Examen VWO

2008

tijdvak 1
dinsdag 20 mei
13.30 - 16.30 uur

natuurkunde 1

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 24 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 81 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.

800025-1-020o

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Jan-van-gent

De jan-van-gent is de grootste zeevogel van het Noordzeegebied. Zie figuur 1.
Hij leeft van vis, die hij door middel van een snelle duik vanuit de lucht uit het water haalt. Vanaf een hoogte van $30\ \text{m}$ duikt hij daarbij zonder beginsnelheid loodrecht naar beneden en komt met een snelheid van ruim $100\ \text{km h}^{-1}$ in het water terecht.

figuur 1

4p **1** Toon aan dat deze snelheid in een vrije val over $30\ \text{m}$ niet gehaald wordt.

Een jan-van-gent heeft een massa van $2{,}8\ \text{kg}$. Op het tijdstip $t = 0\ \text{s}$ versnelt hij zonder verticale beginsnelheid door middel van een krachtige vleugelslag loodrecht naar beneden. Behalve de zwaartekracht levert hij dus zelf een kracht. Op $t = 0{,}82\ \text{s}$ is zijn snelheid $27\ \text{m s}^{-1}$.

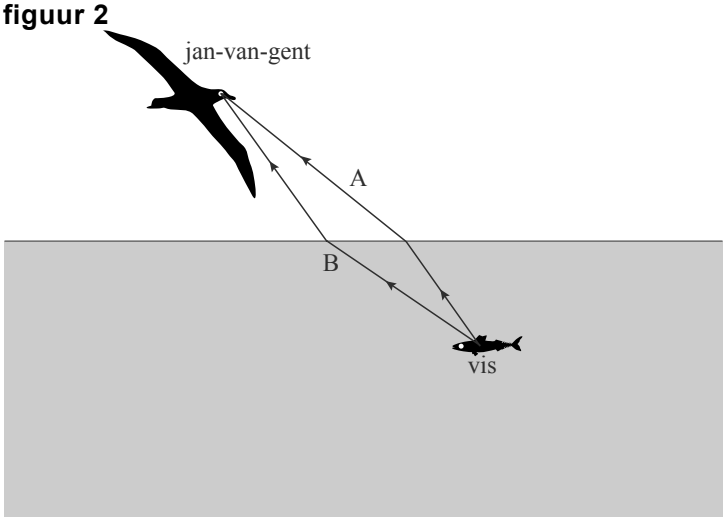
4p **2** Bereken de gemiddelde kracht die de jan-van-gent tijdens dit gedeelte van zijn duik levert.

Vanaf $t = 0{,}82\ \text{s}$ werkt alleen de zwaartekracht nog. De jan-van-gent bevindt zich op dat moment nog $28\ \text{m}$ boven het water.

3p **3** Bereken met behulp van energiebehoud met welke snelheid hij in het water terecht komt. Verwaarloos daarbij de luchtweerstand.

Het is van belang dat de jan-van-gent loodrecht boven de vis hangt voordat hij duikt. Als hij er schuin boven hangt, ziet hij de vis niet op de plek waar deze zich bevindt. De situatie is weergegeven in figuur 2. In deze figuur zijn twee mogelijke stralengangen A en B getekend van licht dat van de vis in het oog van de jan-van-gent komt.

figuur 2



3p **4** Leg uit of de jan-van-gent de vis in figuur 2 links of rechts ziet van de plaats waar die zich in werkelijkheid bevindt. Leg daartoe eerst uit of de juiste stralengang wordt weergegeven door A of door B.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Uitstralen

Lees het onderstaande artikel.

Nog veertig jaar uitstralen

Geruime tijd geleden is de kerncentrale bij Dodewaard stilgelegd en zijn de splijtstofstaven uit het complex verwijderd.
Inmiddels is de centrale gereedgemaakt om veertig jaar lang zijn straling te verliezen.
Deze straling is afkomstig van twee bronnen: van materiaal dat zelf radioactief geworden is en van spullen die alleen radioactief besmet zijn. De belangrijkste radioactieve stof is kobalt-60. Deze is ontstaan door de bestraling van het ijzer in de reactorwanden. De halveringstijd is zodanig dat er na veertig jaar minder dan 1/250e deel van de hoeveelheid kobalt-60 aanwezig is.
De gebouwen met radioactieve stoffen zijn ommuurd. Bij deze muren mag niet meer dan 4 becquerel per vierkante centimeter radioactiviteit gemeten worden, zo is de eis.

In het artikel is sprake van zowel bestraling als besmetting.

2p **5** Omschrijf beide begrippen zodat duidelijk wordt wat het verschil ertussen is.

Het ijzer van de reactorwand werd voortdurend met neutronen bestraald, zodat uiteindelijk de isotoop ijzer-59 werd gevormd. IJzer-59 is radioactief.

3p **6** Geef de vervalreactie van ijzer-59.

In het artikel staat een uitspraak over de halveringstijd van kobalt-60.

3p **7** Ga met een berekening na of deze uitspraak juist is.

Kobalt-60 zendt β- en γ-straling uit. Rondom de reactorwand is een betonnen muur gebouwd, die de β-straling volledig absorbeert, maar nog een klein gedeelte van de γ-straling doorlaat.
Deze γ-straling heeft een energie van $1{,}0$ MeV.

3p **8** Bereken hoe dik de betonnen muur minstens moet zijn opdat de intensiteit van de γ-straling tot $0{,}10\%$ van de oorspronkelijke waarde gereduceerd wordt.

natuurkundeuitgelegd.nl

Een volwassene met een massa van $85\ \text{kg}$ staat gedurende 1 minuut aan de buitenzijde van de muur. Zie figuur 3.
Veronderstel dat men aan de buitenkant van deze muur een activiteit meet van $4\ \text{Bq}$ per cm^2. Hiermee bedoelt men dat er per cm^2 muuroppervlak 4 γ-deeltjes (van $1{,}0\ \text{MeV}$) per s worden doorgelaten.

figuur 3

Voor de equivalente dosis (het dosisequivalent) H geldt:

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

Hierin is:
- H de equivalente dosis (in Sv);
- Q de zogenoemde (stralings)weegfactor (kwaliteitsfactor); in dit geval geldt dat $Q = 1$;
- E de geabsorbeerde stralingsenergie (in J);
- m de massa van de bestraalde persoon (in kg).

5p **9** Laat met een berekening zien dat de equivalente dosis die deze persoon ontvangt ver onder de norm ligt die in Binas vermeld staat.
Schat daartoe eerst het oppervlak van de man uit figuur 3 dat bestraald wordt en bereken hoeveel γ-deeltjes hem per seconde treffen.

Opgave 3 Xylofoon

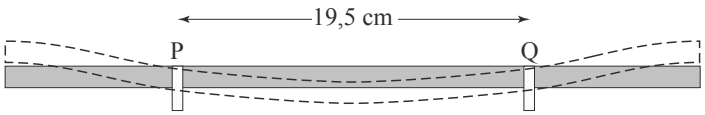
Een xylofoon is een muziekinstrument. Dit instrument bestaat uit een metalen frame, waarop houten klankstaven liggen die een toon voortbrengen als je er met xylofoonstokken op slaat. Onder de klankstaven hangen resonantiebuizen die het geluid versterken. Zie figuur 4.

figuur 4

natuurkundeuitgelegd.nl

Een van de klankstaven steunt op de plaatsen P en Q op het frame.
Zie figuur 5. Wanneer de klankstaaf in het midden wordt aangeslagen, ontstaat er in de staaf een staande transversale golf met knopen in de punten P en Q.

figuur 5

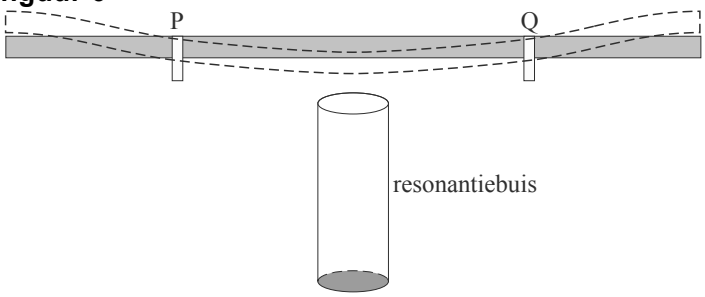


Deze klankstaaf brengt bij kamertemperatuur een toon voort met een frequentie van 440 Hz.

3p **10** Bereken de voortplantingssnelheid van de transversale golven in deze staaf.

De resonantiebuizen die onder de klankstaven hangen, zijn aan de bovenkant open en aan de onderkant gesloten. Zie figuur 6.

figuur 6



Na het aanslaan van een klankstaaf ontstaat in de lucht van de bijbehorende resonantiebuis een staande longitudinale golf met 1,3 cm boven de buis een buik. De resonantiefrequentie is gelijk aan de frequentie van de klankstaaf.
De resonantiebuis brengt de grondtoon voort. De temperatuur is 20 °C.

3p **11** Bereken de lengte van de resonantiebuis die onder de klankstaaf van 440 Hz hangt.

Zonder de resonantiebuis geeft de klankstaaf op een bepaalde afstand een geluidsdrukniveau van 60 dB, mét resonantiebuis van 77 dB.

3p **12** Bereken de verhouding van de geluidsintensiteiten met en zonder resonantiebuis.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Luchtschip

Men kan mensen door de lucht vervoeren, hangend in een afgesloten cabine onder een sigaarvormige ballon gevuld met helium. Zie figuur 7.

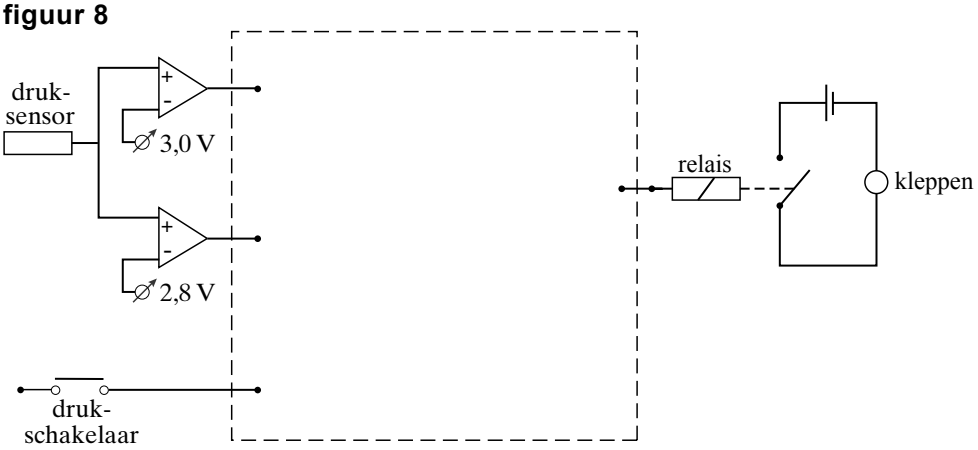
figuur 7

Het luchtschip houdt zijn vorm doordat de druk van het heliumgas iets groter is dan de druk van de omgevingslucht. Door zonnestraling kan de inwendige druk hoger oplopen dan gewenst. Daarom bevat de ballon een automatisch systeem dat de druk op peil houdt. Het systeem bedient kleppen die open en dicht kunnen gaan om helium uit de ballon te laten. Het verschil tussen de luchtdruk en de druk van het helium wordt gemeten met een druksensor.
Het automatische systeem voldoet aan de volgende eisen:
- de kleppen gaan open als de sensorspanning boven de $3{,}0$ V komt;
- de kleppen worden gesloten als de sensorspanning onder de $2{,}8$ V komt;
- als het relais een hoge waarde binnenkrijgt, zijn de kleppen open, anders zijn ze dicht;
- de piloot kan de kleppen ook openen met een schakelaar, ook al is de sensorspanning lager dan $3{,}0$ V.

2p **13** Leg uit of het automatische systeem met de druksensor een meet-, stuur- of regelsysteem is.

In figuur 8 is een deel van het automatische systeem getekend. Deze figuur staat ook op de uitwerkbijlage.

figuur 8



4p **14** Voltooi de schakeling op de uitwerkbijlage zodat deze aan de gestelde eisen voldoet.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Springstok

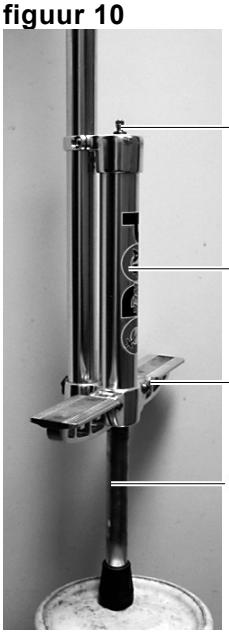
Thomas heeft een springstok gekocht die op luchtdruk werkt. Zie figuur 9.

figuur 9

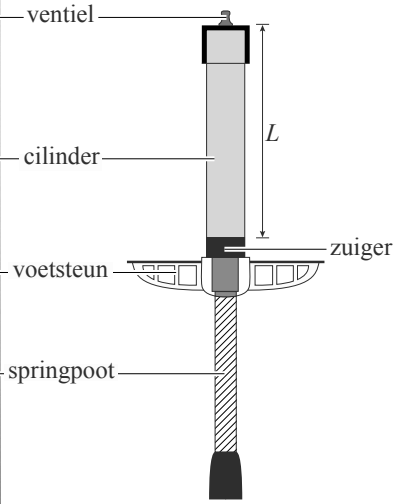
Figuur 10 toont het onderste deel van de springstok.
Dit bestaat uit:
- een holle cilinder waar de voetsteunen en het bovenste gedeelte van de springstok aan vastzitten;
- een 'springpoot' die in de cilinder op en neer kan schuiven.

In de cilinder zit lucht. Deze lucht is aan de bovenkant van de buitenlucht afgesloten door een ventiel. Aan de onderkant is de lucht afgesloten door een zuiger die de bovenkant van de springpoot vormt.
Figuur 11 toont een doorsnede van het geheel. Wanneer de springstok rechtop staat en niet wordt belast, bevindt de zuiger zich onder in de cilinder zoals in figuur 11.

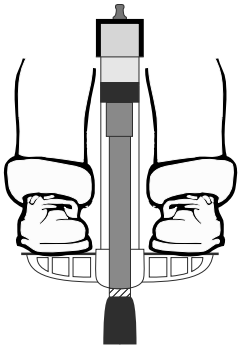
figuur 10



figuur 11



figuur 12



De luchtdruk in de cilinder is dan gelijk aan de buitenluchtdruk.
Als Thomas op de voetsteunen gaat staan, schuift de cilinder naar beneden, zoals in figuur 12 is getekend. Door het gewicht van Thomas neemt de luchtdruk in de cilinder toe van $1{,}0 \cdot 10^5$ Pa tot $4{,}3 \cdot 10^5$ Pa. De massa van Thomas is 42 kg.
De massa van de springstok is te verwaarlozen.

4p **15** Bereken de diameter van de zuiger.

natuurkundeuitgelegd.nl

De cilinder schuift in deze situatie zo ver over de springpoot, dat springen met de springstok niet goed mogelijk is. Thomas pompt daarom via het ventiel extra lucht in de cilinder. Hierdoor loopt de druk in de cilinder op tot $3{,}0 \cdot 10^5$ Pa.
Als hij op de springstok staat, is de druk weer gelijk aan $4{,}3 \cdot 10^5$ Pa.

Als Thomas nog niet op de springstok staat, is de lengte L van de luchtkolom in de cilinder 34 cm. Zie figuur 11. De lucht in de cilinder mag beschouwd worden als een ideaal gas, waarvan de temperatuur constant is.

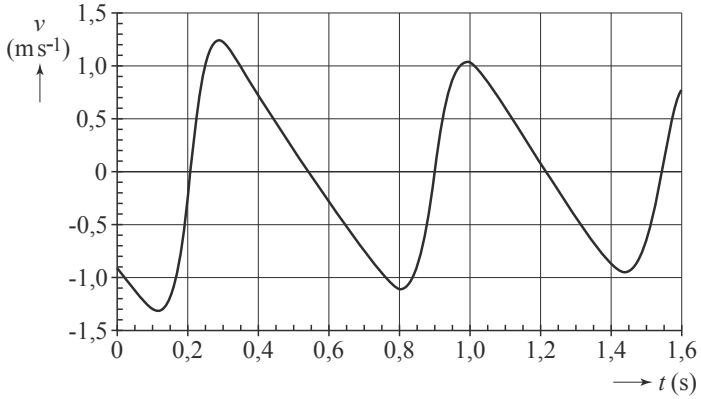
3p **16** Bereken hoe ver de zuiger ten opzichte van de cilinder is verschoven als Thomas op de springstok staat.

Thomas gaat springen. Hierbij verandert het volume van de lucht in de cilinder voortdurend. Als de springstok omhoog beweegt, wordt het volume van de lucht snel groter. Hierdoor verandert de temperatuur in de cilinder wél. Tijdens deze beweging is er geen warmte-uitwisseling met de omgeving.

4p **17** Leg met behulp van de eerste hoofdwet van de warmteleer uit of bij deze beweging de temperatuur van de lucht in de cilinder stijgt of daalt.

In figuur 13 is een gedeelte van de (v,t)-grafiek van Thomas weergegeven.
Op het tijdstip $t = 0$ beweegt Thomas omlaag.

figuur 13



3p **18** Leg uit op welk tijdstip tussen $t = 0$ en $t = 1{,}6$ s Thomas zich in het allerhoogste punt bevindt.

Op de uitwerkbijlage is een gedeelte van de (v,t)-grafiek vergroot weergegeven.

3p **19** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de versnelling op het tijdstip $t = 0{,}90$ s.

natuurkundeuitgelegd.nl

De voetsteunen zijn inklapbaar. Zie figuur 14. Op de uitwerkbijlage staat een figuur waarbij beide voetsteunen volledig zijn uitgeklapt.
In deze figuur geldt:

- punt D is het draaipunt van één voetsteun;
- in punt R is de kracht die op deze voetsteun werkt als Thomas erop staat als een pijl weergegeven;
- in punt Q is de werklijn van de kracht getekend die de cilinder op de voetsteun uitoefent.

figuur 14

Wanneer Thomas op de springstok staat, is zijn gewicht gelijk verdeeld over beide voetsteunen.

4p **20** Bepaal de grootte van de kracht die de cilinder in punt Q op de voetsteun uitoefent.

natuurkundeuitgelegd.nl

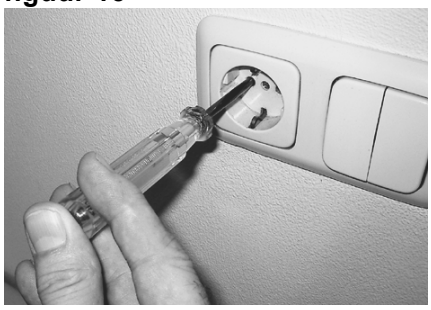
Opgave 6 Spanningzoeker

De netspanning in huis is $230\ \mathrm{V}$. Het is gevaarlijk om met je vingers een ongeïsoleerde draad aan te raken. Er gaat dan een stroom lopen van de draad via je lichaam naar aarde. Een stroom van enkele milliampère door je lichaam kan al grote gevolgen hebben.
Een monteur raakt per ongeluk een ongeïsoleerde draad aan. Hij draagt speciale veiligheidsschoenen met zolen van rubber van $4{,}0\ \mathrm{mm}$ dikte.
De totale oppervlakte van de zolen is $2{,}0\ \mathrm{dm}^2$.

4p **21** Leg uit dat de rubberzolen voldoende bescherming bieden. Bereken daartoe eerst de weerstand van de rubberzolen.

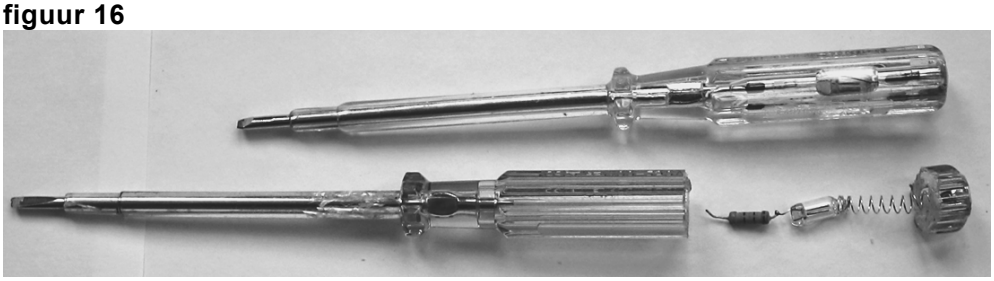
Om te onderzoeken of er spanning op een draad staat, wordt een spanningzoeker gebruikt. Zie figuur 15.
Als er spanning op de draad staat en je houdt je duim op de achterkant van de spanningzoeker, dan gaat een lampje in de spanningzoeker branden.

figuur 15



In de spanningzoeker zit een serieschakeling van een weerstand van $1{,}0\ \mathrm{M\Omega}$ en een lampje. Zie figuur 16.

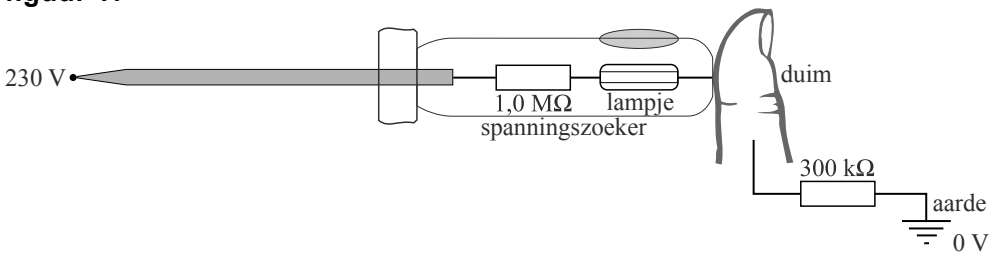
figuur 16



natuurkundeuitgelegd.nl

De spanningzoeker is via een persoon met een weerstand van $300\ \text{k}\Omega$ met de aarde verbonden. Zie figuur 17. In deze situatie verdeelt de spanning van $230\ \text{V}$ zich over de weerstand van $1{,}0\ \text{M}\Omega$, het lampje en de weerstand van $300\ \text{k}\Omega$.

figuur 17

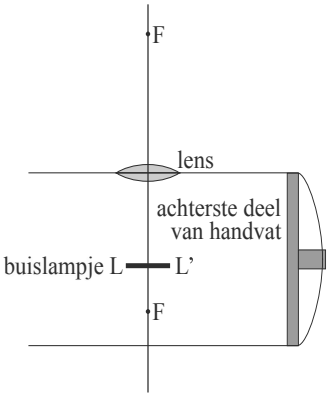


Het lampje gaat branden als er een spanning van meer dan $80\ \text{V}$ over staat.

3p **22** Bereken hoe groot de weerstand van het lampje dan minimaal moet zijn.

Het handvat van de spanningzoeker is gemaakt van doorzichtig materiaal. In dit handvat zit vóór het (buis)lampje een bolvormige verdikking die werkt als een lens. Deze lens maakt een virtueel beeld van het buislampje.
Figuur 18 is een tekening (niet op schaal) van het lampje en de lens. Figuur 18 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

figuur 18



4p **23** Construeer op de uitwerkbijlage het beeld dat de lens van het buislampje LL' maakt.

De afstand van het buislampje tot de lens is $8{,}0\ \text{mm}$. Het virtuele beeld is $4{,}0$ keer zo groot als het lampje zelf.

4p **24** Bereken de brandpuntsafstand van de lens.

Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift, dat na afloop van het examen wordt gepubliceerd.

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