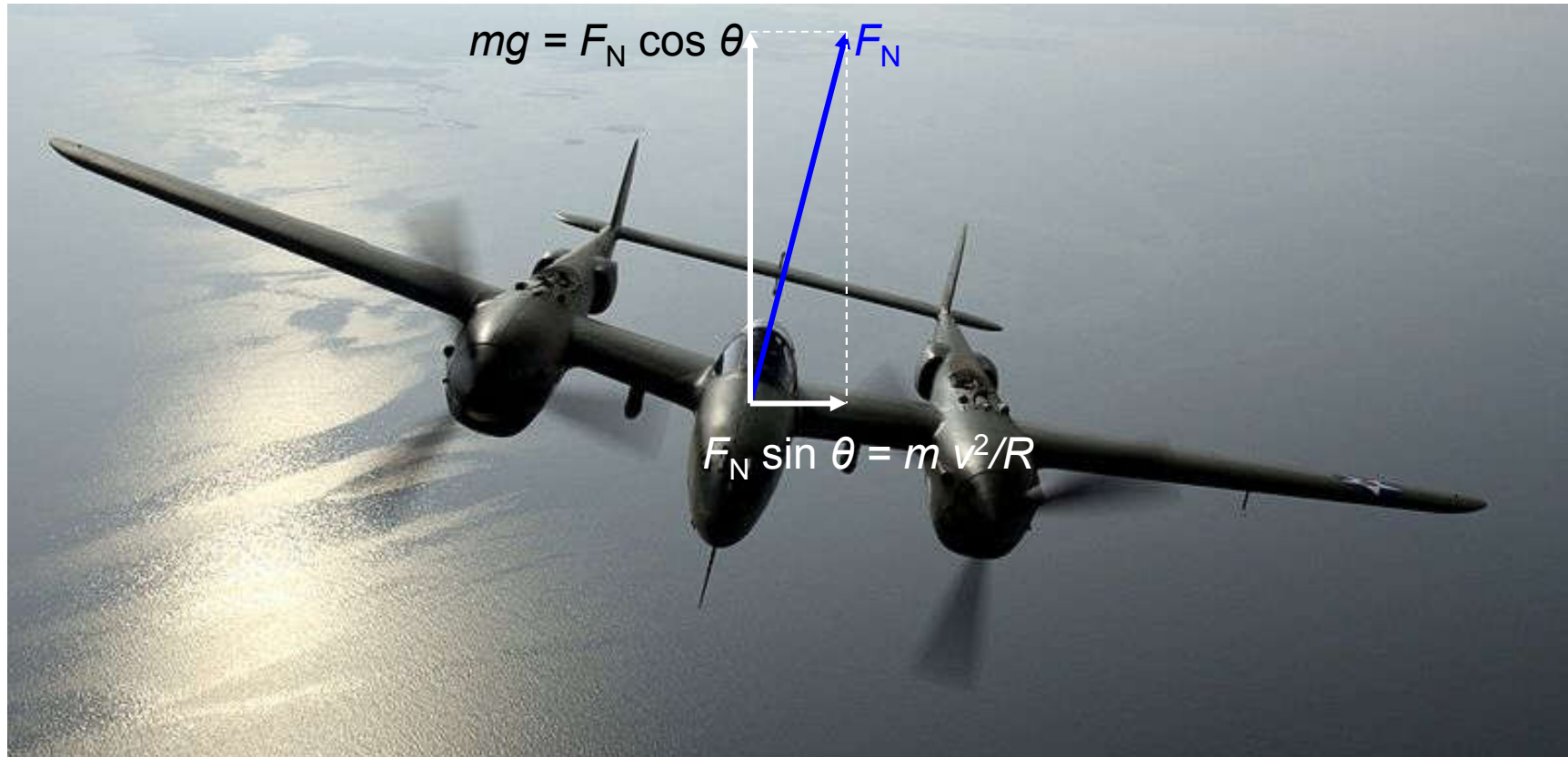
$$v^2 = gR \tan \theta$$





Syklister må lene seg
innover en vinkel θ :
 $\tan \theta = v^2 / gR$

For å svinge må fly krenge for å få kraft til sentripetalakselerasjon



Oppsummert eksempel: Svingkjøring

- A: uten dosering
- B: med dosering

Gitt maks friksjon: $F_f = \mu_s F_N$

Beregn v_{\max} (og F_N)

Ikke max friksjon:

- B2: med dosering

Gitt hastighet $v (< v_{\max})$

Beregn F_f og F_N ,

løsn. av likn (N2-x) og (N2-y) gir:

$$F_N = F_N(v, \theta) = m \frac{v^2}{R} \sin \theta + mg \cos \theta$$

Skifter fortegn ved
 $v^2 = gR \tan \theta$

$$\rightarrow F_f = F_f(v, \theta) = m \frac{v^2}{R} \cos \theta - mg \sin \theta$$

Kap. 4+5. Newtons lover

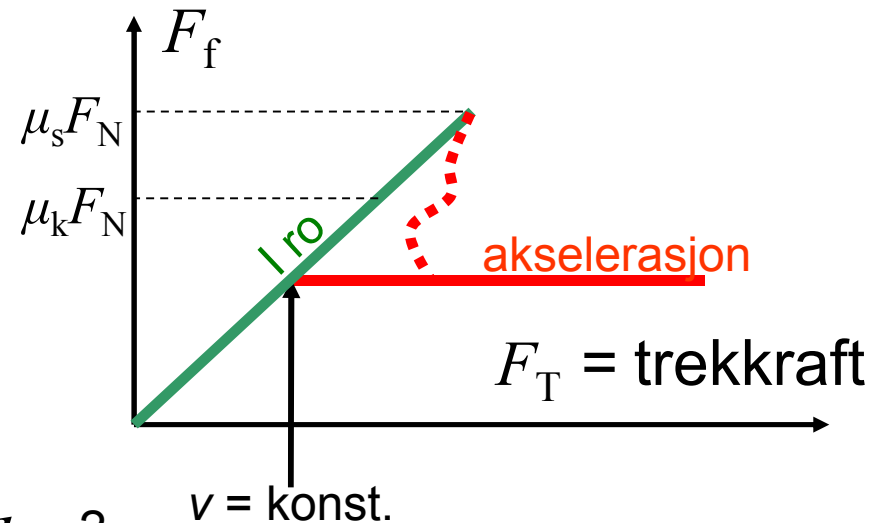
Vi har sett på:

- Newtons lover
- Snorkrefter.
 - Masseløs snor/trinser => lik S gjennom heile snora.

• Friksjon:

- Hvilefriksjon $F_T = F_f \leq F_{f,\max}$
(F_f "ukjent") $F_{f,\max} = \mu_s F_N$

- Glidefriksjon: $F_T \geq F_f = \mu_k F_N$



- Luft/væskemotstand: $F_f = -b v^2$

- Ulike eksempler innen friksjon og sentripetalkraft.

Eksamensoppgave

a. En rektangulær kloss med masse m ligger i ro på et skråplan som har vinkel θ med horisontalplanet. Vinkelen er mye mindre enn at klossen begynner å gli. Statisk friksjonskoeffisient er μ_s . Hvilken av de følgende påstander er rett om absoluttverdien av den statiske friksjonskrafta F_f ?

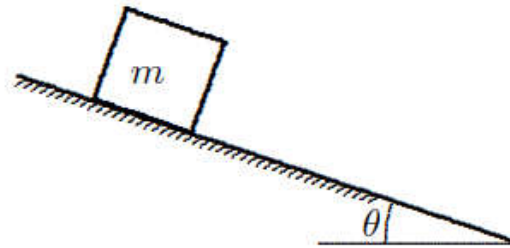
A) $F_f = \mu_s mg$

B) $F_f = \mu_s mg \cos \theta$

C) $F_f = mg \cos \theta$

D) $F_f = mg \sin \theta$

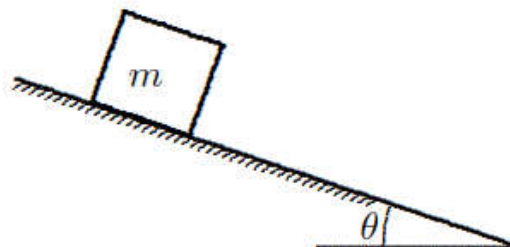
E) Ingen av påstandene er rett.



Eksamensoppgave

a. En rektangulær kloss med masse m ligger i ro på et skråplan som har vinkel θ med horisontalplanet. Vinkelen er mye mindre enn at klossen begynner å gli. Statisk friksjonskoeffisient er μ_s . Hvilken av de følgende påstander er rett om absoluttverdien av den statiske friksjonskrafta F_f ?

- A) $F_f = \mu_s mg$
- B) $F_f = \mu_s mg \cos \theta$
- C) $F_f = mg \cos \theta$
- D) $F_f = mg \sin \theta$
- E) Ingen av påstandene er rett.



Løsning: D

Klossen i ro: $\Sigma F = 0$ langs planet, som gir $F_f = mg \sin \theta$, friksjonen holder akkurat igjen for tyngdens komponent langs planet. Friksjonen kan *maksimalt* være $\mu_s mg \cos \theta$, som skjer rett før klossen begynner å gli. Siden klossen er langt fra å gli er $F_f < \mu_s mg \cos \theta$ og derfor ikke B rett.

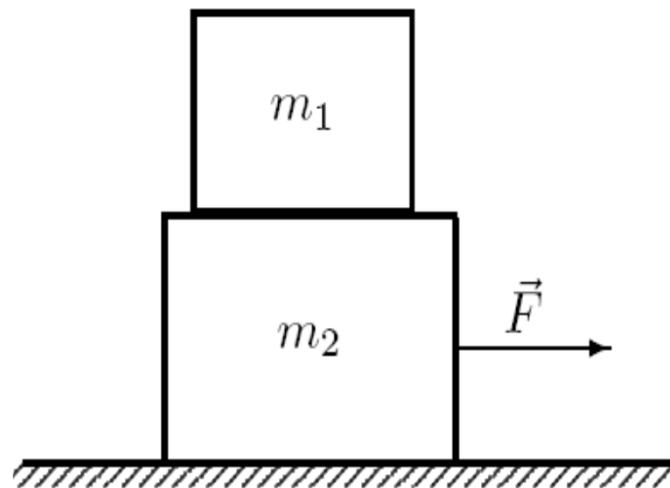
Svar avgitt:

A	2
B	77
C	7
D	52
E	31
blank	2

Denne oppgaven til eksamen:

Snitt 31 % , dvs. F

Fra en eks.oppgave



b. En kloss med masse $m_1 = 4,40$ kg er plassert oppå en kloss med masse $m_2 = 5,50$ kg. Når man holder nedre kloss fast trengs det en horisontal kraft på $12,0$ N på den øverste klossen for å få den til å gli av.

De to klossene blir så plassert på et horisontalt, friksjonsløst underlag, som vist i figuren. Bestem, i selvvalgt rekkefølge:

- i) Den største horisontale krafta F som kan bli påført den nedre klossen slik at klossene beveger seg sammen og ikke glir seg imellom.
- ii) Den resulterende akselerasjonen til klossene i dette tilfellet.
- iii) Friksjonskoeffisienten μ_s mellom klossene.

b. iii) Første opplysning bestemmer friksjonskoeffisienten: $F_{f,\max} = \mu_s m_1 g = 12,0 \text{ N}$ gir

$$\mu_s = \frac{12,0 \text{ N}}{4,40 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} = \underline{0,278}.$$

ii) Skal øverste kloss følge med nederste, må de ha samme akselerasjon, a . Øverste kloss får sin akselererende kraft fra F_f som er maks. 12,0 N. Newton 2 for øverste kloss gir

$$m_1 a_{\max} = 12,0 \text{ N} \quad , \text{ som gir } a_{\max} = \frac{12,0 \text{ N}}{4,40 \text{ kg}} = 2,727 \text{ m/s}^2 = \underline{2,73 \text{ m/s}^2}.$$

i) Krafta F akselererer begge klossene slik at Newton 2 for (øverste + nederste) kloss som ett system gir:

$$F_{\max} = (m_1 + m_2) a_{\max} = (9,90 \text{ kg}) \cdot 2,727 \text{ m/s}^2 = \underline{27,0 \text{ N}}.$$

Eksamensoppgave

b. Ei kraft \vec{F} blir brukt for å skyve en gjenstand med masse m oppover et skråplan. Krafta virker parallelt med skråplanet. Vinkelen mellom skråplanet og horisontalplanet er θ . Normalkrafta som virker fra skråplanet på massen m er:

A) $mg \cos \theta + F \cos \theta$

B) $mg \cos \theta$

C) $mg \cos \theta + F \sin \theta$

D) $mg \cos \theta - F \cos \theta$

E) umulig å bestemme fordi friksjonskoeffisienten ikke er kjent.

Eksamensoppgave

b. Ei kraft \vec{F} blir brukt for å skyve en gjenstand med masse m oppover et skråplan. Krafta virker parallelt med skråplanet. Vinkelen mellom skråplanet og horisontalplanet er θ . Normalkrafta som virker fra skråplanet på massen m er:

A) $mg \cos \theta + F \cos \theta$

B) $mg \cos \theta$

C) $mg \cos \theta + F \sin \theta$

D) $mg \cos \theta - F \cos \theta$

E) umulig å bestemme fordi friksjonskoeffisienten ikke er kjent.

Løsning:

b. B. Ei kraft som skyver parallelt med skråplanet endrer ikke på kraftbalansen normalt på skråplanet, den kan bare eventuelt gi akselerasjon langs skråplanet. Derfor er normalkrafta lik tyngens komponent normalt på planet.

Svar avgitt:

A	1
B	137
C	17
D	2
E	10
blank	0

Snitt 82%, dvs. B