

## 8 Arbeid, energie en vermogen.

### Uitwerkingen

Opgave 8.1

$$W = F \cdot s = 10 \text{ N} \times 10 \times 0,15 \text{ m} = 15 \text{ Nm of J}$$

Opgave 8.2

Een wrijvingskracht is altijd tegen de beweging in gericht. De arbeid van de wrijvingskracht is gelijk aan de warmte die vrijkomt.

Opgave 8.3

$$W = F_z \cdot h = m \cdot g \cdot h = 20 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \times 6 \text{ m} = 1177 \text{ J}$$

$$\text{afgerond : } W = 1,2 \cdot 10^3 \text{ J}$$

Opgave 8.4

$$W = F_1 \cdot s = 71 \text{ N} \times 10 \text{ m} = 710 \text{ Nm of J}$$

Opgave 8.5

$$E_{zw} = m \cdot g \cdot h = 80 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \times 500 \text{ m} = 392400 \text{ J} \quad \text{afgerond : } E_{zw} = 3,9 \times 10^5 \text{ J}$$

Opgave 8.6

Gegeven:  $m = 1000 \text{ kg}$ ;  $v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ; remweg = 100 m

$$\text{a) } E_k = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 1000 \times 20^2 = 2,0 \cdot 10^5 \text{ J}$$

$$\text{b) } W = -F_{rem} \cdot s = -2 \cdot 10^5 \text{ J} \rightarrow F_{rem} \cdot s = 2 \cdot 10^5 \text{ J} \rightarrow$$

$$F_{rem} = \frac{2 \cdot 10^5}{100} = 2000 \text{ N}$$

Opgave 8.7

Beide ballen krijgen dezelfde bewegingsenergie van  $\frac{1}{2} m v^2$ .

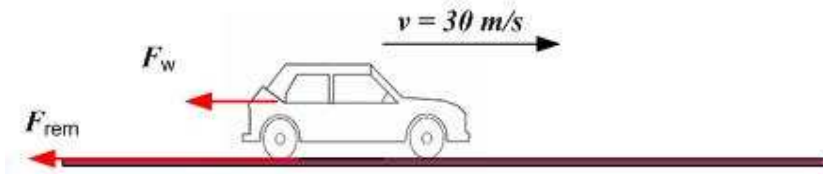
$$\frac{1}{2} \cdot m_A \cdot v_A^2 = \frac{1}{2} \cdot m_B \cdot v_B^2 \rightarrow m_A \cdot v_A^2 = m_B \cdot v_B^2 \rightarrow \frac{v_A^2}{v_B^2} = \frac{m_B}{m_A} = \frac{5}{2}$$

$$\rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{5}{2}} = 1,58 \rightarrow v_A = 1,6 \times v_B$$

Opgave 8.8

Gegeven:

$$m = 1000 \text{ kg}; \quad s = 50 \text{ m}; \quad v_b = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}; \quad v_e = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}; \quad F_{w,lucht} = 300 \text{ N}$$



De auto heeft bewegingsenergie die wordt omgezet in warmte door zowel de luchtweerstand als de remkracht. Op het einde van de remweg is er geen bewegingsenergie meer.

a)

$$E_b + W + Q = E_e \rightarrow$$

$$\frac{1}{2}mv_b^2 - F_w \cdot s - F_{rem} \cdot s = 0 \rightarrow \frac{1}{2} \times 1000 \times 25^2 - 300 \times 50 - F_{rem} \cdot 50 = 0 \rightarrow$$

$$312 \cdot 500 - 15000 - F_{rem} \cdot 50 = 0 \rightarrow 297500 - F_{rem} \cdot 50 = 0 \rightarrow F_{rem} = \frac{297500}{50} = 5950 \text{ N} = 6,0 \text{ kN}$$

b)

De remkracht en de wrijvingskracht hebben een arbeid verricht van -

$$Q = -F_w \cdot s - F_{rem} \cdot s = -300 \text{ N} \times 50 \text{ m} - 5950 \text{ N} \times 50 \text{ m} = -312500 \text{ J} = -3,1 \times 10^5 \text{ J}$$

Er gaat tijdens het remmen  $3,1 \times 10^5 \text{ J}$  aan warmte naar de omgeving.

Dit was de kinetische energie van de auto in het begin.

Opgave 8.9

a)  $F_w$  wordt  $\frac{100^2}{80^2} = \left(\frac{100}{80}\right)^2 = \left(\frac{5}{4}\right)^2 = 1,56$  x zo groot

b) De luchtweerstand wordt 1,56 x zo groot, dus de geleverde energie wordt 1,56 x zo groot, dus het brandstofverbruik is 1,56 x zo groot.

Opgave 8.10

Gegeven

$$m_A = 4,0 \text{ kg}; \quad m_B = 1,0 \text{ kg}; \quad F_w = 6,0 \text{ N}; \quad s = 1,0 \text{ m}; \quad g = 9,81 \text{ N/kg}$$

In het begin is er zwaarte-energie van massa B. Deze wordt omgezet in bewegingsenergie van massa A en B en in warmte. Op het eind is er geen zwaarte-energie van B meer. Op deze hoogte stellen we  $E_{zw}$  (van B) = 0.

$$E_b + W + Q = E_e \rightarrow$$

$$m_B \cdot g \cdot h_B + 0 - F_w \cdot s = \frac{1}{2}(m_A + m_B) \cdot v_e^2 \rightarrow 1 \times 9,81 \times 1 - 6 \times 1 = \frac{1}{2}(4 + 1) \cdot v_e^2 \rightarrow$$

$$3,81 = 2,5 \cdot v_e^2 \rightarrow v_e^2 = \frac{3,81}{2,5} = 1,52 \rightarrow v_e = \sqrt{1,52} = 1,23 \text{ m/s} \quad \text{afgerond : } v_e = 1,2 \text{ m/s}$$

Opgave 8.11

$$100\% = 60 \text{ W}$$

$$7\% = 7 \times \frac{60}{100} = 4,2 \text{ W}$$

$$700 \text{ lm} \cong 4,2 \text{ W}$$

$$4,2 \text{ W} = \frac{4,2 \text{ W}}{13 \text{ W}} \times 100\% = 32\%$$

Rendement spaarlamp is 32%

Opgave 8.12

Gegeven:  $v = \text{constant}$ ; 1 liter per 10 km;  $l_{ox} = 33 \times 10^6 \text{ J/L}$ ;  $\eta = 27\%$

$$E_{chem} = 33 \times 10^6 \text{ joule per L} = 33 \times 10^6 \text{ joule per 10 km} = 33 \times 10^5 \text{ joule per km}$$

$$\frac{E_{mech}}{E_{chem}} = 0,27 \rightarrow E_{mech} = 0,27 \times 33 \times 10^5 = 8,91 \times 10^5 \text{ joule per km}$$

$$E_{mech} = W_{wrijving} = F_w \cdot s \rightarrow F_w = \frac{W}{s} = \frac{8,91 \times 10^5 \text{ Nm}}{1000 \text{ m}} = 891 \text{ N} \rightarrow \text{afgerond : } F_w = 8,9 \times 10^2 \text{ N}$$

Opgave 8.13

Gegeven:  $m = 100 \text{ kg}$ ;  $g = 9,81 \text{ N/kg}$ ;  $h = 0,50 \text{ m}$ ;  $s = 2,5 \text{ m}$

De arbeid van de duwkracht is gelijk aan de zwaarte-energie op het eind.

$$E_b + W + Q = E_e \rightarrow$$

$$0 + F_{duw} \cdot s + 0 = m \cdot g \cdot h \rightarrow F_{duw} \cdot 3,0 = 100 \times 9,81 \times 0,60 \rightarrow F_{duw} = \frac{490,5}{2,5} = 157 \text{ N}$$

$$\text{afgerond : } F_{duw} = 1,6 \times 10^2 \text{ N}$$

Opgave 8.14

Het touw van de losse katrol wordt 1,6 m korter, dus aan iedere kant 0,8 m.

De hoogte van de massa neemt dus 0,8 m toe.

Opgave 8.15

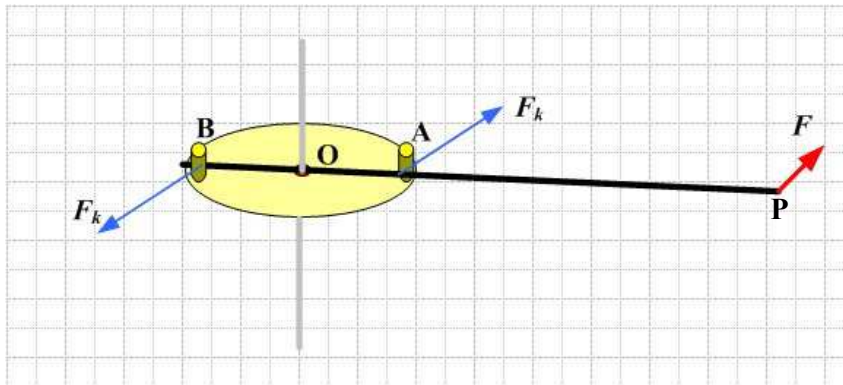
De afstand tot de kracht van 800 N moet 8 x groter zijn, zodat  $F \cdot s$  hetzelfde is.

Opgave 8.16

Bij alle gereedschappen is sprake van krachtversterking omdat de afstand tot het draaipunt van de kracht die jezelf uitoefent veel groter is dan de afstand van draaipunt tot de plaats waar de kracht uitgeoefend wordt.

Opgave 8.17

De krachten bij punt A en B vormen een linksom draaiend koppel. Omdat de afstand OP ongeveer 2 x zo groot is als de afstand AB is de kracht  $F_k$  2 x zo groot als  $F$



Opgave 8.18

$$\text{a) } M = F \cdot L \rightarrow F = \frac{M}{L} = \frac{30 \text{ Nm}}{0,6 \text{ m}} = 50 \text{ N}$$

$$\text{b) Krachtversterking} = \frac{L}{d} = \frac{60 \text{ cm}}{1 \text{ cm}} = 60$$

$$\text{c) } F_k = \frac{L}{d} \times 50 = 3000 \text{ N} = 3,0 \text{ kN}$$

Opgave 8.19

$$F_A \cdot 1 = F_B \cdot 4 \rightarrow F_B = \frac{F_A}{4} = 150 \text{ N}$$

Opgave 8.20

$$F_A \cdot s_A = F_B \cdot s_B$$

$$s_B = \frac{1}{3} \times s_A \rightarrow F_B = 3 \times F_A = 24 \text{ N}$$

Opgave 7.21

a) De snelheid van B is 3 x zo groot als de snelheid van A, omdat het toerental hetzelfde is en de omtrek bij B 3 x zo groot is.

b) De kracht in B is 3 x zo klein omdat de afgelegde weg van B 3 x zo groot is.

Opgave 8.22

Het toerental van de as die aangesloten is op de toepassing is 6 x zo klein. Verder staan de draairichtingen van de assen loodrecht op elkaar.

Opgave 8.23

a)  $s_{massa} = 1 \text{ m} \rightarrow s_{as} = 150 \text{ m}$

b)  $P = U \cdot I \rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{700 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 58 \text{ A}$

c)  $P = F \cdot v \rightarrow v = \frac{P}{F} = \frac{700 \text{ W}}{1000 \times 9,81 \text{ N}} = 0,071 \text{ m/s} = 7,1 \text{ cm/s}$

Opgave 8.24

De pompdruk moet niet alleen de hoogte overwinnen maar ook nog de wrijving in de leiding overwinnen en snelheid meegeven aan de vloeistof.

Opgave 8.25

De druk moet je nemen in  $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$  of Pa

Het debiet moet je nemen in  $\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

De oppervlakte heeft dan de eenheid  $\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \times \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = \frac{\text{J}}{\text{s}} = \text{W}$

Opgave 8.26

De oppervlakte bij punt 1 is veel kleiner dan bij punt 2.

Opgave 8.27

a) Als het debiet 0 is het hydraulische vermogen ( $p_{pomp} \cdot \phi_V$ ) 0 en is het rendement 0 %.

b) Het hydraulische vermogen is gelijk aan de oppervlakte onder  $H-\Phi_V$ -grafiek. Dit oppervlak is het grootst in het midden (zie afbeelding)

Opgave 8.28

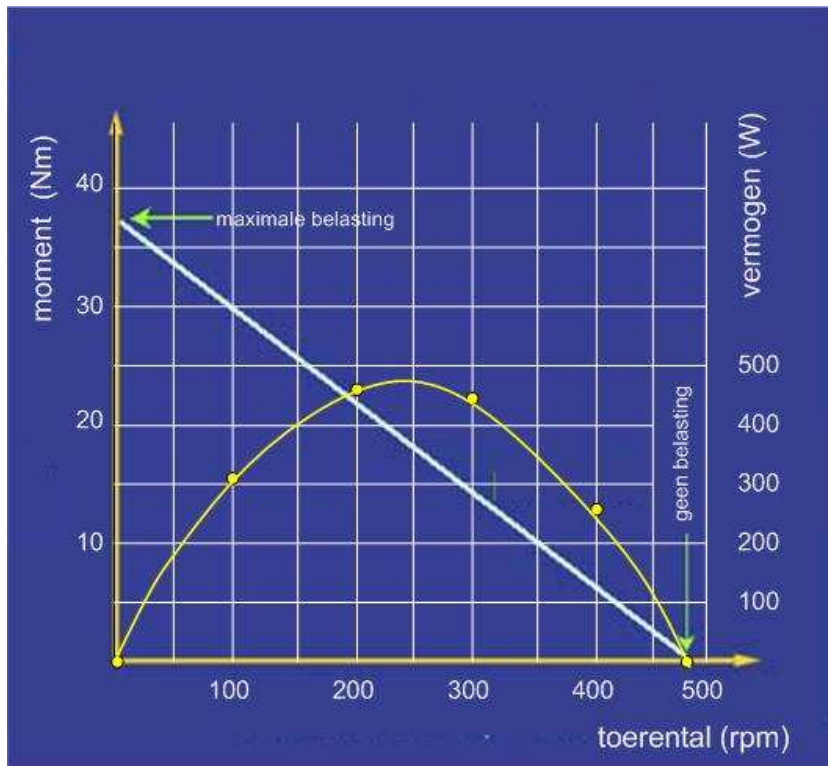
a)  $M = \frac{P}{2\pi \cdot n}$

Als  $n$  zeer klein is, is  $M$  maximaal  
Als  $n$  groot is, is  $M$  zeer klein

b) De waardes  $M$  en  $n$  worden afgelezen uit de grafiek

$n$ (rpm)	0	100	200	300	400	480
-----------	---	-----	-----	-----	-----	-----

$n(\text{omw/s})$	0	$\frac{100}{60} = 1,66$	3,33	5	6,66	8
$M \text{ (Nm)}$	37	30	22	14	6,5	0
$P = 2\pi \cdot M \cdot n \text{ (W)}$	0	310	460	440	270	0



- c) In afbeelding is te zien dat bij een toerental van ongeveer 250 rpm het geleverde vermogen maximaal is.