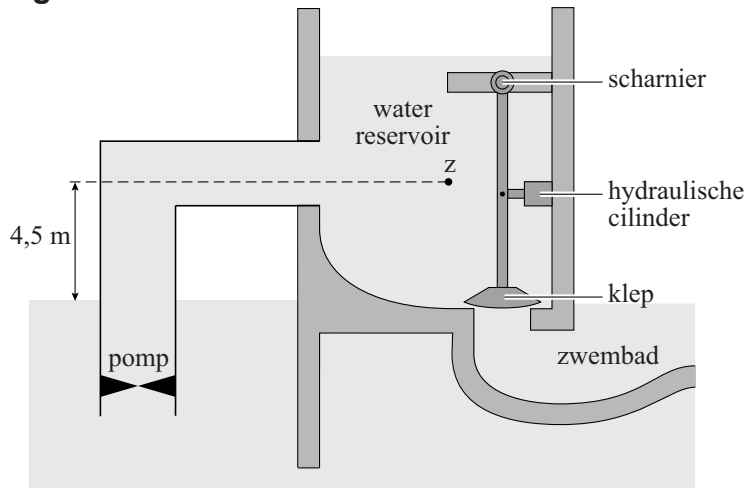


In Greensboro, Amerika, staat een bijzonder golfslagbad waar om de paar minuten één reusachtige golfberg, een soliton, gemaakt wordt. Om zo'n golfberg te maken wordt met een elektrische pomp water uit het zwembad in een waterreservoir gepompt. Zie figuur 1.

**figuur 1**



Tijdens het vullen van het reservoir wordt een watervolume van  $341 \text{ m}^3$  in 136 s omhoog gepompt. Het zwaartepunt van het water in het reservoir komt daarbij 4,5 m boven het water in het zwembad te liggen.

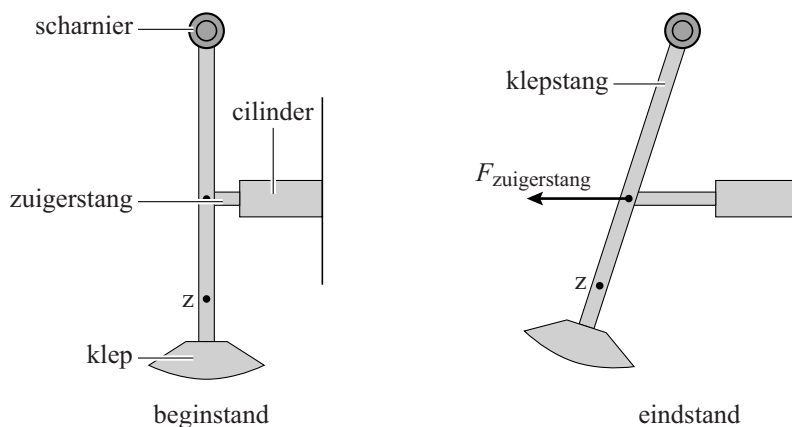
De pomp heeft een elektrisch vermogen van 441 kW.

De verandering van het waterniveau in het zwembad is tijdens het pompen te verwaarlozen.

5p **23** Bereken het rendement van de pomp.

De klep van het reservoir wordt bediend met een hydraulische cilinder met zuigerstang. In figuur 2 is de klep in de begin- en eindstand getekend. De totale massa van de klepstang met klep is 70 kg. Het zwaartepunt hiervan is aangegeven met  $Z$ . Het rechterdeel van figuur 2 is op de uitwerkbijlage vergroot en op schaal weergegeven.

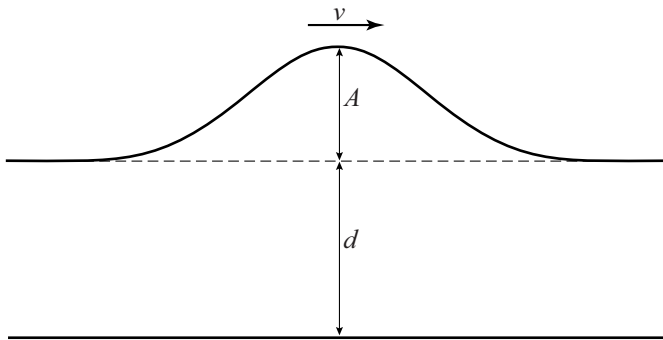
**figuur 2**



- 4p 24 Als de klep een tijdje openstaat is het waterreservoir leeg.  
Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de kracht die de zuigerstang dan op de klepstang uitoefent.

In de natuurkunde wordt een enkele golfberg een soliton genoemd. De soliton die in het golfslagbad ontstaat is in figuur 3 schematisch weergegeven. Hierin is  $A$  de amplitude van de soliton,  $d$  de waterhoogte van het stilstaande water en  $v$  de snelheid van de soliton.

figuur 3



Het verband tussen de snelheid  $v$ , de waterhoogte  $d$  en de amplitude  $A$  is:

$$v^2 = g(d + A), \text{ waarbij } g \text{ de valversnelling is.}$$

- 2p 25 Beredeneer hoe de amplitude van een soliton verandert als deze golfberg met een constante snelheid in een ondieper gedeelte van het bad komt.

Een soliton kan alleen bestaan als de amplitude kleiner is dan  $(0,78 \cdot d)$ . Bij een grotere amplitude breekt de golf, zoals dat in de branding van de zee ook gebeurt. De waterhoogte in het golfslagbad is 4,0 m.

- 2p 26 Bereken de maximale snelheid van de soliton in het diepe deel van het golfslagbad.

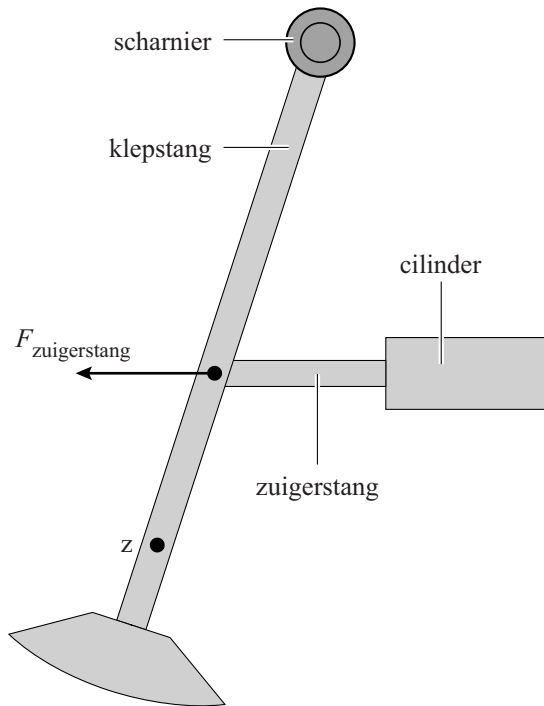
De snelheid van de golf kan op twee manieren bepaald worden:

- 1 met de tijd die de soliton nodig heeft om een horizontale afstand af te leggen;
- 2 met  $v^2 = g(d + A)$ .

Op de uitwerkbijlage is de plaats van de soliton op twee verschillende tijdstippen langs de wand van het zwembad getekend.

De tegels van het zwembad hebben een hoogte van 20 cm en een breedte van 40 cm.

- 4p 27 Bepaal de snelheid van de soliton op de twee genoemde manieren. Gebruik hierbij de metingen op de uitwerkbijlage.



.....

.....

.....

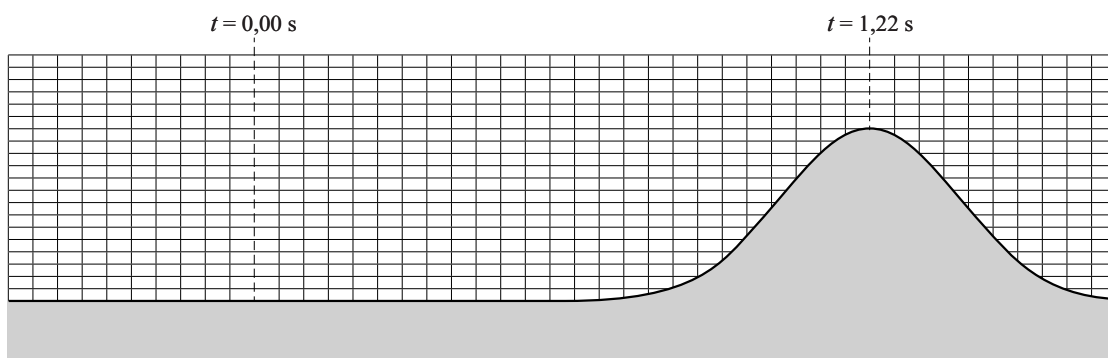
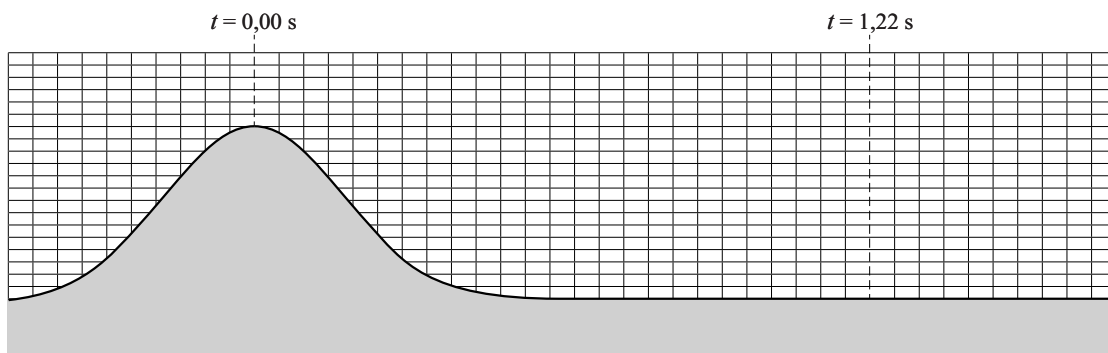
.....

.....

.....

uitwerkbijlage

27



manier 1: .....

.....

.....

.....

manier 2: .....

.....

.....

.....