

 **Opgave 1**

Een ingenieur ontwerp een nieuw apparaatje. De elektromotor in het apparaatje maakt bij 12 volt 600 omwentelingen per minuut. Aan de motor is een (aandrijvend) wieltje met een diameter van 32 mm vastgemaakt.

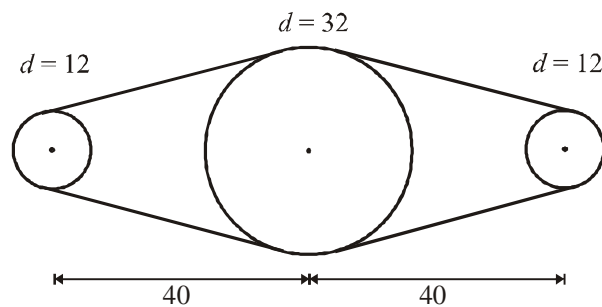
Voor het apparaatje is (minimaal) een overbrengingsverhouding van 2,5 nodig.

- 5p **a** Bereken van het aandrijvende wiel zowel de omtreksnelheid (in m/s) als de hoeksnelheid (in rad/s). Geef beide antwoorden afgerond op 2 decimalen.
- 3p **b** Bereken hoe groot de diameter van het aangedreven wieltje moet zijn als er geen slip is.
- 5p **c** Bereken hoe groot de diameter van het aangedreven wieltje moet zijn als van maximaal 10% slip wordt uitgegaan.

Omdat tegelijkertijd twee wieltjes op afstand aangedreven moeten worden, kiest de ingenieur voor een oplossing met één snaartje waarbij de twee wieltjes met diameter 12 mm tegelijk worden aangedreven. Zie afbeelding.

De gegeven maten zijn in mm. Deze figuur staat vergroot op de uitwerkbijlage.

- 9p **d** Bereken de benodigde lengte van de snaartje in mm nauwkeurig.



 **Opgave 2**

Een ingenieur ontwerp een nieuw apparaatje. De hartafstand tussen twee tandwielletjes bedraagt precies 50 mm en ligt vast. Noem de diameter (in mm) van het aandrijvende tandwielletje  $d_1$  en van het aangedreven tandwielletje  $d_2$ .

De ingenieur vindt de volgende twee formules bij het berekenen van de benodigde tandwielletjes

in zijn apparaatje:  $\frac{d_1 + d_2}{2} = 60$  en  $\frac{d_1}{d_2} = 5$ .

- 2p **a** Wat is de hartafstand en de overbrengingsverhouding?
- 4p **b** Bereken  $d_1$  en  $d_2$ .
- 2p **c** Leg uit waarom een modulus  $m = 1,5$  in dit geval ongeschikt is.

De ingenieur kiest  $m = 2$ .

- 4p **d** Bereken van beide tandwielletjes het aantal tanden. Vind je deze aantallen geschikt?

Veel later in het ontwerpproces ziet het apparaatje er heel anders uit.

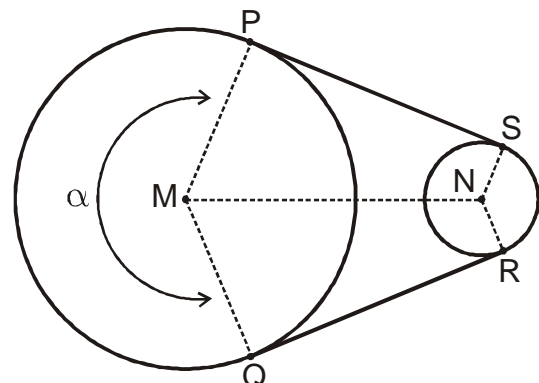
De ingenieur onderzoekt nu ook de mogelijkheid van een snaaraandrijving. Om te voorkomen dat er te weinig slip optreedt, wil hij een omspannen boog ( $\alpha$ ) van  $240^\circ$ .

Het grote wiel heeft diameter 100 mm en het kleine wieltje diameter 20 mm. Zie afbeelding.

Deze afbeelding is *niet* op schaal!

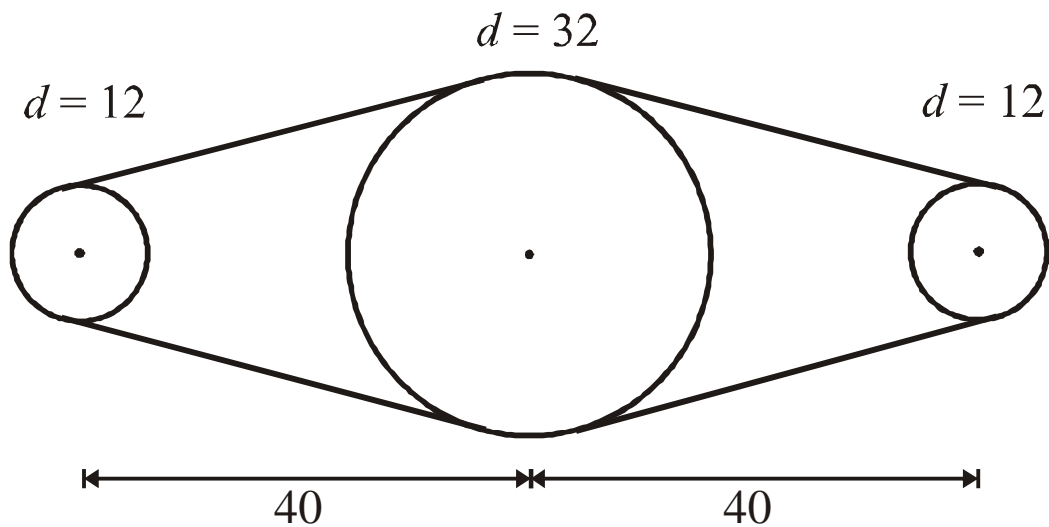
Deze figuur staat vergroot op de uitwerkbijlage.

- 4p **e** Bereken hartafstand  $MN$  tussen beide wielen.
- 5p **f** Bereken de lengte van de snaar.

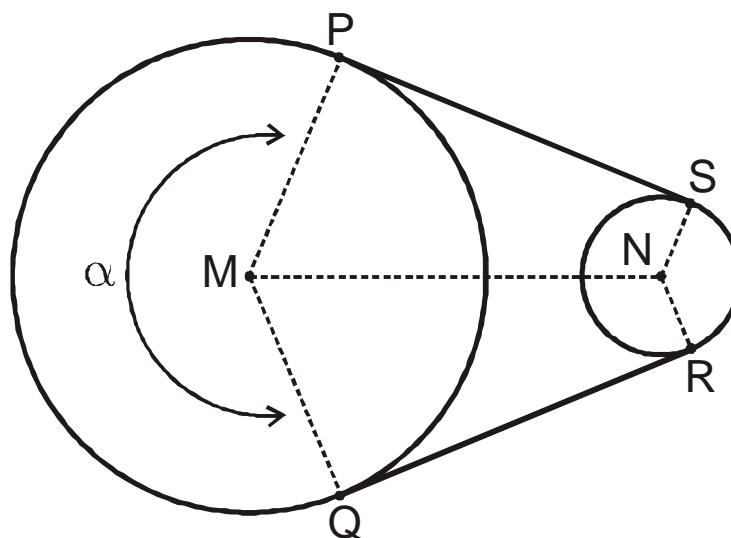


# WERKBLAD

Bij opgave 1:

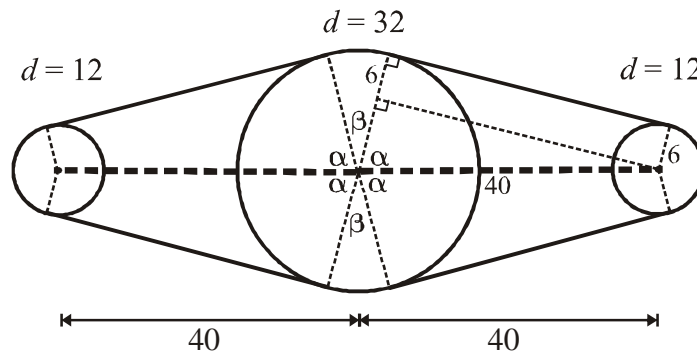


Bij opgave 2:



**Uitwerking opgave 1**

- 5p **a** · De omtrek van het wieltje is  $32\pi$  mm, dus in 1 minuut afgelegde afstand  $60 \cdot 32\pi = 19200\pi$  mm 1p  
 · De omtreksnelheid is dan  $19200\pi/60 = 320\pi \approx 1005,3$  mm/s  $\approx 1,01$  m/s 2p  
 · De hoeksnelheid is  $600 \cdot 2\pi/60 = 20\pi$  rad/s  $\approx 62,83$  rad/s 2p
- 3p **b** ·  $i = \frac{d_1}{d_2}$  dus  $2,5 = \frac{32}{d_2}$  2p  
 ·  $d_2 = \frac{32}{2,5} = 12,8$  (mm) 1p
- 5p **c** · Omtreksnelheid  $v_1 = 320\pi$  mm/s (of doorrekenen met de gevonden waarde van vorig vraag) 1p  
 · Omtreksnelheid  $v_2 = 0,90 \cdot 320\pi = 288\pi$  mm/s 1p  
 · Het toerental van het aangedreven wiel moet zijn  $2,5 \cdot 600 = 1500$  omw/min 1p  
 ·  $288\pi = \frac{1500 \cdot d_2 \cdot \pi}{60}$  mm/s 1p  
 · Dit geeft  $d_2 = 288 \cdot \frac{60}{1500} = 11,52$  mm (of 11,5 mm) 1p
- 9p **d** · Tekenen van een loodlijn en gebruiken van een rechthoekige driehoek met rechthoekszijde 10 en schuine zijde 40 1p  
 ·  $\cos(\alpha) = \frac{10}{40} = 0,25$  dus  $\alpha \approx 75,52^\circ$  2p  
 ·  $\beta = (360^\circ - 4\alpha)/2 = 180^\circ - 2\alpha \approx 28,955^\circ$  (of  $29^\circ$ ) 2p  
 · De lengte van de rechte stukken zijn (met St. van Pythagoras)  $\sqrt{40^2 - 10^2} \approx 38,7298$  (mm) 1p  
 · De lengte van de snaar rondom zo'n klein wieltje is  $\frac{2\alpha}{360^\circ} \cdot 12\pi \approx 15,817$  (mm) 1p  
 · De lengte aan een zijde langs het grootste wieltje is  $\frac{\beta}{360^\circ} \cdot 32\pi \approx 8,0858$  (mm) 1p  
 · De totale lengte is  $4 \cdot 38,7298 + 2 \cdot 15,817 + 2 \cdot 8,0858 \approx 202,73 \approx 203$  (mm) 1p



**Uitwerking opgave 2**

- 2p **a** · hartafstand = 60 mm en de overbrengingsverhouding = 5 2p
- 4p **b** ·  $\frac{d_1}{d_2} = 5 \rightarrow d_1 = 5 \cdot d_2$  invullen in de andere formule 1p
- invullen in de andere formule geeft  $\frac{5 \cdot d_2 + d_2}{2} = 60 \rightarrow 6d_2 = 120 \rightarrow d_2 = 20$  (mm) 2p
- $d_1 = 5 \cdot 20 = 100$  (mm) 1p
- 2p **c** · Voor het aantal tanden  $z$  geldt:  $z = \frac{d}{m}$  1p
- Met  $m = 1,5$  geeft dit bij  $d_1 = 100$  en  $d_2 = 20$  geen gehele waarden, dus niet geschikt 1p
- 4p **d** ·  $z_1 = 100/2 = 50$  tanden en  $z_2 = 20/2 = 10$  tanden 2p
- Deze aantallen zijn niet geschikt, want  $\text{ggd}(50, 10) = 10$  en er moet gelden  $\text{ggd}(z_1, z_2) = 1$  2p
- 4p **e** · Teken van een loodlijn vanuit  $N$  op  $MP$  en gebruiken van een rechthoekige driehoek met rechthoekszijde 40 en schuine zijde de hartafstand  $MN$  1p
- De hoek bij  $M$  van deze rechthoekige driehoek is  $(360^\circ - 240^\circ)/2 = 60^\circ$  1p
- $\cos(60^\circ) = \frac{40}{MN}$  dus  $MN = \frac{40}{\cos(60^\circ)} = 80$  (mm) 2p
- 5p **f** · De lengte van de rechte stukken zijn (met St. van Pythagoras)  $\sqrt{80^2 - 40^2} \approx 69,282$  (mm) 1p
- Bij het kleine wiel is de hoek waarover de snaar over het wielje loopt  $120^\circ$  1p
- De lengte van de snaar rondom het kleine wielje is  $\frac{120^\circ}{360^\circ} \cdot 20\pi = \frac{20}{3}\pi \approx 20,944$  (mm) 1p
- De lengte van de snaar rond het grootste wiel is  $\frac{240^\circ}{360^\circ} \cdot 100\pi = \frac{200}{3}\pi \approx 209,440$  (mm) 1p
- De totale lengte is  $2 \cdot 69,282 + 2 \cdot 20,944 + 2 \cdot 209,440 \approx 599,33 \approx 599$  (mm) (of 600 mm) 1p