Natuurkunde 1,2 (nieuwe stijl) en natuurkunde (oude stijl)

Examen HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20**01**

Tijdvak 2
Woensdag 20 juni
13.30 – 16.30 uur

Voor dit examen zijn maximaal 84 punten te behalen; het examen bestaat uit 27 vragen.
Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.
Voor de uitwerking van de vragen 4, 6 en 21 is een bijlage toegevoegd.

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.

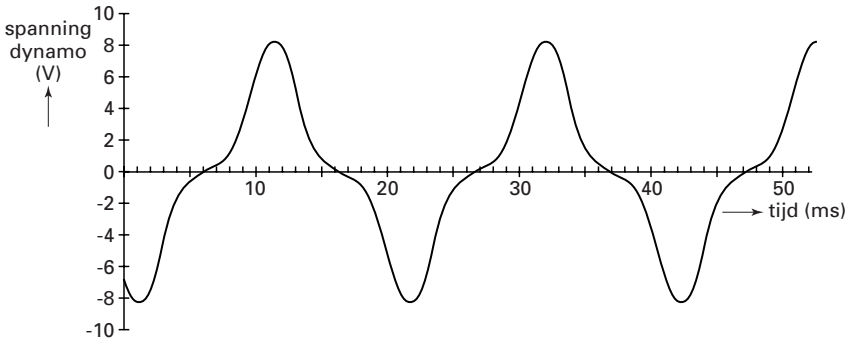
Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Fietsdynamo

Wilfried onderzoekt de werking van een fietsdynamo. Hij draait het voorwiel van zijn fiets rond en meet met een computer de spanning die de dynamo opwekt. In figuur 1 is deze spanning als functie van de tijd weergegeven.

figuur 1



De dynamo geeft een wisselspanning maar deze is niet sinusvormig.

3p **1** □ Bepaal met behulp van figuur 1 de frequentie van de wisselspanning.

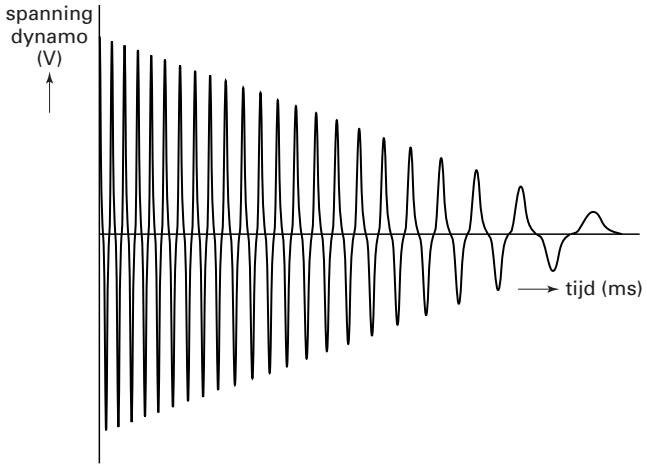
Wilfried vraagt zich af hoe groot de effectieve waarde van deze wisselspanning is. Hij overlegt met enkele klasgenoten en krijgt vier verschillende meningen te horen:

Arend: De effectieve spanning bedraagt 0 volt.
Ben: De effectieve spanning bedraagt ongeveer 5 volt.
Christel: De effectieve spanning bedraagt ongeveer 8 volt.
Daniël: De effectieve spanning bedraagt ongeveer 16 volt.

3p **2** □ Wie van de vier heeft gelijk? Geef een toelichting.

Vervolgens geeft Wilfried het wiel een zet en laat het uitdraaien. In figuur 2 is de spanning die de dynamo in deze situatie opwekt weergegeven als functie van de tijd.

figuur 2

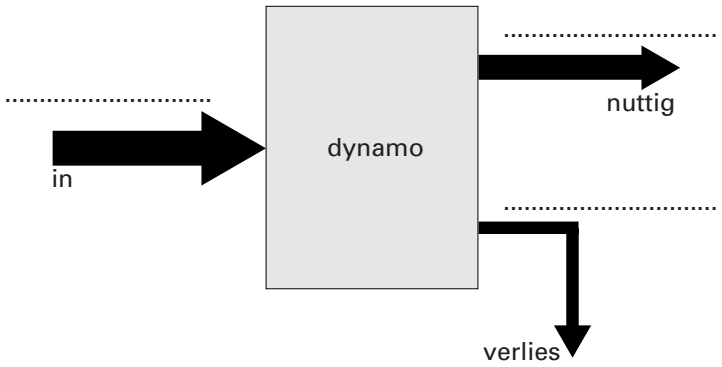


3p **3** □ Leg uit waarom de spanning van de dynamo afneemt. Gebruik bij de uitleg ook het begrip fluxverandering.

natuurkundeuitgelegd.nl

In figuur 3 is de energieomzetting die in de dynamo optreedt, schematisch weergegeven.
In het schema zijn de desbetreffende energiesoorten niet benoemd.

figuur 3



Figuur 3 staat ook op de bijlage.

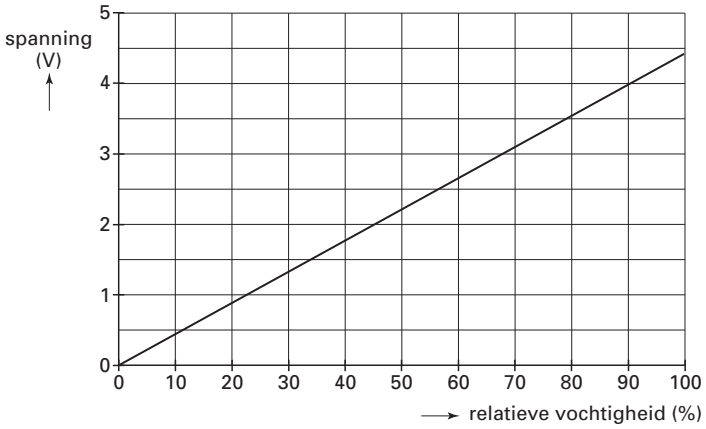
3p **4** □ Vul boven de stippellijnen in de figuur op de bijlage de energiesoorten in die bij de energieomzetting in de dynamo optreden.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Badkamerventilator

In een badkamer met toilet is een ventilator ingebouwd. De ventilator voert vochtige lucht naar buiten af als iemand een douche neemt en werkt bovendien hinderlijke luchtjes weg als iemand het toilet gebruikt.
De vochtigheid van de lucht wordt gemeten met een vochtigheidssensor. In figuur 4 is de uitgangsspanning van deze sensor weergegeven als functie van de relatieve vochtigheid.

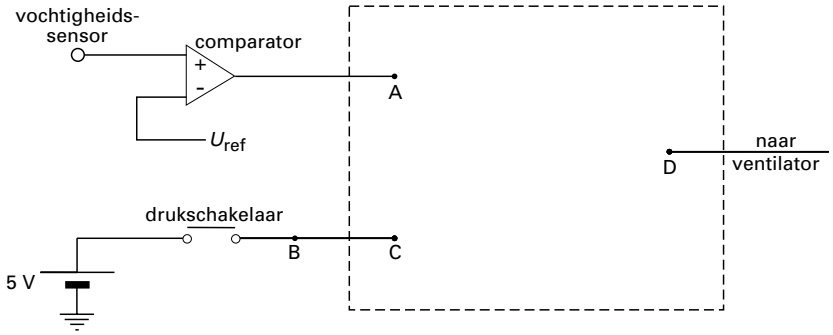
figuur 4



3p **5** □ Bepaal de gevoeligheid van de sensor. Geef de uitkomst in twee significante cijfers.

Men ontwerpt een automatisch systeem waarbij naast de vochtigheidssensor ook gebruik gemaakt wordt van een drukschakelaar onder de wc-bril. Alleen als iemand op de bril zit, is de schakelaar ingedrukt en geeft dan een hoog signaal door.
Het doel van het systeem is dat de ventilator in werking komt als de relatieve vochtigheid in de badkamer boven de 70% komt of als iemand op de bril gaat zitten.
In figuur 5 is de schakeling van het systeem nog onvolledig weergegeven.

figuur 5



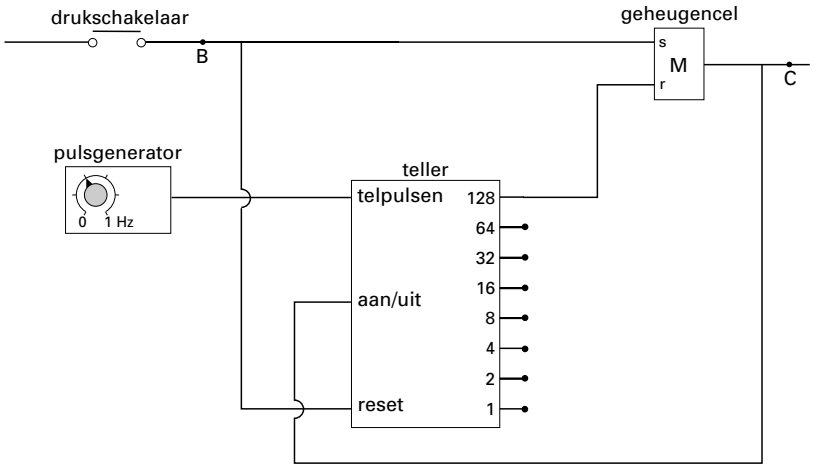
De ventilator gaat aan als het signaal bij D hoog is.
Figuur 5 staat ook op de bijlage.

3p **6** □ Teken in de figuur op de bijlage in de met een streeplijn aangegeven rechthoek de benodigde verwerker(s) met de bijbehorende aansluitingen. Geef op de bijlage ook aan op welke waarde de referentiespanning van de comparator moet worden ingesteld.

natuurkundeuitgelegd.nl

Om te bereiken dat de ventilator nog even door blijft draaien als iemand op het toilet heeft gezeten, wordt de schakeling van figuur 5 tussen B en C uitgebreid. Die uitbreiding is in figuur 6 weergegeven.

figuur 6



Als een persoon op het toilet zit, telt de teller niet.

3p **7** ☐ Leg met behulp van figuur 6 uit dat de teller begint te tellen als de persoon opstaat van het toilet.

De pulsgenerator die op de ingang telpulsen is aangesloten, wordt ingesteld op 0,40 Hz. De relatieve vochtigheid is lager dan 70%.

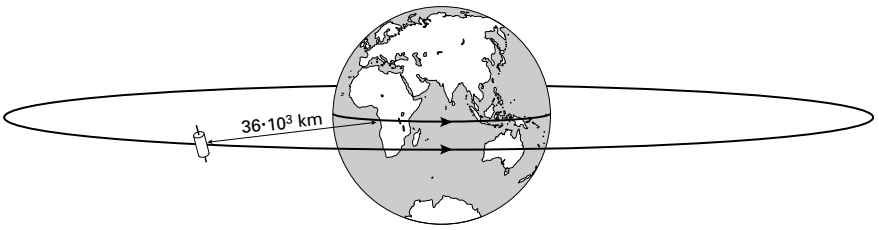
4p **8** ☐ Bepaal hoe lang de ventilator blijft draaien nadat de persoon is opgestaan.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Satellieten

Er draaien tegenwoordig veel satellieten om de aarde. Sommige van deze satellieten beschrijven een zogenoemde geostationaire baan.
Geostationaire satellieten bevinden zich op $36 \cdot 10^3$ km van de aarde, precies boven de evenaar. Zie figuur 7. Hun omlooptijd is gelijk aan één aardse dag, zodat het vanaf de aarde lijkt alsof de satelliet stilstaat.

figuur 7

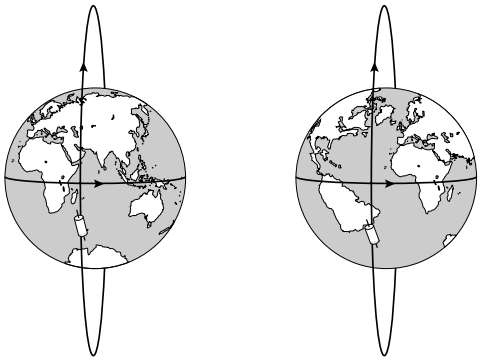


De communicatiesatelliet Astra beschrijft zo'n geostationaire baan.

4p **9** □ Bereken de snelheid waarmee Astra zijn baan beschrijft. Geef de uitkomst in twee significante cijfers.

Er zijn ook satellieten die polaire banen beschrijven. Deze satellieten bewegen van pool naar pool op betrekkelijk kleine hoogte. Terwijl de satelliet zijn baan beschrijft, draait de aarde om zijn as ten opzichte van het vlak waarin de satelliet beweegt. Zie figuur 8. Een bepaalde satelliet heeft een omlooptijd van $6{,}1 \cdot 10^3$ s.

figuur 8



3p **10** □ Bereken hoeveel graden de aarde om zijn as draait in één omlooptijd van de satelliet.

Voor het maken van landkaarten of voor spionagedoeleinden worden meestal satellieten gebruikt die een polaire baan beschrijven.
Voor dergelijke waarnemingssatellieten is een polaire baan geschikter dan een geostationaire baan.

2p **11** □ Noem daarvoor twee argumenten.

De eerste waarnemingssatellieten waren nog uitgerust met een fototoestel. Met zo'n fototoestel met een lens met een brandpuntsafstand van 0,80 m wordt op een hoogte van 450 km een foto van een startbaan genomen.
De lengte van de startbaan op het negatief bedraagt 2,8 mm.

3p **12** □ Bereken de werkelijke lengte van de startbaan.

Tegenwoordig zijn in waarnemingssatellieten sensoren aangebracht. Deze sensoren zijn gevoelig voor straling in verschillende golflengtegebieden. Een van de sensoren is gevoelig voor straling met een golflengte van 5,0 μm.

3p **13** □ Bereken de frequentie van deze straling.

Met een sensor die gevoelig is voor straling met een golflengte van 5,0 μm kan men zowel overdag als 's nachts een kudde olifanten volgen. Met een sensor die gevoelig is voor een golflengte van 0,6 μm kan dat alleen overdag.

4p **14** □ Leg uit waarom de 5,0 μm sensor een kudde olifanten 's nachts kan waarnemen en leg uit waarom de 0,6 μm sensor dat niet kan.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Tritium uit lichtgevend plastic horloge

Lees het onderstaande artikel.

artikel

ROTTERDAM, 24 SEPT. Een plastic horloge met lichtgevende wijzerplaat kan leiden tot een verhoogde concentratie van het radioactieve element tritium in bloed en urine van de drager. Het Oostenrijkse Ministerie van Volksgezondheid heeft dit bekendgemaakt.
Tritium is een zwakke bètastraler die jaren geleden is ingevoerd als veilige vervanger van het gevaarlijke radium in lichtgevende wijzerplaten. Volgens het ministerie is aangetoond dat het tritium zowel de plastic kast van een horloge als de huid van de drager kan passeren. Metalen kasten zijn niet doordringbaar voor tritium.
In de urine van sommige dragers zijn tritiumconcentraties gevonden overeenkomend met 800 becquerel per liter. Dat levert een extra stralingsbelasting op van 0,02 millisievert per jaar. Gevaar voor de gezondheid levert het tritium dus niet op.

naar: NRC Handelsblad, 24 september 1993

Gevaar van radioactieve stoffen kan optreden in de vorm van bestraling en in de vorm van besmetting.

3p **15** □ Wat is het kenmerkende verschil tussen bestraling en besmetting en met welke vorm heeft men te maken in het geval van tritium?

Tritium is een isotoop van waterstof. De kern bestaat uit 1 proton en 2 neutronen.

3p **16** □ Geef de vervalreactie van tritium.

3p **17** □ Bereken hoe lang het duurt totdat de activiteit van tritium is afgenomen tot 12,5% van zijn beginwaarde.

Als de urine van een persoon een activiteit van 800 Bq per liter heeft, is de activiteit in het hele lichaam veel hoger. Het hele lichaam van een persoon met een massa van 70 kg staat een jaar lang bloot aan de straling van tritium met een gemiddelde activiteit van 16 kBq.
Voor het dosisequivalent H geldt:

$$H = Q\frac{E}{m}$$

Hierin is:
- H het dosisequivalent (in Sv);
- Q de zogenoemde weegfactor (kwaliteitsfactor); $Q = 1$ voor β-straling;
- E de energie (in J);
- m de massa (in kg).

5p **18** □ Laat door een berekening zien dat de schatting in het artikel van de extra stralingsbelasting als gevolg van het tritium juist is.
Gebruik hierbij dat 1 MeV = $1{,}602 \cdot 10^{-13}$ J.

3p **19** □ Ben je het met de laatste zin van het artikel eens? Licht je mening toe. Vermeld daarbij een relevante waarde uit tabel 99E van het informatieboek Binas.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Vuurtoren

Het licht van een vuurtoren moet op grote afstand gezien kunnen worden. De lichtbundel moet dus een grote intensiteit hebben. De lamp van de Brandaris (figuur 9) op Terschelling, met daaromheen de optische stelsels die voor de lichtbundels zorgen, is in figuur 10 afgebeeld.

figuur 9

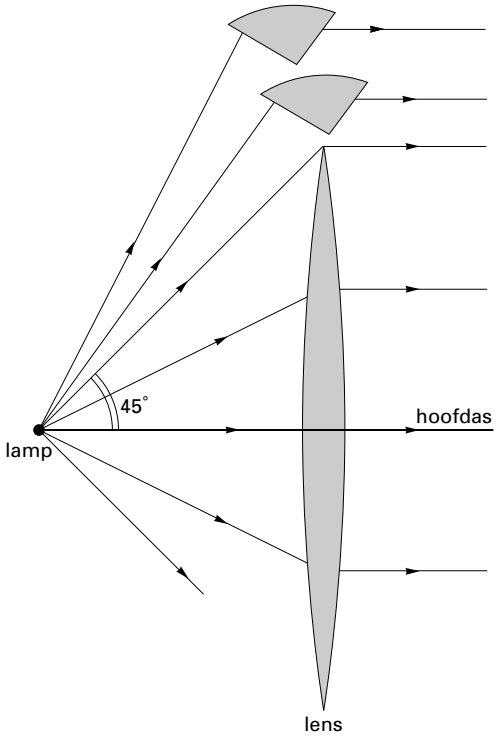
figuur 10

In figuur 11 zijn de lamp en een deel van één zo'n optisch stelsel schematisch weergegeven. Een lens zorgt ervoor dat alle lichtstralen die een hoek kleiner dan 45° met de hoofdas maken, evenwijdig met de hoofdas uit de lens komen.
Figuur 11 is op een schaal van 1:20 getekend.

3p **20** □ Bepaal de brandpuntsafstand van de lens.

Om ervoor te zorgen dat zo weinig mogelijk licht verloren gaat, zijn boven (en onder) de lens een soort prisma's geplaatst.
In figuur 11 zijn twee van deze prisma's getekend.

figuur 11



natuurkundeuitgelegd.nl

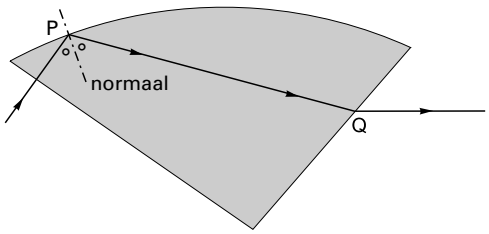
In figuur 12 is het verloop van een lichtstraal in een van de prisma's getekend. Figuur 12 is vergroot op de bijlage weergegeven.

4p **21** □ Bepaal met behulp van de figuur op de bijlage de brekingsindex van het materiaal waarvan het prisma gemaakt is.

Het is van belang dat uit de optische stelsels rondom een vuurtorenlamp een zo sterk mogelijke lichtbundel komt.

2p **22** □ Leg uit of de invalshoek van de lichtstraal bij punt P groter is dan de grenshoek van het gebruikte materiaal, kleiner is dan die grenshoek of gelijk is aan die grenshoek.

figuur 12



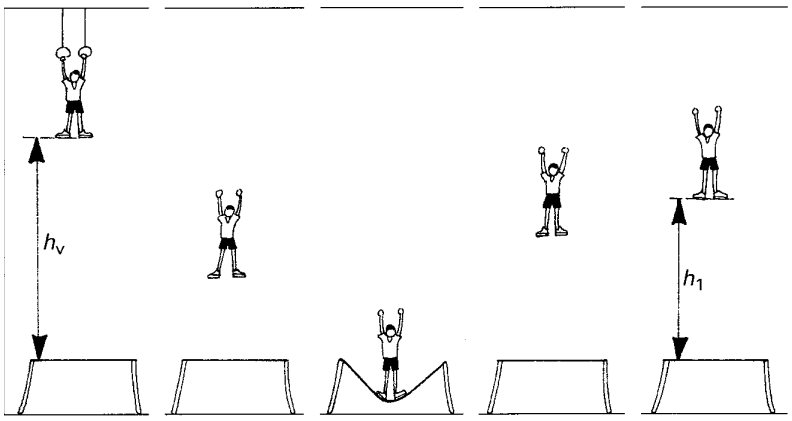
natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 6 Trampolinespringen

Roy, Sander en Elvira doen onderzoek aan trampolinespringen. Ze bekijken twee technieken: één waarbij de proefpersoon zich niet afzet tijdens het contact met de trampoline en één waarbij hij zich juist zoveel mogelijk afzet.

Onderzoek 1, zonder afzet
Roy hangt in de gymzaal op een bepaalde hoogte aan de ringen, recht boven de trampoline, en laat zich vallen. Zie figuur 13. De valhoogte h_v en de hoogte h_1 tot waar hij terugveert zonder zich af te zetten tegen de trampoline, worden gemeten. Voor beide hoogtes wordt de afstand van de trampoline tot de onderkant van zijn voeten gemeten.

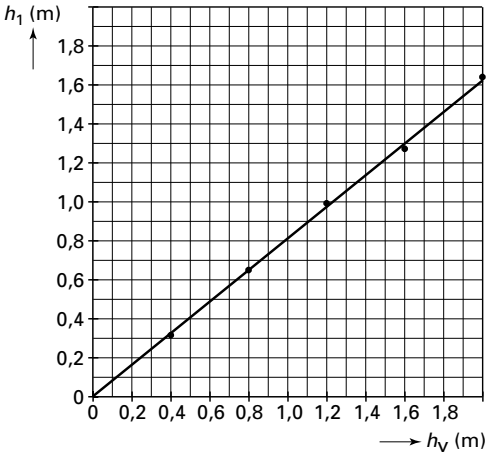
figuur 13



De eerste onderzoeksvraag die ze zich stellen is:
Wat is het verband tussen h_1 en h_v?

Ze hebben dit onderzocht door metingen te doen bij verschillende valhoogtes.
Van de metingen hebben ze een grafiek gemaakt. Zie figuur 14. Van deze grafiek willen ze het functievoorschrift opstellen.

figuur 14



3p **23** □ Bepaal het functievoorschrift dat bij de grafiek van figuur 14 hoort.

Het rendement van een trampoline kun je definiëren als de kinetische energie vlak ná het verlaten van de trampoline gedeeld door de kinetische energie vlak vóór het raken van de trampoline.
Uit deze definitie volgt dat, bij verwaarlozing van de luchtwrijving, het rendement η van de trampoline te berekenen is met de formule:

$$\eta = \frac{h_1}{h_v}.$$

4p **24** □ Toon dit aan met behulp van bovenstaande definitie.

Aan het eind van dit deel van hun onderzoek vragen ze zich af of de massa van een trampolinespringer van invloed is op de hoogte h_1 tot waar hij terugveert.

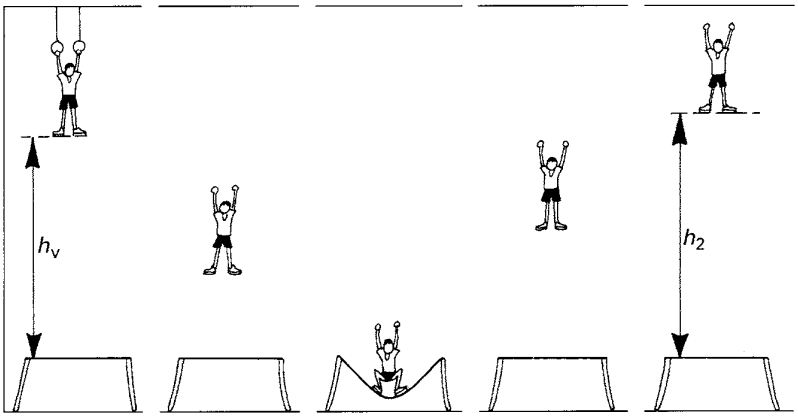
2p **25** □ Geef aan hoe ze dit kunnen onderzoeken.

natuurkundeuitgelegd.nl

Onderzoek 2, met afzet

Het groepje doet vervolgens een serie metingen waarbij Roy zich tijdens het contact met de trampoline zo goed mogelijk afzet. De hoogte tot waar hij dan terugveert, noemen ze h_2.
Zie figuur 15.

figuur 15



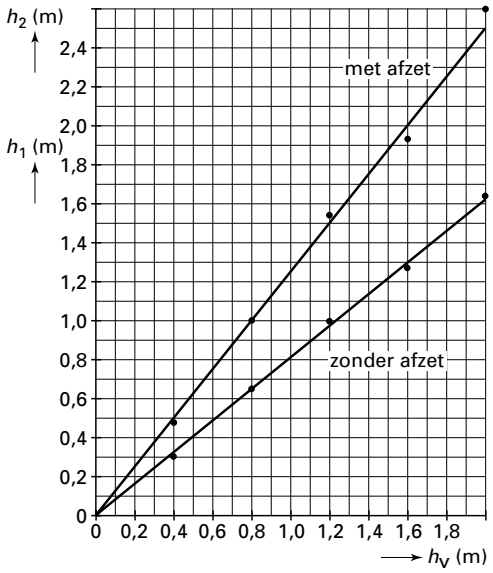
De grafiek van hun metingen is weergegeven in figuur 16.
Bij een van hun metingen veert Roy terug tot een hoogte van 1,00 m.

1p **26** □ Bepaal met behulp van figuur 16 van welke hoogte h_v hij zich in deze situatie heeft laten vallen.

Bij een andere meting laat Roy zich van een hoogte van 1,10 m vallen en veert éénmaal terug. Hij zet zich daarbij zo goed mogelijk af.
Roy heeft een massa van 70 kg.

4p **27** □ Bepaal hoeveel arbeid hij tijdens het afzetten minstens verricht. Verwaarloos daarbij wrijvingskrachten.

figuur 16



Einde

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