Examen HAVO

2014

tijdvak 2
woensdag 18 juni
13.30 - 16.30 uur

natuurkunde

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Achter het correctievoorschrift is een aanvulling op het correctievoorschrift opgenomen.

Dit examen bestaat uit 29 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 77 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-14-2-o

natuurkundeuitgelegd.nl

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Koolstof-14-methode

Om de ouderdom van organisch materiaal te bepalen, kan men gebruikmaken van de koolstof-14-methode. Koolstof-14 is een radioactieve isotoop die in de atmosfeer van de aarde voorkomt.
De koolstof-14-methode is in 1949 ontdekt door Willard Frank Libby, die er in 1960 de Nobelprijs voor scheikunde voor ontving.
In deze opgave gaan we stapsgewijs in op deze methode.

In de natuur vinden we drie isotopen van koolstof: ^{12}C, ^{13}C, ^{14}C.
In de tabel op de uitwerkbijlage staan enkele eigenschappen van deze isotopen.

3p **1** Omcirkel in de tabel op de uitwerkbijlage het juiste alternatief.

Het aantal C-14 kernen neemt in de loop van de tijd af want C-14 is radioactief via β^--verval.

3p **2** Geef de vervalvergelijking van het radioactieve verval van C-14.

Tegelijkertijd wordt het aantal C-14 kernen in de bovenste lagen van de atmosfeer aangevuld. Neutronen worden ingevangen door stikstof-14 kernen, waarna koolstof-14 ontstaat. Bij dit proces komt nog een ander deeltje vrij.
Het invangen van een neutron door een stikstof-14 kern kan als volgt worden weergegeven: ${}^{14}_{7}\mathrm{N} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{14}_{6}\mathrm{C} + ...$

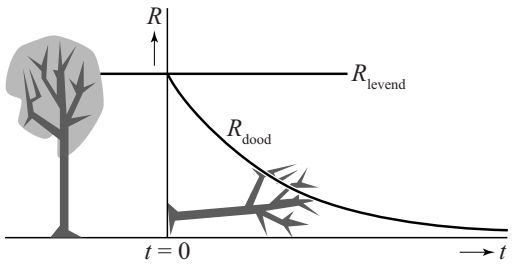
2p **3** Welk deeltje komt er bij dit proces vrij? Licht je antwoord toe door de reactievergelijking compleet te maken.

In alle levende planten en dieren vindt men dezelfde constante verhouding van

$$R = \frac{\text{aantal } ^{14}\text{C-kernen}}{\text{aantal } ^{12}\text{C-kernen}}.$$

Als een plant of dier sterft, verandert R, want het koolstof-14 vervalt en wordt niet meer aangevuld.
De afname van R is schematisch weergegeven in figuur 1.

figuur 1



Een archeologe heeft een schedel van een sabeltandtijger gevonden waarvan zij de ouderdom wil weten. In het laboratorium meet ze dat R precies een kwart is van die van levende dieren.

2p **4** Hoe oud is de schedel? Licht je antwoord toe.

De C-14-methode is bruikbaar voor materialen tot 10 halveringstijden oud.

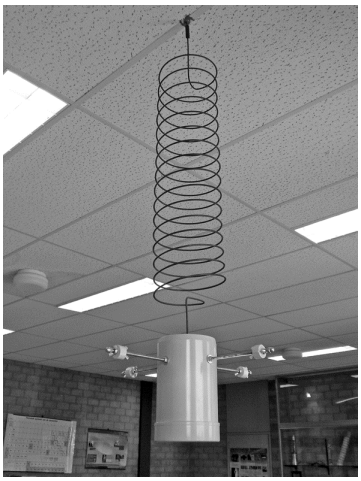
2p **5** Hoeveel procent van de oorspronkelijke hoeveelheid koolstof-14 is er dan nog over? Geef je antwoord in twee significante cijfers.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Slinger van Wilberforce

De slinger van Wilberforce bestaat uit een veer waar een blok aan hangt. Zie figuur 1.
Als het blok verticaal omlaag getrokken wordt en dan wordt losgelaten, ontstaat er een bijzondere beweging. Eerst beweegt het blok op en neer en draait nauwelijks heen en weer. Het draaien neemt toe en het op en neer bewegen neemt af. Na een tijdje draait het blok alleen nog maar heen en weer en is de verticale trilling verdwenen.
Vervolgens komt de verticale beweging weer langzaam op gang en neemt het draaien af totdat het blok alleen nog maar op en neer beweegt en niet meer heen en weer draait.
Dit herhaalt zich net zo lang totdat het blok door demping tot stilstand komt.

figuur 1



In de opstelling van figuur 1 heeft het blok een massa van $2{,}8\ \text{kg}$.
De veerconstante van de veer is gelijk aan $49\ \text{N m}^{-1}$.
Om de beweging te demonstreren, wordt het blok aan de veer voorzichtig $9{,}0\ \text{cm}$ omlaag getrokken, maar nog niet losgelaten.

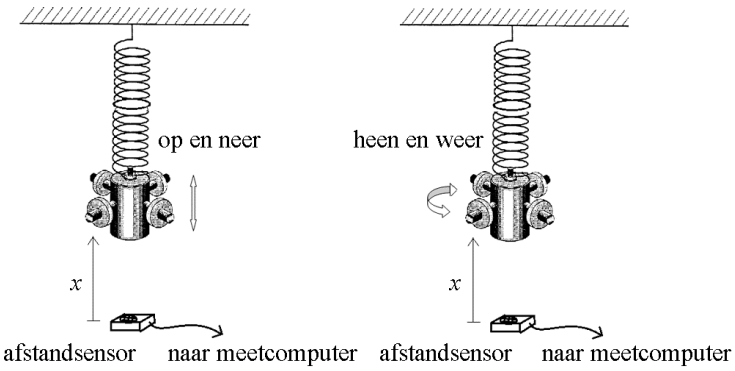
3p **6** Bereken de kracht van de veer die dan op het blok werkt.

Als het blok wordt losgelaten, gaat de veer trillen met een frequentie van $0{,}67\ \text{Hz}$.

3p **7** Toon dit aan met behulp van een berekening.

Onder de slinger wordt een afstandssensor gelegd, zodat de afstand van de onderkant van het blok tot de sensor als functie van de tijd gemeten kan worden. Zie figuur 2.
Het resultaat van zo'n meting is op de uitwerkbijlage in een (x,t)-diagram weergegeven.

figuur 2



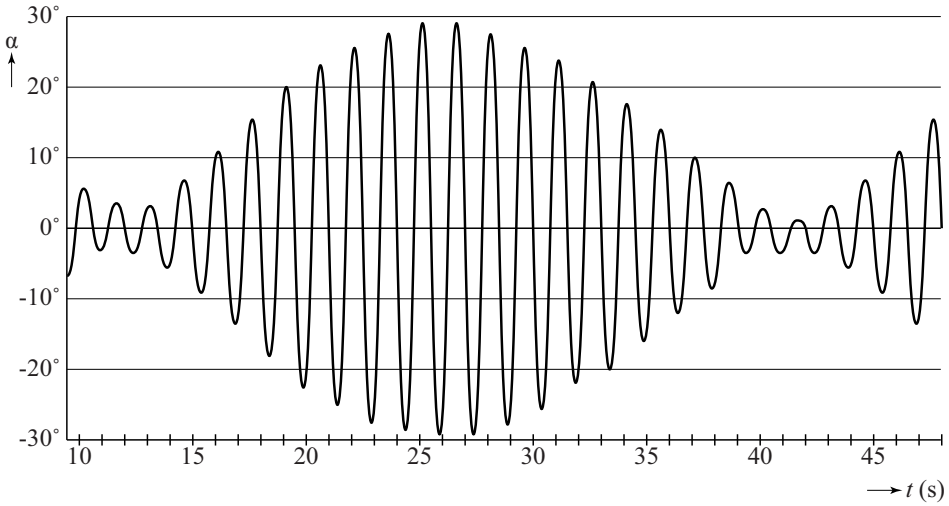
1p **8** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de afstand van de onderkant van het blok tot de sensor, als het blok tot stilstand is gekomen.

natuurkundeuitgelegd.nl

2p **9** Geef in de figuur op de uitwerkbijlage met de letter V alle tijdstippen aan waarop het blok alléén verticaal op en neer beweegt en niet draait.

Met een draaihoeksensor wordt vervolgens de hoek waarover het blok draait als functie van de tijd gemeten. Het resultaat van deze meting is in figuur 3 weergegeven.
Figuur 3 staat ook op de uitwerkbijlage.

figuur 3



4p **10** Beantwoord nu de volgende vragen:
- Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de draaifrequentie van de slinger van Wilberforce. Licht je antwoord toe.
- Leg uit of er bij de slinger van Wilberforce sprake is van resonantie.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Haarföhn

Feline onderzoekt een aantal eigenschappen van een haarföhn. Ze wil allereerst weten hoeveel kilogram lucht de föhn per seconde uitblaast. Daarvoor gebruikt ze de volgende formule:

$$Q = Avp$$

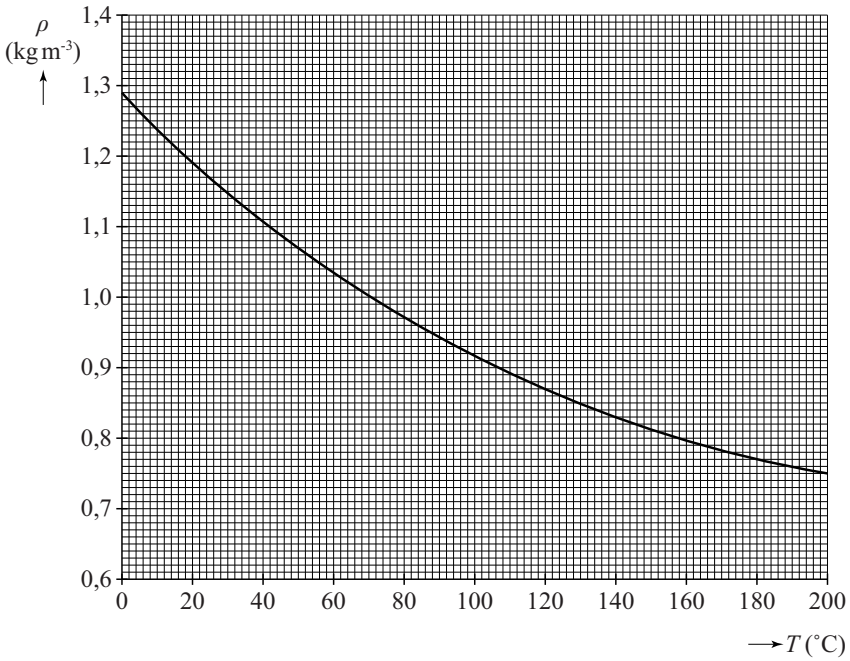
Hierin is:
- Q de massa van de lucht die per seconde verplaatst wordt,
- A de oppervlakte van de luchtopening van de föhn,
- v de snelheid van de uitgeblazen lucht,
- ρ de dichtheid van de lucht.

3p **11** Laat zien dat Q dezelfde eenheid heeft als Avp.

Om Q te kunnen berekenen, meet Feline de snelheid van de uitgeblazen lucht en de diameter van de luchtopening.
De windsnelheidsmeter geeft voor de snelheid van de lucht $9{,}5\ \mathrm{m\,s^{-1}}$. Zie figuur 1.
De diameter van de luchtopening is $4{,}5\ \mathrm{cm}$.
De dichtheid van lucht is afhankelijk van de temperatuur. Dit is weergegeven in figuur 2.
De föhn blaast lucht van $20\ ^\circ\mathrm{C}$.

figuur 1

figuur 2



natuurkundeuitgelegd.nl

Uit de metingen van Feline volgt dat $Q = 1{,}8 \cdot 10^{-2}$ kg s^{-1}.

3p **12** Toon dit met een berekening aan.

Om deze berekening te controleren voert Feline een tweede experiment uit. Ze blaast met de föhn een plastic zak met een volume van 60 liter op. Het opblazen duurt $3{,}9$ s.

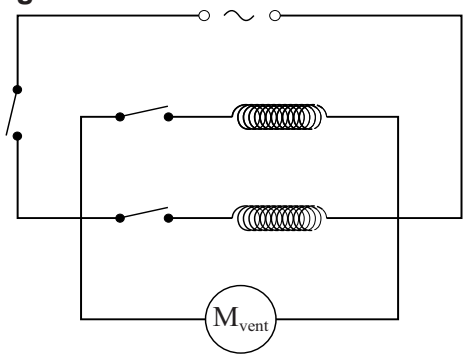
3p **13** Controleer met deze gegevens dat $Q = 1{,}8 \cdot 10^{-2}$ kg s^{-1}.

Feline meet het elektrisch vermogen van de föhn in vier standen: uit, koud, lauw (1) en warm (2). Ze verzamelt haar metingen in een tabel.

Stand	P (W)
uit	0
koud	$1{,}0 \cdot 10^{2}$
1	$6{,}5 \cdot 10^{2}$
2	$1{,}2 \cdot 10^{3}$

In de föhn zitten twee weerstandsdraden en een ventilator. In de stand ‘koud’ worden de weerstandsdraden niet gebruikt. In stand 1 is één weerstandsdraad aangesloten, in stand 2 zijn beide weerstandsdraden in gebruik. De ventilator en de weerstandsdraden zijn parallel aangesloten. Zie figuur 3.

figuur 3



2p **14** Leg met behulp van figuur 3 en de tabel uit dat de weerstandsdraden hetzelfde elektrisch vermogen hebben.

De föhn werkt op een spanning van 230 V. Eén weerstandsdraad heeft een doorsnede van $0{,}096$ mm^2 en is gemaakt van nichroom.

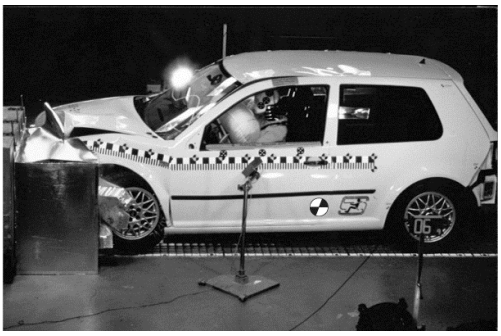
4p **15** Bereken de lengte van deze weerstandsdraad.

De ventilator levert in alle standen $1{,}8 \cdot 10^{-2}$ kilogram lucht per seconde. De luchtsnelheid in de koude stand is $9{,}5$ m s^{-1}.

3p **16** Bereken het rendement van de ventilator in deze stand.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Botsproef

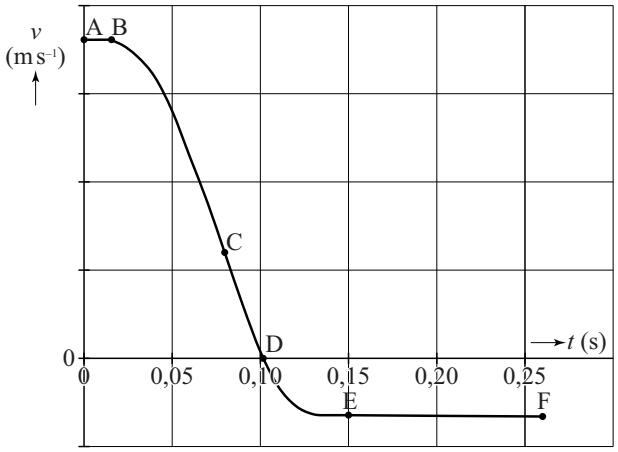


In een botsproef wordt de veiligheid van een auto getest door deze auto op een muur te laten botsen. De auto wordt daarbij van diverse kanten gefilmd. Met behulp van videometen kan dan een (s,t)-diagram gemaakt worden van een gemarkeerd punt op de auto. Op de uitwerkbijlage is het (s,t)-diagram gegeven van een bepaalde botsproef.

3p **17** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de maximale snelheid van de auto tijdens deze botsproef.

In figuur 1 is een schets van het (v,t)-diagram van de botsende auto gegeven. In dit diagram zijn zes punten, A tot en met F, met een stip aangegeven.

figuur 1



3p **18** Leg uit op welk punt (A, B, C, D, E of F)
- de auto in aanraking komt met de muur,
- de auto de maximale vertraging ondergaat,
- de auto stopt met indeuken.

natuurkundeuitgelegd.nl

Er is ook een videometing gemaakt van het hoofd van de pop in de auto. Het (v,t)-diagram van die meting is op de uitwerkbijlage gegeven. Volgens wettelijke richtlijnen mag de vertraging van een hoofd nooit groter zijn dan $60g$, waarbij $g = 9{,}81\ \mathrm{m\,s^{-2}}$.

4p **19** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage of aan de wettelijke richtlijnen voor de vertraging van een hoofd is voldaan.

Op de uitwerkbijlage staan drie stellingen die gaan over een botsproef.

3p **20** Geef per stelling aan of deze stelling waar is of niet waar.

Een autofabrikant heeft ooit een promotiefilmpje gemaakt om de veiligheid van een bepaald model auto aan te tonen. Daarbij viel de auto $15\ \mathrm{m}$ verticaal recht omlaag.
De foto's in figuur 2 tonen drie screenshots uit het filmpje.

figuur 2

3p **21** Bereken de snelheid waarmee de auto de grond raakte.

In de middelste foto van figuur 2 werken de normaalkracht F_N en de zwaartekracht F_Z op de auto.

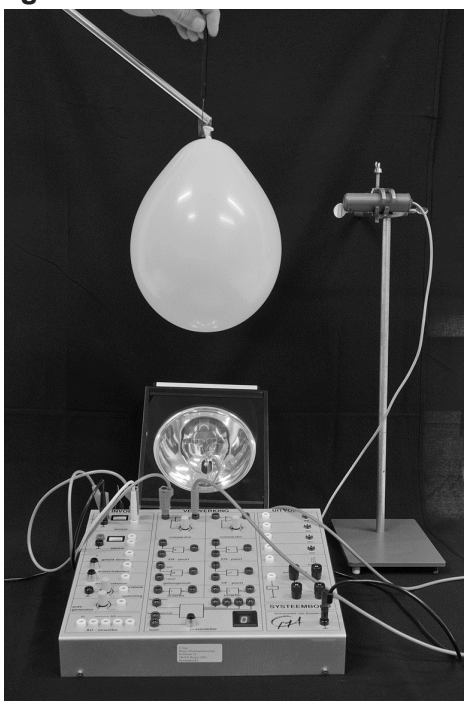
2p **22** Is in de middelste foto $F_N < F_Z$, $F_N = F_Z$, of is $F_N > F_Z$? Licht je antwoord toe.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Knallende ballon

Raymond wil een foto maken van een knallende ballon.
Hij gebruikt een opstelling waarbij een lamp flitst als een geluidssensor de knal registreert. De sensor is via een comparator aangesloten op de flitslamp. Zie figuur 1. De opstelling staat in een verduisterde ruimte.

figuur 1



Iedere keer als Raymond op een krakende stoel klimt om de ballon lek te prikken, flitst de lamp voortijdig.

2p **23** Leg uit hoe Raymond de referentiespanning van de comparator moet veranderen om voortijdig flitsen te voorkomen.

Raymond stelt zijn fotocamera zo in dat de belichtingstijd enkele seconden is. Op deze manier heeft hij voldoende tijd om de ballon lek te prikken. De opstelling wordt alleen belicht als de lamp flitst.

Raymond maakt zo een serie foto's van identieke ballonnen. Om de tijd tussen de knal en het maken van de foto te veranderen zet hij de geluidssensor steeds iets verder van de ballon. Voor een spectaculair effect vult hij de ballonnen voor een deel met water.
In figuur 2 staan drie resultaten. Onder de foto's staat de afstand tussen de ballon en de sensor. De temperatuur in de ruimte was 20 °C.

figuur 2

6 cm 30 cm 50 cm

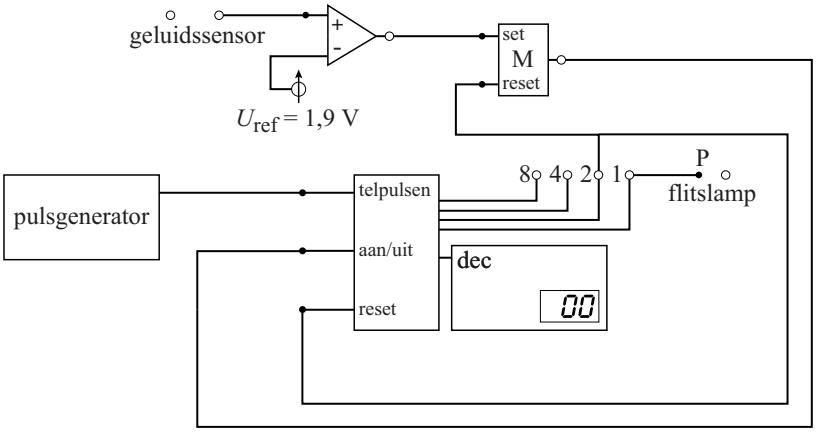
Tussen de knal en het maken van de rechter foto zat een langere tijd dan tussen de knal en het maken van de linker foto.

3p **24** Bereken dit tijdsverschil.

natuurkundeuitgelegd.nl

De tijd tussen de knal en het moment van de foto kan ook veranderd worden door de schakeling van figuur 1 uit te breiden met een pulsteller. De pulsteller moet worden aangestuurd door een pulsgenerator die signalen met hoge frequenties kan geven.
De lamp flitst bij een hoog signaal bij P.

figuur 3



2p **25** Bereken op welke frequentie de pulsgenerator ingesteld moet worden om de lamp binnen 1,5 ms, nadat de geluidsensor de knal heeft geregistreerd, te laten flitsen.

1p **26** Leg uit waarom de reset van de pulsteller niet op uitgang 4 kan worden aangesloten.

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

natuurkundeuitgelegd.nl

Raymond bedenkt dat het knallen van de ballon ook met een hogesnelheidscamera gefilmd kan worden. Een hogesnelheidscamera filmt (veel) meer beelden per seconde dan een gewone videocamera. Uit het filmpje kan hij dan vervolgens een geschikt beeld selecteren. In de handleiding van de camera vindt hij informatie over het opnemen van snelle films. Zie figuur 4.

figuur 4

Filmbeeldsnelheid (beelden per seconde)	Beeldformaat breedte × hoogte (pixels)
120	640 × 480
240	448 × 336
420	224 × 168
1000	224 × 61

Stel dat het knallen van een ballon minimaal 2,5 ms duurt. Bij een te lage filmbeeldsnelheid kan het knallen tussen twee filmbeelden plaatsvinden. Raymond kiest voor een filmbeeldsnelheid van 420 beelden per seconde.

2p **27** Laat met een berekening zien dat bij deze filmbeeldsnelheid de knallende ballon altijd te zien zal zijn.

Voor een redelijke kwaliteit van een foto mogen de pixels op de afdruk van een foto niet groter zijn dan 0,127 mm.

2p **28** Laat met een berekening zien waarom het filmbeeld dan niet geschikt is voor een vergroting van 20 cm × 15 cm.

Het eindresultaat van het experiment met de flitslamp is te zien op de uitwerkbijlage.
De ballon had in werkelijkheid een breedte van 22 cm. Op de foto is de ballon 6,4 keer zo groot afgebeeld als op de beeldchip in het fototoestel. De afstand tussen de ballon en de lens was 161 cm.

4p **29** Bereken de brandpuntsafstand van de lens in de camera.

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