Examen HAVO

2010

tijdvak 1
vrijdag 28 mei
13.30 - 16.30 uur

natuurkunde

tevens oud programma **natuurkunde 1,2**

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 27 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 78 punten te behalen.
Voor elk vraagnummer staat hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.

Als bij een vraag een verklaring, uitleg, berekening of afleiding gevraagd wordt, worden aan het antwoord meestal geen punten toegekend als deze verklaring, uitleg, berekening of afleiding ontbreekt.

Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd.
Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

HA-1023-a-10-1-o

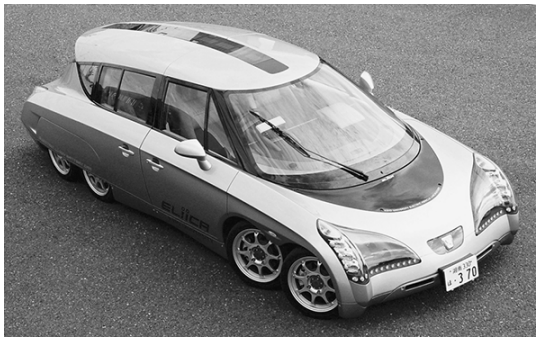
natuurkundeuitgelegd.nl

natuurkundeuitgelegd.nl

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 $55\ \text{kWh}$ elektrische energie worden opgeslagen.

figuur 1



Het gemiddelde energieverbruik van de Eliica is $0{,}17\ \text{kWh/km}$.
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 $190\ \text{km/h}$. Bij die snelheid worden de wielen aangedreven met een nuttig vermogen van in totaal $92\ \text{kW}$.

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 $2400\ \text{kg}$ 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 $t = 2{,}5\ \text{s}$ 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 $t = 2{,}5\ \text{s}$.

Mark en Twan bekijken de twee grafieken. Ze vragen zich af op welk tijdstip de sportwagen de Eliica passeert.
Mark zegt: "op ongeveer $t = 20\ \text{s}$". Twan zegt: "op ongeveer $t = 40\ \text{s}$".

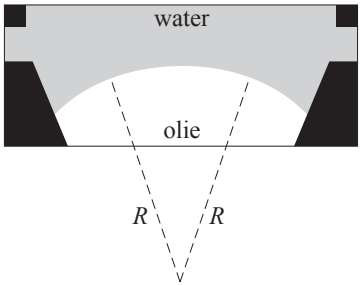
4p **6** Heeft Mark gelijk, heeft Twan gelijk of heeft geen van beiden gelijk? Licht je antwoord toe met behulp van de grafieken op de uitwerkbijlage.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Variabele vloeistoflens

Sinds enige tijd doet men veel onderzoek naar variabele vloeistoflenzen. Zo'n lens bestaat uit een doorzichtig rond doosje dat gevuld is met water en olie. Het scheidingsvlak tussen de twee vloeistoffen is bolvormig.
In figuur 1 is een dwarsdoorsnede van zo'n vloeistoflens getekend. In werkelijkheid is de lens $5{,}0$ maal zo klein.

figuur 1



2p **7** Bepaal met behulp van figuur 1 de grootte van de straal R van het bolvormige scheidingsvlak.

Aan de rand van het doosje bevinden zich twee contactpunten waarop een variabele gelijkspanningsbron is aangesloten. Door de spanning te verhogen, wordt de straal van het bolvormige scheidingsvlak kleiner. Zie figuur 2.

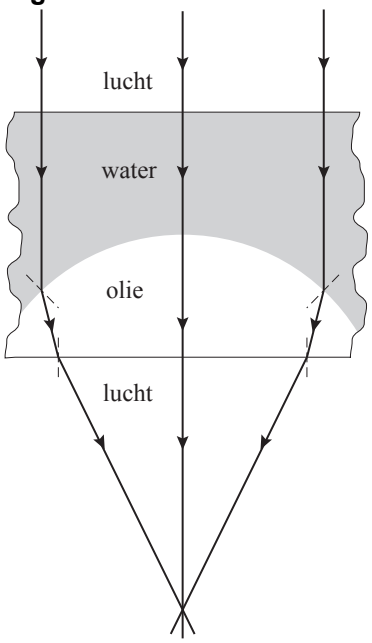
figuur 2

De onderzoekers hebben gemeten hoe de straal R afhangt van de spanning. Ook hebben ze gemeten hoe de sterkte S van de lens afhangt van R. Zie de twee grafieken op de uitwerkbijlage.

2p **8** Bepaal met behulp van de twee grafieken op de uitwerkbijlage de sterkte van de vloeistoflens bij een spanning van 120 V.

Om de lenswerking te begrijpen is een deel van de vloeistoflens vergroot weergegeven. Zie figuur 3. Op de lens valt een evenwijdige bundel licht. De invloed van het dunne laagje glas aan de boven- en onderkant is te verwaarlozen.

figuur 3



Bij de overgang van water naar olie vindt breking plaats. Voor de brekingsindex van water naar olie geldt:

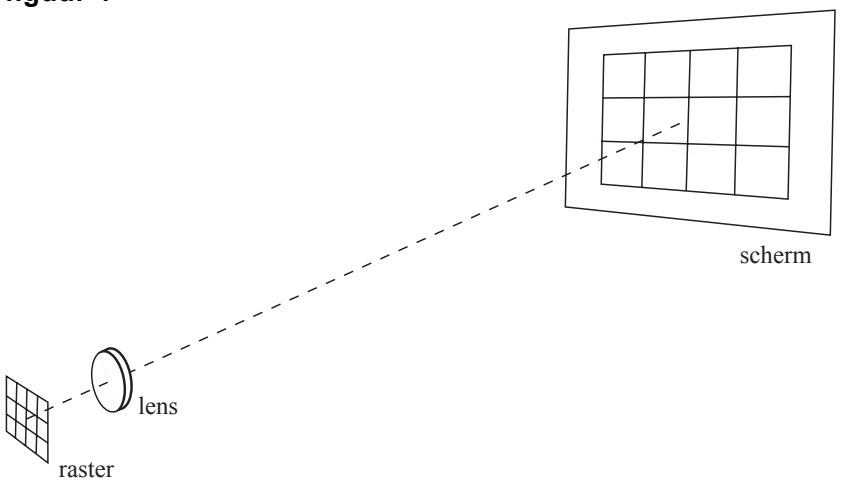
$$n_{\text{water}\rightarrow\text{olie}} = \frac{n_{\text{olie}}}{n_{\text{water}}}$$

3p **9** Is n_{olie} groter of kleiner dan n_{water}? Licht je antwoord toe met behulp van figuur 3 en bovenstaande formule.

natuurkundeuitgelegd.nl

De onderzoekers bepalen de sterkte van de lens door een raster vergroot af te beelden. Dat is schematisch en niet op schaal weergegeven in figuur 4.

figuur 4



De (lineaire) vergroting in deze situatie is 17. De afstand tussen de lens en het scherm is 20 cm.

4p **10** Bereken de sterkte van de lens.

Het is de bedoeling om vloeistoflenzen te gaan gebruiken in digitale camera's. Op de uitwerkbijlage staan twee vragen waarin het scherpstellen van een digitale camera met een variabele vloeistoflens wordt vergeleken met de wijze waarop het menselijk oog dat doet.

2p **11** Beantwoord de twee vragen op de uitwerkbijlage met ja of nee.

natuurkundeuitgelegd.nl

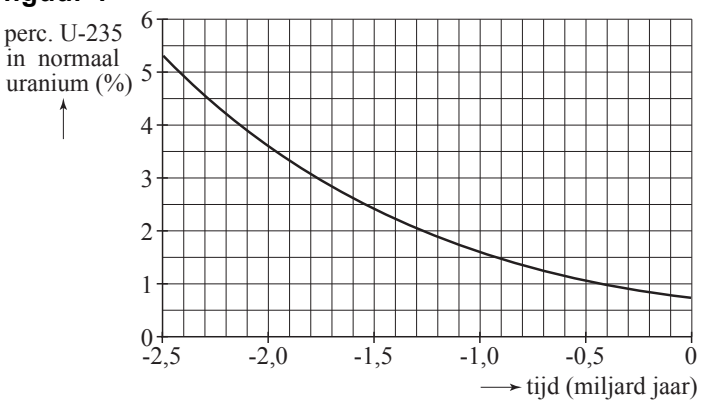
Opgave 3 De natuurlijke kernreactor van Oklo

Lees eerst onderstaande tekst.

> In 1972 ontdekten Franse kernfysici dat het uranium uit de mijn Oklo in Gabon een iets lager percentage U-235 bevatte dan normaal uranium. Dit verschil in percentage is te verklaren door aan te nemen dat de mijn zo'n twee miljard jaar geleden als een natuurlijke kernreactor in actie is geweest.
> Er zijn twee voorwaarden voor een kettingreactie van het splijten van U-235: het percentage U-235 moet minstens 3% zijn en er moet water aanwezig zijn om als moderator te dienen. Waarschijnlijk kon het water door aardverschuivingen bij het uranium komen.

Normaal uranium bestaat voor 0,7% uit de radioactieve isotoop U-235 en voor 99,3% uit de radioactieve isotoop U-238.
Men kan uitrekenen hoe het percentage U-235 in uranium in de loop van de tijd is veranderd. Zie figuur 1.

figuur 1



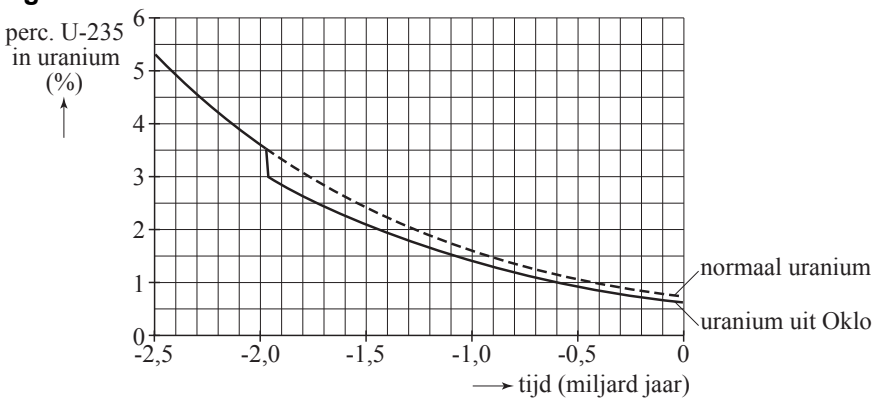
Het heden is het tijdstip $t = 0$.

2p **12** Leg uit waarom het percentage U-235 in uranium in de loop van de tijd is afgenomen. Gebruik in je uitleg de halveringstijden van U-238 en U-235.

natuurkundeuitgelegd.nl

Omdat de samenstelling van het uranium uit de mijn van Oklo iets afwijkt van normaal, heeft men teruggerekend hoe het (massa)percentage U-235 van dit uranium in de loop van de tijd is veranderd. Zie figuur 2.

figuur 2



Ongeveer twee miljard jaar geleden moet er plotseling U-235 verdwenen zijn door kernsplijting. Men schat de hoeveelheid verdwenen U-235 op $1{,}1 \cdot 10^4$ kg.

3p **13** Bepaal met behulp van de grafiek de totale massa die het uranium had op het moment dat de reactor begon te werken.

Bij de splijting van één U-235-kern komt gemiddeld 200 MeV energie vrij.

4p **14** Bereken de hoeveelheid energie in J die de kernreactor van Oklo heeft geproduceerd.

In het uraniumerts uit Oklo zijn sporen van neodynium-145 (Nd-145) gevonden. Dit moet bij de kernsplijting van U-235 zijn ontstaan.
Op de uitwerkbijlage is deze reactie onvolledig weergegeven.

3p **15** Maak de reactie op de uitwerkbijlage compleet door de stippellijntjes in te vullen. (Nd-145 en het andere splijtingsproduct staan niet in tabel 25 van Binas; die elementen staan wel in tabel 40 en 99.)

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Heteluchtoven

In een heteluchtoven zit behalve een verwarmingselement dat de lucht verhit, een ventilator voor het verspreiden van de hete lucht en een grill.
In de tabel hiernaast staan de vermogens van het verwarmingselement, de ventilator en de grill.
De oven zit op een aparte groep met een zekering van 16 A. De netspanning is 230 V.

verwarmingselement	1450 W
ventilator	80 W
grill	1300 W

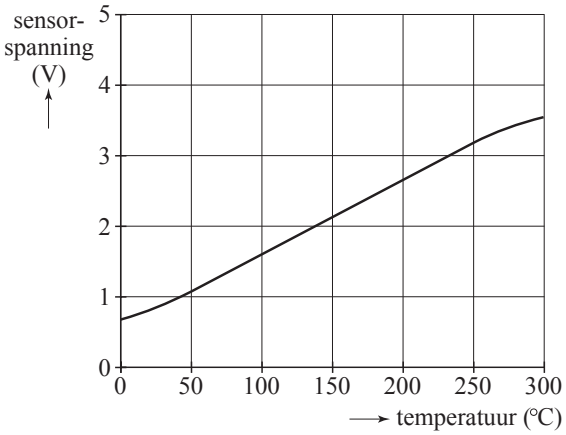
3p **16** Laat met een berekening zien dat deze zekering voldoet.

Het verwarmingselement dat de lucht verhit, is een nichroomdraad in de vorm van een spiraal. De draad heeft een doorsnede van 0,12 mm^2.

5p **17** Bereken de lengte van de draad.

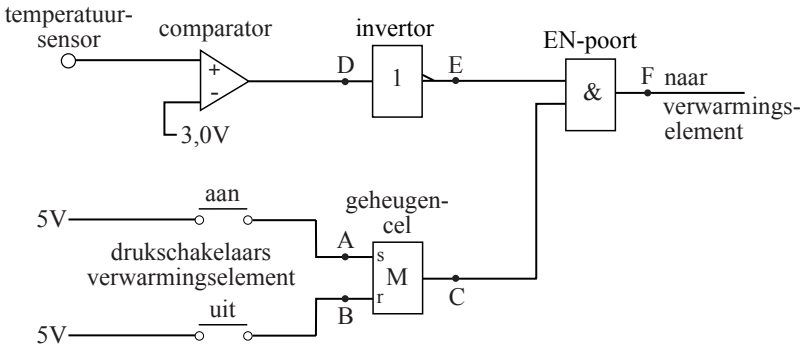
In de oven zit een temperatuursensor. Figuur 1 is de ijkgrafiek van de sensor.
In figuur 2 is het deel van de schakeling te zien waarmee het in- en uitschakelen van het verwarmingselement geregeld wordt.

figuur 1



De oven is koud. Door de drukschakelaar 'aan' even in te drukken wordt het verwarmingselement ingeschakeld. Het gaat uit als de oven de ingestelde temperatuur bereikt.
Met de drukschakelaar 'uit' kan men het verwarmingselement op elk gewenst moment uitzetten.
In figuur 2 zijn de punten A, B, C, D, E en F aangegeven.

figuur 2



Op de uitwerkbijlage staat een tabel waarin drie keer moet worden ingevuld of het signaal in de punten A tot en met F laag (0) of hoog (1) is.

3p **18** Vul in de tabel op de uitwerkbijlage bij A tot en met F de juiste waarden in.

natuurkundeuitgelegd.nl

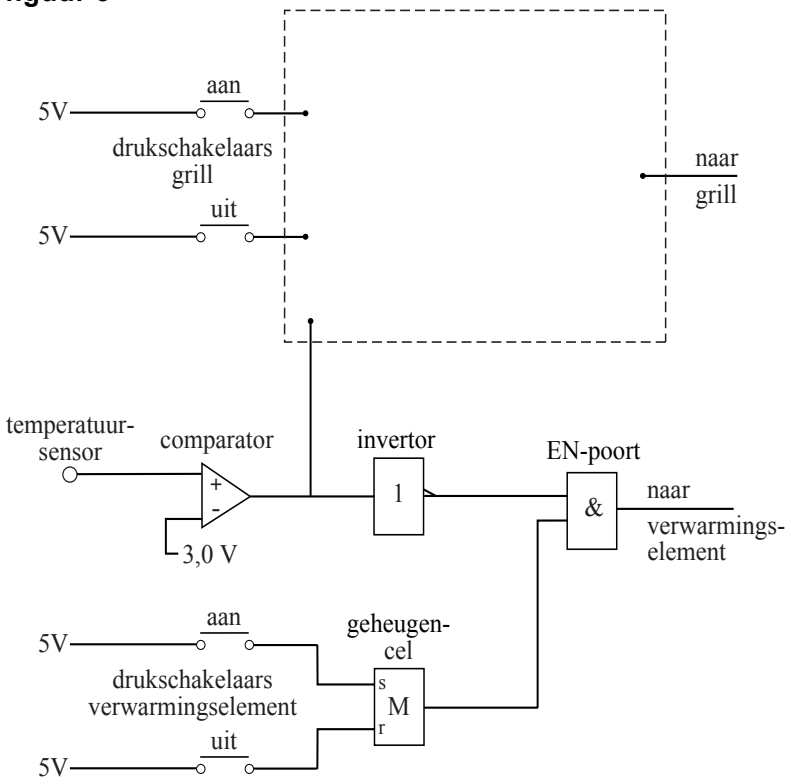
Wanneer de temperatuur in de oven de ingestelde temperatuur heeft bereikt, zorgt de schakeling ervoor dat die temperatuur gehandhaafd wordt.

1p **19** Hoe groot is de ingestelde temperatuur?

3p **20** Leg uit hoe de schakeling ervoor zorgt dat die temperatuur gehandhaafd wordt.

Om het opwarmen te versnellen, kan ook de grill worden ingeschakeld.
In figuur 3 is de (nog onvolledige) schakeling getekend waarmee ook het in- en uitschakelen van de grill tijdens het opwarmen wordt geregeld.

figuur 3



De schakeling moet aan de volgende eisen voldoen.
- De grill wordt ingeschakeld door de drukschakelaar “aan” van de grill even in te drukken.
- Wanneer de temperatuur in de oven de ingestelde waarde heeft bereikt, zorgt de schakeling ervoor dat de grill **blijvend** wordt uitgeschakeld; in tegenstelling tot het verwarmingselement gaat de grill dus niet meer aan, wanneer de temperatuur beneden de ingestelde waarde komt.
- Door de drukschakelaar “uit” van de grill even in te drukken kan de grill, indien gewenst, tussentijds uitgeschakeld worden.

Figuur 3 staat ook op de uitwerkbijlage.

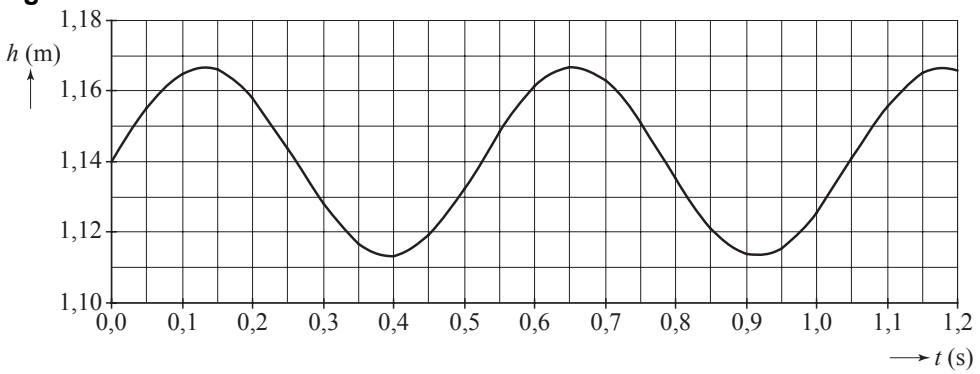
3p **21** Maak in de figuur op de uitwerkbijlage de schakeling compleet zodat aan bovengenoemde eisen is voldaan.

natuurkundeuitgelegd.nl

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.

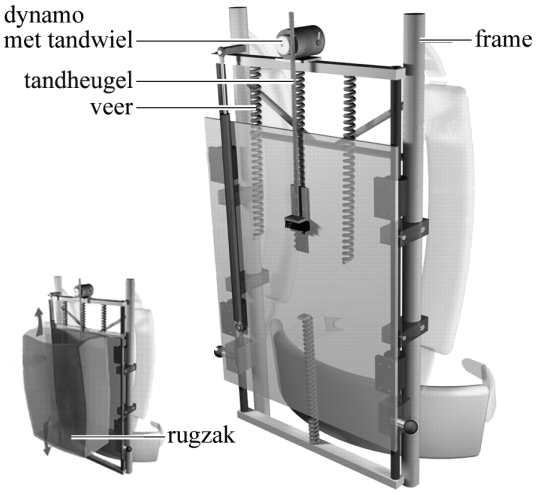
3p **22** Bepaal met behulp van figuur 1 het verschil tussen de maximale en minimale zwaarte-energie van de rugzak.

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.

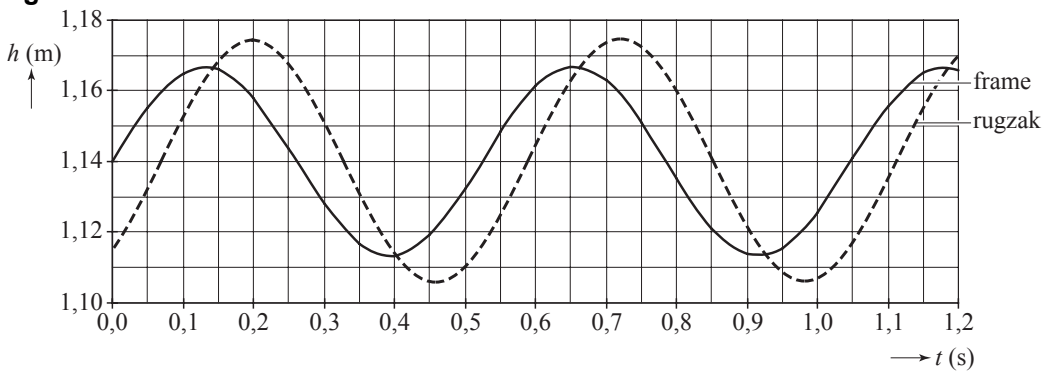
figuur 2



natuurkundeuitgelegd.nl

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.

Foton De nieuwe natuurkundemethode voor de bovenbouw
Theorie, oefenopgaven, antwoorden in één overzichtelijk boek inclusief SE-keuzeonderwerpen
Betaalbaar: € 35,- voor de complete stof. Meer info: natuurkundeuitgelegd.nl