

- 15 Een auto rijdt over een hobbelige weg. De hobbels bevinden zich op een regelmatige afstand van 10 m van elkaar. De massa van de auto is 960 kg. Bij een snelheid van 80 km h⁻¹ begint de auto hevig te schudden op zijn vering.
- a Leg uit waarom dit verschijnsel bij andere snelheden veel minder optreedt.
 - b Bereken de veerconstante van de vering van de auto.
- Als je een zware lading in de auto legt, schudt hij niet meer zo hard bij 80 km h⁻¹, maar dat gebeurt wel bij een andere snelheid.
- c Beredeneer of deze snelheid hoger of lager is dan 80 km h⁻¹.

9.3 Trillingsenergie en resonantie

Opgave 15

- a De auto heeft vanwege vering en massa een bepaalde eigenfrequentie. Tijdens het rijden met constante snelheid op de hobbelige weg krijgt de auto met een bepaalde frequentie schokken. Deze frequentie hangt af van de snelheid waarmee de auto rijdt. Als de frequentie van de schokken gelijk is aan de eigenfrequentie, treedt resonantie op.
- b De veerconstante bereken je met de formule voor de trillingstijd van een massa-veersysteem. De trillingstijd is bij resonantie de tijd tussen twee hobbels. De tijd tussen twee hobbels bereken je met de formule voor de verplaatsing bij eenparige beweging.

$$s = v \cdot t$$

$$s = 10 \text{ m}$$

$$v = 80 \text{ km h}^{-1} = \frac{80}{3,6} = 22,22 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{Invullen levert } 10 = 22,22 \times t.$$

$$t = 0,45 \text{ s}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$$

$$T = t = 0,45 \text{ s}$$

$$m = 960 \text{ kg}$$

$$\text{Invullen levert } 0,45 = 2\pi\sqrt{\frac{960}{C}}.$$

$$C = 1,871 \cdot 10^5 \text{ N m}^{-1}$$

$$\text{Afgerond: } C = 1,9 \cdot 10^5 \text{ N m}^{-1}.$$

- c Of deze snelheid hoger of lager is, beredeneer je met de formules voor verplaatsing bij eenparige beweging en de formule voor de trillingstijd van een massa-veersysteem.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$$

Door de auto zwaarder te beladen, neemt de massa m toe. De veerconstante verandert niet.

Dus neemt de trillingstijd T waarbij resonantie optreedt toe.

De resonantie treedt dan op bij een grotere tijd tussen twee hobbels.

$$s = v \cdot t$$

De afstand s tussen de hobbels verandert niet.

De tijd t neemt toe. Dus treedt resonantie op bij een lagere snelheid.