Examen VWO

2014

tijdvak 2
woensdag 18 juni
13.30 - 16.30 uur

natuurkunde

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Gebruik het tabellenboekje.

Achter het correctievoorschrift is een aanvulling op het correctievoorschrift opgenomen.

Dit examen bestaat uit 25 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 75 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.

VW-1023-a-14-2-o

natuurkundeuitgelegd.nl

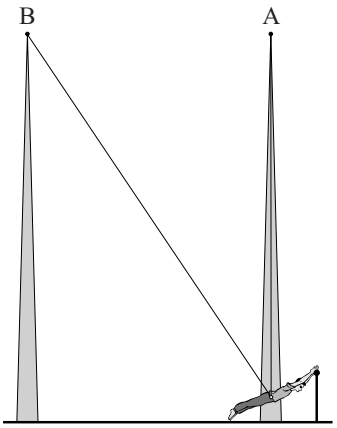
natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Skydiver

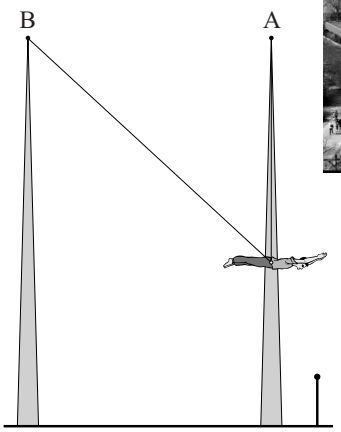
In attractiepark Walibi Holland staat de attractie ‘Skydiver’. De Skydiver bestaat uit twee masten (A en B). Zie figuur 1.
Bij de start staan de passagiers recht onder de top van mast A.
Eén kabel loopt naar de top van mast A.
Een andere kabel loopt naar de top van mast B.
In figuur 2 zijn verschillende stappen schematisch weergegeven.

figuur 1

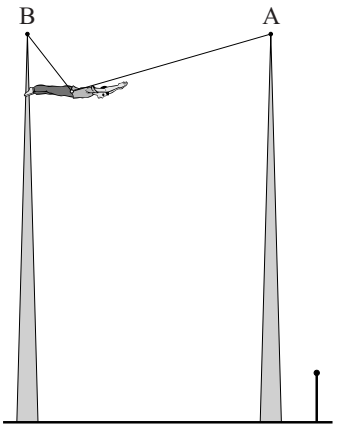
figuur 2



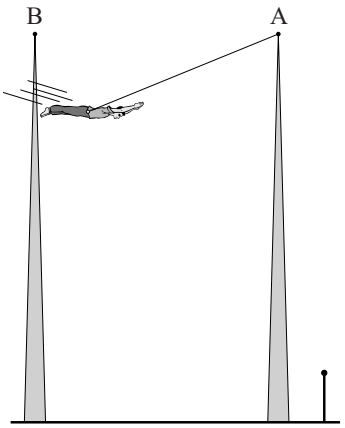
1 De passagiers worden ingesnoerd



2 De passagiers worden omhoog gehesen maar blijven recht onder de top van mast A



3 De passagiers worden opgehesen in de richting van mast B

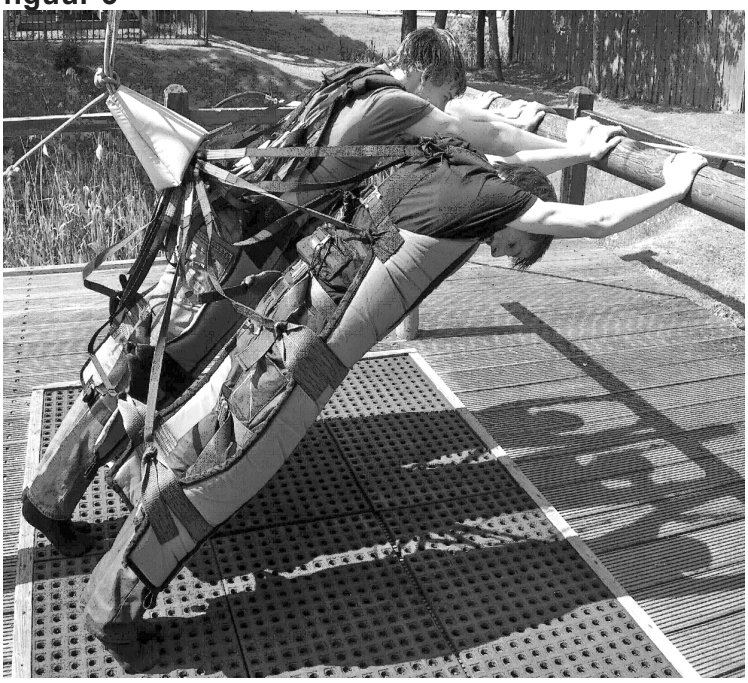


4 De passagiers worden losgelaten en gaan slingeren

natuurkundeuitgelegd.nl

Bij de start worden de passagiers in een soort mat gerold. In deze houding duwen de passagiers tegen een horizontale balk. Zie figuur 3. De balk oefent dan alleen een horizontaal gerichte kracht uit op de passagiers. Er werken nog geen krachten van de kabels op de passagiers.

figuur 3

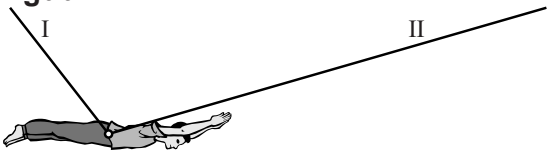


Op de uitwerkbijlage is de situatie van één passagier getekend. Met een pijl is de horizontale kracht van de balk op de passagier aangegeven. De massa van de passagier met mat is $75\ \mathrm{kg}$. De mat is niet getekend.

3p **1** Bepaal aan de hand van de figuur op de uitwerkbijlage de grootte van de horizontale kracht van de steunbalk op de passagier. Teken hiertoe de armen van de krachten.

In figuur 4 is de situatie getekend waarin drie passagiers in de mat met een totale massa van $200\ \mathrm{kg}$ zijn opgehesen tot het hoogste punt. De massa van de kabels is hierbij verwaarloosd.

figuur 4



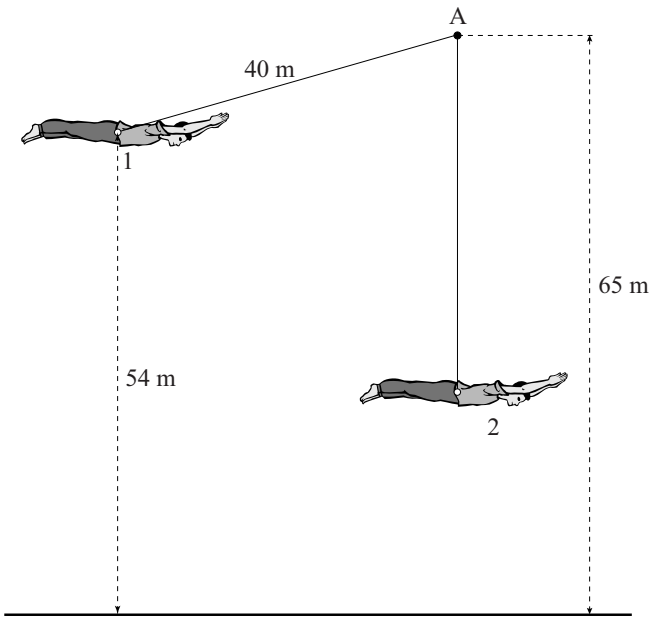
Figuur 4 is vergroot weergegeven op de uitwerkbijlage.

3p **2** Bepaal door een constructie in de figuur op de uitwerkbijlage de grootte van de spankrachten in de kabels I en II.

natuurkundeuitgelegd.nl

Het begin van het slingeren is schematisch weergegeven in figuur 5. Deze figuur is niet op schaal. In figuur 5 zijn twee punten aangegeven.
Punt 1 is het punt waar de passagiers worden losgekoppeld van de kabel naar paal B. Punt 2 is de evenwichtsstand.

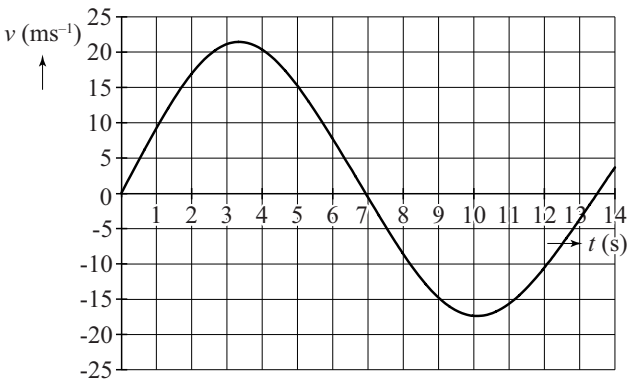
figuur 5



3p **3** Bepaal de maximale snelheid van de passagiers als wrijvingskrachten verwaarloosd worden.

De passagiers worden losgelaten en gaan slingeren. In figuur 6 is het (v,t)-diagram van de eerste volledige slingering weergegeven. Figuur 6 staat vergroot weergegeven op de uitwerkbijlage.

figuur 6



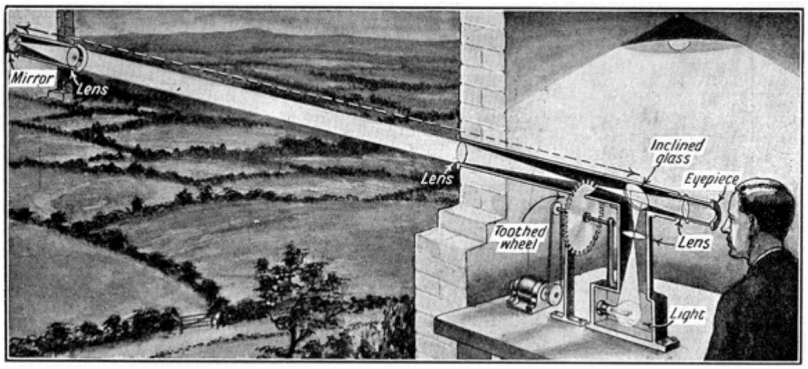
4p **4** Laat zien of bij deze beweging de wrijvingskrachten verwaarloosbaar zijn. Bepaal daarvoor de afstand die de passagiers afleggen in de heengaande beweging en de afstand die ze in de teruggaande beweging afleggen.

3p **5** Laat met een berekening zien dat de formule voor de slingertijd die in BINAS staat hier **niet** geldt.

natuurkundeuitgelegd.nl

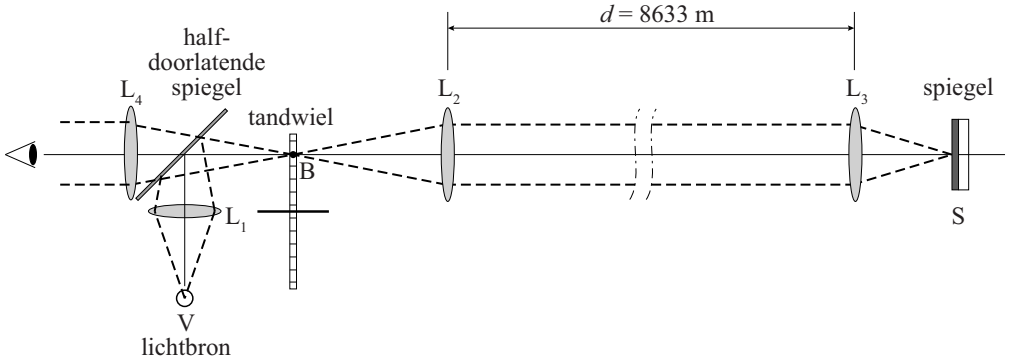
Opgave 2 Meten van de lichtsnelheid door Fizeau

In 1849 bepaalde Armand Fizeau in Parijs de lichtsnelheid met de opstelling zoals weergegeven in een ‘artist impression’. Hier is een kijker te zien met daarin een tandwiel dat snel rond kan draaien.



Deze kijker bevond zich op Montmartre. Meer dan $8\ \text{km}$ verderop, op de Mont Valérien à Suresnes, stond het tweede deel van zijn opstelling (o.a. een spiegel). De hele opstelling staat schematisch getekend in figuur 1.

figuur 1



De opstelling werkt als volgt:

- Een lichtbundel uit een puntvormige lichtbron V valt op een lens L_1.
- Vanuit deze lens valt de geconvergeerde lichtbundel op een halfdoorlatende spiegel. Deze halfdoorlatende spiegel reflecteert de helft van het licht dat erop valt, de andere helft wordt doorgelaten.
- De gereflecteerde lichtbundel convergeert in punt B. Daar bevindt zich het tandwiel. Als het tandwiel stilstaat, valt het licht tussen twee tanden door.
- Via de lenzen L_2 en L_3 komt de bundel op spiegel S terecht.
- De lichtbundel legt vervolgens de omgekeerde weg af terug naar de halfdoorlatende spiegel.
- Het doorgelaten deel van de lichtbundel komt via lens L_4 in het oog van de waarnemer.

natuurkundeuitgelegd.nl

In de figuur op de uitwerkbijlage zijn twee lichtstralen getekend die uit lens L_1 komen. Ook is de zeer dunne halfdoorlatende spiegel getekend die een hoek van 45^o maakt met de hoofdas van L_1.

3p **6** Teken in de figuur op de uitwerkbijlage het verloop van de doorgelaten lichtstralen en construeer het verloop van de gereflecteerde lichtstralen.

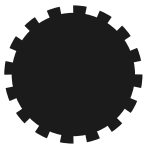
De afstand van de lichtbron tot lens L_1 bedraagt $15\ cm$. De afstand van L_1 tot het midden van de halfdoorlatende spiegel bedraagt $15\ cm$ en de afstand van het midden van deze spiegel tot het tandwiel bedraagt $30\ cm$.

3p **7** Bereken hiermee de sterkte van lens L_1.

De afstand tussen de lenzen L_2 en L_3 bedraagt in de opstelling $8{,}633\ km$. Het uitlijnen van de opstelling is ontzettend moeilijk. Stel dat de spiegel S over een hoek van $0{,}10°$ gedraaid is. Een teruggekaatste lichtstraal valt dan niet op L_2 maar op een bepaalde afstand ernaast.

3p **8** Bereken die afstand.

figuur 2



De breedte van een tand van het tandwiel is even groot als de opening tussen twee tanden, zoals figuur 2 schematisch weergeeft.
Om de lichtsnelheid te bepalen wordt het tandwiel in beweging gebracht. Bij een laag toerental zal een gedeelte van de bundel die tussen twee tanden doorgegaan is, na reflectie door spiegel S op de volgende tand van de tandwiel vallen. Bij een bepaald hoger toerental zal de hele doorgelaten bundel op de volgende tand van het tandwiel vallen. De waarnemer ziet dan niets meer.

De tijd die het licht nodig heeft om van het tandwiel naar de spiegel en terug te gaan, is dan precies gelijk aan de tijd die het tandwiel nodig heeft om de breedte van één tand (of van één opening) op te schuiven.

Voor de lichtsnelheid geldt dan: $c = \dfrac{4Nd}{T}$.

Hierin is:
- c de lichtsnelheid in $m\,s^{-1}$;
- N het aantal tanden van het tandwiel;
- d de afstand zoals aangegeven in figuur 1, in m;
- T de omlooptijd van het tandwiel waarbij de waarnemer net geen licht ziet, in s.

3p **9** Leid deze formule af.

Fizeau maakte gebruik van een tandwiel met 720 tanden. De waarnemer zag net niets meer bij een omloopfrequentie van $12{,}6\ Hz$.

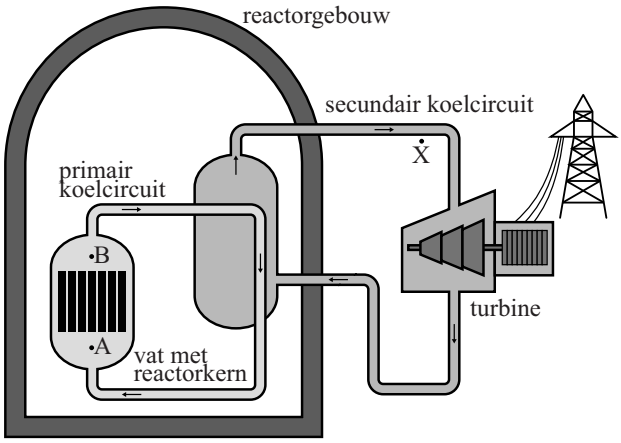
3p **10** Bereken hoeveel procent de lichtsnelheid die Fizeau zo gemeten heeft, afwijkt van de waarde in BINAS.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 N-16 in een kerncentrale

In de reactor binnen in het reactorgebouw van een kerncentrale komt warmte vrij door kernsplijtingen. Die warmte wordt afgevoerd door het water in het primaire koelcircuit. De warmte wordt via een warmtewisselaar afgegeven aan het secundaire koelcircuit, waarin ook de turbine zit die de generator aandrijft. Zie figuur 1.

figuur 1

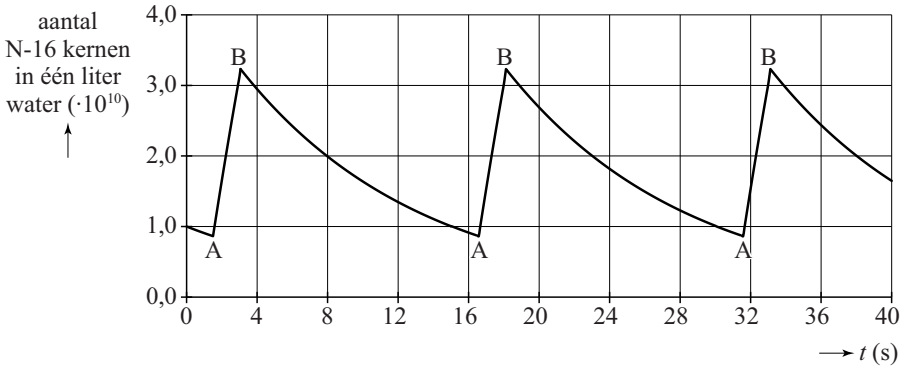


Bij kernsplijting komen ook neutronen vrij. Hierdoor wordt het water in het primaire koelcircuit dat door de reactor stroomt bestraald. Als een neutron de zuurstofkern in een watermolecuul treft, ontstaat een stikstof-16-kern (N-16). Bij deze reactie komt nog een deeltje vrij. Op de uitwerkbijlage staat hiervan de reactievergelijking waar op 6 plaatsen nog iets moet worden ingevuld.

2p **11** Maak de reactievergelijking op de uitwerkbijlage compleet.

Het N-16 wordt meegevoerd in het primaire koelcircuit. In gedachten volgen we een liter water bij het doorlopen van het primaire koelcircuit. Het aantal kernen N-16 in deze liter water varieert tijdens het rondgaan. In figuur 2 is dit weergegeven.

figuur 2



natuurkundeuitgelegd.nl

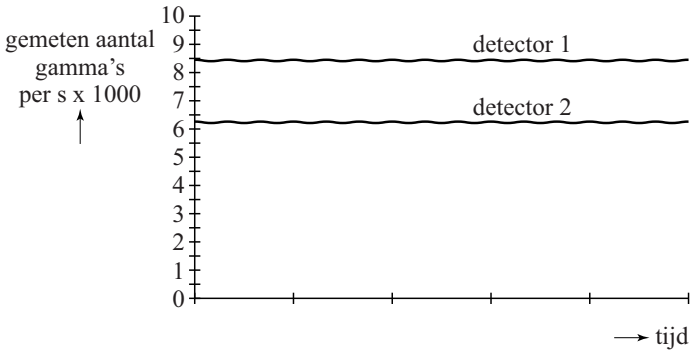
Bij A komt het water elke keer in de reactorkern, bij B gaat het eruit. De punten A en B zijn ook in figuur 2 aangegeven. We nemen aan dat de kerncentrale een jaar lang continu in bedrijf is.
Een klein percentage van de oorspronkelijk aanwezige watermoleculen in één liter water wordt in dat ene jaar geraakt.

4p **12** Bepaal dat percentage.

N-16 is instabiel en vervalt onder uitzending van β^- en γ. Het bijzondere is dat het uitgezonden gammafoton een zeer hoge energie heeft, namelijk 6,1 MeV. Er bestaan speciale detectoren die alleen deze hoog-energetische gammafotonen meten. Daarmee kan dus de aanwezigheid van N-16 vastgesteld worden.
We bespreken twee toepassingen waarbij N-16 een rol speelt.

Een **eerste** toepassing is het meten van de stroomsnelheid van het koelwater in het primaire circuit. Zie nogmaals figuur 1.
Op twee plekken langs de pijp waar het water doorheen stroomt wordt een detector geplaatst. De detectoren meten op identieke wijze hoog-energetische gammafotonen.

figuur 3



In figuur 3 staat het meetresultaat van beide detectoren. De afstand tussen de detectoren is 15 m.

4p **13** Bepaal de stroomsnelheid van het water in de pijp.

Een **tweede** toepassing is lekdetectie.
In figuur 1 is met de letter X een plek aangegeven vlak bij het secundaire koelcircuit buiten het reactorgebouw. Hier staat een detector. Bij normaal functioneren meet deze detector geen hoog-energetische gammafotonen. Als detector X toch hoog-energetische gammafotonen registreert, is meteen duidelijk dat er ergens een lek is.

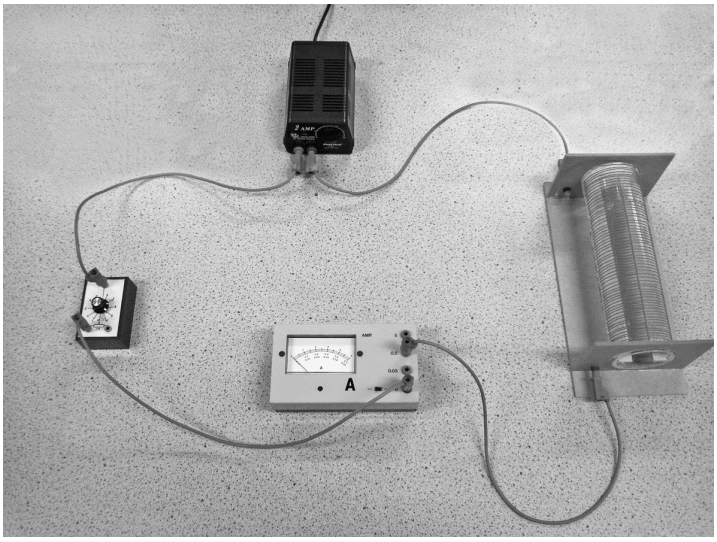
2p **14** Leg uit waar het lek zich dan bevindt.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Magneetveld van de aarde

Jeroen en Baukje voeren een onderzoek uit dat als doel heeft de sterkte van het magneetveld van de aarde te bepalen. Ze maken hiervoor een opstelling met een serieschakeling van een voeding, een regelbare weerstand, een stroommeter en een spoel van koperdraad.
Zie figuur 1.
Een aantal gegevens staat hieronder weergegeven.

figuur 1



voedingsspanning	9,0 V
aantal windingen van de spoel	60
diameter van de spoel	7,2 cm
dikte van de koperdraad van de spoel	0,14 mm
lengte van de spoel	24 cm
maximaal vermogen in de spoel	0,18 W
weerstand van de spoel	15 Ω

4p **15** Toon met een berekening aan dat de grootte van de weerstand van de spoel overeenkomt met de andere gegevens uit de tabel.

De stroomsterkte door de spoel mag maximaal $0{,}11$ A bedragen.

2p **16** Toon dat aan met een berekening.

De schakeling bevat daarom een variabele weerstand. Jeroen en Baukje hebben vier variabele weerstanden tot hun beschikking met verschillend bereik. Zie hiernaast.
Ze willen de stroomsterkte zo gevoelig mogelijk regelen.
Eén van de variabele weerstanden is het meest geschikt.

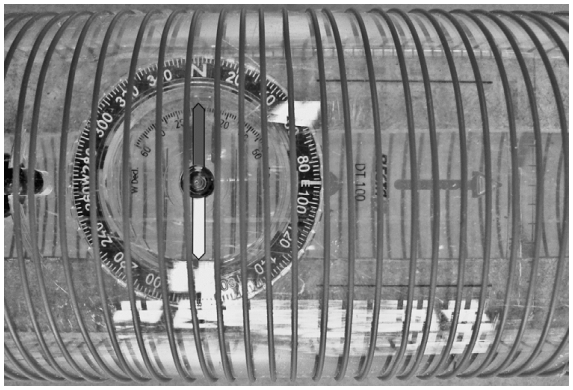
$R_A = 0$ tot $0{,}030$	kΩ
$R_B = 0$ tot $0{,}30$	kΩ
$R_C = 0$ tot $3{,}0$	kΩ
$R_D = 0$ tot 30	kΩ

4p **17** Leg uit welke dat is. Bereken daarvoor de waarde waarop de variabele weerstand moet worden ingesteld.

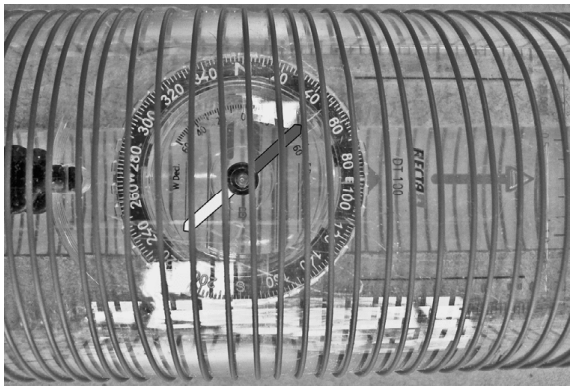
natuurkundeuitgelegd.nl

Als Jeroen en Baukje beginnen, loopt in de spoel geen stroom. Ze leggen een kompas in de spoel en leggen de spoel zo neer dat de kompasnaald loodrecht op de spoel staat. De spoel ligt dan in oost-west-richting.
Figuur 2 is een bovenaanzicht van deze situatie. Daarna wordt de voeding ingeschakeld. De kompasnaald draait dan. Zie figuur 3.

figuur 2



figuur 3



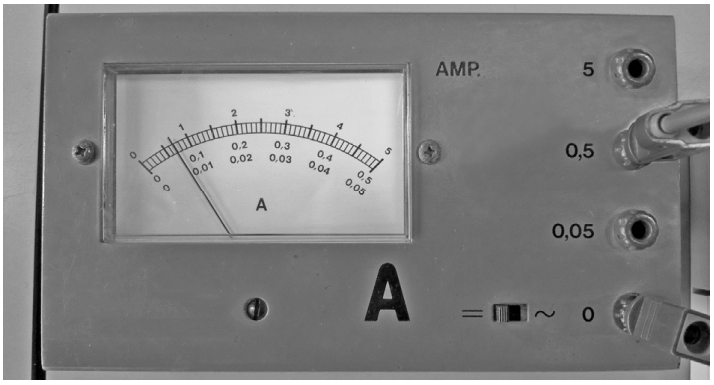
De situatie van figuur 3 is op de uitwerkbijlage schematisch en vanuit een bovenaanzicht weergegeven. Hierbij zijn de grootte en richting van het totale magneetveld $\vec{B}_{\text{tot}}$ getekend. Met lijnen zijn de stroomdraden aangegeven die boven over het kompas lopen.

3p **18** Voer de volgende opdrachten uit op de uitwerkbijlage:
- Teken de richting van het gemeten aardmagneetveld.
- Teken de richting van het magneetveld van de spoel.
- Teken de richting van de stroom in de getekende stroomdraden.

Als de variabele weerstand zo wordt ingesteld, dat de kompasnaald draait over een hoek van $45°$, is de gemeten waarde van het aardmagneetveld gelijk aan de waarde van het magneetveld in de spoel.

3p **19** Leg dit uit.

figuur 4



In figuur 4 zie je de stroommeter in de situatie van figuur 3.

3p **20** Bepaal de gemeten waarde van het aardmagneetveld.

In de literatuur vinden Jeroen en Baukje een grotere waarde voor het aardmagneetveld.

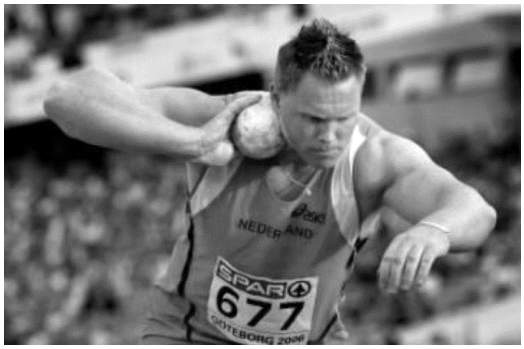
2p **21** Beantwoord de volgende vragen:
- Wat is de reden van het verschil?
- Wat moet er nog meer bepaald worden om de literatuurwaarde voor het aardmagneetveld te krijgen?

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Kogelstoten

Bij kogelstoten is het de bedoeling dat de kogel zo ver mogelijk van de kogelstoter de grond raakt. Het op gang brengen van de kogel wordt 'stoten' genoemd.
In deze opgave verlaat de kogel de hand op een hoogte van $2{,}50\ \text{m}$ met een snelheid van $12\ \text{m s}^{-1}$.
De luchtweerstand op de kogel wordt verwaarloosd in deze opgave.
Hoe ver van de kogelstoter de kogel de grond raakt, hangt af van de stoothoek: de hoek met de horizontaal waarmee de kogel de hand verlaat.

figuur 1



3p **22** Bereken hoe ver de kogel komt als hij van die hoogte horizontaal wordt weggestoten.

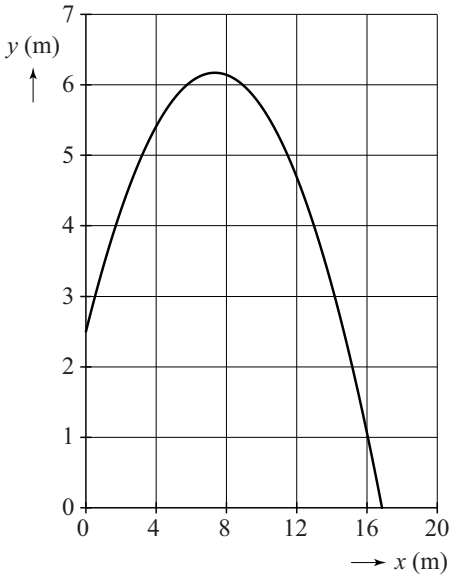
Men onderzoekt mogelijke kogelbanen met behulp van een model. Als eerste neemt men een stoothoek van 45°.

Dit levert de kogelbaan van figuur 2 op.
Figuur 2 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

3p **23** Toon met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage aan dat de stoothoek inderdaad 45° is.

Het model is weergegeven in figuur 3.
Je mag naar keuze werken met het grafische of het tekstuele model.

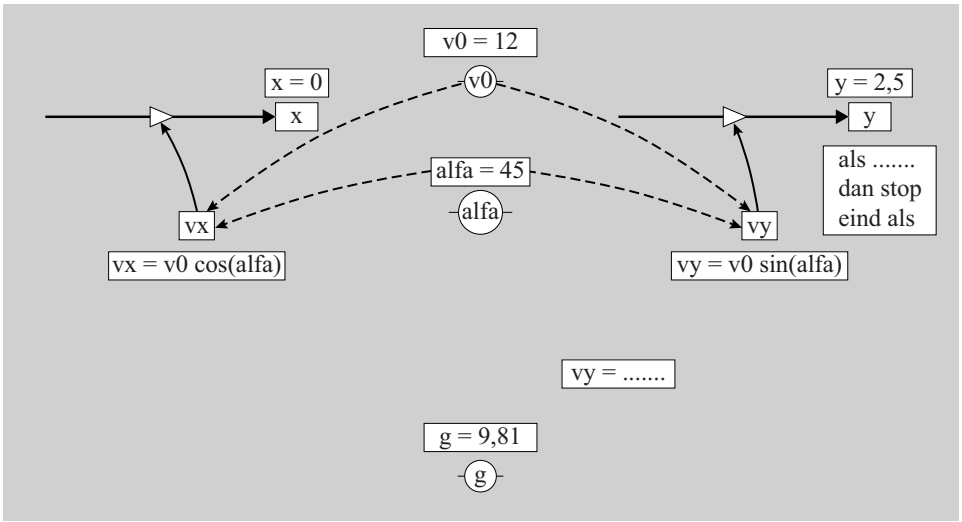
figuur 2



figuur 3

model	startwaarden eenheden in SI hoeken in graden
x = x + vx*dt y = y + vy*dt vy = ... t = t + dt Als ..... Dan stop eindals	dt = 0,01 x = 0 y = 2,5 g = 9,81 alfa = 45 v0 = 12 vx = v0*cos(alfa) vy = v0*sin(alfa)

natuurkundeuitgelegd.nl

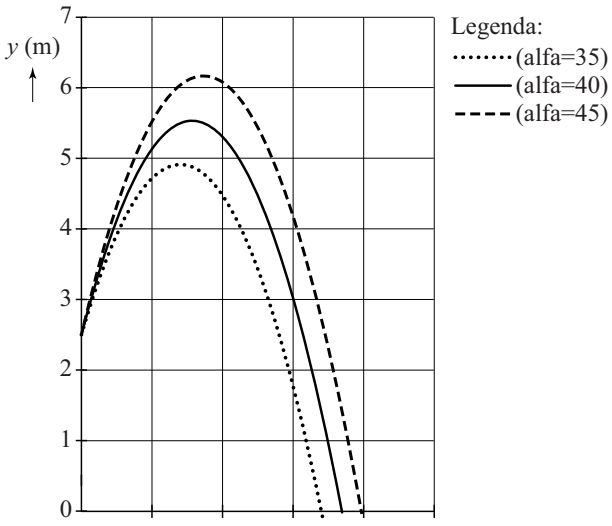


eenheden in SI
hoeken in graden

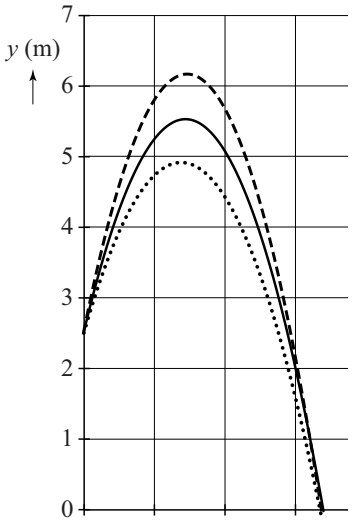
3p **24** Voer de volgende opdrachten uit:
- Geef aan waarom er geen modelregel voor vx is.
- Vul de modelregel voor vy aan.
- Vul de stopvoorwaarde aan.

Uit het model volgen verschillende diagrammen voor de beweging van de kogel bij stoothoeken van 35^o, 40^o en 45^o. In figuur 4a en 4b is y als functie van x en als functie van t weergegeven.

figuur 4a



figuur 4b



2p **25** Beredeneer in welke figuur t op de horizontale as staat.

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