

- 20 Auto A met een massa van 140 g zit vast aan een veer P. Zie figuur 9.38. De opstelling is zo gemaakt dat de wrijvingskrachten te verwaarlozen zijn. De auto trek je 5,0 cm naar rechts en laat je vervolgens los. De frequentie waarmee de auto heen en weer gaat bewegen is 1,2 Hz.
- Leg uit waarom de auto een harmonische trilling gaat uitvoeren.
 - Bereken de veerconstante van de veer.
- Voor de maximale trillingsenergie geldt $E_{\text{tril}} = \frac{2 m \pi^2 A^2}{T^2}$.
- Leid deze formule af.



Figuur 9.38

- Je vervangt auto A door auto B met een twee keer zo grote massa. Je trekt de auto weer 5,0 cm naar rechts en laat hem los.
- Leg uit dat de maximale trillingsenergie van auto B gelijk is aan die van auto A.
 - Bereken hoeveel procent de trillingstijd van auto B groter is dan die van auto A. Geef het antwoord in twee significante cijfers.

Opgave 20

- Dat de auto een harmonische trilling gaat uitvoeren, leg je uit met de beschrijving van een harmonische trilling.
De enige kracht die op de auto werkt is de veerkracht. Deze is naar de evenwichtsstand gericht en is recht evenredig met de uitrekking.
- De veerconstante bereken je met de formule voor de trillingstijd van een massa-veersysteem. De trillingstijd bereken je met de formule voor de frequentie.

$$T = \frac{1}{f}$$

$$f = 1,2 \text{ Hz}$$

$$\text{Invullen levert } T = \frac{1}{1,2}.$$

$$T = 0,833 \text{ s}$$

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

$$m = 0,140 \text{ kg}$$

$$\text{Invullen levert } 0,833 = 2\pi\sqrt{\frac{0,140}{C}}.$$

$$C = 7,958 \text{ N m}^{-1}$$

$$\text{Afgerond: } C = 7,96 \text{ N m}^{-1}.$$

- De formule leid je af met de formules voor de stralingsenergie in een omkeerpunt en de formule voor de trillingstijd van een massa-veersysteem.

$$E_{\text{tri}} = \frac{1}{2} C \cdot A^2 \text{ en } T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$$

$$\text{Kwadrateren van } T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}} \text{ levert } T^2 = 2^2 \pi^2 \frac{m}{C}.$$

$$\text{Herschrijven levert } C = 2^2 \pi^2 \frac{m}{T^2}.$$

$$\text{Invullen in } E_{\text{tri}} = \frac{1}{2} C \cdot A^2 \text{ levert } E_{\text{tri}} = \frac{1}{2} \times 2^2 \pi^2 \frac{m}{T^2} \cdot A^2 = \frac{2\pi^2 m \cdot A^2}{T^2}.$$

- Voor de maximale trillingsenergie zijn alleen de amplitude en de veerconstante van belang. Die zijn voor auto A en B hetzelfde. De massa is niet van invloed.
- Hoeveel procent de trillingstijd van auto B groter is dan die van auto A, leg je uit met de verhouding van de trillingstijden.

De trillingsenergie blijft gelijk, dus geldt:

$$E_{\text{tri, A}} = E_{\text{tri, B}}$$

$$\frac{2\pi^2 m_A A^2}{T_A^2} = \frac{2\pi^2 m_B A^2}{T_B^2}$$

$$\frac{m_A}{T_A^2} = \frac{m_B}{T_B^2}$$

$$T_B^2 = \frac{m_B}{m_A} \cdot T_A^2$$

$$T_B^2 = \frac{2m_A}{m_A} \cdot T_A^2$$

De trillingstijd van auto B is $\sqrt{2}$ keer = 1,41 keer zo groot als die van auto A.

Dat betekent dat de trillingstijd met 41% is toegenomen.

- De grootste snelheid leid je af met de steilheid van de grafiek in de evenwichtsstand.

De steilheid van de raaklijn aan de grafiek in de evenwichtsstand geeft de maximale snelheid aan.

De grafieklijn van auto A is in de evenwichtsstand steiler dan die van auto B.

Dus auto A bereikt de grootste snelheid.

- Of de veerconstante groter of kleiner is, beredeneer je met de formule voor de trillingstijd van een massa-veersysteem.

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

De massa is gelijk.

De trillingstijd van veer Q is groter dan de trillingstijd van veer P. Dan geldt dat de veerconstante van veer Q kleiner is dan die van veer P.