

## 4 Työ, teho ja hyötysuhde

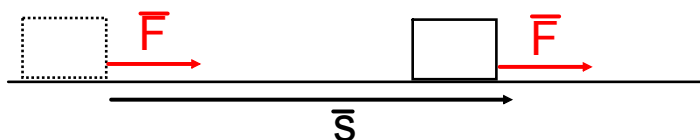
Fysikaalinen työ

Fysikaalinen työ = Voima·Siirtymä

Voiman on oltava siirtymän suuntainen.

"Work"

Kaava  $W = F \cdot s$  MAOL s. 125



tammi 16-8:55

Työn yksikkö:

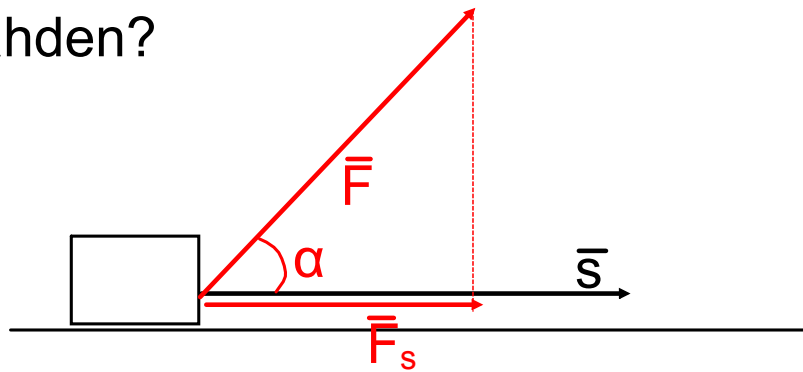
$$[W] = [F] \cdot [s] = 1\text{N} \cdot 1\text{m} = 1\text{Nm} = 1\text{J (joule)}$$

Toisaalta

$$1\text{J} = 1\text{Nm} = 1 \frac{\text{kgm}}{\text{s}^2} \cdot \text{m} = 1 \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2}$$

tammi 16-9:00

Entä jos voima suuntautuu VINOSTI siirtymään nähden?



$$\cos\alpha = \frac{F_s}{F} \quad | \cdot F$$

$$\underline{F_s = F \cos\alpha}$$

$$W = F \cdot s \cdot \cos\alpha$$

tammi 16-9:04

Jos  $\alpha = 0^\circ$  eli  $\vec{F} \uparrow \vec{s}$ ,  $W = F \cdot s$  ( $\cos 0^\circ = 1$ )

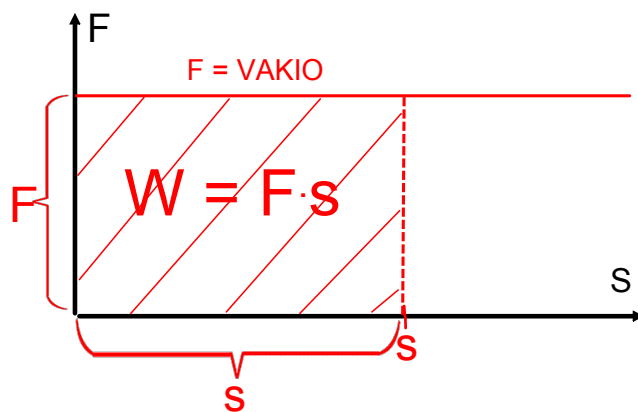
Jos  $\alpha = 90^\circ$  eli  $\vec{F} \perp \vec{s}$ ,  $W = 0$  ( $\cos 90^\circ = 0$ )

Jos  $\alpha = 180^\circ$  eli  $\vec{F} \downarrow \vec{s}$ ,  $W = -F \cdot s$  ( $\cos 180^\circ = -1$ )

Mekaaninen energia PIENENE!

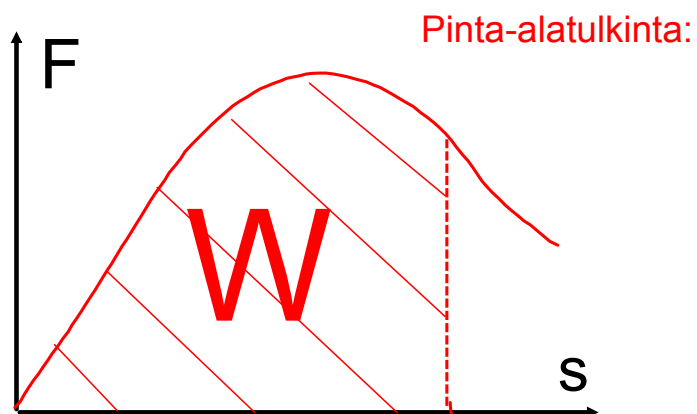
maalis 16-10:37

## Vakiovoiman tekemä työ:



tammi 16-9:12

## Muuttuvan voiman tekemä työ:



tammi 16-9:15

## Teho

$$\text{Teho} = \frac{\text{Tehty työ}}{\text{Käytetty aika}}$$

eli

$$P = \frac{W}{t}$$

tammi 19-8:46

## Tehon yksikkö SI-järjestelmässä

$$[P] = \frac{[W]}{[t]} = \frac{1\text{J}}{1\text{s}} = 1\frac{\text{J}}{\text{s}} = 1\text{W (watti)}$$

Toisaalta

$$1\text{W} = 1\text{J/s} = 1\frac{\text{kgm}^2/\text{s}^2}{\text{s}} = 1\frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^3}$$

tammi 19-8:58

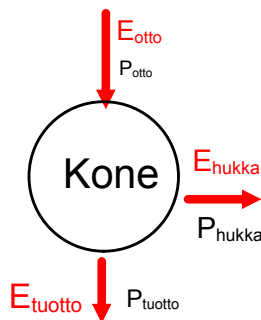
Kannattaa huomata, että kilowattitunti on  
ENERGIAN yksikkö:

$$\begin{aligned} 1\text{kWh} &= 1000 \cdot 1\text{W} \cdot 1\text{h} = 1000 \cdot 1 \frac{\text{J}}{\text{s}} \cdot 3600\text{s} \\ &= 1000 \cdot 3600 \text{ J} = 3600000 \text{ J} = \underline{\underline{3,6 \text{ MJ}}} \end{aligned}$$

tammi 19-9:42

## Hyötysuhde

Energiaa voidaan muuntaa muodosta toiseen,  
mutta osa energiasta menee hukkaan.



tammi 19-9:50

$$\text{Hyötysuhde} = \frac{\text{Tuotettu energia}}{\text{Otettu energia}}$$

eli

$$\eta = \frac{E_{\text{tuotto}}}{E_{\text{otto}}}$$

$$\underline{0 \leq \eta \leq 1.}$$

"eetta"

tammi 19-9:56

Lisäksi  $E_{\text{otto}} = P_{\text{otto}} \cdot \Delta t$  ja  $E_{\text{tuotto}} = P_{\text{tuotto}} \cdot \Delta t$ .

Silloin  $\eta = \frac{E_{\text{tuotto}}}{E_{\text{otto}}} = \frac{P_{\text{tuotto}} \cdot \cancel{\Delta t}}{P_{\text{otto}} \cdot \cancel{\Delta t}} = \frac{P_{\text{tuotto}}}{P_{\text{otto}}}$ .

$$\eta = \frac{P_{\text{tuotto}}}{P_{\text{otto}}}$$

tammi 19-10:02

## ESIMERKKI 4 s. 39

### Lämmitystakka

Tuottoenergia  $Q_{\text{tuotto}} = 48 \text{ kWh} = 48 \cdot 3,6 \text{ MJ}$

Takan hyötysuhde  $\eta = 0,80$

Koivupuun lämpöarvo  $H = 18 \text{ MJ/kg}$

Paljonko puita pitää polttaa?

tammi 21-13:55

Polttoaineesta otettu energia

$$Q_{\text{otto}} = H \cdot m$$

Tästä saadaan 80% talteen eli

$$Q_{\text{tuotto}} = 0,80 \cdot Q_{\text{otto}} \text{ eli } Q_{\text{tuotto}} = 0,80 \cdot H \cdot m \quad | :0,80H$$

Ratkaistaan massa  $m$ :

$$m = \frac{Q_{\text{tuotto}}}{0,80 \cdot H} = \frac{48 \cdot 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}}{0,80 \cdot 18 \cdot 10^6 \text{ J/kg}} = 12 \text{ kg.}$$

tammi 21-14:13

loka 30-14:49