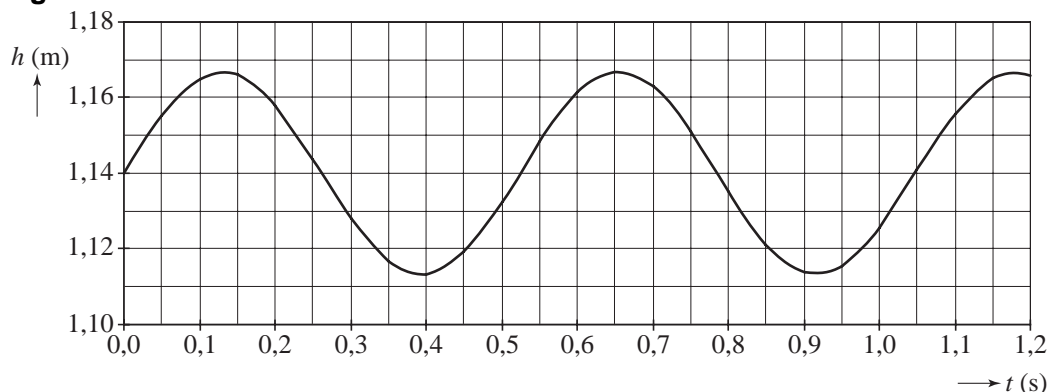


### Opgave 5 Rugzakgenerator

Als een wandelaar met een rugzak loopt, gaat de rugzak op en neer. Daardoor verandert tijdens iedere stap de hoogte van het zwaartepunt van de rugzak. De wandelaar loopt met constante snelheid. Figuur 1 is de grafiek van de hoogte van het zwaartepunt van de rugzak als functie van de tijd.

figuur 1



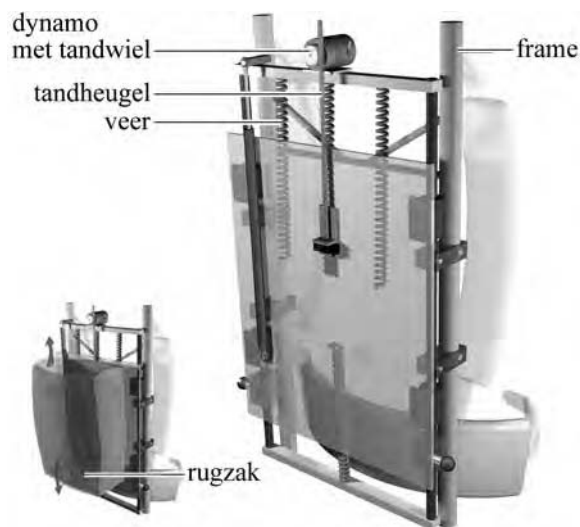
- De massa van de rugzak is 29 kg.
- 3p 22 Bepaal met behulp van figuur 1 het verschil tussen de maximale en minimale zwaarte-energie van de rugzak.

Bij iedere stap legt de wandelaar 0,70 m af. Eén periode in het diagram komt overeen met één stap.

- 3p 23 Bepaal met behulp van figuur 1 de horizontale snelheid van de wandelaar in km/h.

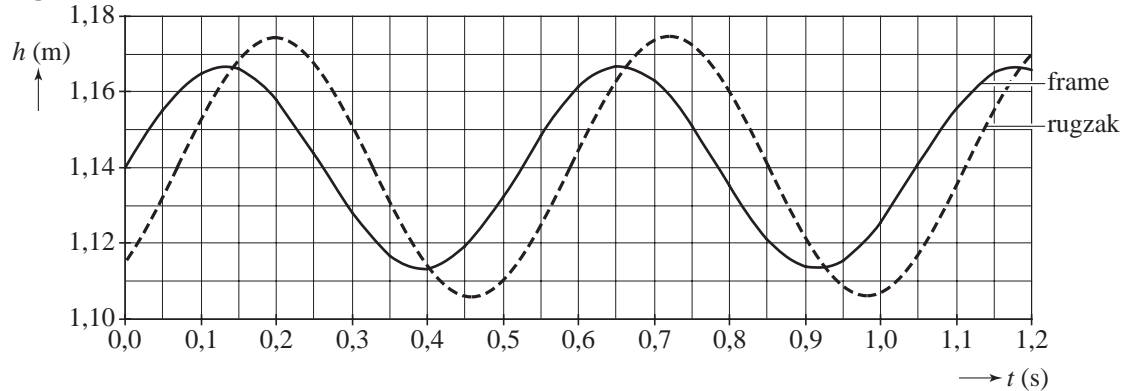
Een Amerikaanse bioloog heeft een manier bedacht om uit de verticale beweging van de rugzak elektrische energie te halen. Hij ontwierp een rugzakgenerator. Deze bestaat uit een frame waarop een dynamo is bevestigd. Aan het frame dat vastzit aan de rug van de wandelaar, wordt de rugzak verend opgehangen. Tijdens het lopen beweegt de rugzak ten opzichte van het frame en drijft, via een zo geheten tandheugel, de dynamo aan. Zie figuur 2.

figuur 2



De wandelaar gaat met deze rugzak op dezelfde manier lopen als hiervoor. Figuur 3 is de grafiek van de hoogte van het frame en van de rugzak als functie van de tijd.

**figuur 3**



Het verschil van de twee grafieken geeft weer hoe de rugzak beweegt ten opzichte van het frame. Deze verschilgrafiek en figuur 3 staan op de uitwerkbijlage. De grootte van de amplitude  $A$  van de trilling die de rugzak ten opzichte van het frame uitvoert, kan worden bepaald met behulp van figuur 3.

- 2p **24** Bepaal op de uitwerkbijlage de grootte van de amplitude  $A$ . Licht toe hoe je de grootte van  $A$  hebt bepaald.

De dynamo levert een gemiddeld vermogen van 3,7 W.

- 3p **25** Bereken de hoeveelheid energie die is opgewekt na 3,5 uur lopen.

De veerconstante van de twee veren samen is gelijk aan  $4,1 \cdot 10^3$  N/m.

De massa van de rugzak is nog steeds 29 kg.

- 3p **26** Bereken de eigenfrequentie van de rugzak.

De rugzakgenerator wekt de meeste energie op als de eigenfrequentie van de rugzak gelijk is aan de stapfrequentie. Stel dat aan deze voorwaarde is voldaan.

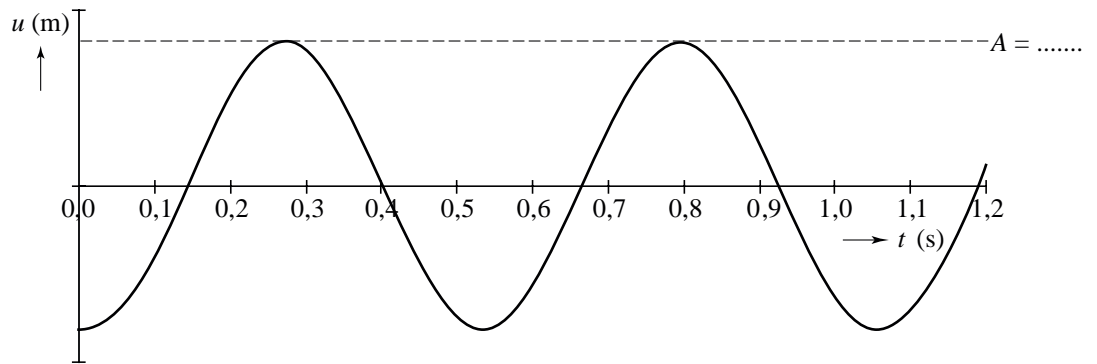
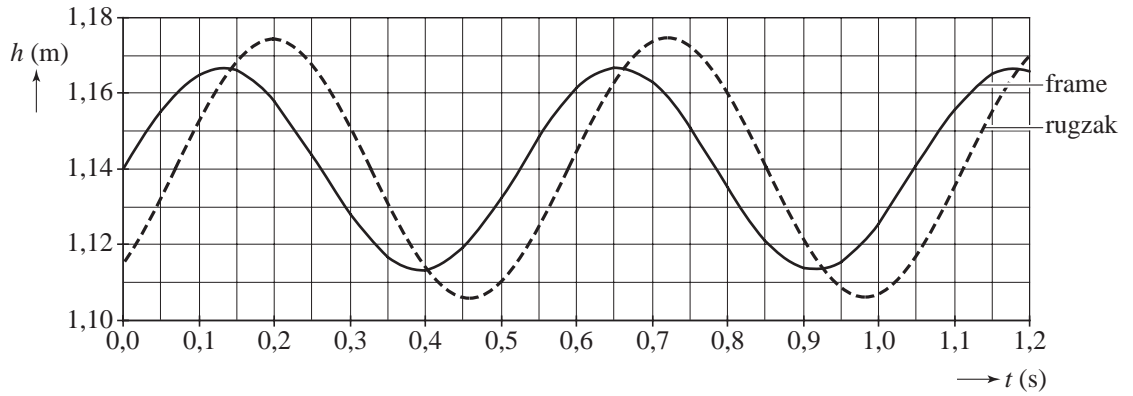
De wandelaar gaat nu sneller lopen door zijn stapfrequentie op te voeren.

Om weer de maximale energieoverdracht naar de generator te krijgen, zou de wandelaar de massa van de rugzak moeten veranderen.

- 2p **27** Moet hij daarvoor de massa groter of kleiner maken? Licht je antwoord toe.

**uitwerkbijlage**

24



ruimte voor een toelichting bij de bepaling van  $A$ : .....

.....

.....

.....

.....