

### 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  $F(x)$

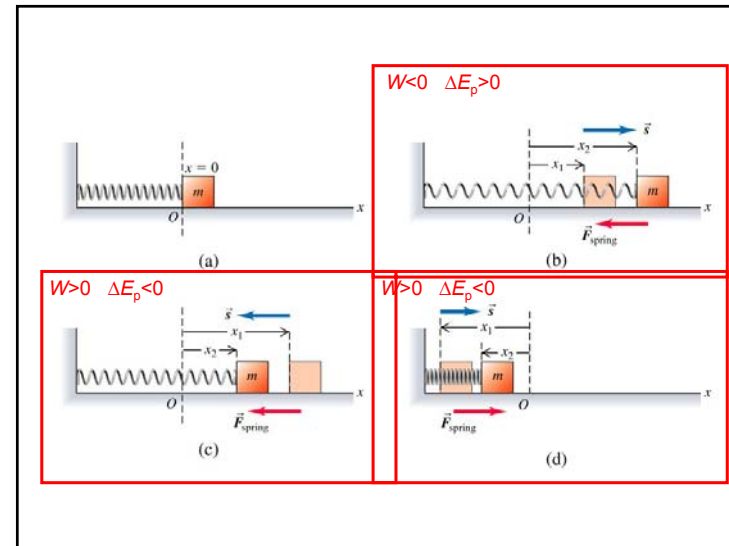
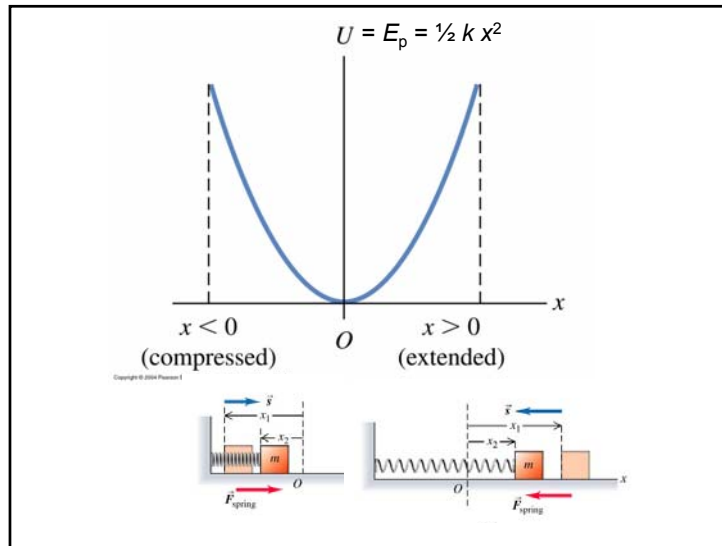
(a) (b)

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

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



**Konservativ kraft:**

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

**Ikke-konservativ kraft:**

- 1) Totalenergien avtar
- 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:  $\mathbf{F} = -kx$ )
- 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:  
 $d(\frac{1}{2} m v^2 + E_p(x,y,z)) = dW_f = \text{friksjonsarbeid} < 0$