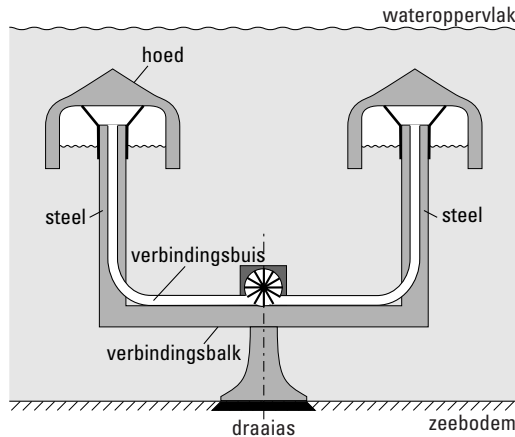


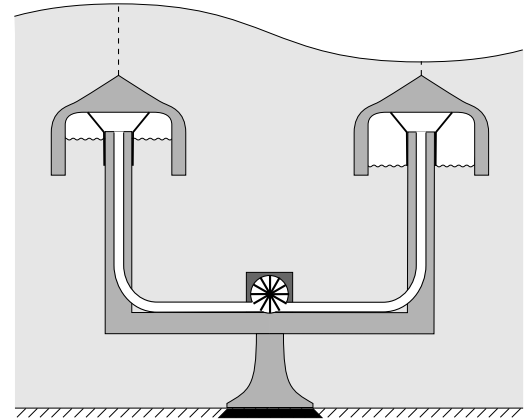
Opgave 4 Golfgenerator

Met een golfgenerator kan energie worden opgewekt uit watergolven op zee. Een golfgenerator bestaat uit twee grote 'paddestoelen' die op een vaste afstand van elkaar op een verbindingbalk zijn bevestigd. Het geheel van balk en paddestoelen is draaibaar om een verticale as die zich midden tussen de paddestoelen bevindt en die in de zeebodem is verankerd. Zie figuur 8 en figuur 9.

figuur 8



figuur 9



Elke paddestoel bestaat uit een holle, betonnen 'hoed' met een binnendiameter van 20 meter op een 'steel'. De hoed is aan de onderkant open. Onder de hoed bevindt zich een hoeveelheid lucht.

Ga er bij de volgende vraag van uit dat:

- figuur 8 op schaal is;
- de ruimte onder de hoed cilindervormig is;
- het volume van de steel en de verbindingbuis verwaarloosbaar is;
- de gemiddelde luchtdruk onder de hoed gelijk is aan $2,8 \cdot 10^5$ Pa;
- een mol lucht een massa heeft van 28,8 gram.

- 5p **10** Bereken met behulp van een schatting de massa van de hoeveelheid lucht onder een hoed. Geef aan welke waarde je toekent (schat) aan de grootte die niet gegeven is.

Wanneer de waterhoogte boven een hoed toeneemt doordat een golftop passeert, wordt de lucht onder de hoed samengedrukt. Zie figuur 9. Er wordt dan lucht door de verbindingbuis naar de andere paddestoel geperst. Door de golfbeweging van het water wordt de lucht heen en weer gepompt. De bewegende lucht drijft een generator aan die elektriciteit opwekt. De watergolven op zee kunnen in goede benadering beschreven worden als lopende golven.

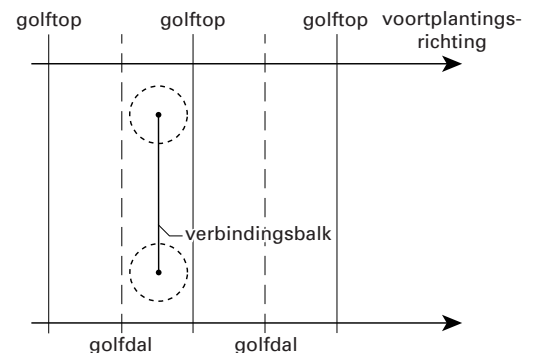
In figuur 10 is een bovenaanzicht gegeven van het golfpatroon.

In het golfpatroon zijn op dezelfde schaal de verbindingbalk en de hoeden van de golfgenerator weergegeven.

De verbindingbalk staat hier loodrecht op de voortplantingsrichting van de golven. Figuur 10 staat vergroot op de bijlage.

- 3p **11** Bepaal de hoek waarover de golfgenerator gedraaid moet worden om een maximale energieopbrengst te krijgen. Teken daartoe in de figuur op de bijlage de verbindingbalk van de golfgenerator in het golfpatroon, op schaal en in de juiste richting.

figuur 10



Eindexamen natuurkunde 1-2 vwo 2002-I

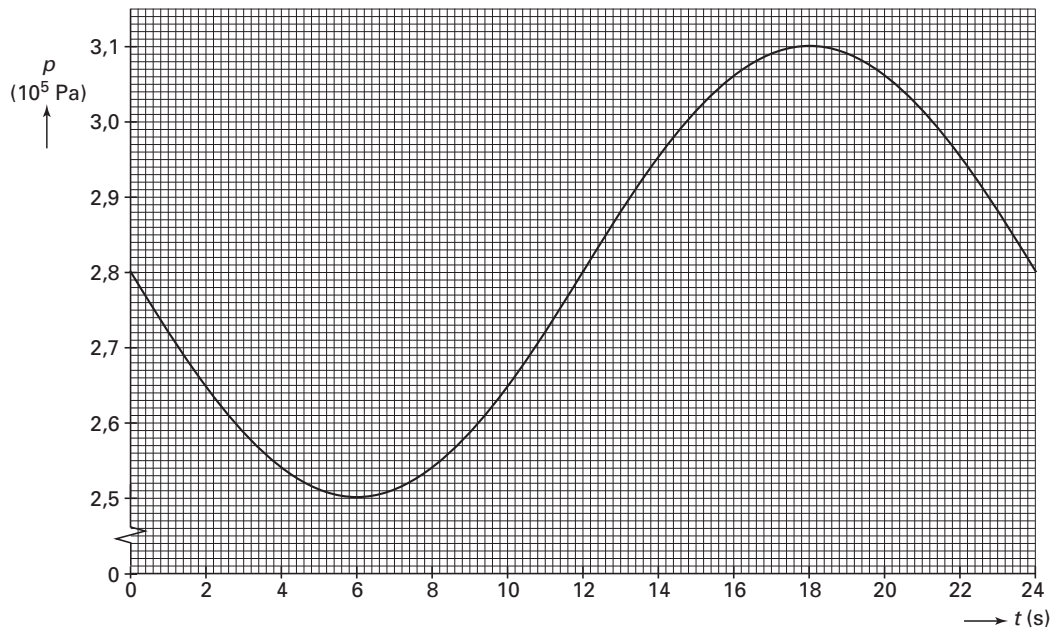
havovwo.nl

De vaste afstand tussen de middelpunten van de paddestoelen bedraagt 60 meter. Bij golven met grote golflengtes (meer dan 120 m) is de energieopbrengst per seconde van de golfgenerator niet erg groot.

2p **12** □ Geef daarvoor twee oorzaken.

In figuur 11 is weergegeven hoe de druk p onder één van de paddestoelen varieert als functie van de tijd t bij golven met een golflengte van 180 meter.

figuur 11



3p **13** □ Bepaal de voortplantingssnelheid van de golven.

De druk onder iedere paddestoel wordt gemeten met een sensor. Deze sensor geeft een elektrische spanning van 0,0 V af bij een druk van $1,00 \cdot 10^5$ Pa, is volledig lineair en heeft een gevoeligheid van $20 \mu\text{V Pa}^{-1}$.

4p **14** □ Bepaal de maximale spanning die de sensor tijdens de in figuur 11 weergegeven meting heeft afgegeven.

Bijlage bij vraag 11

Vraag 11

