Examen HAVO

2011

tijdvak 1
donderdag 26 mei
13.30 - 16.30 uur

natuurkunde

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 28 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 80 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-11-1-o

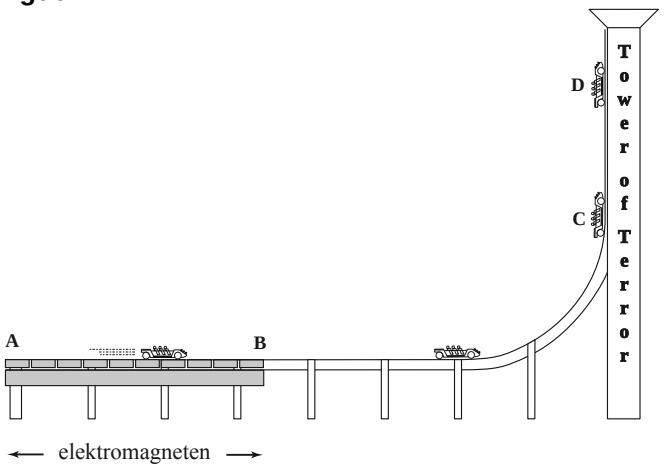
natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Tower of Terror

Opmerking: in deze opgave verwaarlozen we steeds de wrijving.

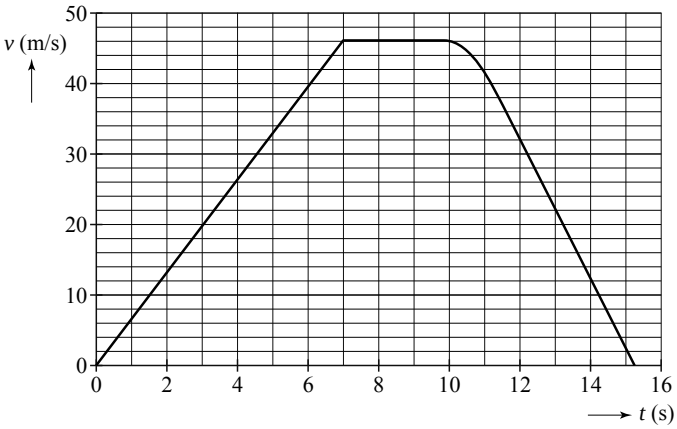
In het attractiepark Dreamworld in Australië staat de Tower of Terror. Zie figuur 1.
Op het stuk AB wordt een kar met behulp van elektromagneten versneld. Na het horizontale gedeelte komt de kar in een verticale bocht en gaat vervolgens loodrecht omhoog. Bij terugkeer wordt hij door de elektromagneten vertraagd.

figuur 1



Figuur 2 laat zien hoe de grootte van de snelheid van de kar verloopt tussen het moment van vertrek en het bereiken van het hoogste punt D.

figuur 2



De massa van de kar inclusief passagiers is $6{,}2 \cdot 10^3$ kg.

4p **1** Bepaal de (horizontale) kracht die de elektromagneten tussen $t = 0$ s en $t = 7{,}0$ s op de kar uitoefenen.

Op $t = 10$ s gaat de kar de bocht in.

3p **2** Bepaal de afstand die de kar aflegt tussen $t = 0$ s en $t = 10$ s.

3p **3** Bepaal met behulp van de wet van behoud van energie de verticale afstand tussen het hoogste punt D en het horizontale gedeelte van de baan.

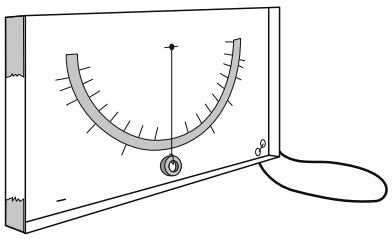
In figuur 1 is het einde van de verticale bocht met C aangegeven en het hoogste punt met D.

3p **4** Welke kracht/krachten werkt/werken er op de kar:
- op het traject van C naar D,
- in punt D,
- op het traject van D naar C?

natuurkundeuitgelegd.nl

Een paar leerlingen nemen zelfgemaakte versnellingsmeters mee de attractie in.
De versnellingsmeter van Bob bestaat uit een ringetje dat aan een touwtje hangt. Het geheel bevindt zich in een doorzichtig kistje. Zie figuur 3.
Tijdens het versnellen door de elektromagneten hangt het touwtje niet meer verticaal maar zoals is getekend in de figuur op de uitwerkbijlage.
In die figuur zijn ook de krachten getekend die op het ringetje werken.
De tekening is op schaal. De massa van het ringetje is 2,0 g.

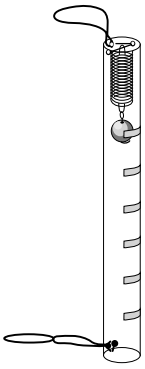
figuur 3



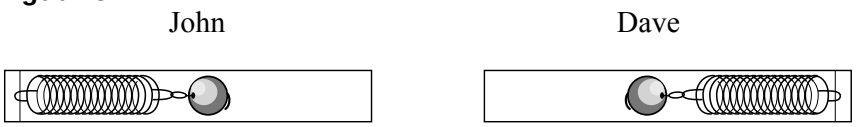
5p **5** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de versnelling van de kar.
Construeer daartoe eerst de resulterende kracht die op het ringetje werkt.

John en Dave hebben een andere versnellingsmeter gemaakt.
Deze bestaat uit een metalen bolletje aan een veer in een doorzichtig buisje dat aan de uiteinden dicht is gemaakt. Zie figuur 4. John houdt zijn meter horizontaal in de rijrichting. Dave houdt zijn meter ook horizontaal maar in omgekeerde richting. Zie figuur 5.

figuur 4

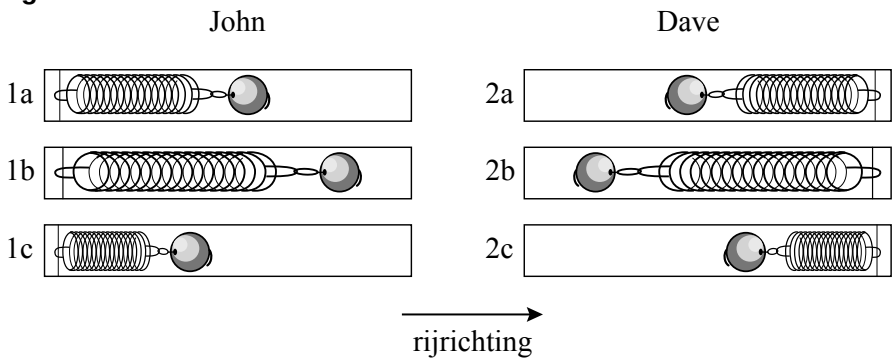


figuur 5



De kar wordt versneld door de elektromagneten.
In figuur 6 zijn schematisch drie afbeeldingen getekend van de versnellingsmeter van John en drie van de versnellingsmeter van Dave.

figuur 6



2p **6** In welke afbeelding is de plaats van het bolletje tijdens het versnellen goed weergegeven? Beantwoord deze vraag voor zowel John als Dave.

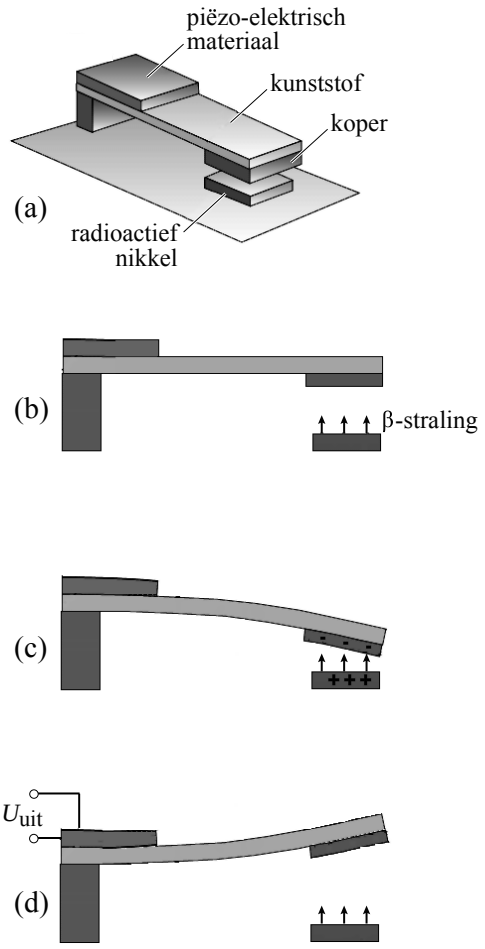
natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Nucleaire microbatterij

Lees eerst onderstaande tekst.

Nucleaire microbatterij

Onderzoekers hebben een kleine batterij ontwikkeld die werkt met behulp van een radioactieve bron.
In de figuren hiernaast wordt de werking ervan uitgelegd.
Een kunststof strip is aan één kant ingeklemd. Op de strip zit een plaatje zogenoemd piëzo-elektrisch materiaal. Onder het andere uiteinde zit een koperen plaatje. Tegenover dit plaatje is een plaatje radioactief nikkel (^{63}Ni) geplaatst. Het geheel bevindt zich in vacuüm. Zie figuur (a).
^{63}Ni zendt β-straling uit die door het koper wordt geabsorbeerd. Zie figuur (b).
Het nikkel wordt dan positief geladen en het koper negatief. Daardoor trekken de plaatjes elkaar aan waardoor de strip buigt. Zie figuur (c).
Wanneer de twee plaatjes elkaar aanraken, schiet de kunststof strip terug en trilt een tijdje na. Zie figuur (d). Dit proces herhaalt zich steeds.
Piëzo-elektrisch materiaal heeft de eigenschap dat het een elektrische spanning opwekt wanneer het gebogen wordt. Zo wordt de trillingsenergie van de strip omgezet in elektrische energie.



^{63}Ni zendt β-straling uit.

3p **7** Geef de vervalvergelijking van ^{63}Ni.

Het koperen en het nikkelen plaatje krijgen een tegengestelde lading en trekken elkaar aan.

3p **8** Leg uit waarom:
- het koperen plaatje een negatieve lading krijgt;
- het nikkelen plaatje een positieve lading krijgt.

Door de aantrekkende kracht buigt de kunststof strip naar beneden. Als het koperen en nikkelen plaatje elkaar aanraken, schiet de strip meteen terug.

1p **9** Leg uit waarom de strip dan terugschiet.

natuurkundeuitgelegd.nl

Het apparaatje is in werkelijkheid slechts enkele millimeters groot. De dikte van het koperen plaatje is maar 60 micrometer.
Voor een goede werking van de batterij heeft men radioactief materiaal uitgekozen waarvan de β-deeltjes een betrekkelijk lage energie hebben.

1p **10** Leg uit waarom de batterij minder goed werkt als de uitgezonden β-deeltjes een hoge energie zouden hebben.

Een tweede eis die men aan het radioactieve materiaal stelt, is dat het naast de β-straling geen γ-straling uitzendt.

2p **11** Leg uit wat het nadeel is van radioactief materiaal dat ook γ-straling uitzendt.

De nucleaire microbatterij zet de stralingsenergie van de radioactieve bron om in elektrische energie.
De activiteit van de bron bedraagt $1{,}8 \cdot 10^{7}$ Bq. De gemiddelde energie van de β-deeltjes bedraagt 17 keV. De batterij levert een vermogen van $1{,}4 \cdot 10^{-9}$ W.

4p **12** Bereken het rendement van de batterij.

De microbatterij kan worden gebruikt als voeding voor sensoren die zich op (zeer) moeilijk bereikbare plaatsen bevinden.

1p **13** Leg uit waarom deze microbatterij niet vaak vervangen hoeft te worden.
Baseer je uitleg op een gegeven uit Binas.

natuurkundeuitgelegd.nl

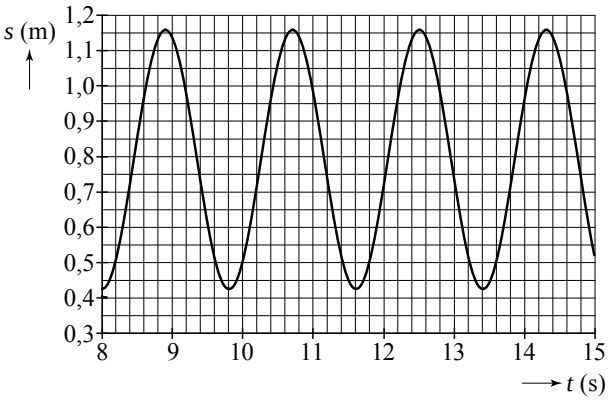
Opgave 3 Loopbrug

Professor Barrett en twee studenten staan op een loopbrug en bewegen ritmisch op en neer met een bepaalde frequentie. Daardoor komt de hele brug in trilling. Deze situatie is gefilmd. Op de uitwerkbijlage staat een serie beelden uit die film. Bekijk deze beelden (serie 1) voordat je verder leest.

Aan de beweging van de rechtervoet van professor Barrett is een videometing gedaan. Het bijbehorende (s,t)-diagram is in figuur 1 afgedrukt.

2p **14** Bepaal de amplitudo van de trilling die de voet van de professor uitvoert.

figuur 1



De frequentie van de trilling van de voet is gelijk aan $0{,}56$ Hz.

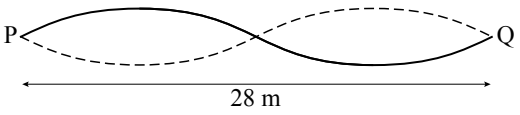
2p **15** Toon dat aan met behulp van figuur 1.

Figuur 1 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

4p **16** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de maximale snelheid van de voet.

De brug is ook van opzij gefilmd terwijl de professor en de studenten weer met een frequentie van $0{,}56$ Hz op en neer bewegen. Ook van deze film staan op de uitwerkbijlage twee beelden. Bekijk deze beelden (serie 2) voordat je verder leest.

figuur 2



Door de beweging van de professor en de studenten worden in de brug lopende golven opgewekt die tegen de vaste uiteinden P en Q van de brug weerkaatsen. Bij deze frequentie ontstaat dan de staande golf waarvan in figuur 2 de uiterste standen schematisch zijn weergegeven. Deze figuur is niet op schaal.
De lengte van de brug is 28 m.

3p **17** Bereken de voortplantingssnelheid van de lopende golven in de brug.

natuurkundeuitgelegd.nl

Op een andere film bewegen de professor en de studenten met een hogere frequentie op en neer. Op die manier kunnen ze staande golven in de brug opwekken met meer buiken en knopen.
Zie figuur 3. Op deze film bewegen zij met een frequentie van $0{,}84$ Hz.
Op de uitwerkbijlage zijn de vaste uiteinden P en Q van de brug getekend.

figuur 3

3p **18** Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de uiterste standen van de staande golf die bij deze frequentie in de brug ontstaat. Licht je tekening toe met een berekening of een redenering.

Aan beide kanten van de brug staat een waarschuwingsbord met de tekst:

> *Indien u met meerdere personen tegelijk over deze brug wilt lopen, is het veiliger om uit de pas te lopen!* [1)]

noot 1 Marcherende soldaten lopen *in* de pas. ‘Uit de pas lopen’ betekent juist niet in de pas lopen.

1p **19** Leg uit waarom dat een goed advies is.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Koffiezetapparaat

In veel huishoudens wordt het koffiezetapparaat gebruikt dat in figuur 1 is afgebeeld. Bij dit apparaat wordt heet water door een koffiepad (een zakje fijngemalen koffie) geperst.

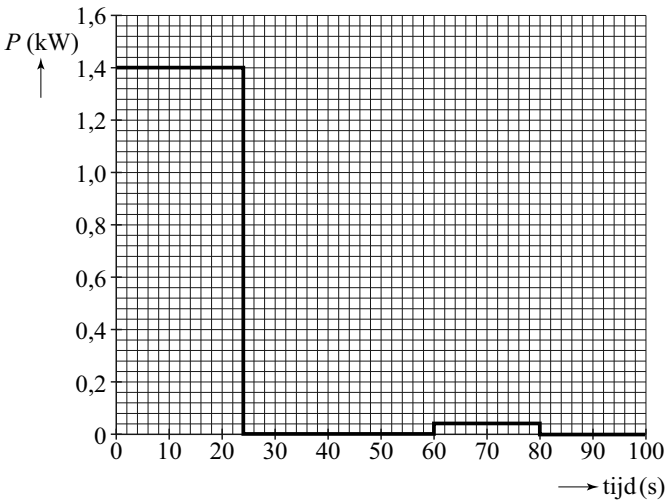
figuur 1

Het diagram van figuur 2 laat het elektrisch vermogen van het apparaat zien als functie van de tijd tijdens het zetten van één kopje koffie.
Op $t = 0$ s begint een verwarmingselement water te verhitten. Op $t = 60$ s wordt door het indrukken van een knop een pompje ingeschakeld dat ervoor zorgt dat heet water door de koffiepad wordt geperst.

Iemand zet gemiddeld vier kopjes koffie per dag.

4p **20** Bepaal de hoeveelheid elektrische energie in kWh die het koffiezetapparaat per jaar verbruikt.

figuur 2



Het verwarmingselement heeft een vermogen van $1{,}40 \cdot 10^3$ W.
De netspanning is 230 V.

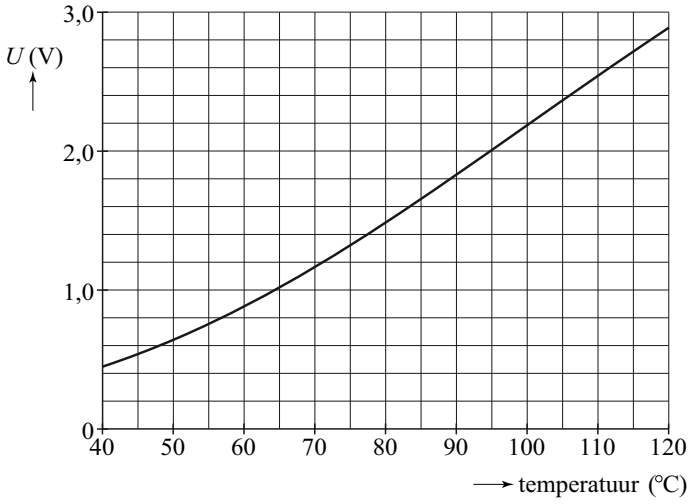
2p **21** Toon aan dat de weerstand van het verwarmingselement 37,8 Ω is.

De weerstandsdraad in het verwarmingselement is van nichroom.
De diameter van de draad is 0,20 mm.

4p **22** Bereken de lengte van de draad.

In het apparaat zit een temperatuursensor.
In figuur 3 staat de ijkgrafiek van deze sensor.

figuur 3

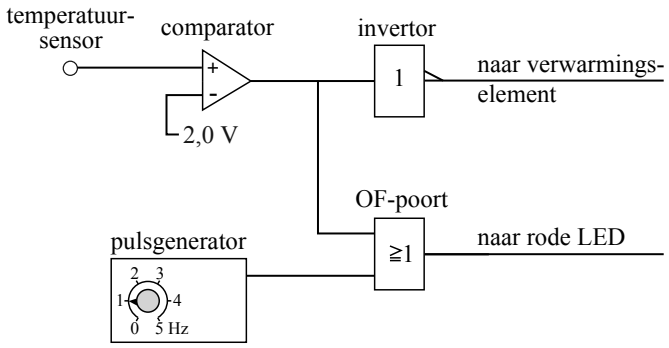


3p **23** Bepaal de gevoeligheid van de sensor bij een temperatuur van 90 °C.

natuurkundeuitgelegd.nl

Iemand wil een kop koffie zetten en zet het apparaat aan.
Het verwarmingselement begint dan het water in het reservoir te verhitten.
Tegelijkertijd knippert er een rode LED. Als het water een temperatuur van 95 °C heeft bereikt, wordt het verwarmingselement uitgeschakeld en gaat de LED continu branden in plaats van knipperen.
In figuur 4 staat de schakeling die dit regelt.

figuur 4



5p **24** Leg uit:
- hoe de schakeling ervoor zorgt dat de LED knippert zo lang als de temperatuur van het water lager is dan 95 °C;
- hoe de schakeling ervoor zorgt dat het verwarmingselement wordt uitgeschakeld als het water een temperatuur van 95 °C bereikt;
- hoe de schakeling ervoor zorgt dat de LED continu gaat branden als het water een temperatuur van 95 °C bereikt.

Men schakelt het pompje in door even op een drukschakelaar te drukken.
Hierdoor perst het pompje gedurende 20 s heet water door de koffiepad.
Op de uitwerkbijlage staat een deel van de schakeling die hiervoor zorgt.

4p **25** Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de schakeling die het pompje op de juiste manier in- en uitschakelt. Zorg ervoor dat de schakeling klaarstaat voor het volgende kopje koffie wanneer het pompje is uitgeschakeld.

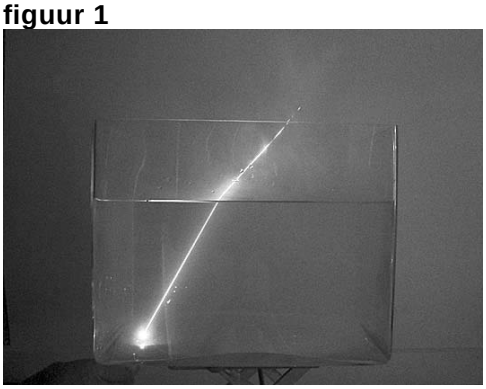
Let op: de laatste vragen van dit examen staan op de volgende pagina.

natuurkundeuitgelegd.nl

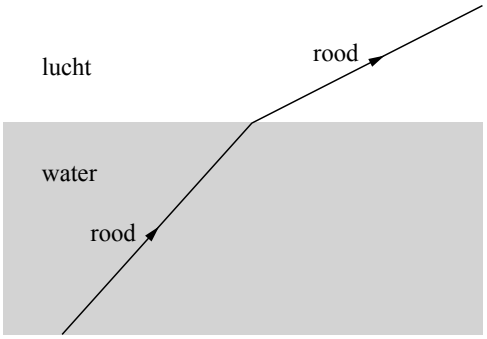
Opgave 5 Laserpennen

Ineke experimenteert met laserpennen. Ze richt de lichtbundel van een rode laserpen schuin naar boven op de onderkant van een glazen bak met water. Bij het wateroppervlak breekt de lichtbundel. Zie figuur 1.
In figuur 2 is getekend hoe bij een bepaalde stand van de laserpen de rode lichtstraal wordt gebroken.

figuur 1



figuur 2

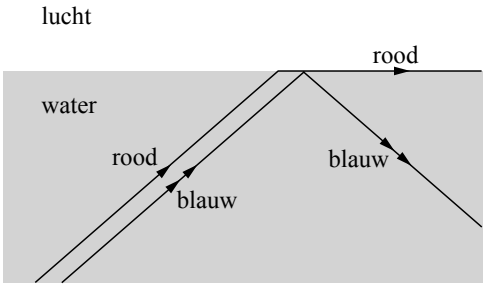


Figuur 2 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

3p **26** Toon met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage aan dat de brekingsindex die Ineke vindt, overeenkomt met die in Binas.

Ineke draait de rode laserpen zo dat de gebroken lichtbundel precies langs het wateroppervlak scheert.
Vervolgens houdt ze naast de rode laserpen een blauwe. In figuur 3 is het verloop van de rode en blauwe lichtbundel getekend.

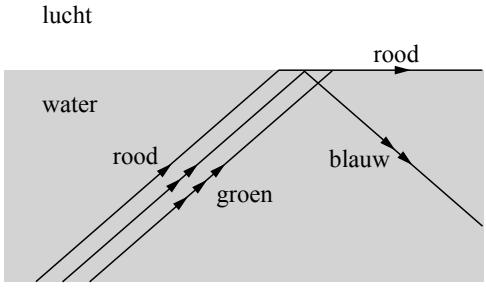
figuur 3



3p **27** Verklaar het verschil tussen het verloop van de blauwe lichtbundel en dat van de rode lichtbundel. Gebruik in je antwoord de begrippen brekingsindex en grenshoek.

Ineke houdt ook nog een groene laserpen naast de rode en de blauwe. Zie figuur 4.
Figuur 4 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

figuur 4



2p **28** Teken het verdere verloop van de groene lichtbundel.

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