natuurkunde 1

Examen HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20 **04**

Tijdvak 1
Dinsdag 25 mei
13.30 – 16.30 uur

Voor dit examen zijn maximaal 81 punten te behalen; het examen bestaat uit 25 vragen.
Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.
Voor de uitwerking van de vragen 5, 13, 14, 15, 17 en 24 is een uitwerkbijlage 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.

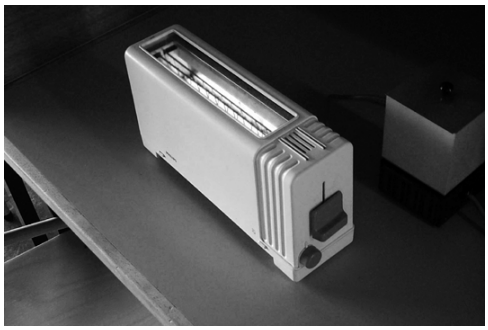
Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Broodrooster

De broodrooster die in figuur 1 is afgebeeld, heeft twee gloeistaven. Ze bevinden zich aan weerskanten van de gleuf waar de snee brood in komt. In figuur 2 is ingezoomd op een van de twee gloeistaven.

figuur 1



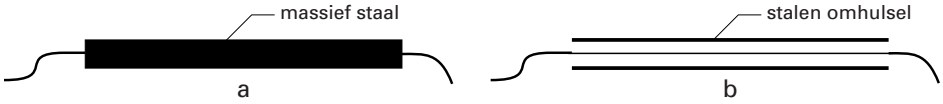
figuur 2

De broodrooster is aangesloten op 230 V en heeft een vermogen van 750 W.
De gloeistaven zijn parallel geschakeld.

4p **1** ☐ Bereken de weerstand van één gloeistaaf. Verwaarloos daarbij de weerstand van de aansluitdraden.

Elke gloeistaaf heeft een dikte (diameter) van ongeveer 0,5 cm en is aan de buitenkant van roestvrij staal. Van buitenaf is niet te zien of de gloeistaaf van massief staal is (mogelijkheid a) of dat zich binnen een stalen omhulsel een veel dunnere gloeidraad bevindt (mogelijkheid b). Zie figuur 3.

figuur 3



Zowel bij mogelijkheid a als bij mogelijkheid b zou de temperatuur van een gloeistaaf zo hoog zijn dat je bij aanraking je vinger brandt. Toch verdient een van de twee mogelijkheden uit veiligheidsoverweging de voorkeur.

2p **2** ☐ Leg uit welke mogelijkheid (a of b) de voorkeur verdient.

Ook zonder het apparaat uit elkaar te halen, is na te gaan welke mogelijkheid (a of b) zich voordoet.

3p **3** ☐ Beschrijf een methode waarmee je kunt aantonen dat de gloeistaven wel of niet van massief staal gemaakt zijn. Gebruik daarbij de formule voor de weerstand van een draad.

Vrij snel na het inschakelen zijn de gloeistaven roodgloeiend. Ze geven dan hun warmte volledig af in de vorm van straling. Tijdens het roosteren hebben de staven een constante temperatuur.
De stralingsenergie die één zo'n gloeistaaf per seconde afgeeft, wordt gegeven door de formule:

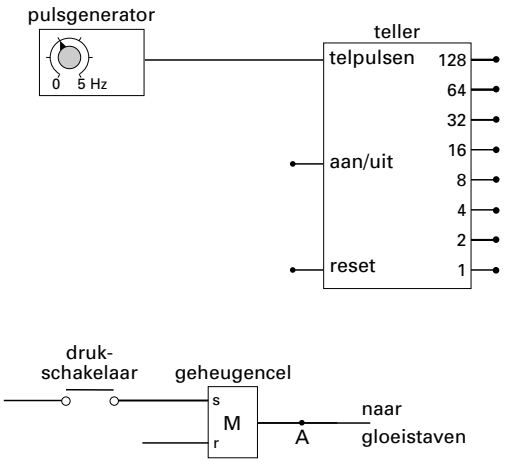
$P_{\text{straling}} = 3{,}20 \cdot 10^{-10} \cdot T^4$, waarin T de temperatuur van de gloeistaaf in kelvin is.

3p **4** ☐ Bereken de temperatuur van een gloeistaaf tijdens het roosteren.

natuurkundeuitgelegd.nl

De broodrooster schakelt na een bepaalde tijd automatisch de stroom door de gloeistaven uit. Dit kan worden nagebootst met een schakeling op een systeembord. In figuur 4 zijn de belangrijkste verwerkers getekend waarmee men deze schakeling kan maken.

figuur 4



Het inschakelen van de broodrooster wordt nagebootst met het indrukken van een drukschakelaar. Als de drukschakelaar even wordt ingedrukt, ontstaat bij de set van de geheugencel even een hoog signaal.
Zolang het signaal bij de uitgang van de geheugencel (A) hoog is, blijven de gloeistaven aan; als het signaal bij A laag is, zijn ze uit.
De pulsgenerator staat ingesteld op een frequentie van 2,0 Hz.
Aan de schakeling worden de volgende eisen gesteld:
- de teller gaat lopen op het moment dat de gloeistaven worden ingeschakeld;
- de gloeistaven moeten na 40 seconde worden uitgeschakeld;
- de teller wordt automatisch gereset op het moment dat de gloeistaven worden uitgeschakeld.
Figuur 4 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

5p **5** ☐ Maak in de figuur op de uitwerkbijlage de schakeling compleet zodat aan bovengenoemde eisen is voldaan.

Men kan de roostertijd langer maken door de frequentie van de pulsgenerator te veranderen. Verder verandert men niets aan de schakeling.

2p **6** ☐ Leg uit of de frequentie van de pulsgenerator dan hoger of lager moet worden.

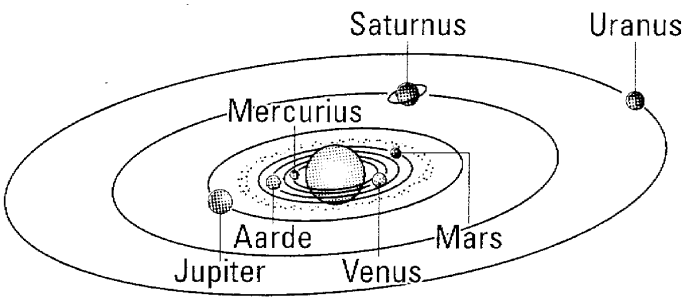
natuurkundeuitgelegd.nl

Lees onderstaand artikel.

artikel

Kernenergie voor Cassini

In oktober 1997 is vanaf het Amerikaanse ruimtevaartcentrum Cape Canaveral de Cassini-sonde gelanceerd voor een reis naar de planeet Saturnus. De sonde zal in juli 2004 bij de planeet met de ringen aankomen.
Gedurende vier jaar verblijft de onbemande sonde in een baan om Saturnus. De sonde gaat metingen verrichten die doorgestuurd worden naar de aarde. De Cassini heeft elektrische energie nodig voor de apparatuur. Zonnepanelen zijn daarvoor niet geschikt; de sonde is uitgerust met een zogenaamde RTG.
De afkorting RTG staat voor 'radio-isotope thermo-electric generator'. In de RTG wordt warmte geleverd door radioactief verval van plutonium. Die warmte wordt gebruikt voor het opwekken van elektriciteit. De Cassini heeft 33 kg van de isotoop plutonium-238 aan boord. Hiermee wordt gedurende de elf jaar durende missie een vrijwel constant elektrisch vermogen van 885 watt geproduceerd.



naar: NRC Handelsblad, oktober 1997

De sonde zendt gegevens naar de aarde door middel van radiosignalen. Deze verplaatsen zich met de lichtsnelheid.
Als de sonde bij de planeet Saturnus aankomt, is zijn afstand tot de aarde $1{,}4 \cdot 10^{12}$ m.

3p **7** ☐ Bereken de tijd die de signalen er dan over doen om de aarde te bereiken.

2p **8** ☐ Leg uit waarom zonnepanelen niet geschikt zijn voor de elektriciteitsopwekking van de Cassini-sonde.

Plutonium-238 heeft een halveringstijd van 88 jaar en zendt bij verval α-straling uit.

3p **9** ☐ Geef de vergelijking van het verval van plutonium-238.

Bij het verval van een plutonium-238-kern komt een hoeveelheid energie vrij van $9{,}0 \cdot 10^{-13}$ J.
Het plutonium-238 van de Cassini-sonde heeft een activiteit van $2{,}1 \cdot 10^{16}$ Bq. Bij deze activiteit levert de RTG een elektrisch vermogen van 885 W.

5p **10** ☐ Bereken het rendement waarmee de RTG de energie die vrijkomt bij het radioactief verval, omzet in elektrische energie.

In de toekomst worden misschien onbemande ruimtereizen uitgevoerd naar naburige sterren. Die ruimteschepen zullen enkele duizenden jaren onderweg zijn.
Tijdens die reizen zal steeds elektriciteit nodig zijn voor de meetapparatuur.

2p **11** ☐ Is bij dergelijke reizen een RTG met plutonium-238 een geschikte bron voor de elektriciteitsvoorziening? Licht je mening toe.

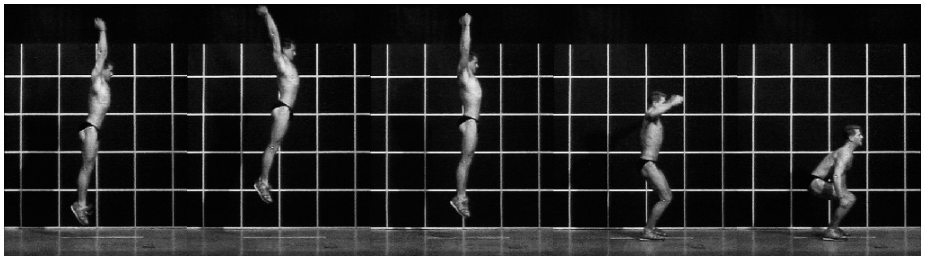
natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Springen vanuit stand

Bij basketbaltraining wordt geoefend om vanuit stand zo hoog mogelijk te springen. Van zo'n oefensprong is een opname gemaakt. De filmcamera maakte 25 beeldjes per seconde. In figuur 5 is een aantal beeldjes weergegeven.

figuur 5

beeldje 1 beeldje 6 beeldje 11 beeldje 16 beeldje 21

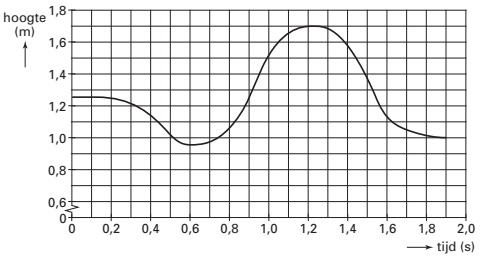


beeldje 26 beeldje 31 beeldje 36 beeldje 41 beeldje 46

2p **12** ☐ Bereken de tijd tussen beeldje 1 en beeldje 6. Verwaarloos daarbij de belichtingstijd van elk beeldje.

Met behulp van de film is de hoogte van het zwaartepunt van de springer als functie van de tijd vastgelegd. Zie figuur 6.
Deze figuur is op de uitwerkbijlage vergroot weergegeven.
Op beeldje 1 (t = 0 s) staat de springer rechtop, terwijl hij op beeldje 16 zo ver mogelijk door zijn knieën gezakt is.
Zijn zwaartepunt bevindt zich dan in het laagste punt.

figuur 6



2p **13** ☐ Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage hoever het zwaartepunt van de springer hierbij is gedaald.

Op het tijdstip t = 0,90 s komt de springer los van de grond.

3p **14** ☐ Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage zo nauwkeurig mogelijk de snelheid op dat tijdstip.

Tijdens het afzetten voor de sprong verricht de springer arbeid. Deze arbeid is gelijk aan de toename van zijn zwaarte-energie tussen het laagste punt en het hoogste punt.
De springer heeft een massa van 76 kg.
Neem aan dat de afzet duurt van het tijdstip t = 0,60 s totdat hij loskomt van de grond.

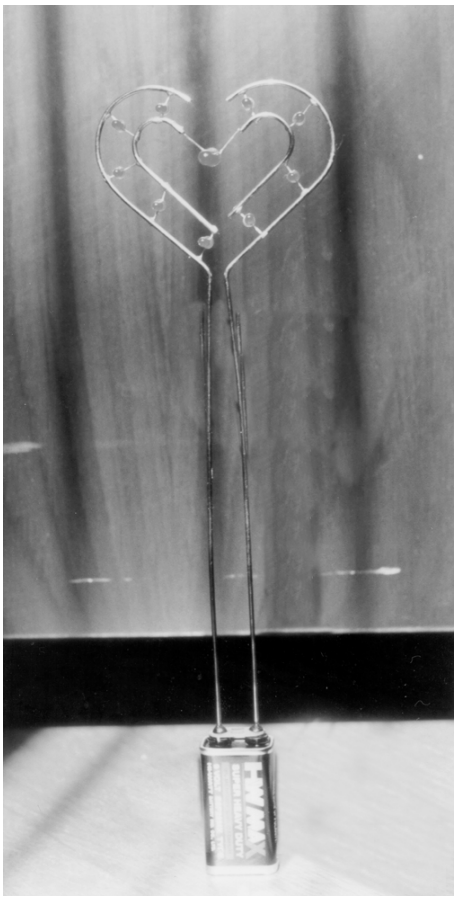
5p **15** ☐ Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage het gemiddelde vermogen van de springer tijdens de afzet. Geef de uitkomst in twee significante cijfers.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Valentijnshart

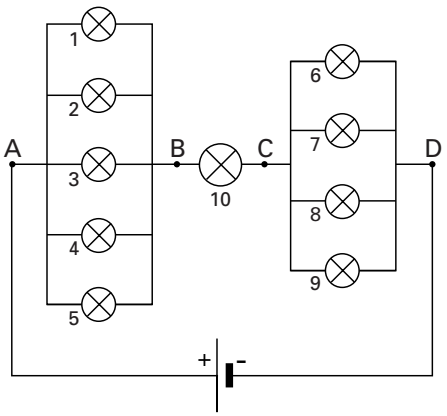
Cadeauwinkels verkopen voor Valentijnsdag cadeautjes waarmee je een geheime geliefde kunt verrassen. In figuur 7 is een foto afgebeeld van zo'n cadeautje, een valentijnshart. Het bestaat uit tien lampjes in een frame van metaaldraad, dat dient voor de geleiding van de stroom.
De negen lampjes in de omtrek van het hart zijn identiek. Het lampje in het midden van het hart is anders.
Het valentijnshart kan worden vastgeklikt op een batterij die tevens dienst doet als voetstuk voor het hart.

figuur 7



Tineke wil het hart onderzoeken. Eerst tekent zij het schakelschema. Zie figuur 8.
De lampjes in de omtrek van het hart zijn genummerd van 1 t/m 9. Het lampje in het midden van het hart heeft nummer 10.

figuur 8



Tineke meet met een spanningsmeter de spanning tussen de punten A en B, B en C en tussen C en D. De resultaten van haar metingen zijn:

U_{AB} = 3,0 V
U_{BC} = 1,5 V
U_{CD} = 4,0 V

3p **16** ☐ Bereken de spanning tussen de polen van de batterij.

Tineke wil de stroom meten die de batterij levert als het valentijnshart brandt. In de figuur op de uitwerkbijlage zijn het valentijnshart, de batterij en de stroommeter schematisch weergegeven.

2p **17** ☐ Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de verbindingsdraden die nodig zijn om deze stroomsterkte te meten.

Tineke meet dat de batterij een stroomsterkte levert van 225 mA.

3p **18** ☐ Bereken bij deze stroomsterkte het elektrisch vermogen van lampje 10.

4p **19** ☐ Leg uit of de weerstand van lampje 1 groter of kleiner is dan de weerstand van lampje 10. Vergelijk daartoe de stroomsterkte door deze lampjes en de spanning over deze lampjes.

Tineke maakt de lampjes 1, 2, 3, 4 en 6, 7, 8 los. Daardoor ontstaat er een serieschakeling van de lampjes 5, 10 en 9.

3p **20** ☐ Leg uit of lampje 10 nu feller of minder fel brandt.

natuurkundeuitgelegd.nl

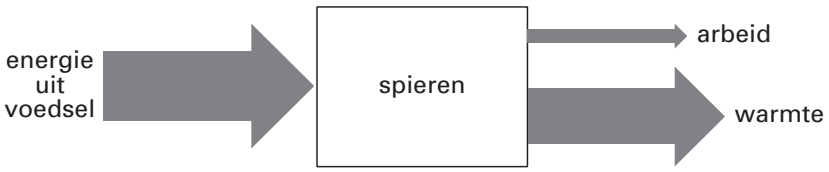
Opgave 5 Touwtjespringen

Lees eerst de informatie in het kader hieronder.

Afvallen door zweten
Bij sommige sporten, zoals boksen en judo, zijn de atleten ingedeeld in gewichtsklassen. Kort voor de wedstrijd vindt een gewichtscontrole plaats. Een bokser in de middengewichtsklasse mag bijvoorbeeld niet meer dan 72,574 kg wegen. 'Het naar de wedstrijd toeleven', betekent voor veel sporters daarom niet alleen trainen, maar ook op het gewicht letten. Soms is het nodig om op de laatste dag nog een 'paar pondjes' weg te werken. Boksers doen dit meestal door touwtje te springen met een flink pak warme kleren aan. De bokser werkt zich dan letterlijk in het zweet en kan op deze manier in een uur tijd ongeveer een kilogram vocht kwijtraken.

Tijdens het touwtjespringen zetten de spieren energie uit voedsel om in arbeid en warmte. De bokser Rocky produceert op deze manier per seconde 150 joule arbeid en 620 joule warmte. Deze energie-omzetting is in figuur 9 schematisch weergegeven.

figuur 9



3p **21** ☐ Bereken het rendement waarmee zijn spieren energie uit voedsel omzetten in arbeid.

Als Rocky dikke kleren aantrekt en zich goed isoleert, kan zijn lichaam de warmte niet afstaan. Zijn lichaamstemperatuur loopt dan op waardoor hij gaat zweten.
Neem aan dat hij bij een temperatuurstijging van 0,50 ºC begint te zweten.
Neem ook aan dat de geproduceerde warmte zich gelijkmatig over het lichaam verspreidt en dat de (gemiddelde) soortelijke warmte van zijn lichaam $3{,}5 \cdot 10^{3}$ J kg^{-1} K^{-1} is.
Rocky heeft een massa van 73,40 kg.

4p **22** ☐ Bereken hoe lang het duurt voordat hij begint te zweten.

Als hij aan het zweten is, wordt alle warmte die vrijkomt (620 J/s), afgevoerd door het verdampen van het zweet. Zijn lichaam houdt dan een constante temperatuur.
Voor het verdampen van 1,0 kg zweet is $2{,}3 \cdot 10^{6}$ J warmte nodig.

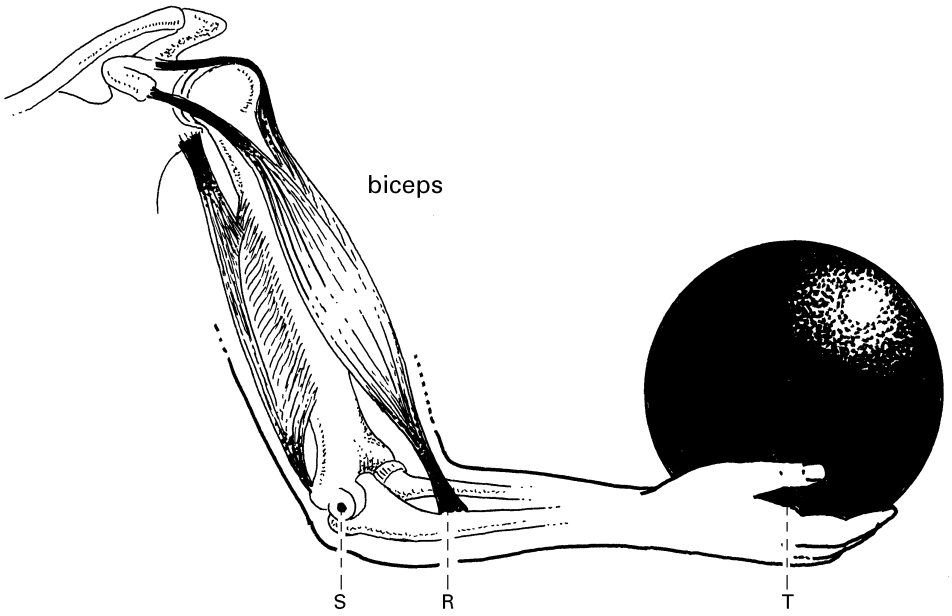
4p **23** ☐ Ga na of Rocky na één uur zweten weer in de middengewichtsklasse mag boksen.

natuurkundeuitgelegd.nl

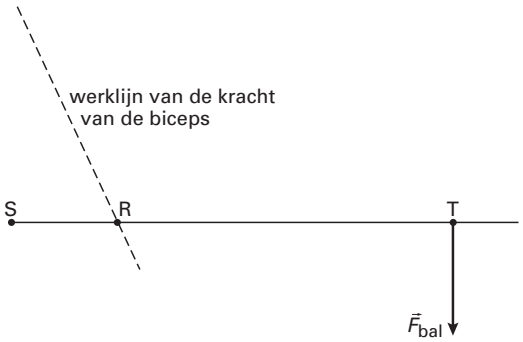
Opgave 6 Bowlen

Peter is aan het bowlen. Op een bepaald moment houdt hij de bal vast zoals in figuur 10 is getekend. In figuur 11 is de onderarm schematisch en op schaal weergegeven.

figuur 10



figuur 11



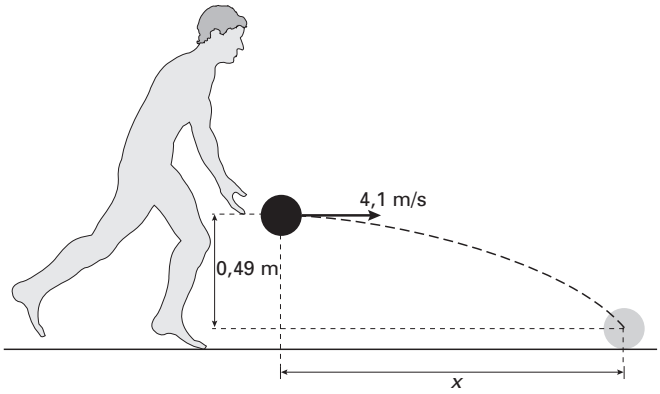
De onderarm kan worden gezien als een hefboom. Punt S is het draaipunt van de onderarm. Punt T is het aangrijpingspunt van de kracht die de bowlingbal uitoefent op de onderarm. In punt R werkt de kracht van de biceps op de onderarm. De werklijn van deze kracht is met een streepjeslijn aangegeven. De andere spieren in boven- en onderarm zijn in deze situatie niet van belang.
De massa van de bal is 8,0 kg. De massa van de onderarm mag worden verwaarloosd.
Figuur 11 staat ook op de uitwerkbijlage.

5p **24** ☐ Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de grootte van de kracht van de biceps op de onderarm. Teken daartoe eerst de arm van deze kracht.

natuurkundeuitgelegd.nl

Bij een worp verlaat de bal de hand van Peter in horizontale richting met een snelheid van 4,1 m/s. Tot het moment dat de bal de baan raakt, verplaatst de bal zich 0,49 m in verticale richting. De bal legt dan in horizontale richting een afstand x af. Zie figuur 12. Deze figuur is niet op schaal.

figuur 12



4p **25** ☐ Bereken x.

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