

Kap. 6+7

Arbeid og energi. Energibevaring.

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

$W = \mathbf{F} \cdot \mathbf{s} = F s \cos \varphi$

F gjør positivt arbeid på kula
 $\cos \varphi > 0$

F gjør negativt arbeid på kula
 $\cos \varphi < 0$

F gjør null arbeid på kula
 $\cos \varphi = 0$

Arbeid = areal under kurve $F(x)$

(a) (b)

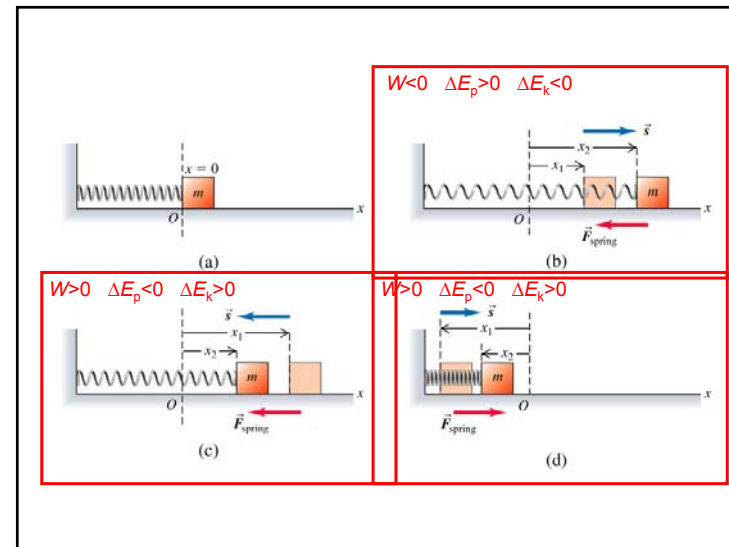
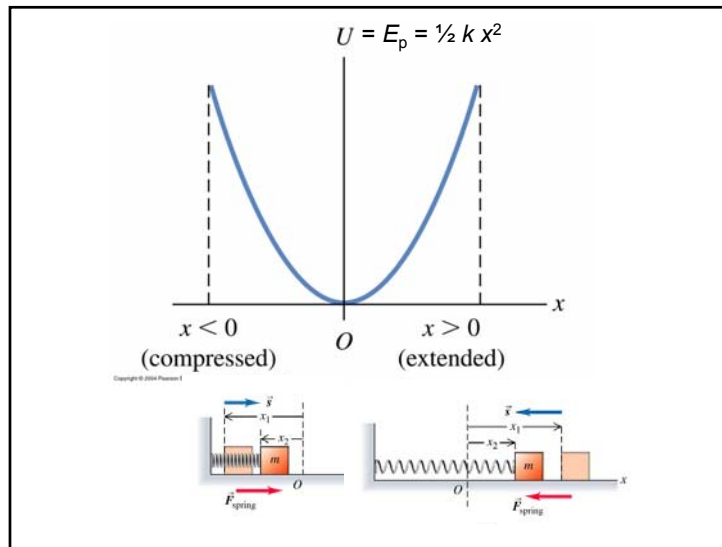
Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley

Eks: Skli på kurvet bane uten friksjon

(a) (b)

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

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



Konservativ kraft:

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

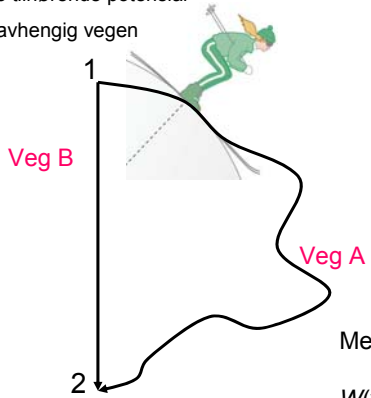
Kap. 6+7

Arbeid og energi. Energibevaring.

- Arbeid = $dW = \mathbf{F} \cdot d\mathbf{s}$
- Kinetisk energi = $E_k = \frac{1}{2} m v^2$
Arbeid på legeme øker kin. en.: $dW = dE_k$
- Effekt = arbeid/tid = $P = dW / dt$
- Potensiell energi $E_p(x,y,z)$
(Tyngdefelt: $E_p = mgz$; Fjærpotensial: $E_p = \frac{1}{2} k x^2$)
Arbeid på bekostning av pot.en: $dW = -dE_p$
- Energibevaring i konservativt felt:
 $dW = -dE_p$ $E_k + E_p(x,y,z) = \text{konstant}$
- Alternativ definisjon E_p :
 $dE_p = -\mathbf{F} \cdot d\mathbf{s}$

Ikke-konservativ kraft:

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



Med friksjon:
 $W(\text{vegA}) > W(\text{vegB})$

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**)

Høyverdig energi
 Pot.en. i 1 liter vann i magasin 1000 m.o.h.:
 $E_p = mgh = 1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 1 \text{ km} = 10 \text{ kJ}$



3°C avkjøling gir ut mer energi enn fall 1000 m

Lavverdig energi
 1°C avkjøling av 1 liter vann avgir 4,2 kJ

Store mengder lavverdig varmeenergi, men vanskelig (dyrt) å overføre til mekanisk energi.
 (Varmekraftmaskin)

Kap. 6+7 Arbeid og energi. Energibevaring.

- Arbeid = $dW = \mathbf{F} \cdot d\mathbf{s}$
- Kinetisk energi $E_k = \frac{1}{2} m v^2$
- Arbeid på legeme øker kin. en.: $dW = dE_k$
- Potensiell energi $E_p(x, y, z)$
 (Tyngdefelt: $E_p = mgz$; Fjærpotensial: $E_p = \frac{1}{2} k x^2$)
- Konservativ 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: $\mathbf{F} = -m\mathbf{g}$; Fjærkraft: $\mathbf{F} = -k\mathbf{x}$)
- Arbeid av konservativ kraft reduserer tilhørende potensiell energi: $dW = -dE_p$
- Energibevaring i konservativt felt:
 $d(\frac{1}{2} m v^2 + E_p(x, y, z)) = 0$
- Energibevaring når friksjon:
 $d(\frac{1}{2} m v^2 + E_p(x, y, z)) = dW_f = \text{friksjonsarbeid} < 0$