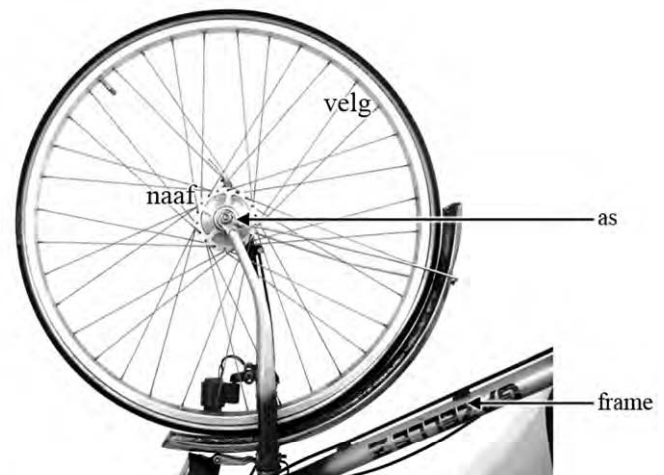


## Opgave 4 Spaken van een fietswiel

In figuur 1 zie je het voorwiel van een fiets met 36 spaken. De as van het wiel zit vast aan het frame. Rondom deze as draait de naaf. De spaken zitten vast tussen de naaf en de velg.

figuur 1

Met de spaken kan het fietswiel worden afgesteld. Daarvoor moet de fietsenmaker alle spaken met een speciale sleutel aanspannen. Door met een pennetje tegen de spaken te tikken en naar de toon die dan klinkt te luisteren, weet de fietsenmaker of de spankracht in de spaken goed is.



Als de fietsenmaker tegen een spaak tikt, hoort hij een toon van 300 Hz. Neem aan dat dit de grondtoon van de spaak is. De lengte van een spaak tussen naaf en velg is 30 cm. De massa van een spaak is 6,00 g. Voor de voortplantingssnelheid van de golven in een spaak geldt:

$$v = \sqrt{\frac{F_s}{m_l}}$$

Hierin is:

- $v$  de voortplantingssnelheid van de golven in de spaak in  $\text{ms}^{-1}$ ;
- $F_s$  de spankracht in de spaak in N;
- $m_l$  de massa per lengte-eenheid van de spaak in  $\frac{\text{kg}}{\text{m}}$ .

4p **17** Bereken de spankracht in de spaak.

2p **18** Leg met behulp van bovenstaande formule uit of de toon die de spaak geeft hoger of lager wordt als de spaak strakker aangedraaid wordt.

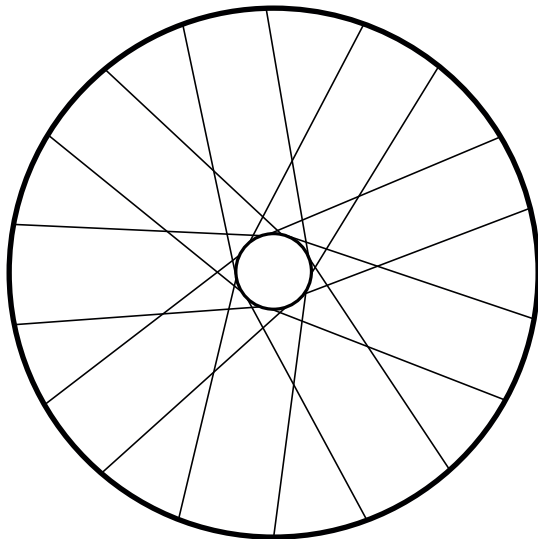
De toon van 300 Hz is de grondtoon.

2p **19** Hoe groot is de frequentie van de eerste boventoon?

- A 100 Hz
- B 150 Hz
- C 450 Hz
- D 600 Hz
- E 900 Hz

Ook in een achterwiel zitten 36 spaken. In figuur 2 zijn er daarvan 18 getekend.

**figuur 2**

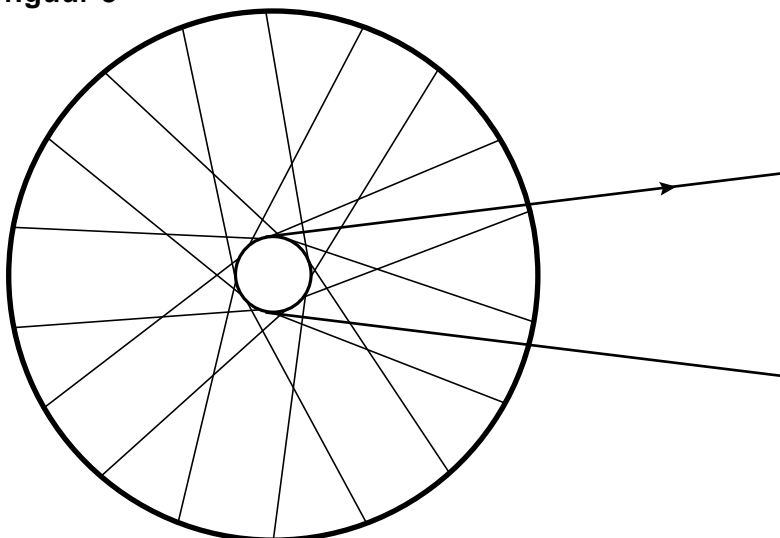


Dit zijn de spaken die aan één kant van het wiel zitten. Als iemand op de fiets gaat zitten, verandert door het gewicht van de fietser de spankracht in de spaken van het achterwiel. Figuur 2 staat ook op de uitwerkbijlage.

- 2p **20** Geef in de figuur op de uitwerkbijlage met letters G ten minste twee spaken aan waarin de spankracht groter wordt en met letters K ten minste twee spaken waarin de spankracht kleiner wordt.

Door te trappen oefen je via de ketting een kracht uit op de naaf van het achterwiel. Dit is in figuur 3 aangegeven met de pijl.

**figuur 3**

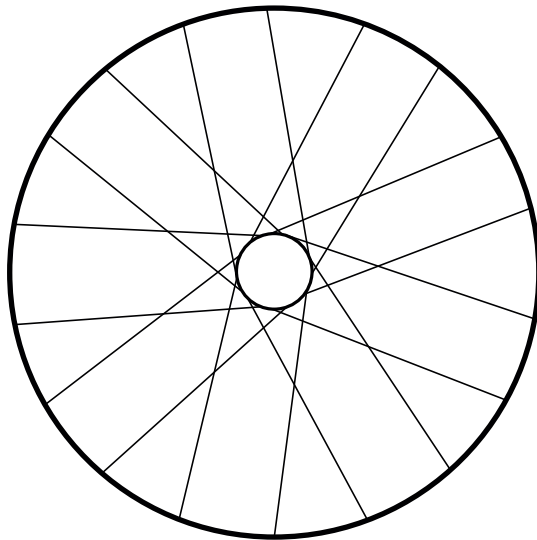


Hierdoor wordt de spankracht in de helft van de spaken groter en in de andere helft kleiner. Figuur 3 staat ook op de uitwerkbijlage.

- 2p **21** Geef in figuur 3 op de uitwerkbijlage met letters G ten minste twee spaken aan waarin de spankracht groter wordt en met letters K ten minste twee spaken waarin de spankracht kleiner wordt.

uitwerkbijlage

20



21

