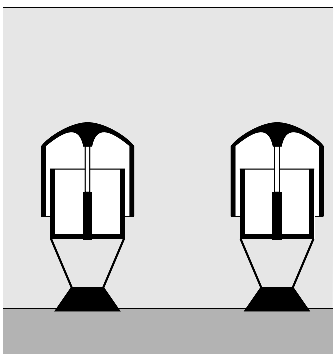
Archimedes Wave Swing

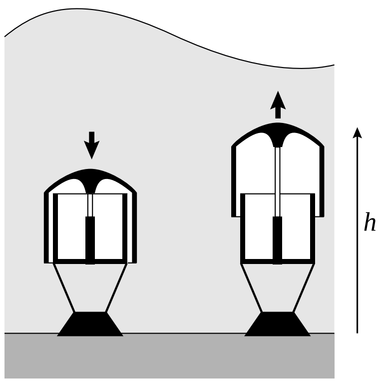
De Archimedes Wave Swing (afgekort AWS) is ontwikkeld om de golfbeweging van de zee te gebruiken om energie op te wekken.

Elke AWS bestaat uit twee halfopen delen. Het onderste deel is verankerd aan de zeebodem. Het bovenste deel, ook wel drijver genoemd, valt over het onderste heen. In figuur 1 zie je twee AWS'en onder een vlakke zeespiegel. In figuur 2 zie je dat de golven er voor zorgen dat de drijvers op en neer bewegen. Deze beweging van de drijver wordt gebruikt om energie op te wekken.

figuur 1



figuur 2



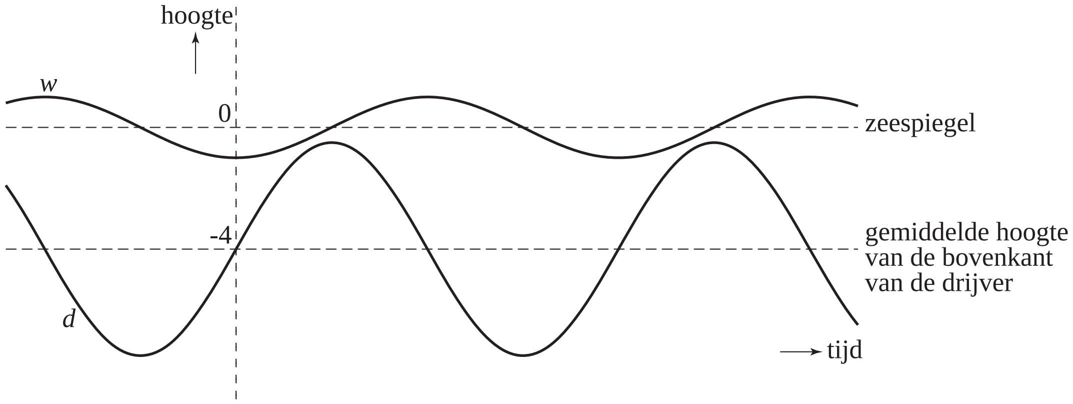
De minimale hoogte van de bovenkant van de drijver ten opzichte van de zeebodem is 30,0 meter. De maximale hoogte is 37,0 meter. De drijver maakt onder invloed van de golven een periodieke beweging met dezelfde periode als de periode van de golfbeweging.

We gaan voor de volgende vraag uit van een situatie waarbij de periode van de golfbeweging 12 seconden is en de hoogte van de bovenkant van de drijver van de AWS varieert van 30,0 meter tot en met 37,0 meter. De hoogte van de bovenkant van de drijver kan dan worden beschreven door een formule van de vorm $h = a + b\sin(c \cdot t)$. Hierin is h de hoogte ten opzichte van de zeebodem in meter en t de tijd in seconde.

3p **9** Bereken de waarden van a, b en c in deze formule. Licht je antwoord toe.

Van een bepaalde AWS bevindt de bovenkant van de drijver zich gemiddeld 4,0 meter onder de zeespiegel. De zeespiegel is de gemiddelde waterhoogte. Zie figuur 3. De hoogte d van de bovenkant van deze drijver ten opzichte van de zeespiegel wordt nu beschreven door: $d = -4,0 + 3,5\sin(0,5t)$, met d de hoogte in meter en t de tijd in seconde.
De waterhoogte ten opzichte van de zeespiegel hangt af van de amplitude van de golven. Hiervoor geldt de formule $w = -A \cdot \cos(0,5t)$. Hierin is w de waterhoogte in meter, A de amplitude van de golven ($A \geq 0,5$) in meter en t de tijd in seconde. In figuur 3 zijn grafieken van d en w getekend voor een bepaalde waarde van A.

figuur 3

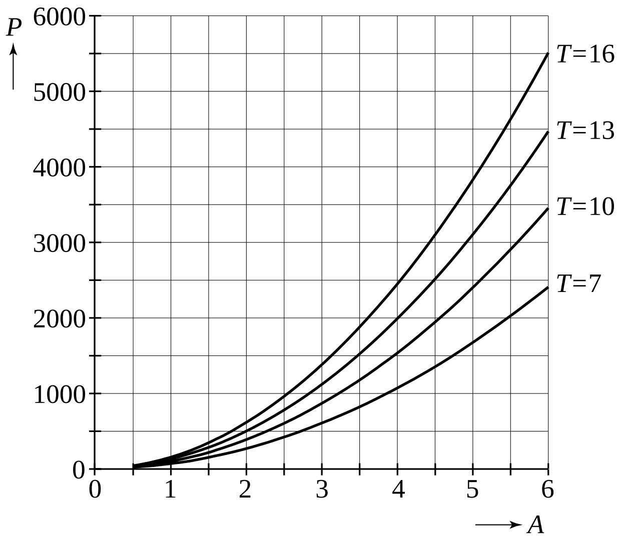


In de situatie van figuur 3 blijft de bovenkant van de drijver altijd onder water. Maar als de amplitude van de golfbeweging verder toeneemt, kan de drijver soms boven het water uitsteken.

5p **10** Onderzoek met de grafische rekenmachine vanaf welke amplitude van de golfbeweging de drijver af en toe boven water verschijnt. Rond je antwoord in meter af op één decimaal.

De AWS zet de energie van de golfbeweging om in elektrische energie. De hoeveelheid energie die per seconde wordt omgezet, heet het opgewekt vermogen. Bij vier verschillende perioden T (in seconde) zijn het opgewekte vermogen P (in kiloWatt) en de amplitude van de golven A (in meter) gemeten. De resultaten zijn te zien in figuur 4. Deze figuur is vergroot op de uitwerkbijlage opgenomen.

figuur 4



Iemand wil onderzoeken of er bij een periode van 16 seconden een kwadratisch verband bestaat tussen de amplitude en het vermogen. Hij stelt daarom de volgende formule op: $P = k \cdot A^2$. Vervolgens leest hij het punt (5, 3850) af. Hiermee kan hij de waarde van k berekenen. Ten slotte kan met de formule het vermogen bij $A = 6$ worden berekend.

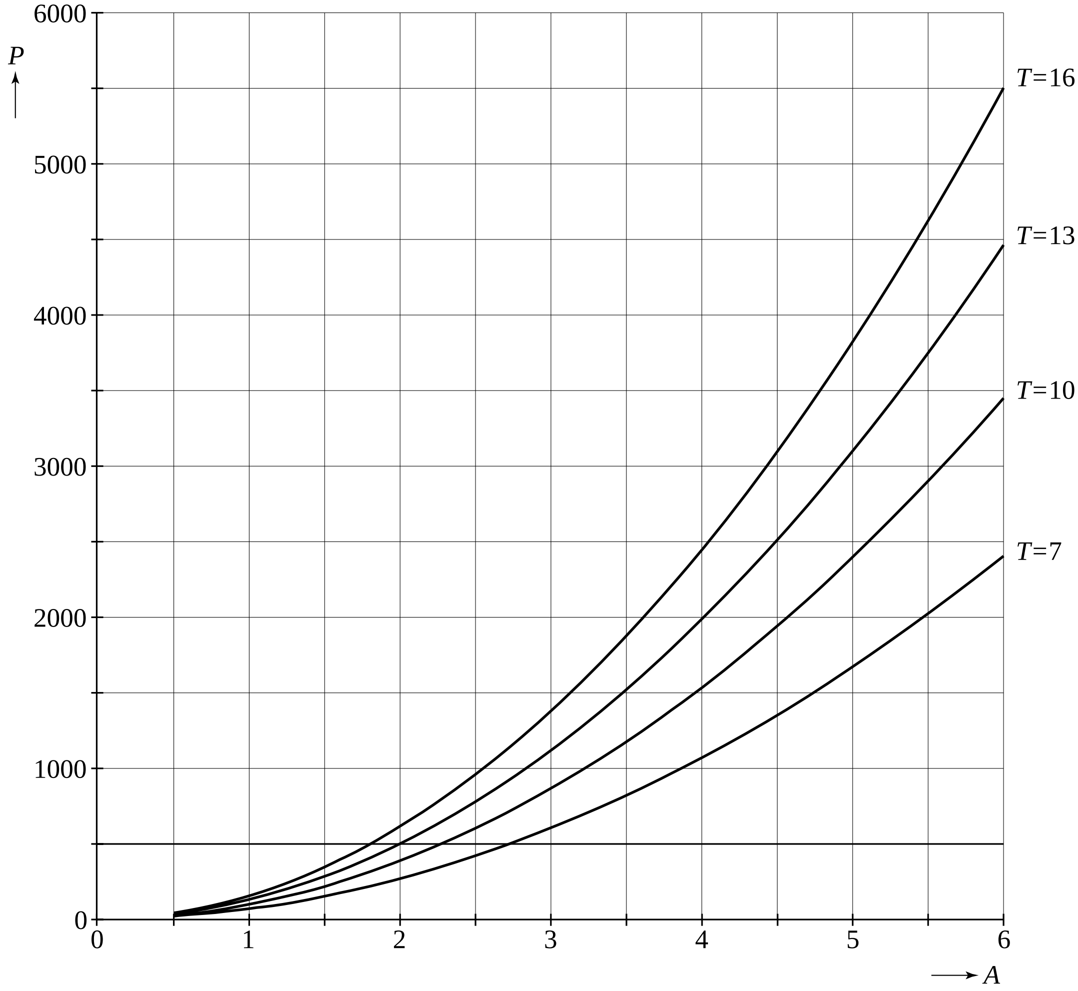
5p **11** Bereken het vermogen bij $A = 6$ op de hierboven beschreven manier, teken het bijbehorende punt in de grafiek op de uitwerkbijlage en beargumenteer of het zinvol is dat de persoon op basis van dit punt zijn onderzoek voortzet of dat hij moet concluderen dat er geen kwadratisch verband bestaat tussen de amplitude en het vermogen.

Iemand vermoedt dat bij een amplitude van 6 meter er een eenvoudig verband bestaat tussen de periode T en het vermogen P. Om dit verband zichtbaar te maken leest hij uit de vergroting van figuur 4 op de uitwerkbijlage bij $A = 6$ vier paren waarden van T en P af. Met behulp hiervan tekent hij vier punten in een assenstelsel waarin de periode is uitgezet tegen het vermogen. Dit assenstelsel staat op de uitwerkbijlage.

5p **12** Teken op de hierboven beschreven manier vier punten in het assenstelsel op de uitwerkbijlage en bepaal daarmee of er waarschijnlijk sprake is van een exponentieel, een kwadratisch, een lineair, een omgekeerd evenredig of een rechtevenredig verband. Verbind de punten. Welke van de vijf genoemde verbanden maak je hiermee zichtbaar?

uitwerkbijlage

11 en 12



uitwerkbijlage

12