

Opgave 1 Eliica

De Eliica (figuur 1) is een supersnelle elektrische auto. Hij heeft acht wielen en elk wiel wordt aangedreven door een elektromotor.

In de accu's kan in totaal 55 kWh elektrische energie worden opgeslagen.

Het gemiddelde energieverbruik van de Eliica is 0,17 kWh/km.

De actieradius van een elektrische auto is de afstand die hij met volle accu's kan afleggen bij gemiddeld energieverbruik.

2p 1 Bereken de actieradius van de Eliica.

De topsnelheid van de Eliica is 190 km/h. Bij die snelheid worden de wielen aangedreven met een nuttig vermogen van in totaal 92 kW.

4p 2 Bereken de grootte van de wrijvingskracht die de Eliica bij topsnelheid ondervindt.

Bij topsnelheid verbruikt de auto (veel) meer energie dan gemiddeld. Het rendement van de elektromotoren van de Eliica bij topsnelheid is 79%.

4p 3 Bereken het energieverbruik per km (in kWh/km) van de Eliica bij topsnelheid.

Ondanks zijn enorme massa van 2400 kg trekt de Eliica zeer snel op, sneller zelfs dan een sportwagen.

De Eliica en een sportwagen hielden een onderlinge race waarbij ze naast elkaar startten. In de figuur op de uitwerkbijlage staan de bijbehorende (v,t) -grafieken. Van $t = 0$ tot $t = 2,5$ s is de versnelling van de Eliica constant. Volgens de makers van de Eliica is zijn versnelling dan gelijk aan $0,8g$.

3p 4 Leg met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage uit dat die bewering klopt.

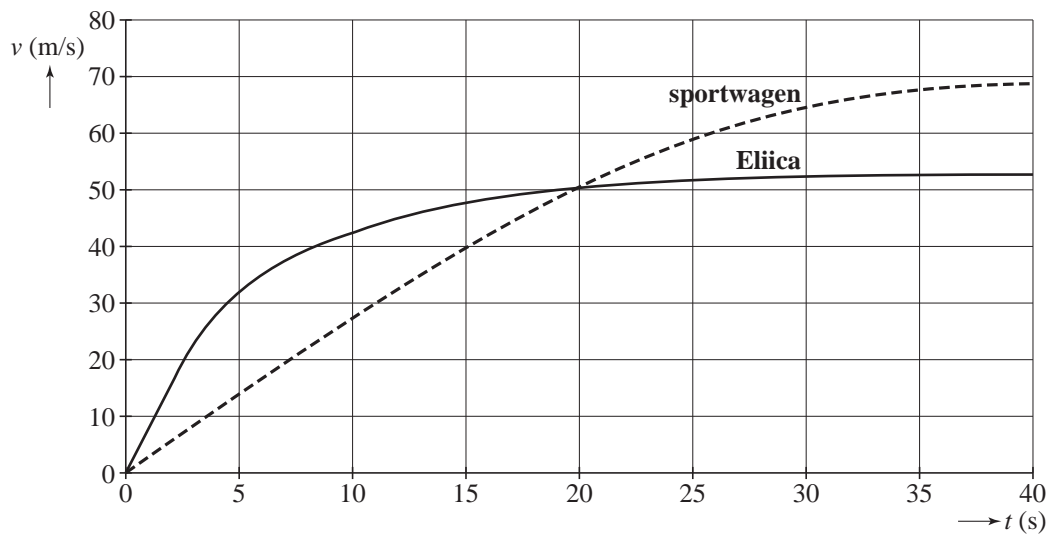
2p 5 Bereken de resulterende kracht op de Eliica in de periode van $t = 0$ tot $t = 2,5$ s.

figuur 1



uitwerkbijlage

4



ruimte voor een toelichting

.....

.....

.....

Opgave 2 Radiotherapie

In de geneeskunde wordt sinds lange tijd gebruik gemaakt van ioniserende straling om tumoren te behandelen. Vroeger gebruikte men daarbij vaak de isotoop radium-226. Een kleine hoeveelheid hiervan bracht men aan op de punt van een naald die in de tumor werd gestoken. Ra-226 zendt α - en γ -straling uit.

3p **6** Geef de vervalvergelijking van Ra-226.

2p **7** Hieronder staan twee beweringen.

I Het doordringend vermogen van α -straling is groter dan dat van γ -straling.

II Het ioniserend vermogen van α -straling is groter dan dat van γ -straling.

Wat is juist?

A Alleen bewering I is waar.

B Alleen bewering II is waar.

C Beide beweringen zijn waar.

D Geen van beide beweringen is waar.

In plaats van Ra-226 wordt tegenwoordig vaak de radioactieve isotoop iridium-192 gebruikt. Deze isotoop zendt β -straling uit.

2p **8** Hieronder staan twee beweringen.

a I De massa van een β -deeltje is groter dan de massa van een α -deeltje.

b II De lading van een β -deeltje is groter dan de lading van een α -deeltje.

Wat is juist?

A Alleen bewering I is waar.

B Alleen bewering II is waar.

C Beide beweringen zijn waar.

D Geen van beide beweringen is waar.

Behalve α -, β - en γ -straling wordt in de geneeskunde vaak röntgenstraling toegepast.

2p **9** Hieronder staan twee beweringen.

a I Volgens Binas is de energie van een γ -foton groter dan die van een röntgenfoton.

b II Volgens Binas is de golflengte van γ -straling groter dan die van röntgenstraling.

Wat is juist?

A Alleen bewering I is waar.

B Alleen bewering II is waar.

C Beide beweringen zijn waar.

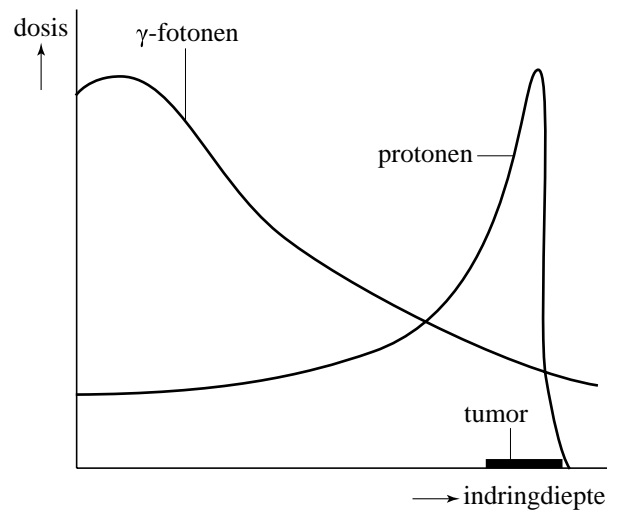
D Geen van beide beweringen is waar.

Sinds kort is een nieuwe bestralingmethode ontwikkeld: bestraling met snelle protonen. Deze methode heeft voordelen ten opzichte van bestraling met γ -fotonen.

In figuur 1 is zowel voor γ -fotonen als protonen de (geabsorbeerde) dosis weergegeven als functie van de indringdiepte. Ook is aangegeven op welke diepte de tumor zich bevindt.

Kenmerkend voor protonen is de piek in de grafiek. De plaats waar deze piek optreedt, hangt af van de energie van de protonen. Die energie kan men instellen.

figuur 1



- 2p **10** Noem aan de hand van figuur 1 twee voordelen van bestraling met protonen ten opzichte van bestraling met γ -fotonen.

Men wil een oogtumor met een massa van 4,2 mg met protonen bestralen. De protonenbundel die er op gericht wordt, bevat $7,8 \cdot 10^3$ protonen per seconde. De energie van elk proton is 70 MeV. De protonen geven 80% van hun energie af aan het weefsel van de tumor.

De tumor moet een stralingsdosis (de geabsorbeerde energie per kg) opnemen van 60 Gy, verdeeld over 30 bestralingen.

- 5p **11** Bereken hoe lang elke bestraling moet duren. Neem daarbij aan dat alle protonen de tumor treffen.

Opgave 3 Nieuwe exoplaneet ontdekt

Op 3 februari 2009 meldde ESA (European Space Agency) de ontdekking van de exoplaneet Corot-exo-7b. Een exoplaneet is een planeet die niet om de zon maar om een (andere) ster draait, een planeet in een ander zonnestelsel dus. In de tabel hieronder staat een aantal gegevens van deze planeet en zijn 'zon'.

Naam ster	Corot-exo-7	Naam planeet	Corot-exo-7b
afstand	140 pc	ontdekt in	2009
type	K0V	massa	$5 \text{ à } 10 M_{\text{aarde}}$
schijnbare magnitude	11,7	straal planeet	$1,8 R_{\text{aarde}}$
leeftijd	$1,1 \cdot 10^9$ jaar	straal planeetbaan	$2,54 \cdot 10^9$ m
effectieve temperatuur	5300 K	omlooptijd	0,83 dagen

- De afstand tussen ons en de ster is uitgedrukt in parsec (pc). Behalve de parsec wordt ook de eenheid lichtjaar gebruikt om afstanden in het heelal aan te geven.
- 2p **12** Reken met behulp van Binas de afstand tot Corot-exo-7 om in lichtjaar.

Corot-exo-7b is de kleinste exoplaneet die tot nu toe is waargenomen. Zijn straal is maar 1,8 maal zo groot als die van de aarde. (Voor het volume van een bol

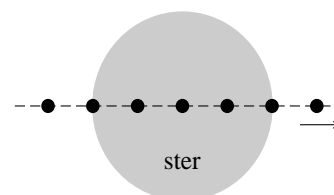
met straal r geldt $V = \frac{4}{3} \pi r^3$.)

Over de massa van de planeet bestaat nog veel onzekerheid. Zie de tabel. Veronderstel dat de exoplaneet 'aardachtig' is, dat wil zeggen dat de dichtheid van de planeet (ongeveer) gelijk is aan die van de aarde.

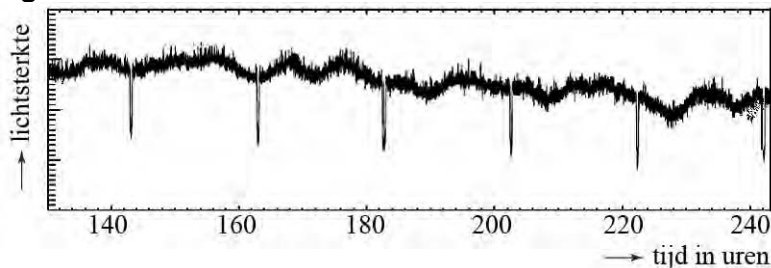
- 3p **13** Hoe groot is in dat geval de massa van de planeet, uitgedrukt in de massa van de aarde? Licht je antwoord toe.

Corot-exo-7b is ontdekt met behulp van de transitmethode. Telkens als de planeet in zijn baan voor de ster langs komt (zie figuur 1), dekt hij een klein deel van de ster af. Daardoor verandert de lichtsterkte van de ster periodiek. Zie figuur 2.

figuur 1



figuur 2



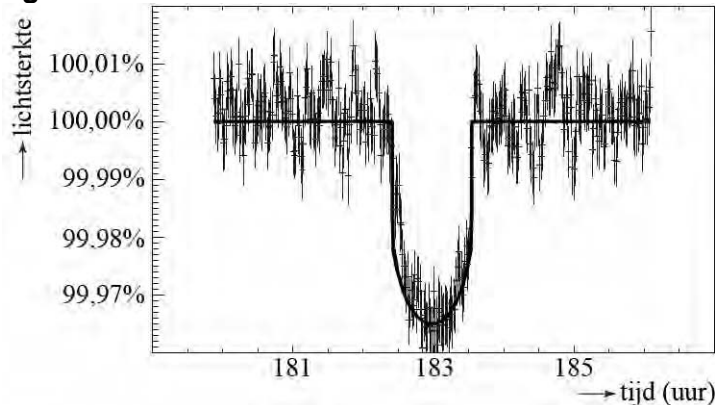
- Een 'jaar' duurt op deze planeet erg kort.
- 3p **14** Bepaal met behulp van figuur 2 hoe lang een 'jaar' op deze planeet duurt. Ga na of je antwoord overeenkomt met de waarde die in de tabel is opgegeven.

Uit de gegevens in de tabel kan men berekenen dat de baansnelheid van de exoplaneet $2,2 \cdot 10^2$ km/s is.

- 3p **15** Voer die berekening uit.

In figuur 3 is een deel van figuur 2 uitvergroot. De getrokken lijn is de trendlijn door de meetpunten.

figuur 3



- 3p **16** Bepaal met behulp van figuur 3 de diameter van de ster. Neem daarbij aan dat de diameter van de planeet te verwaarlozen is ten opzichte van de diameter van de ster.

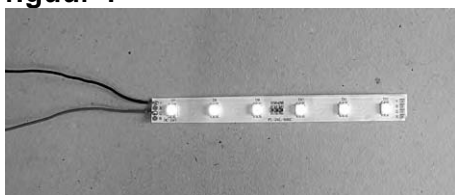
In de tabel staat de effectieve temperatuur (oppervlaktetemperatuur) van de ster waar de planeet omheen draait.

- 3p **17** Is de kleur van deze ster roder of blauwer dan die van de zon? Licht je antwoord toe.

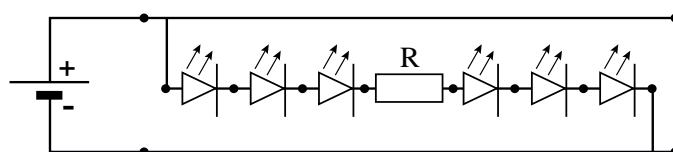
Opgave 4 LEDlint

Er zijn tegenwoordig zogenaamde LEDlinten te koop. Het lint bestaat uit aan elkaar gekoppelde stroken waarop zes identieke groene LED's en een weerstand in serie geschakeld zijn. Figuur 1 is een foto van één zo'n strook. In figuur 2 is schematisch getekend hoe de strook op een spanningsbron is aangesloten en hoe de LED's en de weerstand geschakeld zijn. De punten in de figuur zijn mogelijke aansluitpunten voor een stroom- of spanningsmeter.

figuur 1



figuur 2

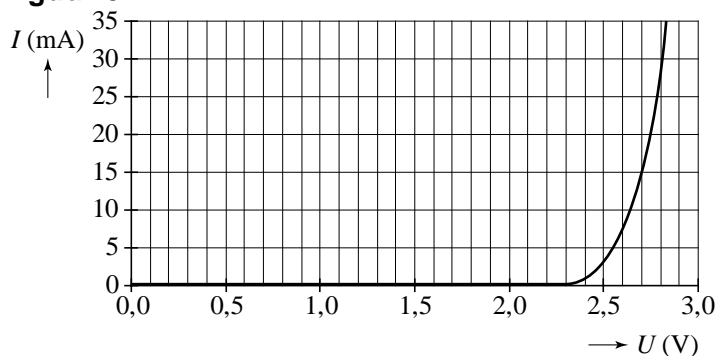


Marian wil de (I,U) -karakteristiek van zo'n groene LED opmeten. Daarvoor gebruikt ze een variabele spanningsbron, een stroom- en een spanningsmeter. Zie de figuur op de uitwerkbijlage.

- 3p **18** Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de verbindingsdraden die ze moet aanbrengen zodat ze de stroom door en de spanning over één LED kan meten.

Figuur 3 is de (I,U) -karakteristiek die ze heeft opgemeten.

figuur 3



Marian maakt weer de schakeling van figuur 2 en stelt de spanningsbron in op 22,0 V. De stroomsterkte in de kring is dan gelijk aan 16 mA.

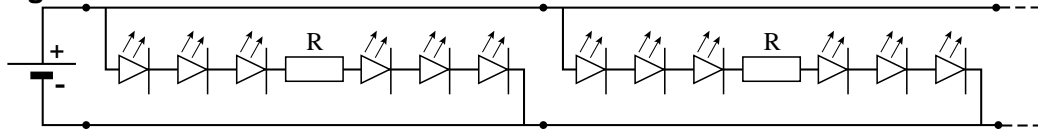
- 4p **19** Bepaal de waarde van de weerstand R.

De ontwerpers hadden een goede reden om de weerstand in de schakeling op te nemen.

- 1p **20** Noem die reden.

In figuur 4 is te zien hoe men de stroken aan elkaar koppelt. Het groen lichtgevende lint dat dan ontstaat, kan men gebruiken om bijvoorbeeld een vluchtroute aan te geven.

figuur 4



Marian maakt op deze manier een lint met een lengte van 1,0 m. Alle stroken hebben een lengte van 12,5 cm. De spanningsbron blijft ingesteld op 22,0 V. De stroomsterkte die de spanningsbron dan levert, is gelijk aan 0,13 A.

3p **21** Toon dat aan.

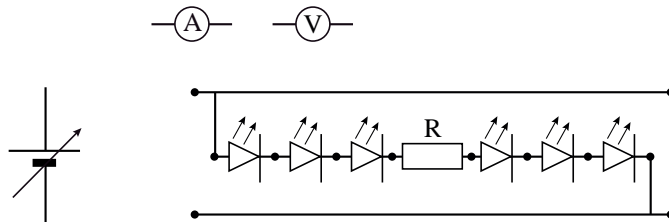
In de specificaties van de fabrikant staat:

- $U = 22 \text{ V}$
- $P_{\text{max}} = 26 \text{ W}$

3p **22** Bereken hoe lang het lint maximaal mag worden.

uitwerkbijlage

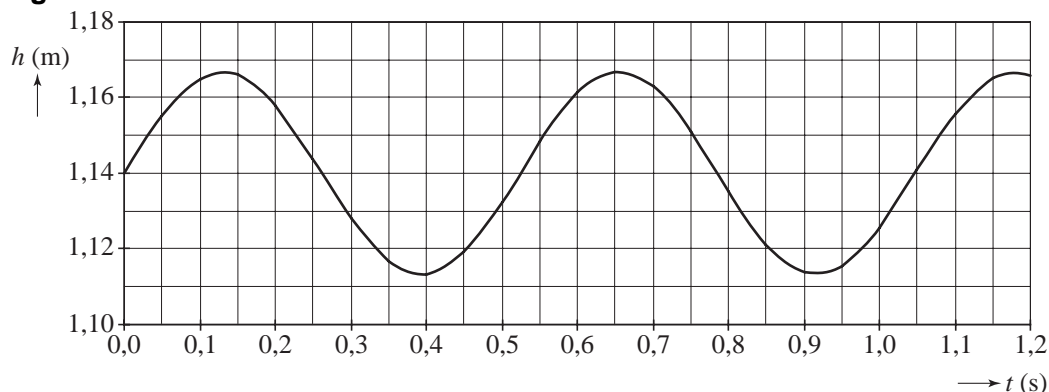
18



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



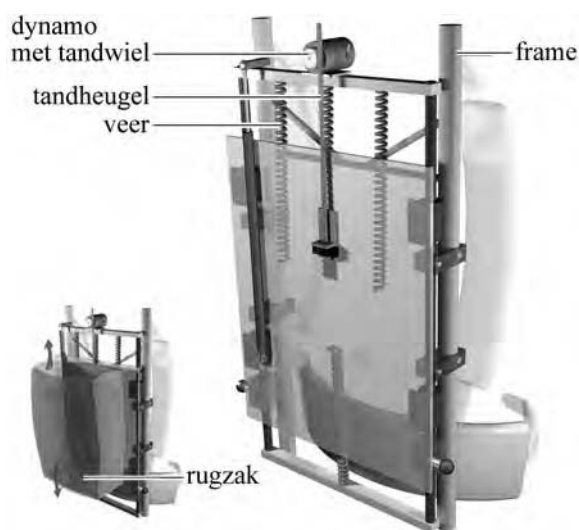
- De massa van de rugzak is 29 kg.
- 3p **23** Bepaal met behulp van figuur 1 het verschil tussen de maximale en minimale zwaarte-energie van de rugzak.

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

- 3p **24** Bepaal met behulp van figuur 1 de horizontale snelheid van de wandelaar in km/h.

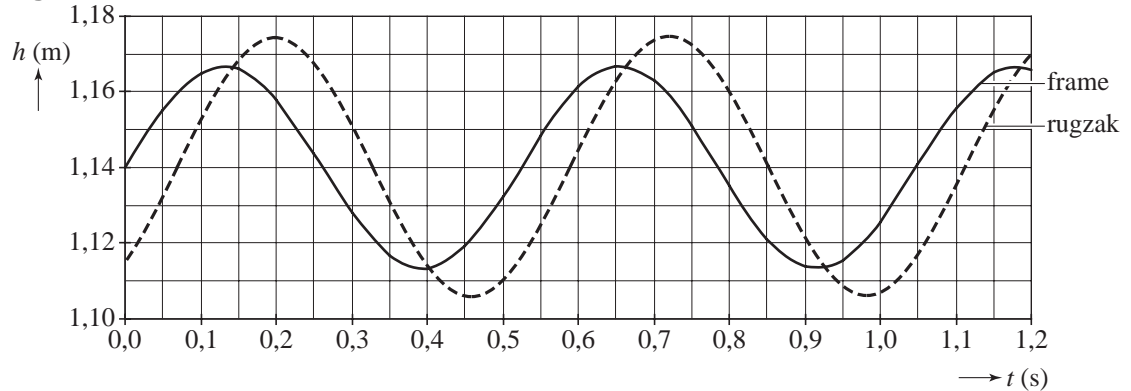
Een Amerikaanse bioloog heeft een manier bedacht om uit de verticale beweging van de rugzak elektrische energie te halen. Hij ontwierp een rugzakgenerator. Deze bestaat uit een frame waarop een dynamo is bevestigd. Aan het frame dat vastzit aan de rug van de wandelaar, wordt de rugzak verend opgehangen. 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 **25** 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 $3,7 \text{ W}$.

- 3p **26** Bereken de hoeveelheid energie die is opgewekt na $3,5$ uur lopen.

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

De massa van de rugzak is nog steeds 29 kg .

- 3p **27** 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.

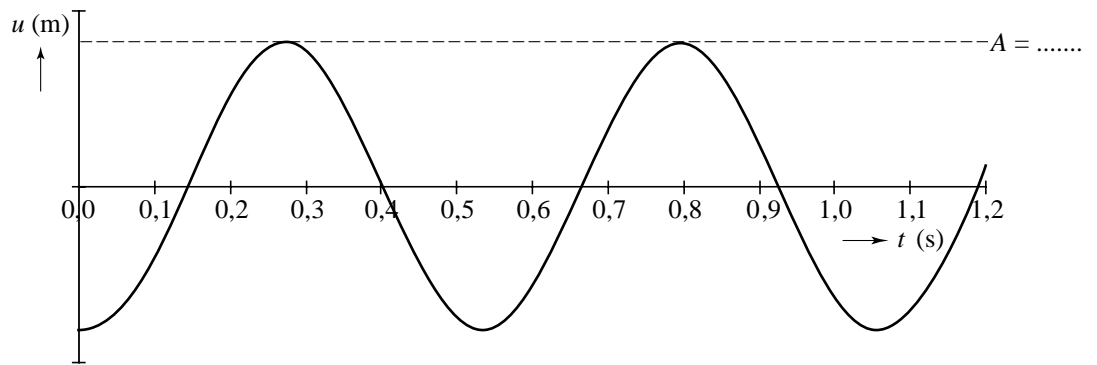
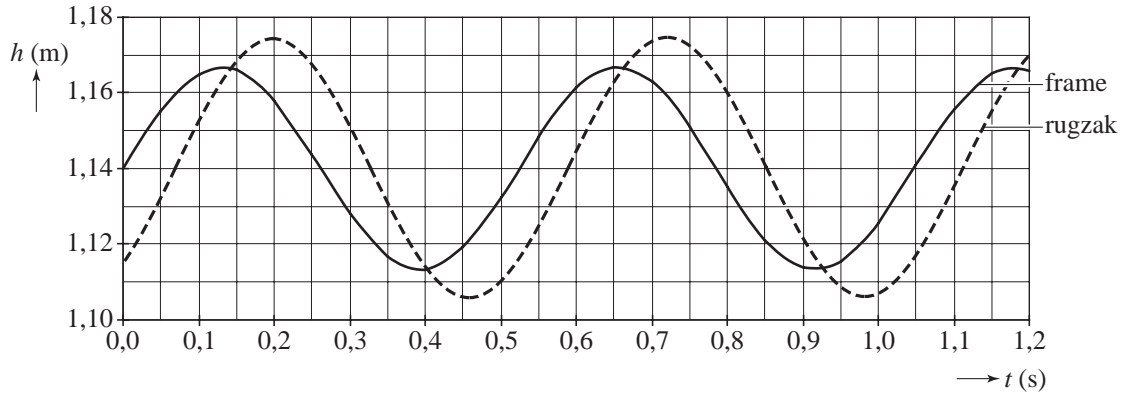
De wandelaar gaat nu sneller lopen door zijn stapfrequentie op te voeren.

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

- 2p **28** Moet hij daarvoor de massa groter of kleiner maken? Licht je antwoord toe.

uitwerkbijlage

25



ruimte voor een toelichting bij de bepaling van A :

.....

.....

.....

.....