

# Uitwerkingen § 1

## Opgave 1

$$W = F \cdot s$$

## Opgave 2

Eenheid van arbeid: joule (symbool J).

## Opgave 3

$$W = F \cdot s = 40,0 \text{ N} \cdot 8,00 \text{ m} = 320 \text{ J}$$

## Opgave 4

$$F = \frac{W}{s} = \frac{120 \text{ J}}{0,300 \text{ m}} = 400 \text{ N}$$

## Opgave 5

$$s = \frac{W}{F} = \frac{350 \text{ J}}{150 \text{ N}} = 2,33 \text{ m}$$

## Opgave 6

$$s = \frac{W}{F} = \frac{7300 \text{ kJ}}{2,5 \text{ kN}} = 2920 \text{ m} = 2,9 \text{ km}$$

In de breuk valt de k in de teller weg tegen de k in de noemer.

## Opgave 7

De plank oefent wel een kracht uit maar de plank is in rust.

Omdat de afgelegde afstand nul is ( $s = 0 \text{ m}$ ), is er dus ook geen arbeid ( $W = 0 \text{ J}$ ).

Een tweede punt van kritiek is dat er in de natuurkunde alleen een kracht (en geen plank) arbeid kan verrichten.

## Opgave 8

Bij Patrick is de kracht twee keer zo klein en de afgelegde afstand twee keer zo groot.

De verrichte arbeid ( $W = F \cdot s$ ) is dus gelijk aan die van Kees.

## Opgave 9

Manier 1:

$$F_z = m \cdot g = 7,3 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/kg} = 71,5 \text{ N}$$

$$W = F_{\text{SPIER}} \cdot s = 71,5 \text{ N} \cdot 1,85 \text{ m} = 132 \text{ J}$$

Manier 2:

$$W = m \cdot g \cdot h = 7,3 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/kg} \cdot 1,85 \text{ m} = 132 \text{ J}$$

## Opgave 10

$$\text{Uit } W = m \cdot g \cdot h \text{ volgt } h = \frac{W}{m \cdot g} = \frac{35000 \text{ J}}{65 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/kg}} = 55 \text{ m}$$

# Uitwerkingen § 2

## Opgave 1

Voordeel: er is minder kracht nodig.

Nadeel: de af te leggen afstand is groter.

## Opgave 2

Voordeel vaste katrol: je kunt het touw naar beneden trekken (in plaats van naar boven).

Voordeel losse katrol: je hebt maar de halve kracht nodig.

## Opgave 3

Voordelen: Je kunt het touw naar beneden trekken.

Je hebt maar de halve kracht nodig.

Nadeel: Je moet twee keer zoveel touw innemen.

## Opgave 4

$$W = F \cdot s = 400 \text{ N} \cdot 0,20 \text{ m} = 80 \text{ J}$$

$$s = \frac{W}{F} = \frac{80 \text{ J}}{50 \text{ N}} = 1,6 \text{ m}$$

## Opgave 5

$$W = F \cdot s = 300 \text{ N} \cdot 1,0 \text{ m} = 300 \text{ J}$$

$$F = \frac{W}{s} = \frac{300 \text{ J}}{1,7 \text{ m}} = 176 \text{ N} = 0,18 \text{ kN}$$

## Opgave 6

a.

$$F_z = m \cdot g = 40,8 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ N/kg} = 400 \text{ N}$$

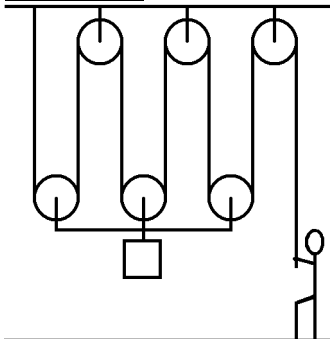
De kast hangt aan vier touwen. Elk touw neemt dus 100 N voor zijn rekening.

Het touw dat je in je handen hebt, moet je dus met 100 N naar beneden trekken.

b.

$$4 \times 3,5 \text{ m} = 14 \text{ m}$$

## Opgave 7



### Opgave 8

Als het toerental van de trappers overgaat van 15 keer per minuut naar 45 keer per minuut, moet de trapkracht in dezelfde verhouding afnemen.

$$\frac{45}{15} = 3,0$$

De nieuwe trapkracht wordt dan dus  $90 \text{ N} / 3,0 = 30 \text{ N}$

### Opgave 9

De arbeid die de kracht op de auto verricht is:

$$W = F \cdot s = 2,8 \text{ kN} \cdot 0,50 \text{ m} = 1,4 \text{ kJ}$$

Voor de totale afstand die het handvat van de krik moet afleggen geldt:

$$s = \frac{W}{F} = \frac{1,4 \text{ kJ}}{25 \text{ N}} = 56 \text{ m}$$

Het aantal omwentelingen is dan

$$\frac{56 \text{ m}}{0,90 \text{ m}} = 62$$

### Opgave 10

a.

$$F_Z = \frac{15 \text{ cm}}{2 \text{ cm}} \cdot 120 \text{ N} = 900 \text{ N}$$

$$m_{\text{TOTAAL}} = \frac{F_Z}{g} = \frac{900 \text{ N}}{9,8 \text{ N/kg}} = 92 \text{ kg}$$

$$m_{\text{MUZIKANT}} = 92 \text{ kg} - 10 \text{ kg} = 82 \text{ kg}$$

b.

$$m_{\text{TOTAAL}} = 75 \text{ kg} + 10 \text{ kg} = 85 \text{ kg}$$

$$F_Z = m_{\text{TOTAAL}} \cdot g = 85 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/kg} = 833 \text{ N}$$

$$W = F \cdot s = 833 \text{ N} \cdot 0,18 \text{ m} = 150 \text{ J}$$

# Uitwerkingen § 3

## Opgave 1

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

## Opgave 2

De eenheid van vermogen is watt (symbool W). Dit is gelijk aan joule per seconde.

## Opgave 3

$$P = \frac{W}{t} = \frac{3000 \text{ J}}{25,0 \text{ s}} = 120 \text{ W}$$

## Opgave 4

$$W = P \cdot t = 700 \text{ W} \cdot 5,0 \text{ s} = 3500 \text{ J} = 3,5 \text{ kJ}$$

## Opgave 5

$$t = \frac{W}{P} = \frac{150 \text{ kJ}}{10 \text{ kW}} = 15 \text{ s} \quad (\text{de k's vallen tegen elkaar weg})$$

## Opgave 6

$$W = F \cdot s = 150 \text{ N} \cdot 3,0 \text{ m} = 450 \text{ J}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{450 \text{ J}}{8,0 \text{ s}} = 56 \text{ W}$$

## Opgave 7

Een paardenkracht (pk) is géén kracht!  
Betere naam: paardenvermogen.

## Opgave 8

$$F_z = m \cdot g = 115 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ N/kg} = 1128 \text{ N}$$

$$W = F \cdot s = 1128 \text{ N} \cdot 39 \text{ m} = 43998 \text{ J}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{43998 \text{ J}}{60 \text{ s}} = 733 \text{ W} = 0,73 \text{ kW}$$

# Uitwerkingen § 4

## Opgave 1

De energie is de maximaal te leveren arbeid.

## Opgave 2

toestand

## Opgave 3

De energie is een momentopname van een systeem.  
De arbeid slaat op een traject.

## Opgave 4

$$E(\text{begin}) = W = F \cdot s = 4,5 \text{ N} \cdot 0,060 \text{ m} = 0,27 \text{ J}$$

## Opgave 5

$$E(\text{begin}) = W = F \cdot s = 600 \text{ N} \cdot 40 \text{ km} = 24000 \text{ kJ} = 24 \text{ MJ}$$

## Opgave 6

$$W = E(\text{begin}) - E(\text{eind}) = 8000 \text{ kJ} - 5500 \text{ kJ} = 2500 \text{ kJ}$$

## Opgave 7

zwaarte-energie

kinetische energie

veerenergie

veerenergie

thermische energie (= warmte)

chemische energie

stralingsenergie

elektrische energie

## Opgave 8

$$E_z = m \cdot g \cdot h = 0,60 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ N/kg} \cdot 8,0 \text{ m} = 47 \text{ J}$$

## Opgave 9

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,30 \cdot 5,0^2 = 3,8 \text{ J}$$

## Opgave 10

$$E_v = \frac{1}{2} \cdot C \cdot u^2 = \frac{1}{2} \cdot 40 \cdot 0,050^2 = 0,050 \text{ J}$$

## Opgave 11

$$E_E = U \cdot I \cdot t = 20 \text{ V} \cdot 2,0 \text{ A} \cdot 30 \text{ s} = 1200 \text{ J} = 1,2 \text{ kJ}$$

# Uitwerkingen § 5

## Opgave 1

Zwaarte-energie => kinetische energie + warmte

## Opgave 2

Kinetische energie => warmte

## Opgave 3

Chemische energie => kinetische energie + warmte

## Opgave 4

Elektrische energie => stralingsenergie + warmte

## Opgave 5

Chemische energie => elektrische energie + warmte

## Opgave 6

Stralingsenergie => elektrische energie + warmte

## Opgave 7

Chemische energie => zwaarte-energie + warmte

## Opgave 8

De 2 J is warmte geworden ten gevolge van luchtwrijving.

$$8 \text{ J} + 15 \text{ J} - 5 \text{ J} = 18 \text{ J}$$

## Opgave 9

$$E_z = m \cdot g \cdot h = 0,31 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ N/kg} \cdot 7,0 \text{ m} = 21 \text{ J}$$

Tijdens het vallen wordt de zwaarte-energie geheel in kinetische energie omgezet.

Vlak voor het neerkomen geldt dus:  $E_K = 21 \text{ J}$ .

De snelheid  $v$  van het ei kunnen we als volgt berekenen.

$$E_K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \Rightarrow 21 = \frac{1}{2} \cdot 0,31 \cdot v^2 \Rightarrow v = 12 \text{ m/s}$$

## Opgave 10

$$E_V = \frac{1}{2} \cdot C \cdot u^2 = \frac{1}{2} \cdot 50 \cdot 0,20^2 = 1,0 \text{ J}$$

Tijdens het wegschieten wordt de veerenergie geheel in kinetische energie van de kogel omgezet. Vlak na het wegschieten geldt dus:  $E_K = 1,0 \text{ J}$ .

De snelheid  $v$  van de kogel kunnen we als volgt berekenen.

$$E_K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \Rightarrow 1,0 = \frac{1}{2} \cdot 0,20 \cdot v^2 \Rightarrow v = 3,2 \text{ m/s}$$

### Opgave 11

$$E_z = m \cdot g \cdot h = 65 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ N/kg} \cdot 100 \text{ m} = 63765 \text{ J} = 64 \text{ kJ}$$

Hoeveel bananen moet hij hier voor eten?

$$\frac{64 \text{ kJ}}{350 \text{ kJ}} = 0,18 \text{ Dus } 18\% \text{ van één banaan!}$$

# Uitwerkingen § 6

## Opgave 1

Elektrische energie => zichtbare stralingsenergie (nuttig) + warmte en onzichtbare stralingsenergie (verlies)

## Opgave 2

Chemische energie => arbeid (nuttig) + warmte (verlies)

## Opgave 3

Stralingsenergie => elektrische energie (nuttig) + warmte (verlies)

## Opgave 4

Elektrische energie => arbeid (nuttig) + warmte (verlies)

## Opgave 5

Chemische energie => elektrische energie (nuttig) + warmte (verlies)

## Opgave 6

Chemische energie => arbeid (nuttig) + warmte (verlies)

## Opgave 7

Chemische energie => warmte naar water (nuttig) + warmte door schoorsteen (verlies)

## Opgave 8

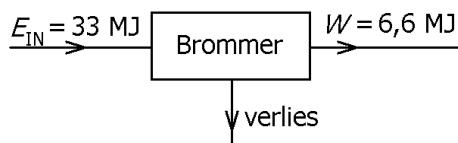
Bij buitengebruik is alleen de stralingsenergie nuttig. De warmte die aan de omringende lucht wordt afgegeven, gaat verloren.

Argument vóór: de warmte die de straalkachel afgeeft blijft in de badkamer.

Argument tegen: de warme lucht is lichter en blijft vlak onder het plafond.

## Opgave 9

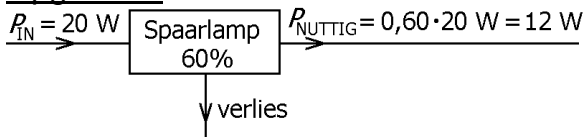
De getallen in het energieschema slaan op 1 liter benzine.



$$\eta = \frac{W}{E_{IN}} \cdot 100\% = \frac{6,6 \text{ MJ}}{33 \text{ MJ}} \cdot 100\% = 20\%$$



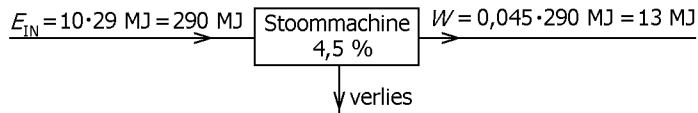
### Opgave 10



Het nuttig vermogen is dus 12 W.

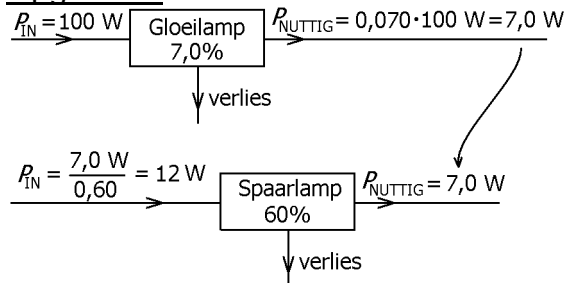
### Opgave 11

De getallen in het energieschema slaan op 10 kg steenkool.



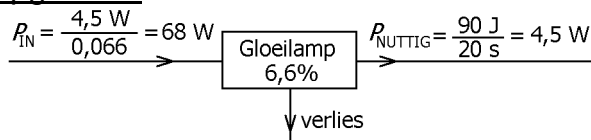
De arbeid is dus 13 MJ.

### Opgave 12



Het verbruikte vermogen van de spaarlamp is dus 12 W.

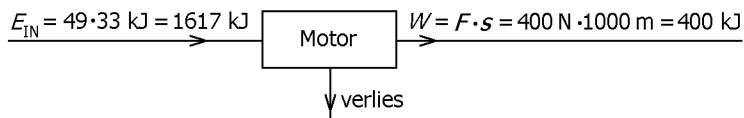
### Opgave 13



Het antwoord is dus 68 W.

### Opgave 14

De getallen in het energieschema slaan op 1,0 km.



$$\eta = \frac{W}{E_{IN}} \cdot 100\% = \frac{400 \text{ kJ}}{1617 \text{ kJ}} \cdot 100\% = 25\%$$

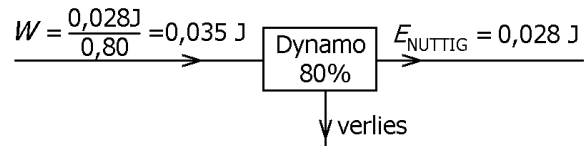
### Opgave 15

De kracht van de voorband duwt het aandrijfwieltje steeds vooruit. Deze kracht verricht dus arbeid.

### Opgave 16

a.

De getallen in het energieschema slaan op één omwenteling van het aandrijfwiel van de dynamo.



$$F = \frac{W}{s} = \frac{0,035 \text{ J}}{0,070 \text{ m}} = 0,50 \text{ N}$$

b.

$$P_{NUTTIG} = 20 \times 0,028 \text{ J/s} = 0,56 \text{ W}$$

Anders:

Een omwenteling duurt  $1/20 \text{ s} = 0,050 \text{ s}$ .

$$P_{NUTTIG} = \frac{E_{NUTTIG}}{t} = \frac{0,028 \text{ J}}{0,050 \text{ s}} = 0,56 \text{ W}$$

# Uitwerkingen § 7

Opgave 1  
Positieve

Opgave 2  
Negatieve

Opgave 3  
Positieve

Opgave 4  
Negatieve

Opgave 5  
Positieve

Opgave 6  
Negatieve

Opgave 7  
Positieve

Opgave 8  
Positieve

Opgave 9  
Negatieve

Opgave 10  
Positieve

Opgave 11

a.

$$W = F \cdot s = 150 \text{ N} \cdot 20 \text{ m} = 3000 \text{ J} = 3,0 \text{ kJ}$$

b.

$$W = -F \cdot s = -150 \text{ N} \cdot 20 \text{ m} = -3000 \text{ J} = -3,0 \text{ kJ}$$

Opgave 12

Positieve

Af

Kleiner

Kleiner

Bij de laatste keuze kun je bijvoorbeeld denken aan een voetbal die tegen de (vlakke) achterkant van een rijdende vrachtwagen geschoten wordt. Door de snelheid van de vrachtwagen is de botsing minder heftig en keert de voetbal minder snel terug.