

## 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)


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

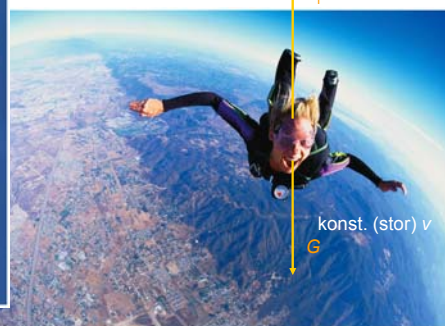
(N3): Krefter alltid i par.

### Hvor er luftmotstanden $F_f$ størst?



konst. (liten)  $v$

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



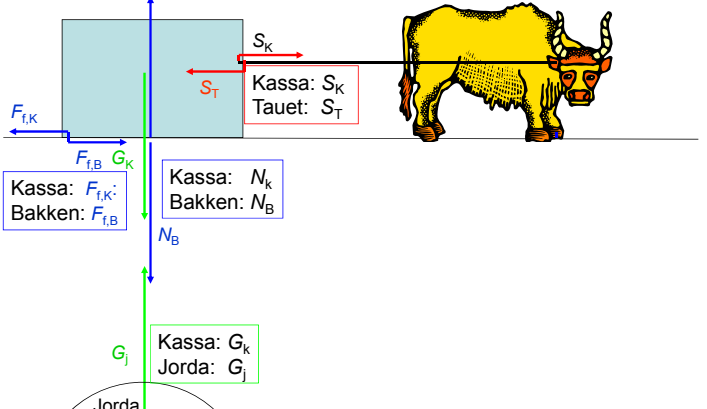
konst. (stor)  $v$

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

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

### Newtons 3.lov. Kraft og motkraft.

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




Kassa:  $F_{t,K}$   
 Bakken:  $F_{t,B}$

Kassa:  $N_k$   
 Bakken:  $N_B$

Kassa:  $G_k$   
 Jorda:  $G_j$

Jorda



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



Ikke «Vektløs»:  
Tyngde + luftmotstand

«Vektløs» utenfor atmosfæren

«Vektløs» inni heis som faller fritt.

### Krefter i naturen.

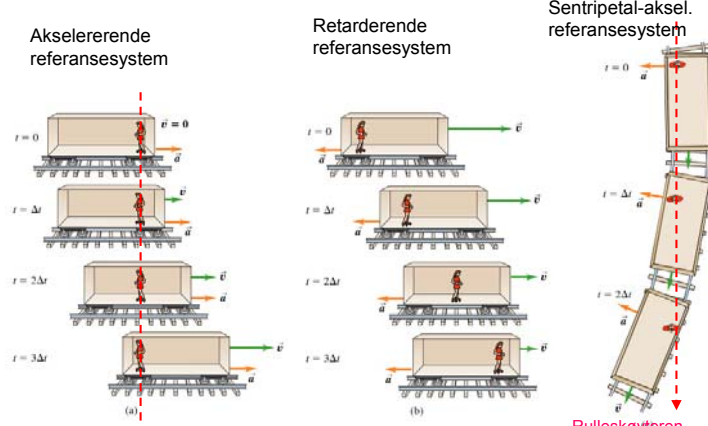
Naturens krefter manifesterer seg på ulike måter i mekanikken:

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

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

**gravitasjonskraft**  
**elektromagnetisk kraft**

### 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 =  $m\mathbf{g}$

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

**Snorkrefter:**

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

(mange oppgaver med snorer)

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

Kraftvektor starter ved kraftas angrepspunkt.

• 5.3. (Tørr) friksjon

**Luftmotstand**

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

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

Aks. nedover  $mg > cv^2$

Konst. fart ned  $mg = cv^2$

### Friksjonskoeffisienter for ulike materialer

Materiale	$\mu_s$	$\mu_k$
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. 5-22

**A. Udøsert sving**

$w = mg$

$a_{rad}$

$f_s$

$R$

$h$

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

Y&F, Fig. 5.33

### Eksempel: Svingkjøring

Y&F Ex. 5-23

**B. Døsert sving**

$F_N \cos\theta$

$F_N$

$\theta$

$a_c$

$F_N \sin\theta$

Med friksjon  $F_f$

$mg$

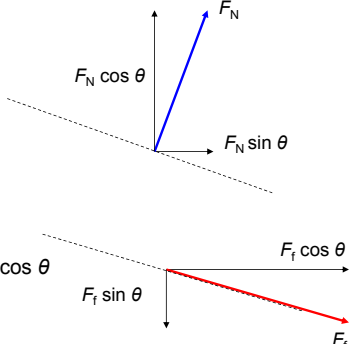
$R$

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

Y&F, Fig. 5.34

### Svingkjøring

- B: Med dosering dannes sentripetalkrafta fra:
  - normalkrafta  $F_N \sin \theta$

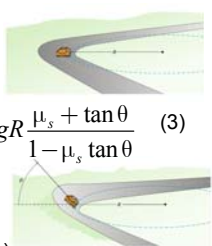


- pluss friksjonskrafta  $F_f \cos \theta$


### Eksempel forts.: Svingkjøring

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

- A: Uten dosering:  $v_{\max}^2 = gR \mu_s$
- B: Med dosering:  $v_{\max}$  er større:  $v_{\max}^2 = gR \frac{\mu_s + \tan \theta}{1 - \mu_s \tan \theta}$  (3)  
 og med null friksjon:  $v_{\max}^2 = v_{\min}^2 = gR \tan \theta$  (4)
- C: Lene seg  $\theta$  innover i svingen (uten dosering).  
 $\tan \theta = v^2 / gR$   
 (samme vinkel som ved null friksjon i B)



Holmenkollen 10.9.06



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

Fly må krenge for å få kraft til sentripetalakselerasjon (svinge)



### 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  $v (< v_{\max})$

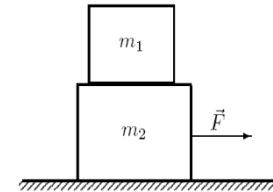
Beregn  $F_f$  og  $F_N$ ,

løsn. av likn (N2-x) og (N2-y):

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

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

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.

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

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

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

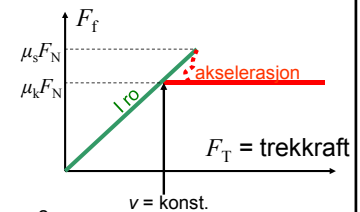
Vi har sett på:

- Kinematikk: (kastebevegelse, sirkelbevegelse)
- Newtons lover
- Snorkrefter.
  - Masseløse 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:  $F_f = -b v^2$