

TFY4115 Fysikk

Mekanikk: (kap.ref Young & Freedman)
 SI-systemet (kap. 1): Kinematikk (kap. 2+3). (Rekapitulasjon)
Newton's lover (kap. 4+5)
 Svingninger (kap. 14)
 Energi, bevegelsesmengde, kollisjoner (kap. 6+7+8)
 Rotasjon, spinn (kap. 9+10)
 Statisk likevekt (kap. 11)

Termodynamikk:
 Def. temperatur og varme (kap. 17)
 Tilstandsligninger (kap. 18)
 Termodynamikkens 1. lov (kap. 19)
 Termodynamikkens 2. lov (kap. 20)
 Varmetransport (kap. 17.7+39.5)

Kap. 4+5. Newtons lover.


Sir Isaac Newton (1642-1727)

Før hans tid:

- Aristoteles (300 f.Kr) **Antiperistatis (bevegende kraft)**
- Philoponos (500) **Impetus**
- Buridan (1300) **Impetus**
- Galileo Galilei (1600) **Bevegelsesmengde**

- **Newton's 1., 2. og 3.lov**


Hvor er luftmotstanden F_f størst?



konst. (liten) v

G

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



konst. (stor) v

F_f

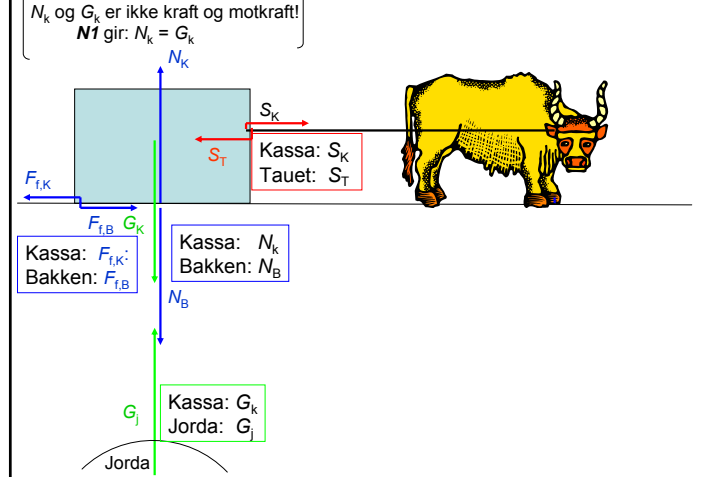
G

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

F_f lik i begge!!

Newton's 3.lov. Kraft og motkraft.

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




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

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

5.5. Krefter i naturen.

Fire fundamentale krefter
(formalisert lenge etter Newton):

1. **Gravitasjonskraft** – tiltrekning mellom masser
2. **Elektromagnetisk kraft** – frastøtning/ tiltrekning mellom like/ulike elektriske ladninger
3. Sterk kjernekraft – kraft mellom subatomære partikler
4. Svak kjernekraft – kraft mellom subatomære partikler under spesielle radioaktive prosesser.

Krefter i naturen.

Naturens krefter manifesterer seg på ulike måter i mekanikken:

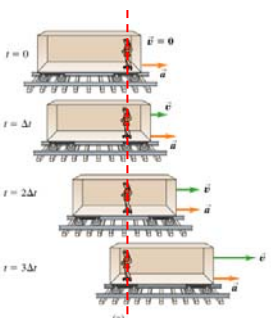
- Tyngdekraft
- Normalkraft (kontaktkraft)
- Friksjon (kontaktkraft)
- Snorkraft
- Fjærkraft
- Luftmotstand
- Væskemotstand
- m.m.

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

gravitasjonskraft
elektromagnetisk kraft

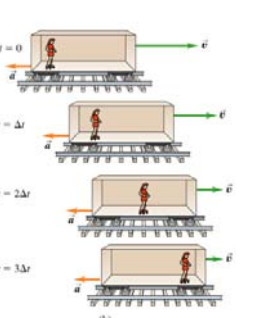
Ikke-inertialsystem (vogna): Tilsynelatende usynlig krefter

Akselererende referansesystem




Rulleskøyteren i ro

Retarderende referansesystem



Rulleskøyteren fortsetter med konst v

Sentripetal-aksel. referansesystem



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): $\Sigma F = 0$: Uendra hastighet (evt. 0)
 (N2): $\Sigma F \neq 0$: Akselerasjon $a = \Sigma F / m$
 (N3): Krefter alltid i par.

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

Gravitasjonskrafta: $F = mg$
 Vektløs: Eneste kraft er tyngden = mg

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:

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

• 5.3. (Tørr) friksjon

Luftmotstand

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

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

Aks. nedover $mg > bv^2$

Konst. fart ned $mg = bv^2$

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. 5-22

A. Udosert sving

h , 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

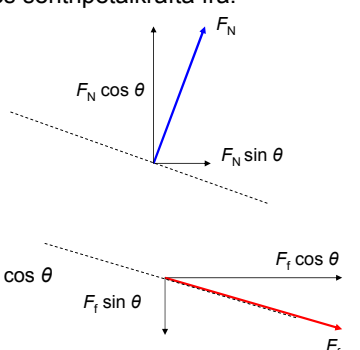
θ , $F_N \cos\theta$, F_N , a_{rad} , $F_N \sin\theta$, F_f , $Med friksjon$, mg , R

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

Y&F, Fig. 5.34

Svingkjøring

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

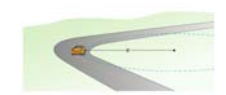


- pluss friksjonskrafta $F_f \cos \theta$

Eksempel forts.: Svingkjøring

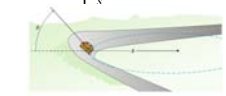
Svært like eksempler her: Ex. 5-22 + 5-23 i Y&F

- 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: $v_{\max}^2 = v_{\min}^2 = gR \tan \theta$



Holmenkollen 10.9.06



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

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

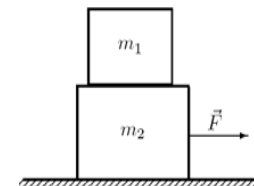
Gitt hastighet $v (< v_{\max})$

Beregn F_f og F_N

$$F_N = F_N(v, \theta) = m \frac{v^2}{R} \sin \theta + mg \cos \theta \quad (5)$$

$$F_f = F_f(v, \theta) = m \frac{v^2}{R} \cos \theta - mg \sin \theta \quad (4)$$

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) Forste 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:

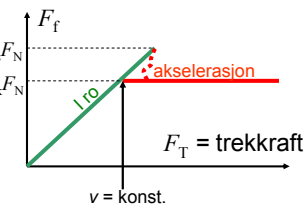
- Kinematikk: (kastebevegelse, sirkelbevegelse)
- Newtons lover
- Snorkrefter.

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

Friksjon:

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

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



- Luft/væskemotstand: $F_f = -b v^2$

Eksempel: Friksjon over kant

H & S Kap. 2.3.3

Friksjon dF_f mot venstre (opp)
 når snora glir nedover:
 $dT = T(\varphi+d\varphi) - T(\varphi) = -dF_f$

Eksempel: Friksjon over kant

$dF_N = T(\varphi+d\varphi) \cdot \sin(d\varphi/2)$
 $+ T(\varphi) \cdot \sin(d\varphi/2)$
 $\approx T(\varphi) \cdot d\varphi$

Eksempel: Friksjon over kant

$dT = -dF_f = -\mu dF_N = -\mu T(\varphi) d\varphi$
 gir løsning
 $T(\varphi) = T(0) e^{-\mu\varphi}$ (uavhengig radius på sylindren)

 Friksjonskraft motsatt retning (trekker snor opp):
 $T(\varphi) = T(0) e^{+\mu\varphi}$