

Kap. 6+7

Arbeid og energi. Energibevaring.

- Definisjon arbeid, W
- Kinetisk energi, E_k
- Potensiell energi, E_p . Konservative krefter
- Energibevaring
- Energibevaring når friksjon.

Arbeid = areal under kurve $F(x)$

(a) (b)

Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley.

Positivt arbeid W på kula
v øker
 E_k øker

Negativt arbeid W på kula
v avtar
 E_k avtar

Null arbeid W på kula
v uendra
 E_k uendra

$\Delta E_k = W$

Eks: Skli på kurvet bane uten friksjon

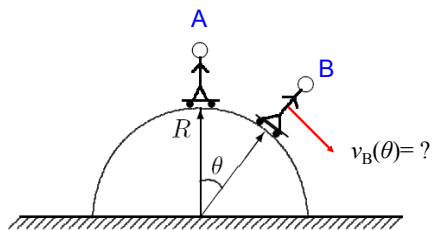
(a) (b)

h er lik for begge \Rightarrow samme fart v i bunn av bakken

$mgh = \frac{1}{2} m v_a^2$

$mgh = \frac{1}{2} m v_b^2$

Eks: Skli på halvkule uten friksjon

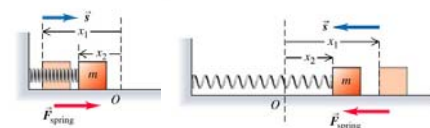
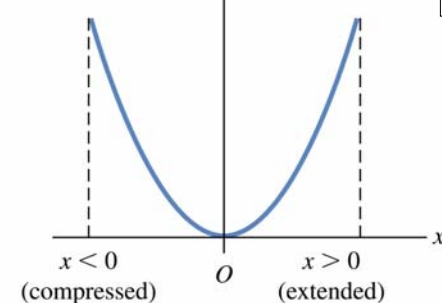


Oppg. 7.63 i Y&F: Hvor mistes kontakt med underlaget?

Skli med friksjon: Seinere øving

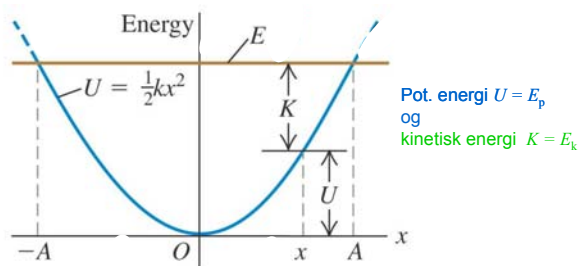
$$U = E_p = \frac{1}{2} k x^2$$

E_p
s.f.a posisjon

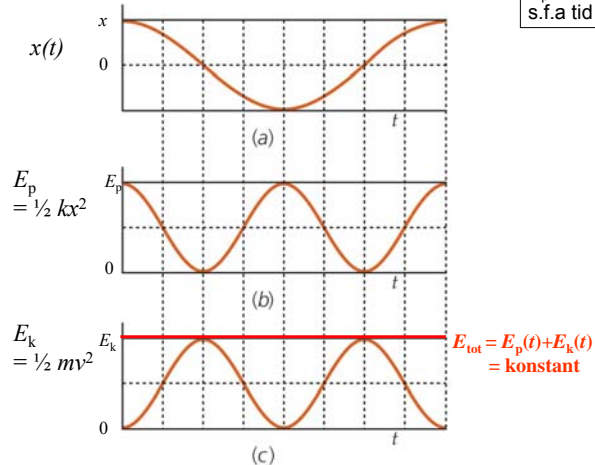


Energi i SHM (Simple Harmonic Motion)

E_p og E_k
s.f.a posisjon



E_p og E_k
s.f.a tid

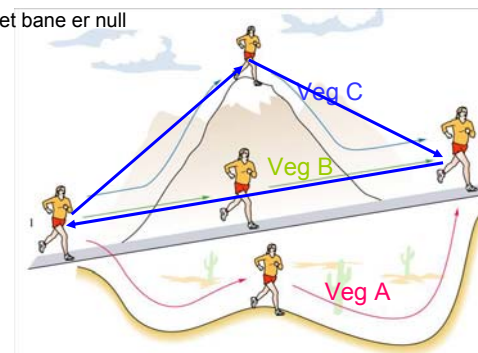


Energi i svingninger

- Totalenergien $E_{\text{tot}} = E_k(t) + E_p(t)$ er konstant og svinger mellom $E_k(\text{max})$ og $E_p(\text{max})$
- E_p prop. med (utsving)²
 - Fjærpendel: $E_p(x) = \frac{1}{2} k x^2$
 - Torsjonspendel: $E_p(\theta) = \frac{1}{2} \kappa \theta^2$
 - Tyngdependel $E_p(\theta) = mgh$
 $= mgL(1 - \cos\theta)$
 $\approx mgL/2 \cdot \theta^2$

Konservativ kraft:

- 1) Totalenergien er bevart
- 2) Arbeid = -(endring i E_p)
- 3) Arbeid uavhengig vegen
- 4) Arbeid over lukket bane er null



Oppsummert: Potensiell energi

- Tyngdens pot. energi $E_p = mgz$
- Fjærkraftas pot. energi $E_p = \frac{1}{2} k x^2$
- Energibevaring i konservativt felt:
 $\frac{1}{2} m v^2 + E_p(x,y,z) = \text{konstant}$

• Konservativ kraft:

- Konservativ kraft er den deriverte av **potensialet**:

$$\vec{F} = - \left[\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z} \right] E_p(x,y,z) = -\vec{\nabla} E_p(x,y,z)$$

- Eks. tyngdekraft $F = -dE_p / dz = -mg$
- Eks. fjærkraft $F = -dE_p / dx = -kx$
- Arbeid av konservativ kraft er **uavhengig av vegen**, bare avhengig av start- og slutttilstand.

Ikke-konservativ kraft

- 1) Har ikke tilhørende potensial
- 2) Total mekanisk energi avtar
- 3) Arbeid avhengig vegen

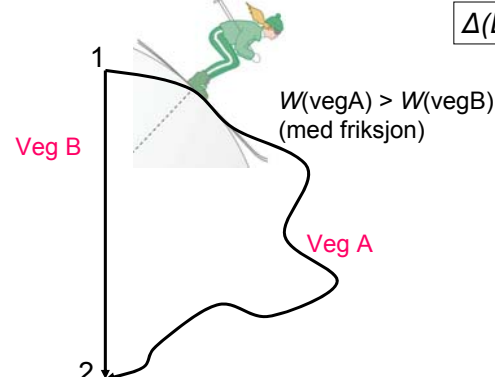
Eks:

- friksjon
- luftmotstand
- magnetisk motstand

Energi overføres til:

- varme
- lyd/lys
- kjemisk

$$\Delta(E_k + E_p) = W_f < 0$$



Høyverdig energi

(≈100% utnyttelse til mekanisk energi):

- Oppspent fjær
- Pot.en. i vannmagasin
- Elektrisk energi i batteri og lignende

Lavverdig energi

(0-60% utnyttelse til mekanisk energi):

- Varme,
f.eks. i vannet i vannmagasin eller i sjøvann

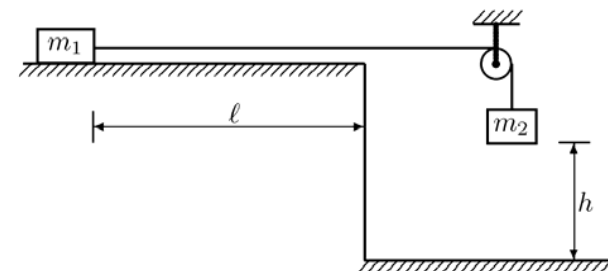
(Sentralt emne i termisk fysikk; måles med **entropi**)

Eksempel

Finn v når m_2 treffer golvet.

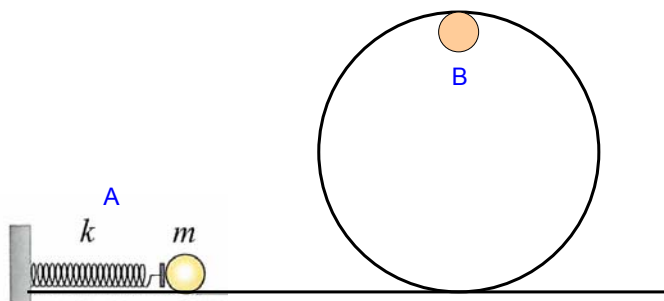
Energibalanse:

$$E_{\text{slutt}} - E_{\text{start}} = W_f < 0$$



Eks: Loop

Hvor mye må fjæra sammenpresses for at legemet ikke skal falle ned på toppen?



Kap. 6+7. Oppsummert: Arbeid og energi. Energibevaring.

- Arbeid = $dW = \mathbf{F} \cdot d\mathbf{s}$
- Kinetisk energi $E_k = \frac{1}{2} m v^2$
- Effekt = arbeid/tid = $P = dW/dt = \mathbf{F} \cdot \mathbf{v}$
- Arbeid på legeme øker E_k : $dW = dE_k$
- Potensiell energi $E_p(x, y, z)$
(Tyngdefelt: $E_p = mgz$; Fjærpotensial: $E_p = \frac{1}{2} k x^2$)
- Konservativt krefter kan avledes fra pot.energi:
$$\vec{F} = - \left[\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z} \right] E_p(x, y, z) = -\nabla E_p(x, y, z)$$

(Tyngdekraft: $\mathbf{F} = -mg$; Fjærkraft: $\mathbf{F} = -k\mathbf{x}$)
 $dE_p = -\mathbf{F} \cdot d\mathbf{s}$

Energisymbol:
Kin. en.: E_k eller K
Pot. en.: E_p eller U

- Arbeid av konservativt kraft reduserer tilhørende potensiell energi: $dW = -dE_p$
- Energibevaring i konservativt felt:
 $d(\frac{1}{2} m v^2 + E_p(x, y, z)) = 0$ $E_k + E_p(x, y, z) = \text{konstant}$
- Energibevaring når friksjon:
 $d(\frac{1}{2} m v^2 + E_p(x, y, z)) = dW_f = \text{friksjonsarbeid} < 0$