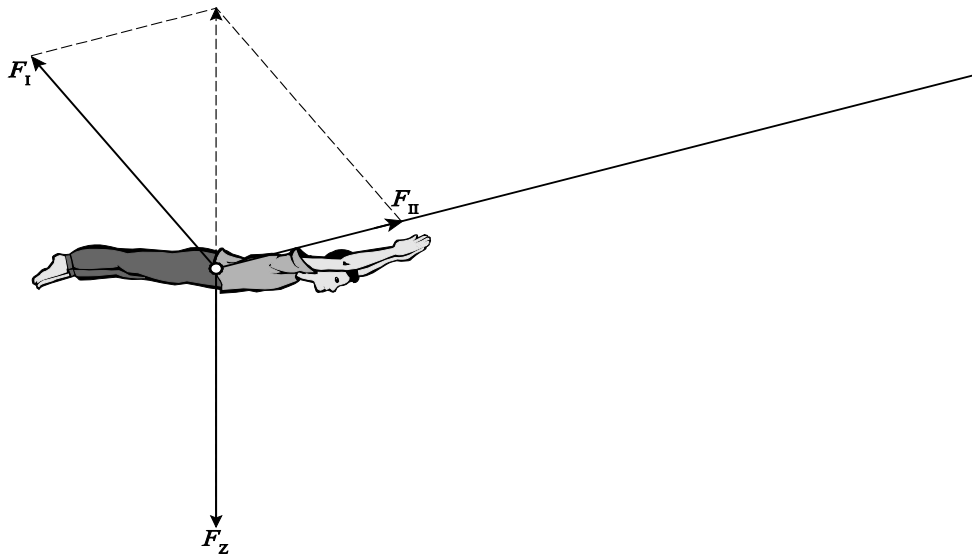


Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

Opgave 1 Skydiver

1 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



Voor de zwaartekracht geldt: $F_z = mg = 200 \cdot 9,81 = 1,96 \cdot 10^3$ N.

Als je dit aangeeft met een pijl met een lengte van 4,0 cm, levert opmeten:

$F_I = 2,1 \cdot 10^3$ N, met een marge van $0,3 \cdot 10^3$ N

$F_{II} = 1,3 \cdot 10^3$ N, met een marge van $0,3 \cdot 10^3$ N.

- tekenen van de vector van de zwaartekracht 1
- ontbinden van deze in de richtingen van de kabels 1
- completeren van de bepaling 1

2 maximumscore 3

uitkomst: $v = 24 \text{ ms}^{-1}$

voorbeeld van een bepaling:

De wet van behoud van energie op de punten 1 en 2 levert: $E_{\text{tot},1} = E_{\text{tot},2}$.

Dit levert: $E_{z,1} = E_{z,2} + E_{k,2}$. Invullen levert: $mgh_1 = mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2$.

Invullen en wegdelen van de massa geeft: $9,81 \cdot 54 = 9,81 \cdot 25 + \frac{1}{2} \cdot v_2^2$.

Dit levert: $v_2 = 24 \text{ ms}^{-1}$.

Vraag	Antwoord	Scores
	<ul style="list-style-type: none"> • gebruik van de wet van behoud van energie voor de punten 1 en 2 	1
	<ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat $E_z = mgh$ en $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 	1
	<ul style="list-style-type: none"> • completeren van de bepaling 	1

3 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Het oppervlak onder het (v,t) -diagram geeft de afgelegde afstand.

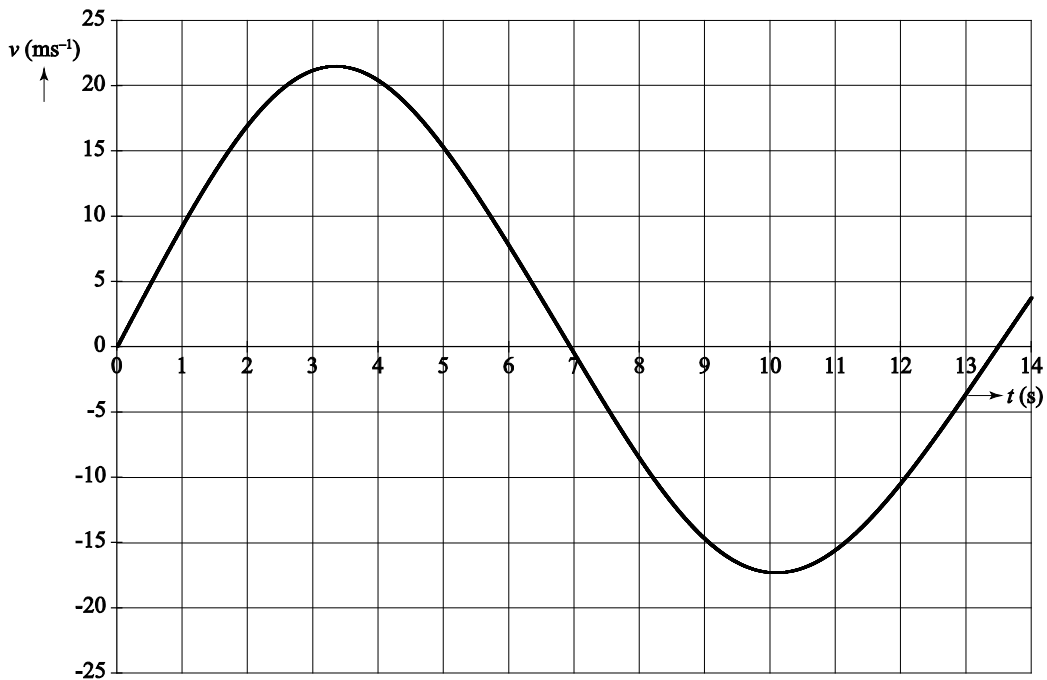
In de heengaande beweging bedraagt deze afstand:

$$s = \frac{1}{2} \cdot 7,0 \cdot 25 = 88 \text{ m.}$$

In de teruggaande beweging bedraagt deze afgelegde afstand:

$$s = \frac{1}{2} \cdot 6,5 \cdot 20 = 65 \text{ m. Deze afstand is veel kleiner.}$$

Dus zijn de wrijvingskrachten niet verwaarloosbaar.



- | | |
|--|---|
| • inzicht dat de oppervlakte onder het (v,t) -diagram gelijk is aan de afgelegde afstand | 1 |
| • bepalen van de afgelegde afstand van de heengaande beweging | 1 |
| • bepalen van de afgelegde afstand van de teruggaande beweging | 1 |
| • completeren van het antwoord | 1 |

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

4 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Voor de slingertijd geldt: $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{40}{9,81}} = 12,7 \text{ s.}$

Uit het (v,t) -diagram volgt een trillingstijd van 13,5 s.

Deze is niet gelijk aan de trillingstijd volgens de formule (dus geldt deze formule niet).

- gebruik van $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ 1
- aflezen van de trillingstijd uit figuur 5 1
- completeren van het antwoord 1

Opmerking

Als de kandidaat kwalitatief aantoont dat de beweging niet harmonisch is: maximaal één scorepunt toekennen.

5 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De frequentie in de hoogte (figuur 6) is het dubbele van de frequentie in de snelheid (figuur 5). De reden hiervoor is dat de passagiers in één slingering twee maal de maximale hoogte bereiken.

- inzicht dat de frequentie in figuur 6 het dubbele is van de frequentie in figuur 5 1
- inzicht dat in één slingering tweemaal de maximale hoogte bereikt wordt 1

Opgave 2 Spectroscopische dubbelster

6 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

Als de ene ster een hele cirkel aflegt, moet de andere ster dat ook doen.

7 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

In BINAS staat bij 'balmer' het getal 410. Dit is de beoogde H_δ -lijn van 410,17 nm. Deze lijn hoort bij de overgang $n = 6 \rightarrow n = 2$.

8 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

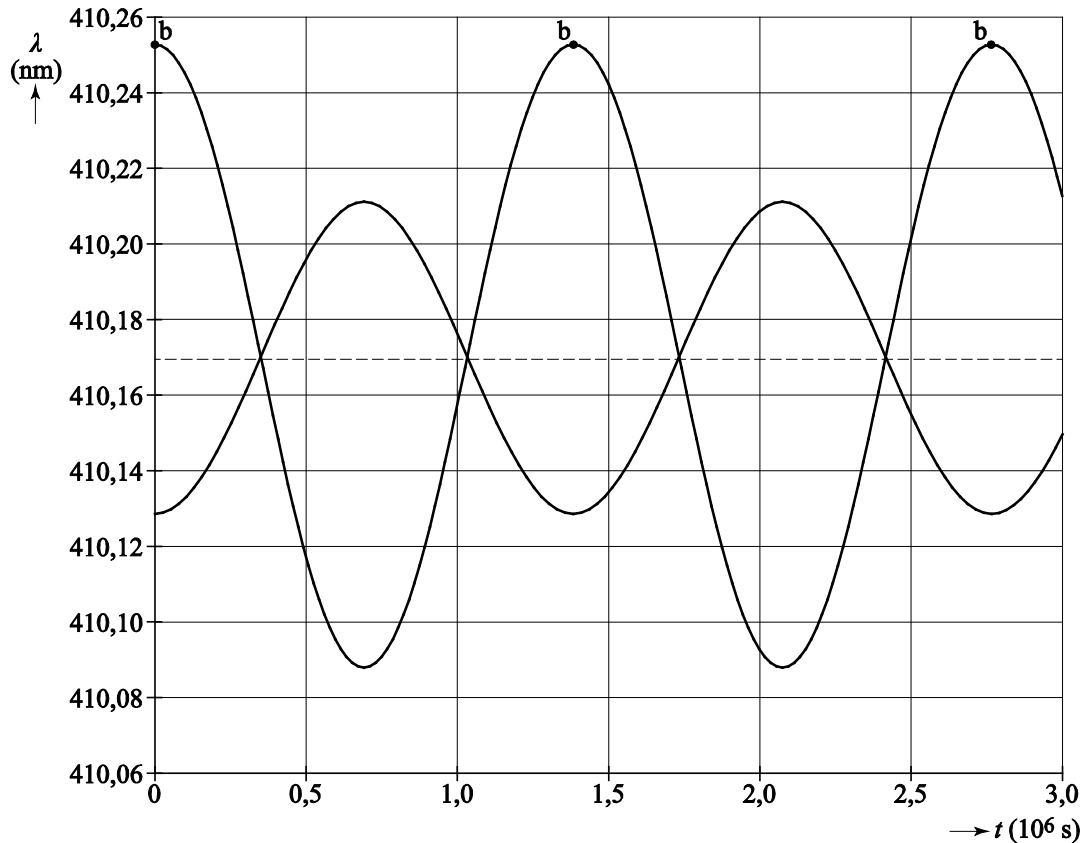
Het dopplereffect van A is kleiner omdat de snelheid (en de straal) kleiner is.

- inzicht dat het dopplereffect afhangt van de snelheid (in de richting van de waarnemer) 1
- inzicht dat het dopplereffect bij A kleiner is 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

9 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:



Toelichting: In figuur 1b gaat B van de waarnemer af, dus maximale roodverschuiving.

- inzicht dat bij verwijderen van de waarnemer de golflengte groter wordt 1
- inzicht dat het effect maximaal is bij een maximale component van de snelheid in de richting van de waarnemer en tekenen van punt b 1

10 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

$$\text{Er geldt: } v = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} c.$$

Aflesen in figuur 3 geeft $\Delta\lambda_A = 0,041$ nm.

$$\text{Dit levert: } v_A = \frac{0,041}{410,17} \cdot 3,0 \cdot 10^8 = 3,0 \cdot 10^4 \text{ ms}^{-1} = 30 \text{ kms}^{-1}.$$

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

Aflezen levert: $\Delta\lambda_B = 2 \cdot \Delta\lambda_A \rightarrow v_B = 2v_A = 60 \text{ km s}^{-1}$.

Aflezen in figuur 3 levert: $T = 1,38 \cdot 10^6 \text{ s}$.

Er geldt: $v = \frac{2\pi r}{T}$.

Dit levert: $v_A = \frac{2\pi r_A}{T} \rightarrow 3,0 \cdot 10^4 = \frac{2\pi r_A}{1,38 \cdot 10^6} \rightarrow r_A = 6,6 \cdot 10^9 \text{ m}$.

Dus geldt: $r_B = 2r_A = 13,2 \cdot 10^9 \text{ m}$.

- gebruik van $v = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} c$ 1
- gebruik van $v = \frac{2\pi r}{T}$ 1
- aflezen van waarden van $\Delta\lambda$ in figuur 3 1
- aflezen van T 1
- completeren van de bepaling 1

11 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

– De gravitatiekrachten zijn actie en reactie krachten, dus gelijk aan elkaar.

– Er geldt: $F_{\text{mpz,A}} = F_{\text{mpz,B}}$. Invullen levert: $\frac{m_A v_A^2}{r_A} = \frac{m_B v_B^2}{r_B}$.

Met $v = \frac{2\pi r}{T}$ geeft dit: $\frac{m_A 4\pi^2 r_A}{T^2} = \frac{m_B 4\pi^2 r_B}{T^2}$.

Wegdelen levert: $m_A r_A = m_B r_B$ ofwel: $\frac{m_A}{m_B} = \frac{r_B}{r_A} = \frac{2}{1}$.

- inzicht dat de gravitatiekrachten op de sterren gelijk aan elkaar zijn 1
- gebruik van $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$ 1
- inzicht dat $v \propto r$ 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Een antwoord gebaseerd op de momentenwet: goed rekenen.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

Opgave 3 Magneetveld van de aarde

12 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor de lengte van de koperdraad geldt: $\ell = N\pi d = 60 \cdot \pi \cdot 0,072 = 13,6$ m.

Voor de doorsnede van de draad geldt:

$$A = \frac{1}{4}\pi d^2 = \frac{1}{4}\pi (0,14 \cdot 10^{-3})^2 = 1,54 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2.$$

Voor de weerstand geldt dan: $R = \rho \frac{\ell}{A} = 17 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{13,6}{1,54 \cdot 10^{-8}} = 15 \Omega$.

- inzicht dat geldt: $\ell = N\pi d$ 1
- gebruik van $A = \frac{1}{4}\pi d^2$ 1
- gebruik van $R = \rho \frac{\ell}{A}$ met $\rho = 17 \cdot 10^{-9} \Omega\text{m}$ 1
- completeren van de berekening 1

13 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Voor het vermogen in een draad geldt: $P = I^2 R$.

Invullen levert: $0,18 = I^2 \cdot 15$. Dit levert: $I = 0,11$ A.

- gebruik van $P = I^2 R$. 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

14 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Als de maximale stroomsterkte door de schakeling 0,11 A bedraagt, geldt

voor de totale weerstand van de kring: $R = \frac{U}{I} = \frac{9,0}{0,11} = 82 \Omega$.

De weerstand van de spoel is gelijk aan 15 Ω . Dus geldt voor de weerstand van de regelbare weerstand dan: $R_R = 82 - 15 = 67 \Omega$.

Weerstand R_A is te klein en de weerstanden R_C en R_D zijn te groot voor gevoelig regelen. Dus de meest geschikte weerstand is R_B .

- gebruik van $R = \frac{U}{I}$ 1
- gebruik van de weerstandsregel in een serieschakeling 1
- inzicht dat weerstand R_A te klein is 1
- inzicht dat de weerstanden R_C en R_D te groot zijn voor het gevoelig regelen 1

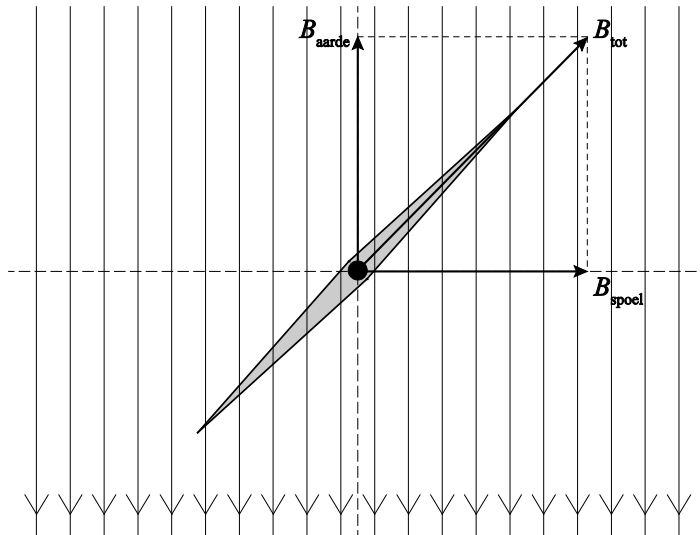
Opmerkingen

- *Het antwoord zonder uitleg: geen scorepunten toekennen.*
- *Als na het berekenen van de weerstand de conclusie getrokken wordt dat R_B de juiste is zonder nadere uitleg: maximaal 3 scorepunten toekennen.*

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

15 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



(Bij een richting van het magneteveld van de spoel naar rechts hoort een stroomrichting die in de draden boven het kompas in de aangegeven richting loopt.)

- tekenen van de richting van B_{aarde} in verticale richting 1
- tekenen van de richting van B_{spoel} in horizontale richting 1
- tekenen van de stroomrichting voor een spoel kloppend met de richting van het magneteveld van de spoel 1

16 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De richting van het aardmagneteveld en van het magneteveld van de spoel staan loodrecht op elkaar. De stand van de kompasnaald onder een hoek van 45° geeft de richting van het resultante magneteveld aan. In dit geval zijn de twee componenten even groot.

- inzicht dat de twee magnetevelden loodrecht op elkaar staan 1
- inzicht dat de stand van de kompasnaald onder een hoek van 45° de richting van het resultante magneteveld aangeeft 1
- inzicht dat in dat geval de componenten even groot zijn 1

Vraag	Antwoord	Scores
17	<p>maximumscore 3</p> <p>uitkomst: $B = 2,2 \cdot 10^{-5}$ T (met een marge van $0,2 \cdot 10^{-5}$ T)</p> <p>voorbeeld van een bepaling: De stroommeter moet worden afgelezen op de middelste schaal. De gemeten stroomsterkte bedraagt: $I = 0,070$ A. Voor de sterkte van het magneetveld geldt dan: $B = \mu_0 \frac{NI}{L} = 1,26 \cdot 10^{-6} \frac{60 \cdot 0,070}{0,24} = 2,2 \cdot 10^{-5}$ T.</p> <ul style="list-style-type: none"> • aflezen van de stroommeter op de middelste schaal 1 • invullen van $B = \mu_0 \frac{NI}{L}$ 1 • completeren van de bepaling 1 	
18	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <ul style="list-style-type: none"> – De opstelling staat horizontaal opgesteld. Dit betekent dat alleen de horizontale component van het aardmagneetveld gemeten wordt. – Om de daadwerkelijke waarde van het aardmagneetveld te bepalen zal ook de verticale component van het veld / de hoek van het aardmagneetveld met de horizon bepaald moeten worden. (Hiermee kan de literatuurwaarde dan worden bepaald.) <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat alleen de horizontale component van het aardmagneetveld bepaald is 1 • inzicht dat ook de verticale component van het aardmagneetveld / de hoek van het magneetveld met de horizon nog bepaald moet worden 1 	

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

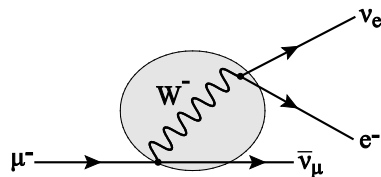
Opgave 4 Verval van muonen

19 maximumscore 1

antwoord: elektromagnetische wisselwerking

20 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:



- een anti-elektronneutrino
- een (gewoon) muonneutrino

1
1

21 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Op de volle breedte van de grafiek gaat het om $16 \cdot 10 = 160$ intervallen. Bij een gemiddelde hoogte van 250 levert dat $250 \cdot 160 = 40000$ tweelingpulsen. Dus antwoord c is de beste schatting.

- inzicht dat het aantal hits gelijk is aan het aantal intervallen vermenigvuldigd met het gemiddelde aantal
- schatten van het gemiddelde aantal
- completeren van het antwoord en consequente conclusie

1
1
1

22 maximumscore 2

uitkomst: $t_{\frac{1}{2}} = 1,7 \mu\text{s}$ (met een marge van $0,3 \mu\text{s}$)

voorbeeld van een bepaling:

De tijd waarbij het aantal pulsen tot een kwart is afgenomen (bijvoorbeeld van 1540 tot 385), bedraagt $3,4 \mu\text{s}$. Dus is de halveringstijd gelijk aan $1,7 \mu\text{s}$.

- inzicht in het begrip halveringstijd
- completeren van de bepaling

1
1

Opmerking

Als de kandidaat compenseert voor het aantal na $10 \mu\text{s}$: niet aanrekenen.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

23 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

Het gaat om twee afzonderlijke muonen die toevallig kort na elkaar door de detector gaan.

Opmerking

Aan het antwoord "achtergrondstraling": geen scorepunten toekennen.

24 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

De halveringstijd heeft te maken met de kans om in een volgend tijdsinterval te vervallen en is onafhankelijk van de voorgeschiedenis.

Opmerking

Aan antwoorden die gaan over de relativistische snelheid van de muonen waardoor voor het muon de 30 km veel korter is (of zijn 100 μ s veel langer duren dan die van de waarnemer): geen scorepunten toekennen.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

Opgave 5 Kogelstoten

25 maximumscore 3

uitkomst: $x = 8,6$ m

voorbeeld van een berekening:

Voor de beweging in de y -richting geldt:

$$y = \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow 2,5 = 0,5 \cdot 9,81 \cdot t^2 \rightarrow t = 0,714 \text{ s.}$$

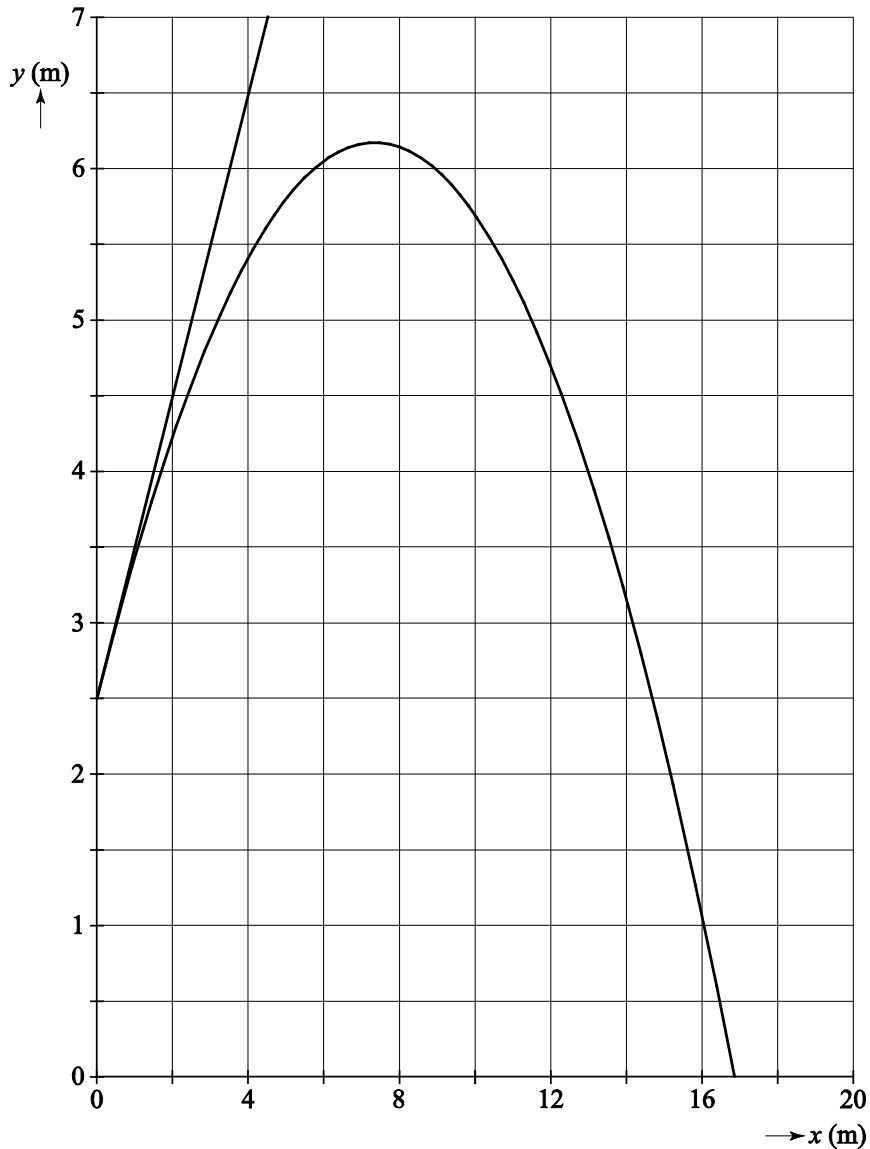
Voor de beweging in de x -richting geldt: $x = v_x t = 12 \cdot 0,714 = 8,6$ m.

- gebruik van $y = \frac{1}{2}gt^2$ 1
- gebruik van $x = v_x t$ 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

26 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



De richting van de snelheid op $t = 0$ wordt gegeven door de raaklijn. Deze raaklijn gaat door het punt $(4, 0, 6,5)$. De helling van de raaklijn is dus: $\frac{6,5 - 2,5}{4} = 1 = \tan \alpha \rightarrow \alpha = 45^\circ$. (De stoothoek is inderdaad 45° .)

- inzicht dat richting wordt bepaald door de raaklijn op $t = 0$ 1
- bepaling van de helling van de raaklijn 1
- completeren van het antwoord 1

Vraag	Antwoord	Scores
27	<p>maximumscore 3</p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <ul style="list-style-type: none"> - In de x-richting blijft de snelheid v_x constant. - De kogel wordt door de zwaartekracht versneld in de y-richting. Dus geldt: $v_y = v_{y0} - g \cdot t \quad / \quad v_y = v_y - g t$ - De stopvoorwaarde is: $y < 0$. <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat de snelheid v_x constant blijft 1 • aanvullen van de modelregel tot $v_y = v_y - g \cdot t \quad / \quad v_y = v_y - g t$ 1 • stopvoorwaarde 1 <p><i>Opmerking</i> <i>De stopvoorwaarden $y \leq 0$ en $y = 0$: goed rekenen.</i></p>	
28	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <p>Omdat de kogel bij grotere stoothoeken een grotere hoogte bereikt, zal de kogel steeds langer in de lucht zijn. Dus in figuur 4a staat t op de horizontale as (en in figuur 4b de grootte x.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat bij grotere hoogte een langere vluchttijd hoort 1 • keuze voor figuur 4a 1 	