

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 31 vragen.

Voor dit examen zijn maximaal 83 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.

## Opgave 1 Sprong op de maan

Astronaut Young landde in 1972 met de Apollo 16 op de maan. Daar maakte hij op een gegeven moment een sprong recht omhoog. Die sprong is gefilmd.

In het filmpje is te zien dat Young eerst door zijn knieën zakt om zich te kunnen afzetten, zich vervolgens uitstrekt (de afzet), een tijd los is van de grond (de sprong) en bij het neerkomen weer door zijn knieën zakt.

Op de uitwerkbijlage staan vier beelden uit het filmpje:

- Young is door zijn knieën gezakt;
- hij komt los van de grond;
- hij bereikt het hoogste punt;
- hij is bij het neerkomen weer door zijn knieën gezakt.

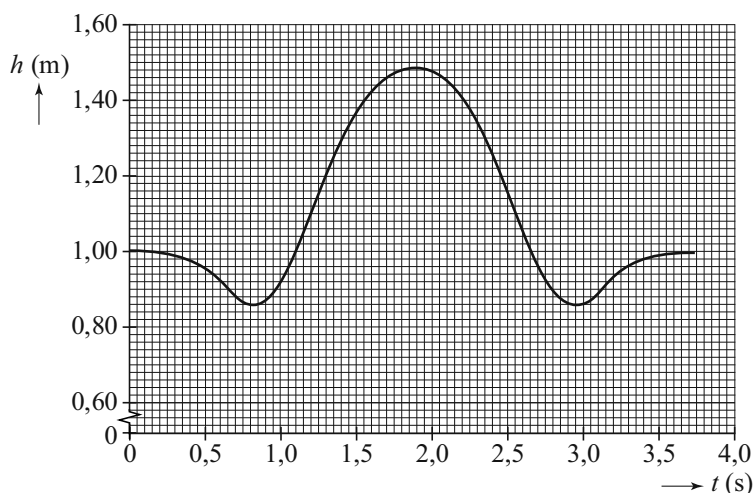
Aan de sprong is een videometing gedaan. Figuur 1 is het diagram van de hoogte  $h$  van het zwaartepunt van Young als functie van de tijd.

Figuur 2 is het bijbehorende  $(v,t)$ -diagram.

Op  $t = 1,16$  s komt Young los van de grond.

- 1p **1** Bepaal met behulp van het  $(h,t)$ -diagram in figuur 1 hoeveel zijn zwaartepunt na dat tijdstip nog omhoog gaat.

figuur 1

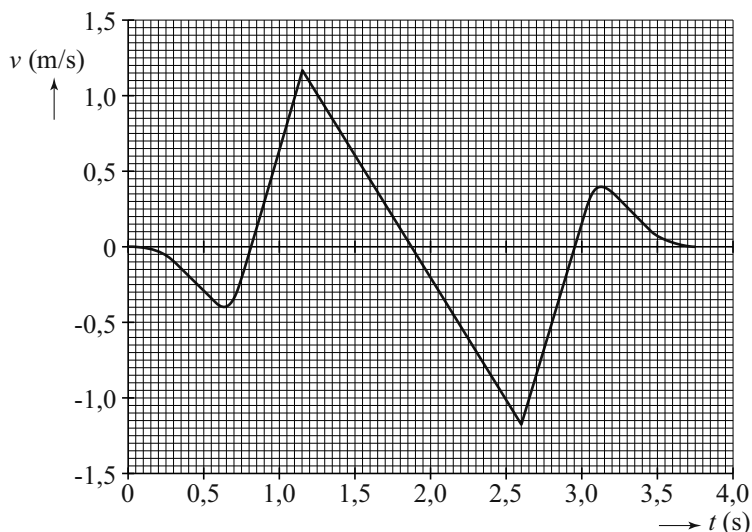


- 2p **2** Bepaal met behulp van het  $(v,t)$ -diagram in figuur 2 hoe lang hij los is van de grond.

- 4p **3** Voer de volgende opdrachten uit:

- Zoek op hoe groot de valversnelling  $g_M$  op de maan is.
- Toon aan dat uit het  $(v,t)$ -diagram vrijwel dezelfde waarde voor  $g_M$  volgt.

figuur 2



De massa van Young inclusief bepakking is 120 kg.  
Tijdens het afzetten is zijn versnelling  $3,3 \text{ m s}^{-2}$ .

- 4p **4** Bereken de grootte van de kracht die hij tijdens het afzetten op het maanoppervlak uitoefent. Houd daarbij rekening met de zwaartekracht van de maan.

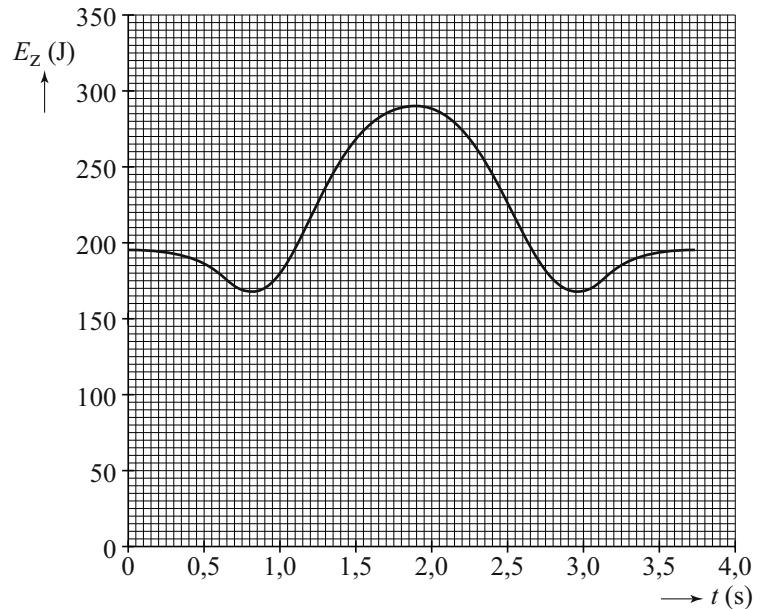
In het diagram van figuur 3 is de zwaarte-energie  $E_z$  van Young weergegeven als functie van de tijd.

Voor de mechanische energie geldt:

$$E_{\text{mech}} = E_k + E_z.$$

- 4p **5** Bepaal de mechanische energie op de tijdstippen  $t = 1,9 \text{ s}$  en  $t = 2,5 \text{ s}$ . Gebruik hierbij figuur 2 en figuur 3.

**figuur 3**



Het is verstandig om, zoals Young doet, bij het neerkomen door de knieën te zakken. Als je dat niet doet, kan de landing vrij pijnlijk zijn.

- 2p **6** Leg uit waarom het verstandig is om bij het neerkomen door je knieën te zakken. Baseer je uitleg op de relatie  $W = F_{\text{rem}} s$ .

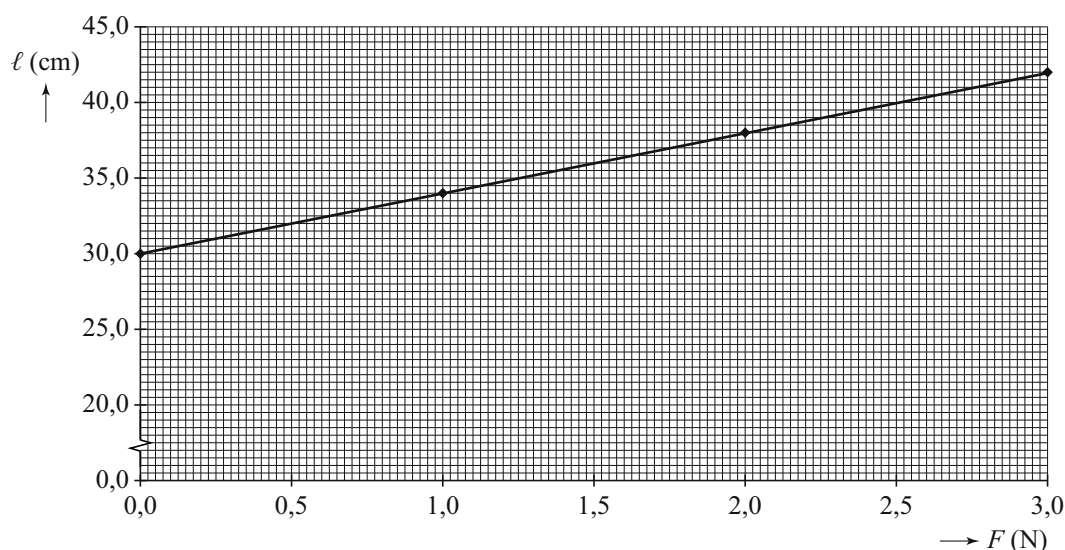
## Opgave 2 Postbode-elastiek

Jaap doet een aantal proeven met een elastiek dat postbodes vaak gebruiken. Zie figuur 1. Allereerst bepaalt hij de veerconstante  $C$  van het elastiek. Hij knipt het elastiek door en trekt eraan met een krachtmeter. Hij meet de lengte  $\ell$  van het elastiek als functie van de kracht  $F$ . Zijn metingen heeft hij in een grafiek weergegeven, zie figuur 2.

figuur 1



figuur 2



Uit deze metingen blijkt dat de veerconstante  $C$  van het elastiek  $25 \text{ N m}^{-1}$  is.

3p 7 Toon dit aan.

Voor de veerconstante  $C$  van een elastiek dat niet al te ver wordt uitgerekt, geldt:

$$C = \frac{EA_0}{\ell_0}$$

Hierin is:

- $E$  de elasticiteitsmodulus (in Pa);
- $\ell_0$  de lengte van het onbelaste elastiek (in m);
- $A_0$  de doorsnede van het onbelaste elastiek (in  $\text{m}^2$ ).

3p 8 Toon met behulp van bovenstaande formule aan dat de eenheid van de elasticiteitsmodulus  $E$  gelijk is aan Pa.

De doorsnede van het onbelaste elastiek is een rechthoek met de afmetingen  $1,0 \text{ mm} \times 7,5 \text{ mm}$ .

- 5p 9 Zou het elastiek dat Jaap gebruikt van rubber gemaakt kunnen zijn? Licht je antwoord toe met behulp van een berekening.

Jaap hangt een opgeblazen ballon aan het elastiek. Hij maakt de ballon zwaarder door er twee stalen kogels op te plakken. Zie figuur 3.

De massa van de ballon met de kogels is  $131 \text{ g}$ . De massa van het elastiek is te verwaarlozen.

Vervolgens laat hij de opgeblazen ballon aan het elastiek harmonisch trillen. Jaap telt  $118$  trillingen per minuut.

**figuur 3**



- 4p 10 Bereken de massa van de lucht in de opgeblazen ballon.

## Opgave 3 Röntgenstraling

Lees eerst onderstaande tekst.

In 1901 ontving Wilhelm Röntgen de allereerste Nobelprijs voor natuurkunde 'ter erkenning van de buitengewone diensten die hij heeft geleverd door de ontdekking van de opmerkelijke straling'.

Röntgen deed rond 1895 veel onderzoek aan de elektronenbuis. In een elektronenbuis botst een bundel elektronen op een stuk metaal. Ondanks de kartonnen afscherming van de buis zag Röntgen een scherm oplichten dat in de buurt van de elektronenbuis stond. Bij een herhaling van de proef trad opnieuw het lichtverschijnsel op. Vanaf dat moment onderzocht Röntgen systematisch de eigenschappen van deze nieuwe straling, die hij X-straling noemde, naar de onbekende variabele in de wiskunde.

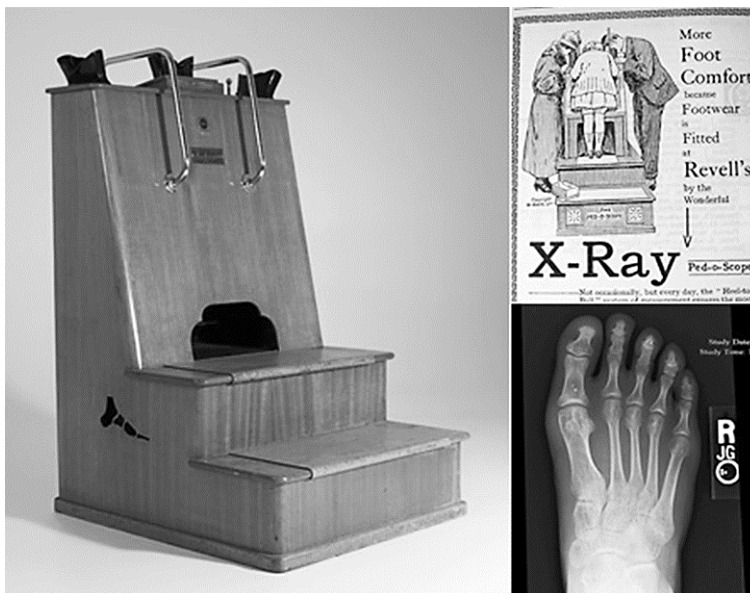
Tegenwoordig wordt X-straling ook Röntgenstraling genoemd.



- 2p 11 Is X-straling voor onze ogen zichtbaar?
- A Ja, de golflengte van X-straling is groter dan 750 nm.
  - B Ja, de golflengte van X-straling is kleiner dan 350 nm.
  - C Nee, de golflengte van X-straling is groter dan 750 nm.
  - D Nee, de golflengte van X-straling is kleiner dan 350 nm.
- 2p 12 Is de frequentie van X-straling groter of kleiner dan die van het zichtbare licht?
- A Groter, de energie van het X-foton is groter.
  - B Kleiner, de energie van het X-foton is groter.
  - C Groter, de energie van het X-foton is kleiner.
  - D Kleiner, de energie van het X-foton is kleiner.
- Röntgen kreeg tijdens zijn onderzoek met de elektronenbuis soms last van een rode huid. Hij dacht dat dit veroorzaakt zou kunnen worden door de X-straling.
- 2p 13 Zou de veronderstelling van Röntgen kunnen kloppen?
- A Ja, X-straling is ioniserende straling.
  - B Ja, X-straling is radioactieve straling.
  - C Nee, X-straling is ioniserende straling.
  - D Nee, X-straling is radioactieve straling.

Halverwege de vorige eeuw stonden in schoenenwinkels apparaten die gebruikmaakten van X-straling waarmee je kon zien of de schoen die je aan had wel paste. Kinderen konden door hun schoen heen de voetbotjes zien bewegen. Zie figuur 1.

figuur 1



De energie  $E$  die een kindervoet van  $m = 350$  g per minuut absorbeerde, was bij deze machine 0,21 Joule. De weegfactor  $w_R$  voor X-straling is 0,95. Een kind hield gedurende 15 s zijn of haar voet in de machine.

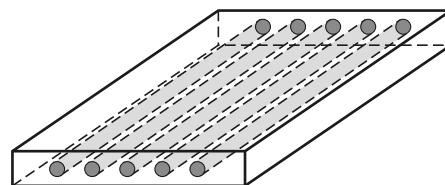
3p 14 Bereken de equivalente dosis (in Sv) die de voet van het kind in 15 s ontving.

## Opgave 4 Composit

Een composit is een materiaal dat is opgebouwd uit lange vezels in een kunststof hars.

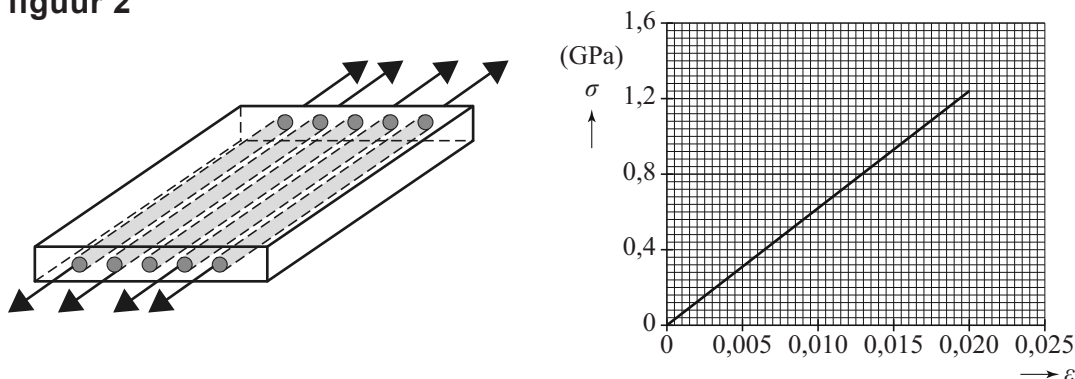
De vezels zijn bijvoorbeeld van glas, koolstof of Kevlar® en de hars van polyester. Zie figuur 1.

figuur 1



Op de onderzoeksafdeling van een bedrijf dat composit onderdelen voor de ruimtevaart maakt, worden nieuwe composieten getest. Van een composit wordt met een trekproef een spanning-rekdiagram gemaakt in de lengterichting van de vezels. Zie figuur 2.

figuur 2



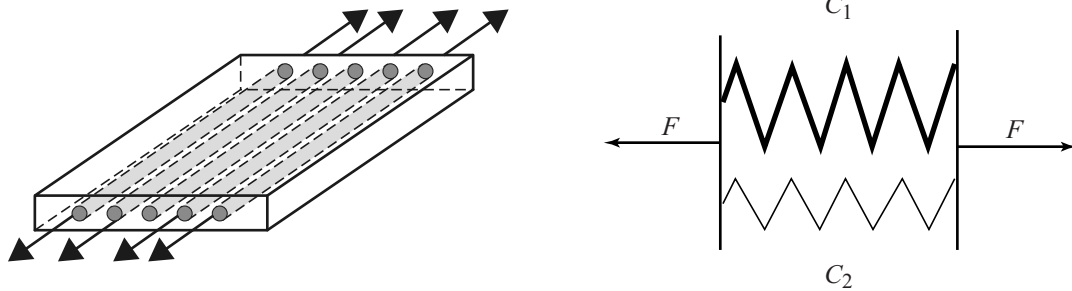
- 1p 15 Leg uit hoe je aan figuur 2 kunt zien dat de vervorming tijdens de trekproef elastisch was.
- 2p 16 Bepaal de elasticiteitsmodulus van het composit in de lengterichting.
- De strook composit die voor deze trekproef wordt gebruikt, heet een trekstaaf. De doorsnede van de trekstaaf is  $40 \text{ mm}^2$ .
- 2p 17 Bepaal de kracht die nodig was om de trekstaaf een relatieve rek te geven van 0,010.
- Aan het begin van de meting is de trekstaaf 150,0 mm lang.
- 2p 18 Bepaal de maximale lengte die de trekstaaf tijdens de trekproef krijgt.



Omdat het composiet uit meerdere materialen bestaat (vezels en hars) is de gemeten elasticiteitsmodulus een combinatie van de grote elasticiteitsmodulus van de vezels en de kleine elasticiteitsmodulus van de hars.

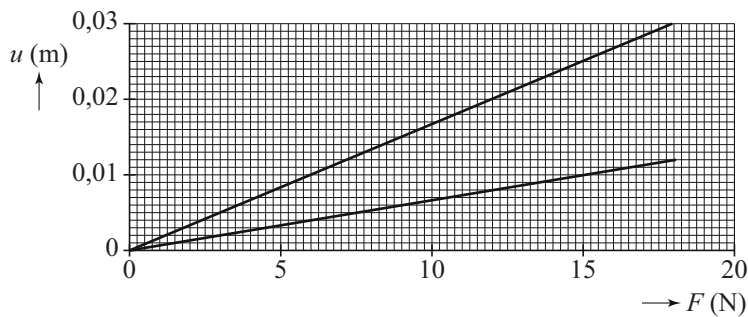
Dit is te vergelijken met de totale veerconstante van een stugge veer en een slappe veer naast elkaar, zoals in figuur 3 is weergegeven. De vezels worden voorgesteld door de stugge veer, de hars door de slappe veer.

**figuur 3**



In figuur 4 staat het  $(u, F)$ -diagram van beide veren.

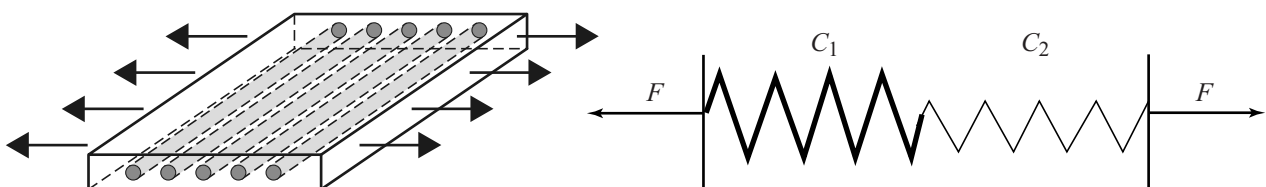
**figuur 4**



- 2p 19 Bepaal met behulp van figuur 4 de kracht die nodig is om beide veren samen 1,0 cm uit te rekken.

Als het composiet in de richting loodrecht op de vezels wordt belast is dat te vergelijken met de veren in figuur 5.

**figuur 5**



- 2p 20 Vergelijk de situaties van figuur 3 en figuur 5 en kies in de zinnen op de uitwerkbijlage het juiste alternatief.

## Opgave 5 Venus

Venus wordt wel eens ochtendster of avondster genoemd, maar dat is eigenlijk niet goed want Venus is een planeet.

Op de uitwerkbijlage staan vier uitspraken over sterren en planeten.

- 2p **21** Geef in de tabel op de uitwerkbijlage voor elke uitspraak aan of deze waar of niet waar is.

Venus draait, net als de aarde, in een cirkelbaan om de zon.

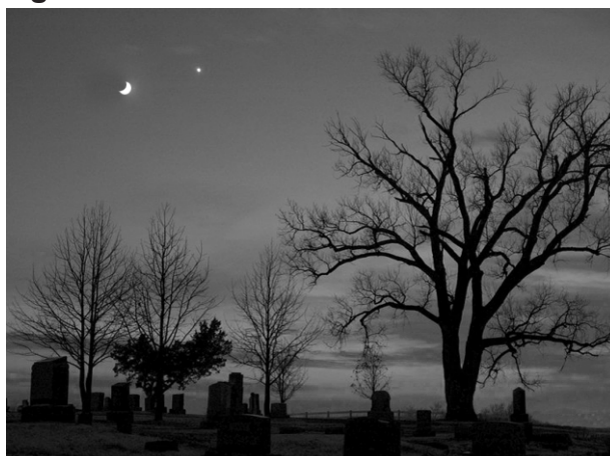
Gegevens over het planetenstelsel staan in Binas tabel 31.

- 4p **22** Bereken de snelheid waarmee Venus om de zon draait.

In de figuur op de uitwerkbijlage zijn zowel Venus als de aarde in hun baan om de zon weergegeven. In deze figuur stelt de letter W een waarnemer op aarde voor.

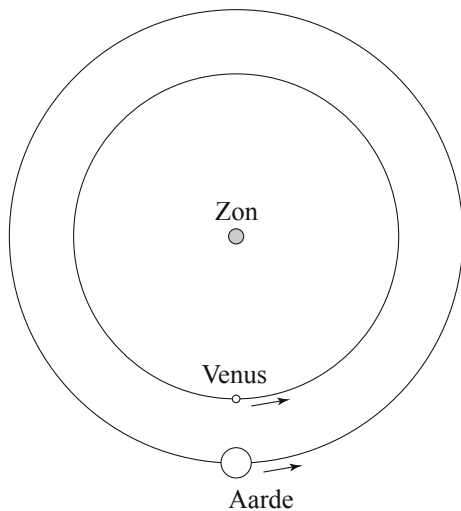
- 2p **23** Is Venus voor de waarnemer W als ochtendster of als avondster te zien? Licht je antwoord toe.

**figuur 1**

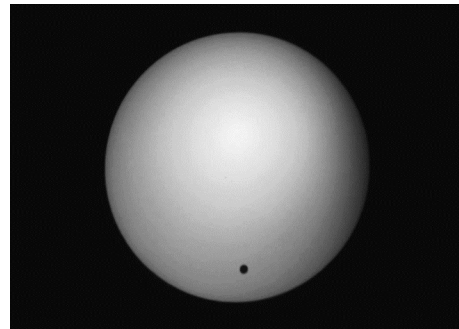


Soms staan Venus, de aarde en de zon precies op één lijn. Zie figuur 2. Dit verschijnsel wordt een Venusovergang genoemd. De foto in figuur 3 toont de Venusovergang zoals die op 8 juni 2004 in Nederland te zien was.

**figuur 2**



**figuur 3**



2p **24** Leg uit waarom Venus in figuur 3 als een zwarte stip, maar in figuur 1 als een witte stip te zien is.

Op de uitwerkbijlage is figuur 2 nogmaals weergegeven.

3p **25** Geef in de figuur op de uitwerkbijlage aan waar Venus staat als er op aarde één jaar verstreken is. Licht je antwoord toe.

Op 6 juni 2012 vond de volgende Venusovergang plaats.

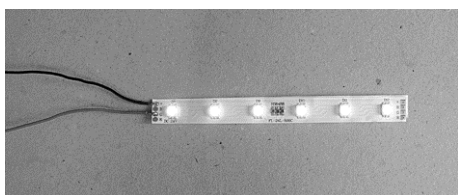
4p **26** Toon met een berekening aan dat Venus, de aarde en de zon dan weer op één lijn stonden.

## Opgave 6 LEDlint

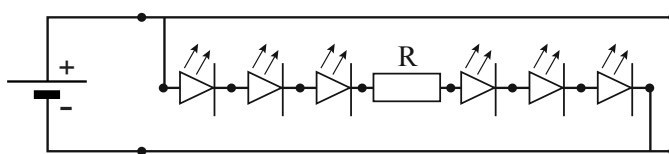
Er zijn tegenwoordig zogenaamde LEDlinten te koop. Het lint bestaat uit aan elkaar gekoppelde stroken waarop zes identieke groene LED's en een weerstand in serie geschakeld zijn. Figuur 1 is een foto van één zo'n strook.

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



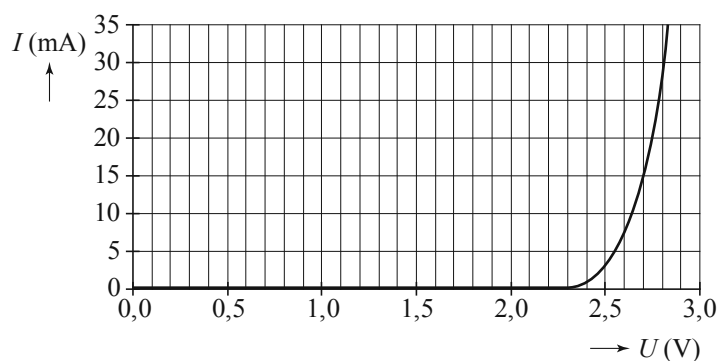
Marian wil de  $(I, U)$ -karakteristiek van zo'n groene LED opmeten.

Daarvoor gebruikt ze een variabele spanningsbron, een stroom- en een spanningsmeter. Zie de figuur op de uitwerkbijlage.

- 3p 27 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 van één groene LED 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.

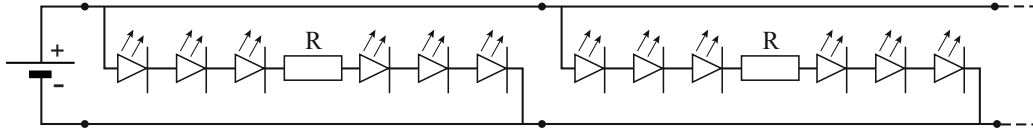
- 4p 28 Bepaal de waarde van de weerstand  $R$ .

Marian had een goede reden om een weerstand in de schakeling op te nemen.

1p 29 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 30 Toon dat aan.

In de specificaties van de fabrikant van de LEDlinten staat:

–  $U = 22 \text{ V}$

–  $P_{\text{max}} = 26 \text{ W}$

3p 31 Bereken hoe lang het lint maximaal mag worden.