

Kap. 6+7

Arbeid og energi. Energibevaring.

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

F gjør positivt arbeid på kula

F gjør negativt arbeid på kula

F gjør null arbeid på kula

Arbeid = areal under kurve $F(x)$

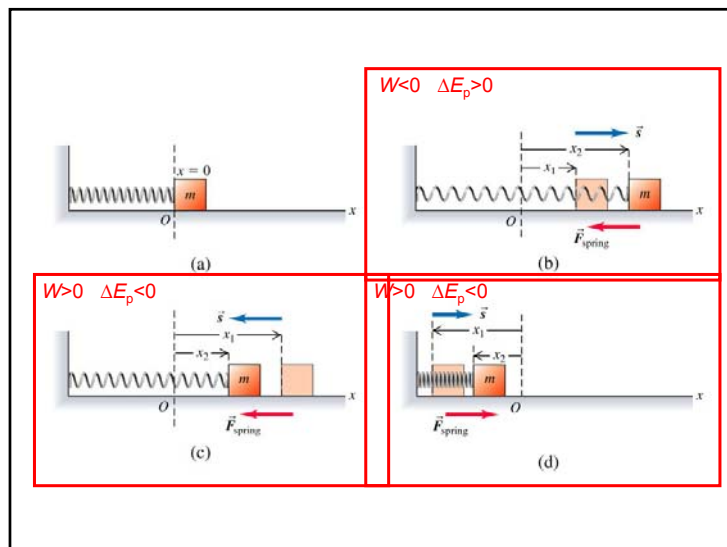
(a) (b)

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

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

$x < 0$ (compressed) O $x > 0$ (extended)

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



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 = $dW = \mathbf{F} \cdot d\mathbf{s}$
- Arbeid på legeme øker kin. en.: $dW = dE_k$
der $E_k = \frac{1}{2} m v^2$
- Potensiell energi $E_p(x,y,z)$
(Tyngdefelt: $E_p = mgz$; Fjærpotensial: $E_p = \frac{1}{2} k x^2$)
- Energibevaring i konservativt felt:
 $dW = -dE_p$
 $\frac{1}{2} m v^2 + E_p(x,y,z) = \text{konstant}$
- 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.:

$$E_p = mgh = 1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 1 \text{ km} = 10 \text{ kJ}$$

Fall 1000 m kan varme opp
vannet (kun) 2,5°C



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)

Potensiell energi

- Tyngdens pot. energi $E_p = mgz$
- Fjærkraftas pot. energi $E_p = \frac{1}{2} k x^2$
- Energibevaring i konservativt felt:
 $\frac{1}{2} m v^2 + E_p(x,y,z) = \text{konstant}$
- Tilhørende **krefter**, som er konservative:
 - Tyngdekraft $F = -dE_p/dz = -mg$
 - Fjærkraft $F = -dE_p/dx = -kx$
- **Konservative krefter:**
- Arbeid av konservative krefter er **uavhengig av vegen**, bare avhengig av start- og slutttilstand.
- Konservative krefter har et tilhørende **potensial**.

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: $E_p = \frac{1}{2} k x^2$)
- Konservative krefter kan avledes fra pot.energi:
 $\mathbf{F} = -[\partial/\partial x, \partial/\partial y, \partial/\partial z] E_p(x,y,z)$
(Tyngdekraft: $\mathbf{F} = -mg$; 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:
 $d(\frac{1}{2} m v^2 + E_p(x,y,z)) = dW_f = \text{friksjonsarbeid} < 0$