Examen HAVO

2015

tijdvak 1
woensdag 27 mei
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 27 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.

natuurkundeuitgelegd.nl

Mürrenbaan

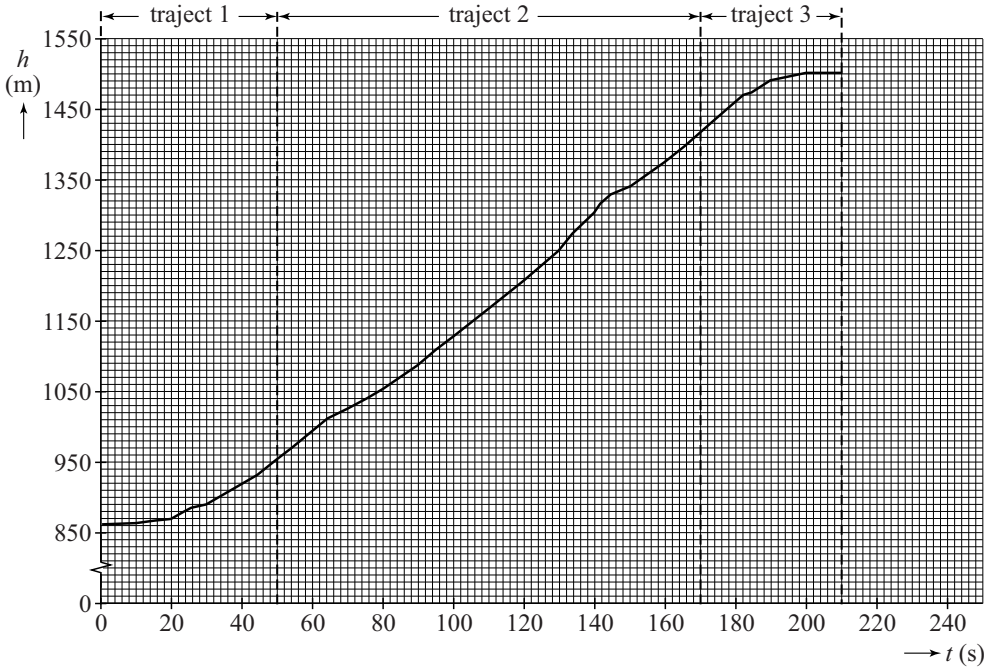
Aan de rand van de Zwitserse Alpen ligt het dorpje Mürren. Dit dorp is niet per auto te bereiken. Reizigers van en naar het dorp moeten gebruikmaken van een kabelbaan, de Mürrenbaan. Zie figuur 1.

figuur 1

Anoek heeft een rit in de Mürrenbaan gemaakt. Zij heeft een gps bij zich waarmee ze tijdens de rit de hoogte van de cabine ten opzichte van de grond heeft gemeten.
Het bijbehorende (h,t)-diagram is in figuur 2 weergegeven. In het diagram zijn drie trajecten aangegeven: in traject 1 versnelt de cabine, in traject 2 beweegt de cabine met constante snelheid, in traject 3 remt de cabine weer af.

3p **1** Bepaal met behulp van figuur 2 de gemiddelde snelheid in verticale richting over de hele rit.

figuur 2



De cabine met passagiers heeft een massa van $23{,}6$ ton en wordt door een motor schuin omhoog getrokken. In traject 2 is de snelheid in verticale en horizontale richting (ongeveer) constant.
Alle wrijvingskrachten op de cabine worden verwaarloosd.

3p **2** Bepaal de arbeid die de motor in traject 2 heeft verricht.

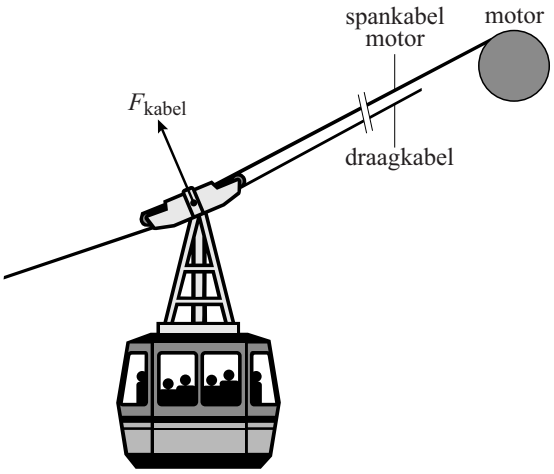
natuurkundeuitgelegd.nl

Anoek kan met de gps ook de snelheid van de cabine langs de baan meten. Zij meet in traject 2 een constante snelheid van $7{,}5\ \mathrm{m\,s^{-1}}$.

4p **3** Bepaal de hellingshoek die de kabelbaan maakt met het horizontale vlak. Gebruik hierbij ook figuur 2.

De cabine hangt aan een draagkabel. Zie figuur 3.
De resultante van de spankrachten in deze draagkabel wordt in figuur 3 aangegeven als F_{kabel}.
Figuur 3 is op de uitwerkbijlage vereenvoudigd weergegeven.
In deze figuur komt $1{,}0\ \mathrm{cm}$ overeen een kracht van $1{,}0 \cdot 10^{5}\ \mathrm{N}$.

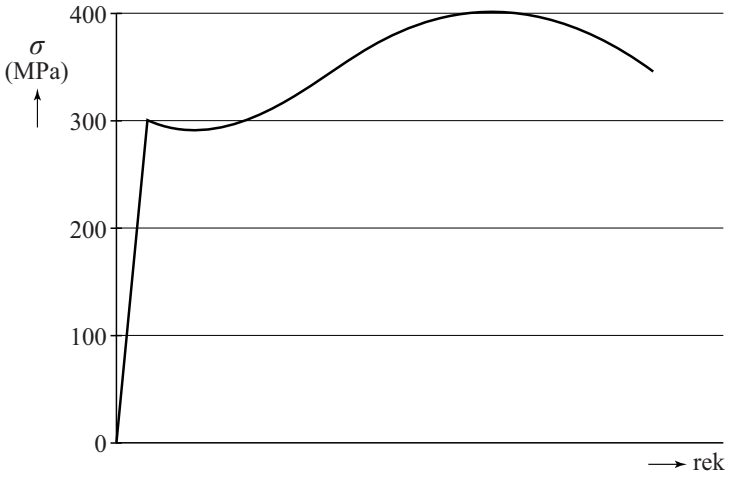
figuur 3



4p **4** Bepaal met behulp van een constructie in de figuur op de uitwerkbijlage de grootte van de spankracht in de draagkabel.

De draagkabel is gemaakt van staal en heeft een doorsnede van $3{,}85 \cdot 10^{3}\ \mathrm{mm^2}$.
In figuur 4 is het spanning-rekdiagram gegeven van de gebruikte staalsoort.

figuur 4



3p **5** Bepaal de maximale spankracht die deze draagkabel kan uitoefenen zonder blijvend te vervormen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Samarium-153

Cassie, een acht jaar oude hond met een tumor in een bot, is onlangs als eerste hond ter wereld succesvol behandeld met samarium-153.

Samarium-153 komt niet in de vrije natuur voor. Het wordt gemaakt door samarium-152-kernen te beschieten met een bepaald soort deeltjes.

1p **6** Met welk deeltje moet een samarium-152-kern beschoten worden om samarium-153 te vormen?

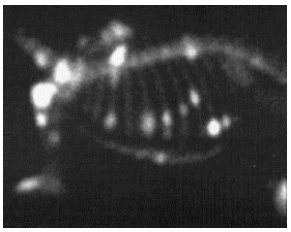
A alfadeeltje
B betadeeltje
C gammafoton
D neutron
E proton

Samarium-153 zendt zowel β^--straling als γ-straling uit. Het kan daarom zowel voor een behandeling tegen tumoren gebruikt worden als voor een scan.

4p **7** Geef de vervalreactie van samarium-153.

Samarium hecht zich beter aan geïnfecteerd botweefsel dan aan gezond botweefsel. Daarom kan er tijdens de behandeling ook een scan gemaakt worden van de hond waarin zieke botdelen als lichte vlekken te zien zijn. Zie figuur 1.

figuur 1



1p **8** Welk soort straling wordt gebruikt om een scan te maken en van welke eigenschap van die straling wordt dan gebruikgemaakt?

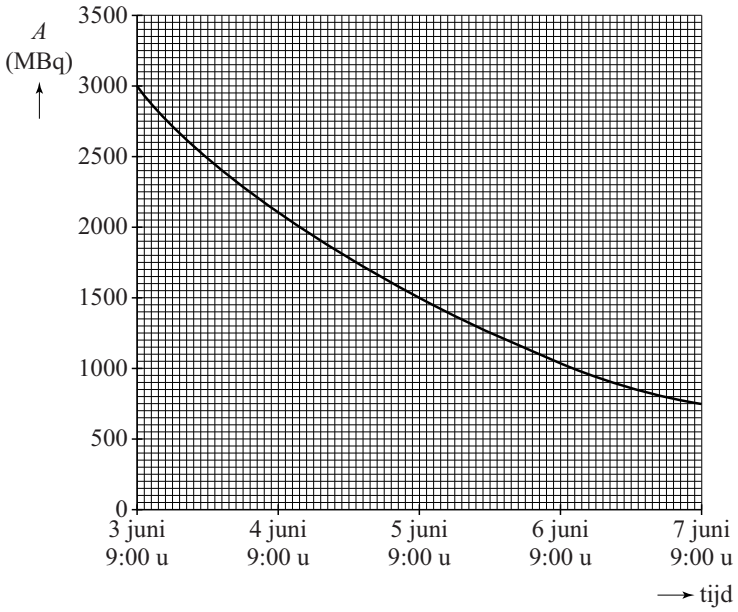
A β^--straling, want deze straling heeft een klein doordringend vermogen
B β^--straling, want deze straling heeft een groot doordringend vermogen
C γ-straling, want deze straling heeft een klein doordringend vermogen
D γ-straling, want deze straling heeft een groot doordringend vermogen

natuurkundeuitgelegd.nl

Het medicijn, met productiedatum 3 juni 9.00 uur, wordt aangeleverd in een flesje met een inhoud van $15\ \text{mL}$. Zie figuur 2.
De activiteit van het geleverde samarium-153 is weergegeven in figuur 3.

figuur 2

figuur 3



2p **9** Bepaal met behulp van figuur 3 de halveringstijd van samarium-153.

Cassie is op 4 juni om 9.00 uur 's ochtends ingespoten met het medicijn. Volgens de arts moet er $37\ \text{MBq}$ per kg lichaamsgewicht geïnjecteerd worden. Cassie heeft een massa van $30\ \text{kg}$.

3p **10** Bepaal hoeveel milliliter van het medicijn ingespoten moet worden.

De tumor in het bot van Cassie werd bestraald met de β^--deeltjes die door het samarium-153 zijn uitgezonden. Elk deeltje had een energie van $233\ \text{keV}$. Tijdens de behandeling heeft het geïnfecteerde bot een stralingsdosis ontvangen van $86{,}5\ \text{Gy}$ ten gevolge van de β^--deeltjes.
De massa van het geïnfecteerde bot is $10\ \text{g}$.

4p **11** Bereken hoeveel β^--deeltjes door het geïnfecteerde bot tijdens de behandeling worden geabsorbeerd.

Een deel van het bij Cassie ingespoten samarium is uitgescheiden met de urine. De urine van Cassie werd daarom opgevangen en gedurende 10 halveringstijden bewaard.

2p **12** Bereken hoeveel procent van de activiteit van het samarium in de opgevangen urine er na die tijd nog over was. Geef je antwoord in twee significante cijfers.

natuurkundeuitgelegd.nl

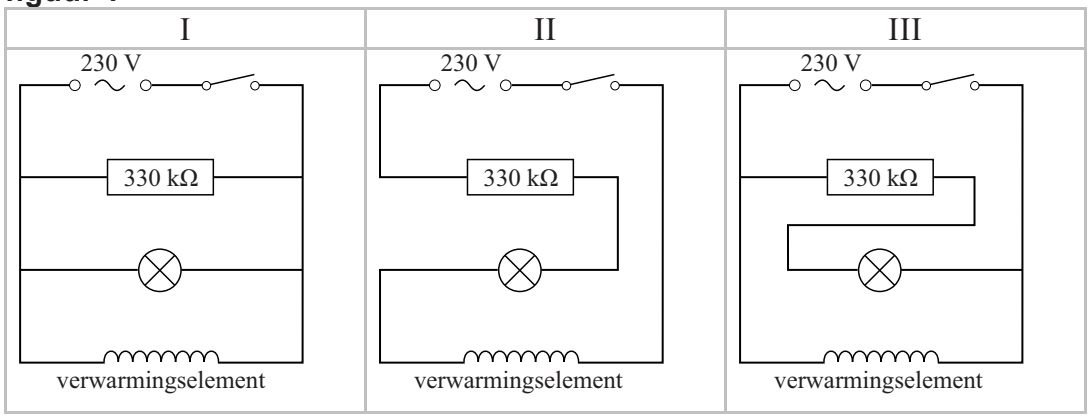
Frituurpan

Twan onderzoekt een frituurpan die aangesloten kan worden op het lichtnet ($230\ \mathrm{V}$). Op het typeplaatje van de pan staat dat het elektrisch vermogen $1{,}8\ \mathrm{kW}$ is.

2p **13** Bereken de stroomsterkte die het lichtnet aan de pan levert als de pan is ingeschakeld.

Op de frituurpan zit een neonlampje dat brandt als het verwarmingselement met een schakelaar is ingeschakeld. Het neonlampje brandt op een spanning van $90\ \mathrm{V}$. In de schakeling is ook een weerstand van $330\ \mathrm{k\Omega}$ opgenomen.
Het vermogen van het neonlampje is te verwaarlozen ten opzichte van het vermogen van het verwarmingselement.
In figuur 1 zijn drie mogelijke schema's van deze schakeling getekend.

figuur 1



2p **14** Leg uit welke twee schema's niet juist zijn.

Twan neemt de pan mee naar de schuur. Daar sluit hij de pan aan op een stopcontact dat is aangelegd met een kabel vanuit het huis. De lengte van deze kabel is $60\ \mathrm{m}$. De doorsnede van één koperdraad in de kabel is $2{,}5\ \mathrm{mm^2}$. De weerstand van deze ene koperdraad is $0{,}41\ \Omega$.

4p **15** Toon dit aan met een berekening.

natuurkundeuitgelegd.nl

Voor zijn onderzoek gebruikt Twan een meter waarmee stroomsterkte, spanning en vermogen gemeten kunnen worden. Zie figuur 2.
Hij meet de stroomsterkte door, de spanning over en het vermogen van de frituurpan als de pan is uitgeschakeld en als de pan is ingeschakeld.
De resultaten van zijn metingen staan in tabel 1.

figuur 2

tabel 1

frituurpan	U (V)	I (A)	P (W)
uitgeschakeld	230	0	0
ingeschakeld	224	7,3	1635

Het valt hem op dat de spanning daalt als hij de pan inschakelt. Twan veronderstelt dat deze daling van de spanning wordt veroorzaakt door de weerstand van de kabel naar de schuur.

3p **16** Ga met een berekening na of Twans veronderstelling juist is. Gebruik hierbij ook de gegevens uit tabel 1.

Door veroudering zal de weerstand van de nichroomdraad van het verwarmingselement in de frituurpan toenemen.

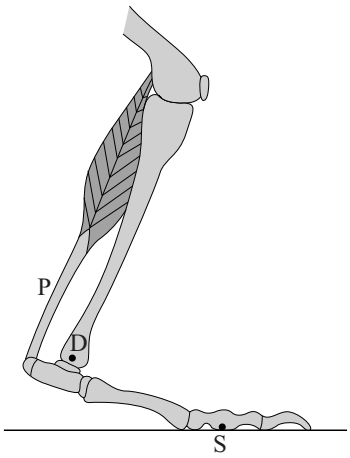
2p **17** Wordt het vermogen van het verwarmingselement daardoor groter, kleiner of blijft het gelijk? Licht je antwoord toe met behulp van formule(s).

natuurkundeuitgelegd.nl

Kangoeroesprongen

Kangoeroes staan bekend om hun enorme sprongen en sprongkracht. Die sprongkracht danken ze aan de speciale bouw van hun achterpoten. De bouw van zo'n poot is weergegeven in figuur 1.
De voet draait rondom punt D in de enkel en steunt in punt S op de grond. De voet is met een spier verbonden via pees P.

figuur 1



In figuur 1 staat de kangoeroe stil.

3p **18** Leg uit of de kracht in pees P groter is dan, kleiner is dan, of even groot is als de normaalkracht op de voet in punt S. Verwaarloos hierbij de zwaartekracht op de voet.

De pees bestaat uit veerkrachtig materiaal. Tijdens het springen is de maximale spanning in de pees $27\ \text{MPa}$. De pees rekt daarbij $2{,}5\%$ uit. De uitrekking van de pees is (vrijwel) lineair.

3p **19** Bereken de elasticiteitsmodulus van de pees.

De pees brengt de spierkracht over naar de voet, maar dient tevens als een sterke veer. De energie die in de pees wordt opgeslagen noemen we de veerenergie.

Er is een filmpje gemaakt van een springende kangoeroe. Op de uitwerkbijlage zijn zes opeenvolgende beelden van de bewegende kangoeroe weergegeven.

3p **20** Geef in de tabel op de uitwerkbijlage aan of voor de aangegeven situaties:
- de zwaarte-energie E_z van de kangoeroe toeneemt (↑), afneemt (↓) of gelijk blijft (=);
- de veerenergie E_{veer} in de pees toeneemt (↑), afneemt (↓) of gelijk blijft (=).

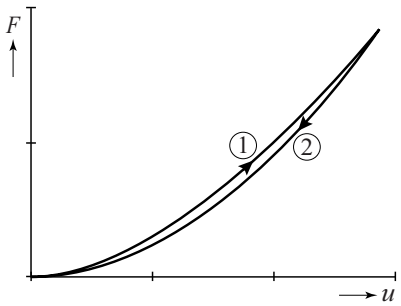
Tijdens het springen werken de normaalkracht F_n en de zwaartekracht F_z op de kangoeroe.

2p **21** Geef op de uitwerkbijlage voor de foto's 1, 3 en 5 aan of F_n groter is dan F_z, kleiner is dan F_z, of gelijk is aan F_z.

natuurkundeuitgelegd.nl

Om het rendement van de pees (als veer) te onderzoeken is de uitrekking van de pees gemeten met toenemende kracht (1) en met afnemende kracht (2).
Het resultaat staat in figuur 2.
De uitrekking als functie van de kracht bleek niet lineair te verlopen.
De oppervlakte onder het (F,u)-diagram geeft de arbeid aan.

figuur 2



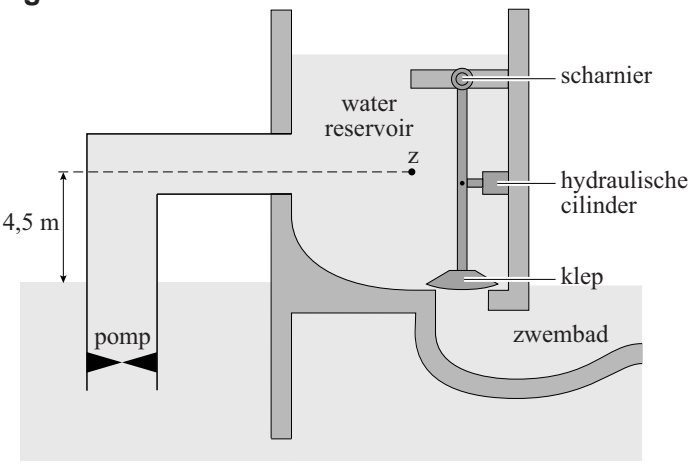
2p **22** Leg met behulp van figuur 2 uit of de pees (als veer) een hoog of een laag rendement heeft.

natuurkundeuitgelegd.nl

Soliton

In Greensboro, Amerika, staat een bijzonder golfslagbad waar om de paar minuten één reusachtige golfberg, een soliton, gemaakt wordt. Om zo'n golfberg te maken wordt met een elektrische pomp water uit het zwembad in een waterreservoir gepompt. Zie figuur 1.

figuur 1

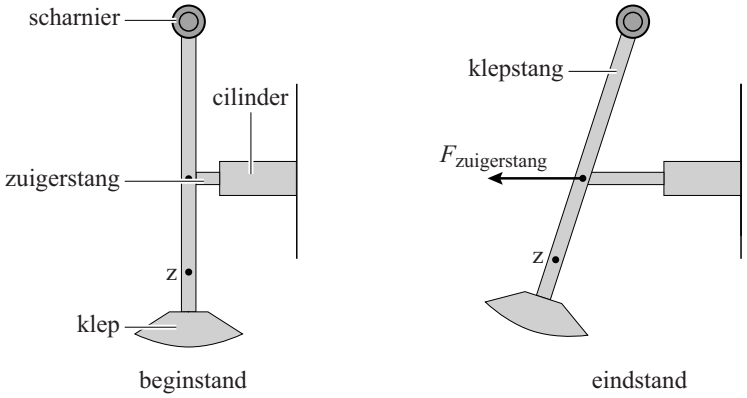


Tijdens het vullen van het reservoir wordt een watervolume van $341\ \text{m}^3$ in $136\ \text{s}$ omhoog gepompt. Het zwaartepunt van het water in het reservoir komt daarbij $4{,}5\ \text{m}$ boven het water in het zwembad te liggen.
De pomp heeft een elektrisch vermogen van $441\ \text{kW}$.
De verandering van het waterniveau in het zwembad is tijdens het pompen te verwaarlozen.

5p **23** Bereken het rendement van de pomp.

De klep van het reservoir wordt bediend met een hydraulische cilinder met zuigerstang. In figuur 2 is de klep in de begin- en eindstand getekend. De totale massa van de klepstang met klep is $70\ \text{kg}$. Het zwaartepunt hiervan is aangegeven met Z. Het rechterdeel van figuur 2 is op de uitwerkbijlage vergroot en op schaal weergegeven.

figuur 2



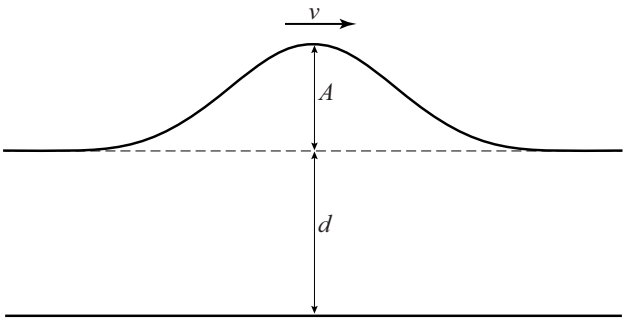
natuurkundeuitgelegd.nl

Als de klep een tijdje openstaat is het waterreservoir leeg.

4p **24** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de kracht die de zuigerstang dan op de klepstang uitoefent.

In de natuurkunde wordt een enkele golfberg een soliton genoemd. De soliton die in het golfslagbad ontstaat is in figuur 3 schematisch weergegeven. Hierin is A de amplitude van de soliton, d de waterhoogte van het stilstaande water en v de snelheid van de soliton.

figuur 3



Het verband tussen de snelheid v, de waterhoogte d en de amplitude A is:

$v^2 = g(d + A)$, waarbij g de valversnelling is.

2p **25** Beredeneer hoe de amplitude van een soliton verandert als deze golfberg met een constante snelheid in een ondieper gedeelte van het bad komt.

Een soliton kan alleen bestaan als de amplitude kleiner is dan $(0{,}78 \cdot d)$. Bij een grotere amplitude breekt de golf, zoals dat in de branding van de zee ook gebeurt. De waterhoogte in het golfslagbad is $4{,}0$ m.

2p **26** Bereken de maximale snelheid van de soliton in het diepe deel van het golfslagbad.

De snelheid van de golf kan op twee manieren bepaald worden:
1 met de tijd die de soliton nodig heeft om een horizontale afstand af te leggen;
2 met $v^2 = g(d + A)$.

Op de uitwerkbijlage is de plaats van de soliton op twee verschillende tijdstippen langs de wand van het zwembad getekend.
De tegels van het zwembad hebben een hoogte van 20 cm en een breedte van 40 cm.

4p **27** Bepaal de snelheid van de soliton op de twee genoemde manieren. Gebruik hierbij de metingen op de uitwerkbijlage.

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