

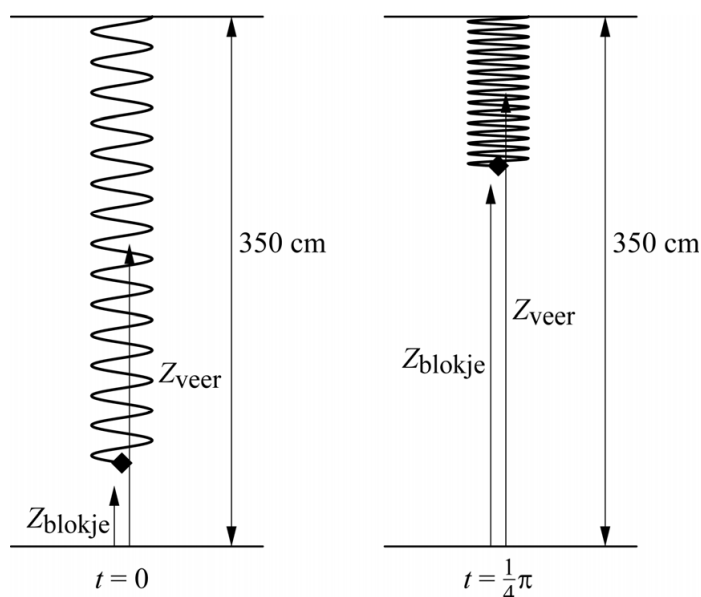
Op en neer

Twee leerlingen doen als volgt een onderzoek voor hun profielwerkstuk:

Een metalen blokje hangt aan een lange veer die is bevestigd aan een plafond op een hoogte van 350 cm. Het blokje wordt recht naar beneden getrokken en op $t = 0$ losgelaten. Het blokje beweegt vervolgens op en neer. Zie figuur 1.

De afmetingen van het blokje en de wrijvingskracht worden verwaarloosd.

figuur 1



Zowel het blokje als de veer heeft een zwaartepunt. In deze opgave bekijken we eerst de zwaartepunten van het blokje en de veer apart.

De hoogte van het **zwaartepunt van het blokje** wordt benaderd door het volgende model: $Z_{\text{blokje}}(t) = 150 - 100 \cos(4t)$

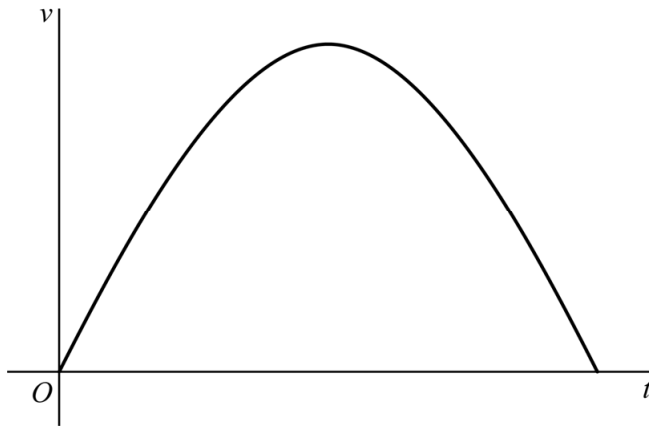
Hierbij is Z_{blokje} de hoogte van het zwaartepunt van het blokje in cm en t de tijd in seconden.

Het **zwaartepunt van de veer** bevindt zich op elk moment in het midden van de veer.

- 3p 11 Laat met behulp van het gegeven model van het blokje en figuur 1 zien dat voor de hoogte van het zwaartepunt van de veer in cm geldt: de amplitude is 50 en de evenwichtsstand is 250.

Op het moment dat het blokje in het laagste punt wordt losgelaten, is zijn snelheid 0. Daarna neemt de snelheid toe tot de maximale snelheid, om vervolgens weer af te nemen, totdat in het hoogste punt de snelheid weer 0 is. In figuur 2 is de grafiek van de snelheid v tijdens de opgaande beweging weergegeven.

figuur 2



Tijdens de opgaande beweging zijn er twee hoogtes waarop de snelheid van het blokje gelijk is aan 255 cm/seconde.

- 3p **12** Bereken deze twee hoogtes. Geef je eindantwoord in centimeters nauwkeurig.

De hoogte van het zwaartepunt van de veer wordt benaderd door het volgende model: $Z_{\text{veer}}(t) = 250 - 50\cos(4t)$

Hierbij is Z_{veer} de hoogte van het zwaartepunt van de veer in cm en t de tijd in seconden.

Er kan ook gekeken worden naar het zwaartepunt van het blokje en de veer samen. De massa van de veer is 600 gram en de massa van het blokje is 1000 gram. Z_{totaal} is de hoogte van het zwaartepunt van blokje en veer samen.

- 3p **13** Stel een formule op van Z_{totaal} in de vorm $Z_{\text{totaal}}(t) = a + b\cos(4t)$. Licht je werkwijze toe.