


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)

Hvor er luftmotstanden F_f størst?



konst. (liten) v

Newton 1 $\Sigma F = 0$
 $\Rightarrow F_f = G$



konst. (stor) v

Newton 1 $\Sigma F = 0$
 $\Rightarrow F_f = G$

F_f lik i begge!!
 (antatt samme G for begge)

Kap. 4+5: Newtons lover

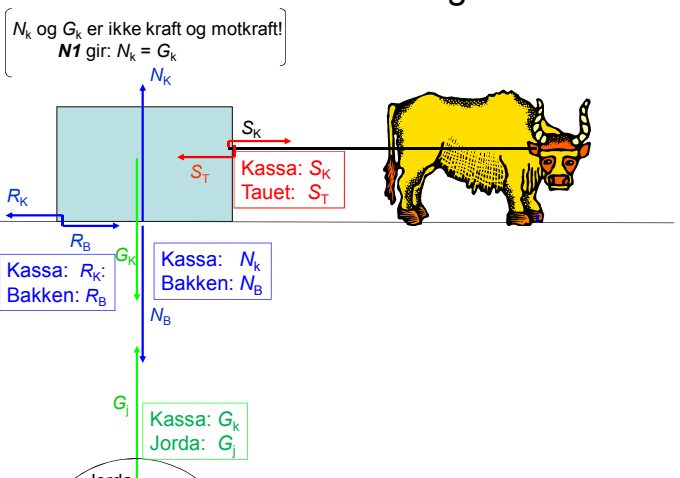
(N1): $\Sigma \mathbf{F} = 0$: Uendra hastighet (evt. 0)
 (N2): $\Sigma \mathbf{F} \neq 0$: Akselerasjon $\mathbf{a} = \Sigma \mathbf{F} / m$

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

(N3): Krefter alltid i par.

Newton's 3.lov. Kraft og motkraft.

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




Kassa: R_k
 Bakken: R_B

Kassa: N_k
 Bakken: N_B

Kassa: S_k
 Tauet: S_T

Kassa: G_k
 Jorda: G_J



0 til 100 km/h på 3 sekunder!

Anvendelse av Newton 2:

$$F = m a$$

$F = \text{tyngdekraft}$
=>

$$a = g \approx 9,8 \text{ (m/s)/s}$$

$$\approx 35 \text{ (km/h)/s}$$

$$\approx 22 \text{ (mile/h)/s}$$

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

«Vektløs»:
Tyngden er **eneste** krafta som virker




«Vektløs» utenfor atmosfæren

«Vektløs» inni heis som faller fritt.

Ikke «Vektløs»:
Tyngde + luftmotstand

Krefter i naturen.

Naturens krefter manifesterer seg på ulike måter i mekanikken:

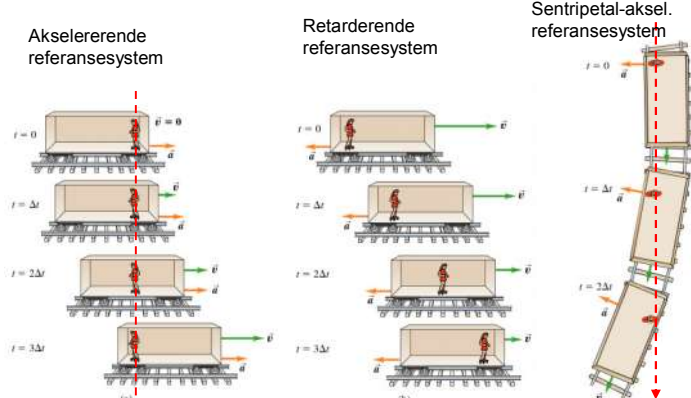
- Tyngdekraft
- Normalkraft (kontaktkraft)
- Friksjon (kontaktkraft)
- Snorkraft
- Fjærkraft
- Luftmotstand
- Væskemotstand
- m.m.

gravitasjonskraft

elektromagnetisk kraft

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

Ikke-inertialsystem (vogna): Tilsynelatende usynlig krefter



Akselererende referansesystem

Retarderende referansesystem

Sentripetal-aksel. referansesystem

Rulleskøyteren i ro

Rulleskøyteren fortsetter med konst v

Rulleskøyteren fortsetter rett fram (konst v)

Y&F Fig 4.11 Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley.

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 = $m\mathbf{g}$

Newton's lover gjelder kun i inertialsystem, dvs. i koordinatsystem uten akselerasjon.

Kraftdiagram (frilegemediagram):
 Alle krefter på et legeme, med angrepspunkt
 Eksempel: Oksen og kassa.

Kraftvektor starter ved kraftas angrepspunkt.

• 5.3. (Tørr) friksjon

F_f

$\mu_s F_N$

$\mu_k F_N$

1 ro

akselerasjon

$F_T = \text{trekkraft}$

$v = \text{konst.}$

Eks. 1. Klosser, snor og friksjonskraft. (≈ Y&F oppg 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
- (N2) for hver kloss
- $v = \text{konst.}$
 hva er μ_k ?

Y&F Fig E5.34

Luftmotstand

$F_f = bv^2$

$mg = F_f = bv^2$
 liten b , stor $v \approx 200$ km/h

$mg = F_f = bv^2$
 stor b , liten $v \approx 20$ km/h

bv^2
 $mg > bv^2$
 Aks. nedover

bv^2
 $mg = bv^2$
 Konst. fart ned

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

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

a_{rad}

f_s

R

$w = mg$

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

Y&F, Fig. 5.33

Eksempel: Svingkjøring
 Y&F Ex. 5-23

B. Dosert sving

$F_N \cos\theta$

F_N

θ

a_c

$F_N \sin\theta$

Med friksjon

F_f

mg

R

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

Y&F, Fig. 5.34

Svingkjøring

- B: Med dosering dannes sentripetalkrafta fra:

normalkrafta $F_N \sin \theta$

plus friksjonskrafta $F_f \cos \theta$

Eksempel forts.: Svingkjøring

Svært like eksempler her: Y&F Ex. 5-22 + 5-23.

- 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).
 $\tan \theta = v^2 / gR$
 (samme vinkel som ved null friksjon i B)

Holmenkollen 10.9.06

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

Stor fart Ola Kjørén

Mindre fart

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

$mg = F \cos \theta$

$F \sin \theta = m v^2 / R$

Oppsummert eksempel: Svingkjøring

- A: uten dosering } Gitt maks friksjon: $F_f = \mu_s F_N$
- B: med dosering } Beregn v_{\max} (og F_N)

Ikke max friksjon:

- B2: med dosering

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

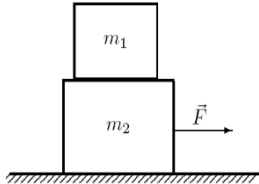
Beregn F_f og F_N .

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

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:

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

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

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

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

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

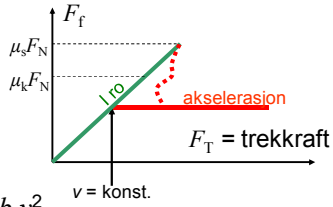
i) Krafta F akselererer begge klossene slik at Newton 2 for (øverste + nederste) kloss som ett system gir:

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

Kap. 4+5. Newtons lover

Vi har sett på:

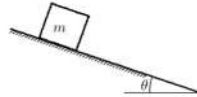
- Newtons lover
- Snorkrefter.
 - Masseløs snor/trinser => lik S gjennom heile snora.
- Friksjon:
 - Hvilefriksjon $F_T = F_f \leq F_{f, \max}$ (F_f "ukjent?") $F_{f, \max} = \mu_s F_N$
 - Glidefriksjon: $F_T \geq F_f = \mu_k F_N$
- Luft/væskemotstand: $F_f = -b v^2$
- Ulike eksempler innen friksjon 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.



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	62
E	31
blank	2

Denne oppgaven til eksamen:
Snitt 31 % , dvs. F

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 tyngdens komponent normalt på planet.

Svar avgitt:

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

Snitt 82%, dvs. B