

## Opgave 4 Spaken van een fietswiel

### 17 maximumscore 4

antwoord:  $F_s = 6,5 \cdot 10^2$  N

voorbeeld van een berekening:

In de grondtoon is de lengte van die spaak  $l = \frac{1}{2}\lambda = 30$  cm.

Dus  $\lambda = 60$  cm = 0,60 m.

Voor de voortplantingssnelheid van golven in een spaak geldt:  $v = f\lambda$ .

Invullen levert  $v = 300 \cdot 0,60 = 180$  ms<sup>-1</sup>.

Er geldt:  $v = \sqrt{\frac{F_s}{m_l}}$  met  $m_l = \frac{6,00 \cdot 10^{-3}}{0,30} = 2,00 \cdot 10^{-2} \frac{\text{kg}}{\text{m}}$ .

Invullen levert  $F_s = 180^2 \cdot 2,00 \cdot 10^{-2} = 6,5 \cdot 10^2$  N.

- inzicht dat  $l = \frac{1}{2}\lambda$  1
- gebruik van  $v = f\lambda$  1
- inzicht dat  $m_l = \frac{6,00 \cdot 10^{-3}}{0,30} = 2,00 \cdot 10^{-2} \frac{\text{kg}}{\text{m}}$  1
- completeren van de berekening 1

### 18 maximumscore 2

voorbeeld van een uitleg:

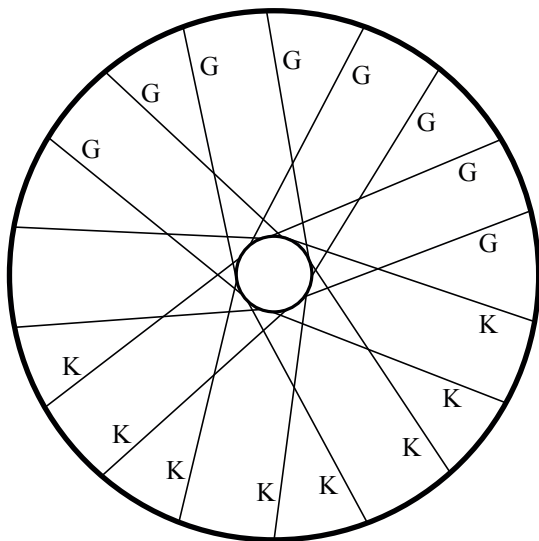
Als de spaak strakker gespannen wordt, neemt de spankracht toe. Uit de formule volgt dat dan ook de snelheid van de golven in de spaak toeneemt. Omdat de golflengte gelijk blijft, neemt de frequentie en dus de toonhoogte van de spaak toe.

- inzicht dat  $v = \lambda f = \sqrt{\frac{F_s}{m_l}}$  1
- completeren van de uitleg 1

### 19 D

**20 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:



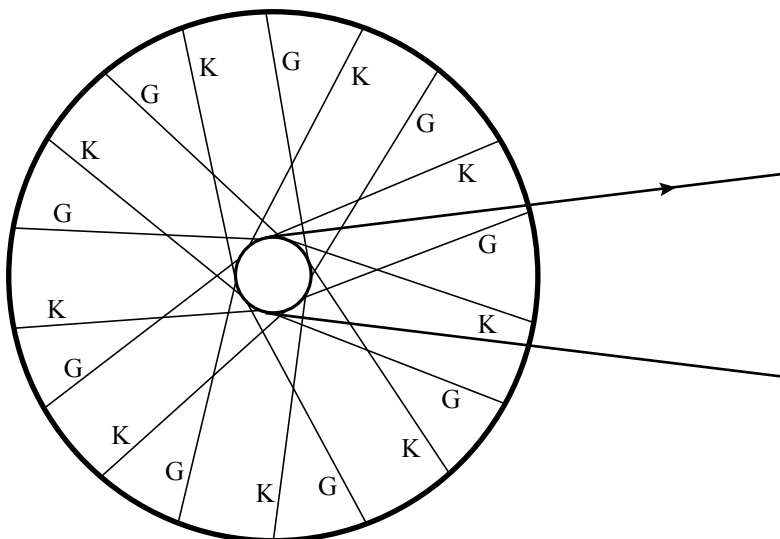
- twee spaken met de juiste letter G 1
- twee spaken met de juiste letter K 1

*Opmerking*

*Als de letters G en K onderling verwisseld zijn: geen punten toekennen.*

**21 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:



- twee spaken met de juiste letter G 1
- twee spaken met de juiste letter K 1

*Opmerking*

*Als de letters G en K onderling verwisseld zijn: maximaal 1 punt toekennen.*