

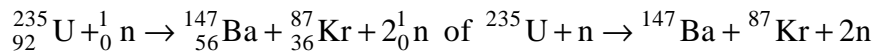
## Beoordelingsmodel

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

### Opgave 1 Splitsof opsporen met neutrino's

#### 1 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



- één neutron links van de pijl en twee neutronen rechts van de pijl 1
- Kr als vervalproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- het aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

#### 2 maximumscore 3

voorbeeld van een uitleg:

Bij dit verval zijn het baryongetal (het aantal nucleonen) en het leptongetal behouden.

Vóór de reactie is het leptongetal gelijk aan nul. Dus moet door behoud van lading na de reactie het leptongetal ook gelijk zijn aan nul. Een elektron heeft het leptongetal 1. Dus moet er een deeltje ontstaan met leptongetal  $-1$ . Dus is het deeltje een antineutrino.

- inzicht dat het baryongetal en het leptongetal behouden zijn 1
- inzicht dat het elektron leptongetal 1 heeft 1
- completeren van de uitleg 1

#### 3 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

Het neutrino is gevoelig voor de zwakke kernkracht (en de zwaartekracht).

#### 4 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Bij het botsen van een neutrino tegen een neutron ontstaan een proton en een elektron. Omdat deze deeltjes geladen zijn, kunnen ze (gemakkelijk) gedetecteerd worden.

- noemen dat bij het botsen van een neutrino tegen een neutron een proton en een elektron ontstaan 1
- noemen dat het proton en het elektron geladen zijn 1
- inzicht dat geladen deeltjes (gemakkelijk) gedetecteerd kunnen worden 1

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

## Opgave 2 Pioneer-10

### 5 maximumscore 4

voorbeeld van een berekening:

Voor een cirkelbaan geldt:  $F_{\text{mpz}} = F_{\text{g}}$ .

Invullen levert:  $\frac{mv^2}{r} = \frac{GmM}{r^2}$ . Omschrijven en invullen levert:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,99 \cdot 10^{30}}{5,09 \cdot 10^{11}}} = 1,61 \cdot 10^4 \text{ ms}^{-1}.$$

(Deze snelheid is kleiner dan de werkelijke snelheid.)

- inzicht dat voor een cirkelbaan geldt:  $F_{\text{mpz}} = F_{\text{g}}$  1
- gebruik van  $F_{\text{mpz}} = m \frac{v^2}{r}$  en van  $F_{\text{g}} = G \frac{mM}{r^2}$  1
- opzoeken van  $G$  en  $M$  1
- completeren van de berekening 1

### 6 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De aantrekkingskracht van de zon kan de kromming van de baan verklaren. Zolang er een snelheidscomponent loodrecht op de verbindinglijn bestaat, zal de baan gekromd zijn. De draaiing van de aarde heeft geen blijvende werking. (Het standpunt van Tim is dus natuurkundig juist, dat van Maaike niet.)

- inzicht dat de gravitatiekracht van de zon de kromming van de baan veroorzaakt 1
- inzicht dat de draaiing van de aarde de baan niet kan beïnvloeden 1

### 7 maximumscore 3

uitkomst:  $t = 1,7 \cdot 10^6$  (jaar) = 1,7 miljoen (jaar)

voorbeeld van een berekening:

$s = vt$  met  $s = 650 \cdot 10^{15} \text{ m} = 4,34 \cdot 10^6 \text{ AE}$ .

$$v = 2,6 \text{ AE per jaar} \rightarrow t = \frac{4,34 \cdot 10^6}{2,6} = 1,7 \cdot 10^6 \text{ jaar}.$$

- gebruik van  $s = vt$  1
- omrekenen van meter naar AE of omgekeerd 1
- completeren van de berekening 1

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

**8 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Tim heeft gelijk. Door de gravitatie van het zonnestelsel beweegt Pioneer-10 nagenoeg de hele tijd / de hele afstand tot Aldebaran met een snelheid lager dan 2,6 AE per jaar.

- inzicht dat Pioneer-10 een heel groot deel van de tijd / van de afstand tot Aldebaran aflegt met snelheid lager 2,6 AE per jaar 1
- conclusie dat Tim gelijk heeft 1

*Opmerking*

*Bij een antwoord zonder toelichting geen scorepunten toekennen.*

**9 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

De downlink draaggolf heeft een frequentie van

$$\left(\frac{240}{221}\right) 2,11 \text{ GHz} = 2,29 \text{ GHz.}$$

Voor de grootste frequentie van de uplink geldt:

$$f = 2,11 \cdot 10^9 + 20 \cdot 10^6 = 2,13 \cdot 10^9 \text{ Hz.}$$

Voor de kleinste frequentie van de downlink geldt:

$$f = 2,29 \cdot 10^9 - 20 \cdot 10^6 = 2,27 \cdot 10^9 \text{ Hz.}$$

(De grootste frequentie in de uplink is dus kleiner dan de kleinste frequentie in de downlink.)

- inzicht dat voor de downlinkfrequentie geldt:  $f = \left(\frac{240}{221}\right) 2,11 \text{ GHz}$  1
- in rekening brengen van de bandbreedte 1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

*Als 40 MHz in plaats van 20 MHz gebruikt wordt: geen aftrek.*

Vraag	Antwoord	Scores
<b>10</b>	<p><b>maximumscore 2</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord: Twee signalen in hetzelfde kanaal zullen elkaar door de gelijke frequentie tengevolge van interferentie hinderlijk storen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat de storing het gevolg is van interferentie / sommeren van golven</li> <li>• inzicht dat bij een gelijke frequentie de interferentie sterk is / uitdoving kan optreden</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p>
<b>11</b>	<p><b>maximumscore 3</b></p> <p>voorbeeld van een afleiding:</p> $F_w = \frac{\Delta m}{\Delta t} v = \rho \frac{\Delta V}{\Delta t} v = \rho A \frac{\Delta x}{\Delta t} v = A \rho v^2$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat <math>(\Delta)m = \rho(\Delta)V</math> gebruikt moet worden</li> <li>• inzicht dat <math>(\Delta)V = A(\Delta)x</math> gebruikt moet worden</li> <li>• completeren van de afleiding</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
<b>12</b>	<p><b>maximumscore 3</b></p> <p>uitkomst: <math>\rho = 2,36 \cdot 10^{-16} \text{ kg m}^{-3}</math></p> <p>voorbeeld van een berekening:</p> $F = ma = A\rho v^2 \rightarrow 241 \cdot 8,74 \cdot 10^{-10} = \pi \cdot 1,37^2 \rho (1,23 \cdot 10^4)^2 \rightarrow$ $\rho = 2,36 \cdot 10^{-16} \text{ kg m}^{-3}.$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat <math>F = ma = A\rho v^2</math></li> <li>• gebruik van <math>A = \pi r^2</math> met <math>r = 1,37 \text{ m}</math></li> <li>• completeren van de berekening</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

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

### Opgave 3 Formule van Einstein

#### 13 maximumscore 2

voorbeeld van een uitleg:

De lorentzkracht staat voortdurend loodrecht op de richting van de snelheid. Deze kracht is constant. (Daarom is de baan cirkelvormig.)

- inzicht dat de lorentzkracht voortdurend loodrecht op de richting van de snelheid blijft staan 1
- inzicht dat de kracht constant is 1

*Opmerking*

*Als de kandidaat bij het tweede scorepunt zegt dat de snelheid constant is, dit scorepunt niet toekennen.*

#### 14 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Voor de omlooptijd geldt:  $T = \frac{2\pi r}{v}$ . Dus  $f = \frac{v}{2\pi r}$ .

Voor een cirkelbaan geldt:  $F_L = F_{\text{mpz}}$  zodat  $Bqv = \frac{mv^2}{r}$ .

Hieruit volgt:  $r = \frac{mv}{Bq}$ .

Invullen geeft:  $f = \frac{v}{2\pi \frac{mv}{Bq}}$  zodat  $f = \frac{Bq}{2\pi m}$ .

- inzicht dat  $f = \frac{v}{2\pi r}$  of  $T = \frac{2\pi r}{v}$  met  $f = \frac{1}{T}$  gebruikt moet worden 1
- inzicht dat  $F_L = F_{\text{mpz}}$  met  $F_L = Bqv$  en  $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$  1
- completeren van de afleiding 1

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

**15 maximumscore 2**

uitkomst:  $f = 4,5$  MHz (Si-29) of  $4,7$  MHz (Si-28)

voorbeeld van een berekening:

Er geldt:  $f = \frac{Bq}{2\pi m}$ .

Invullen levert:  $f = \frac{8,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{2\pi \cdot 28 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}} = 4,7$  MHz.

of  $f = \frac{8,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{2\pi \cdot 29 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}} = 4,5$  MHz.

- invullen van de juiste massa in  $f = \frac{Bq}{2\pi m}$  1
- completeren van de berekening 1

**16 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt:  $E = hf$ .

Voor de frequentie geldt:  $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{2,9979246 \cdot 10^8}{3,5031716 \cdot 10^{-13}} = 8,5577441 \cdot 10^{20}$  Hz.

Dus geldt:

$E = 6,6260690 \cdot 10^{-34} \cdot 8,5577441 \cdot 10^{20} = 5,6704203 \cdot 10^{-13}$  J = 3539198,3 eV.

(Dit komt overeen met de gegeven energie.)

- gebruik van  $E = hf$  met  $f = \frac{c}{\lambda}$  1
- omrekenen van J naar eV 1
- completeren van de berekening 1

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

**17 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

De formule van Einstein luidt  $E = mc^2$ . Invullen levert:

$$E = 9,0967794 \cdot 10^{-31} \cdot 1,6605388 \cdot 10^{-27} \cdot (2,9979246 \cdot 10^8)^2 = 1,35761961 \cdot 10^{-12} \text{ J} \\ = 8473595,8 \text{ eV.}$$

Afgerond op 7 significante cijfers geeft dit  $E = 8473596 \text{ eV}$ .

De energie van de fotonen is in 7 significante cijfers afgerond hieraan gelijk. 7 significante cijfers betekent een nauwkeurigheid van 1 op  $10^7$  oftewel 1 op 10 miljoen.

- gebruik van  $E = mc^2$  1
- vergelijken van de uitkomst met de gegeven energie van de fotonen 1
- inzicht dat 7 significante cijfers overeenkomt met een nauwkeurigheid van 1 op 10 miljoen 1

*Opmerkingen*

- *Als een kandidaat zegt dat de getallen in 8 significante cijfers staan en dat daarmee de nauwkeurigheid van het experiment 1 op 10 miljoen is: geen scorepunten toekennen.*
- *Als een kandidaat rekent uitgaande van  $u = 931,49 \text{ MeV}$ : maximaal 1 scorepunt toekennen.*

**18 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Om de golflengte van de gamma-fotonen te meten, moet de reactie plaatsvinden. Hiervoor zijn neutronen nodig. Dat gebeurde in het Institut Laue-Langevin in Grenoble.

- inzicht dat neutronen nodig zijn om de fotonen te produceren 1
- consequente conclusie 1

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

## Opgave 4 Bungee-trampoline

### 19 maximumscore 4

uitkomst:  $W = 2,2 \text{ kJ}$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt:  $W = E_{\text{veer}} + E_{z,\text{Lisa}}$ . Invullen levert:

$$W = E_{\text{veer}} + E_{z,\text{Lisa}} = 2 \cdot \frac{1}{2} Cu^2 + mgh =$$

$$2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 120 \cdot 3,1^2 + 48 \cdot 9,81 \cdot 2,3 = 2,23 \cdot 10^3 \text{ J} = 2,2 \cdot 10^3 \text{ J}.$$

- inzicht dat  $W = E_{\text{veer}} + E_{z,\text{Lisa}}$  1
- inzicht dat  $E_{\text{veer}} = 2 \cdot \frac{1}{2} Cu^2$  1
- gebruik van  $E_z = mgh$  of van  $W_z = mgh$  1
- completeren van de berekening 1



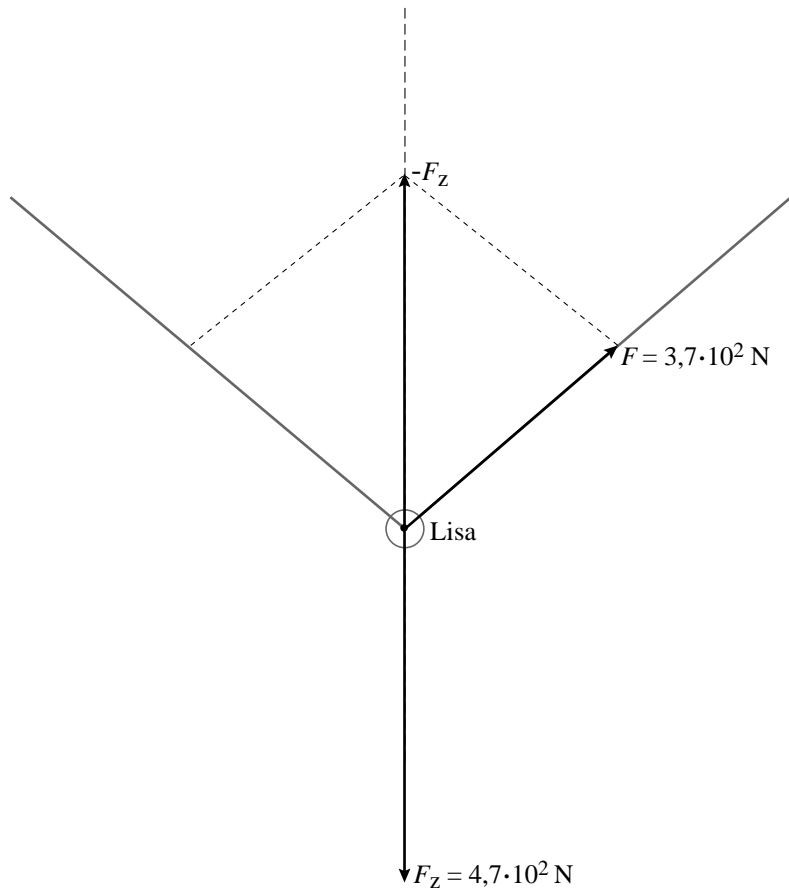
Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**20 maximumscore 4**

uitkomst:  $F = 3,7 \cdot 10^2$  N (met een marge van  $0,2 \cdot 10^2$  N)

methode 1:

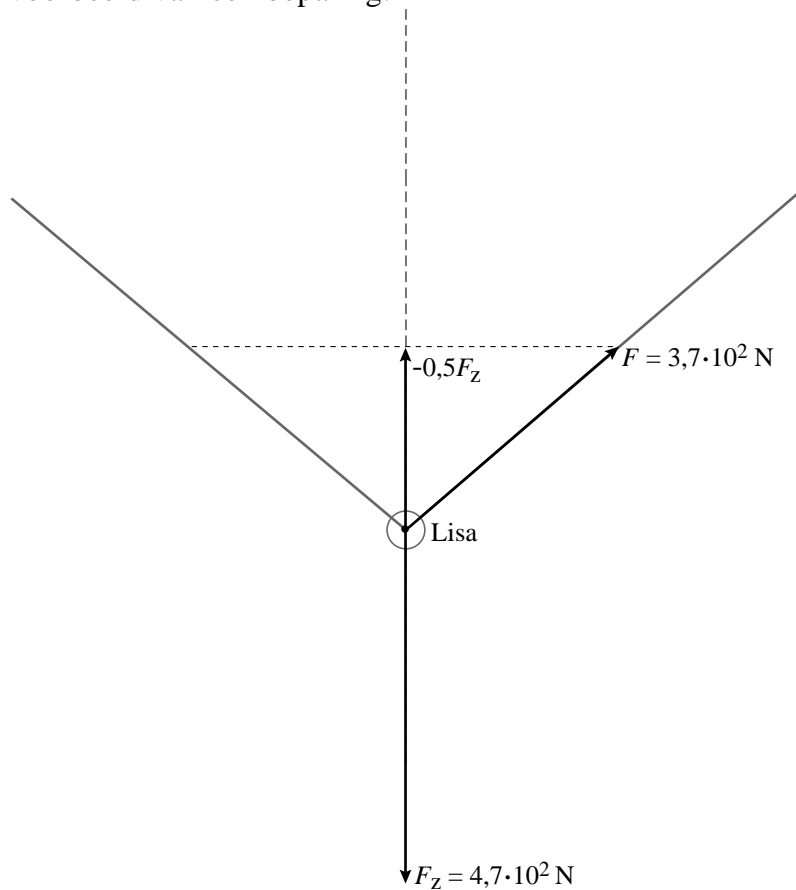
voorbeeld van een bepaling:



- berekenen en tekenen van  $(-)F_z$  1
- construeren van minstens één van de spankrachten 2
- completeren van de bepaling 1

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

methode 2:  
voorbeeld van een bepaling:



- berekenen van  $F_z$  1
- tekenen van de vectorpijl van  $-0,5F_z$  1
- construeren van één van de spankrachten 1
- completeren van de bepaling 1

*Opmerking*

*Als de kandidaat de hoek tussen de richtingen van  $(-)F_z$  en  $F$  opmeet en daarmee de grootte van  $F$  berekent: goed rekenen.*

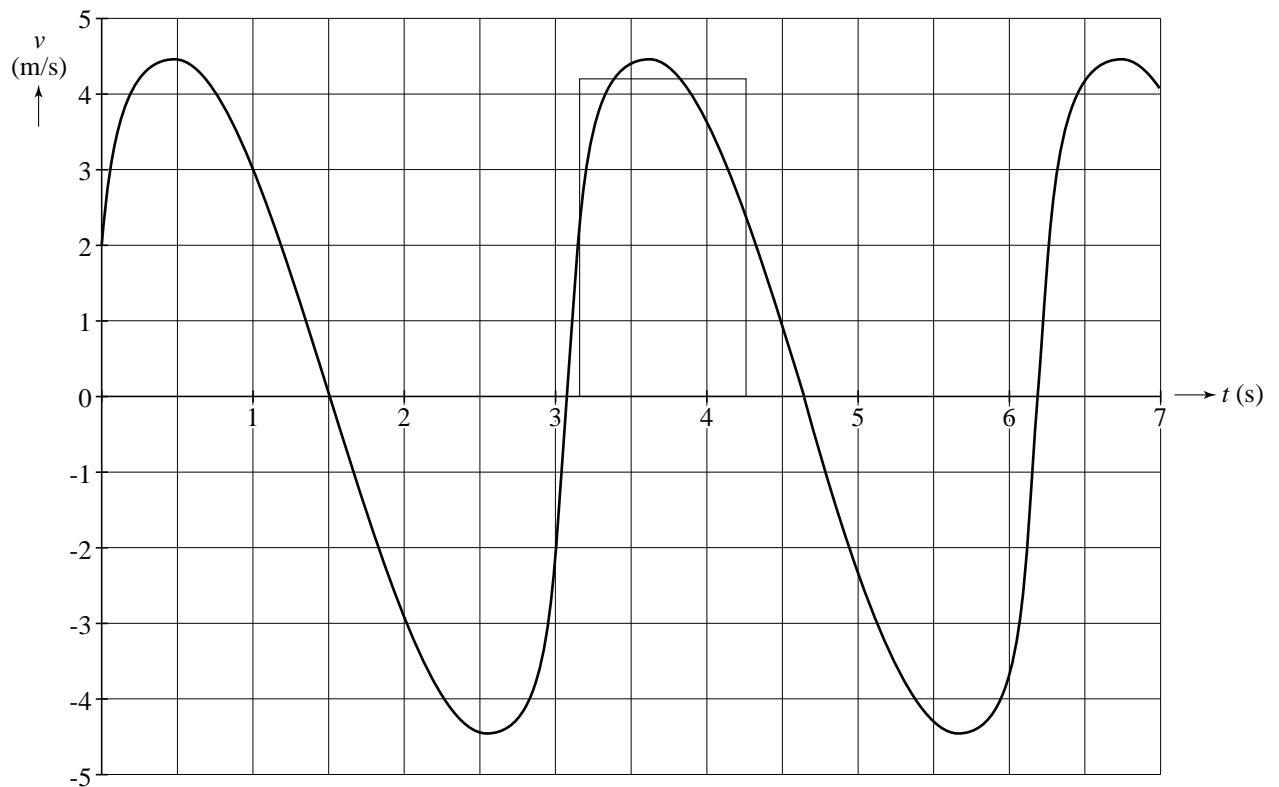
Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**21 maximumscore 3**

uitkomst:  $\Delta h = 4,6$  m (met een marge van 0,4 m)

voorbeeld van een bepaling:

Als de snelheid nul is, bevindt Lisa zich in het hoogste of in het laagste punt. Het hoogteverschil is dus gelijk aan de oppervlakte onder de grafiek tussen twee nuldoorgangen.



Deze oppervlakte kan benaderd worden met een driehoek of een rechthoek en is gelijk aan 4,6 m.

- inzicht dat de hoogte gelijk is aan de oppervlakte onder de grafiek 1
- inzicht dat de oppervlakte tussen twee nuldoorgangen benaderd moet worden door het tekenen van een driehoek of een rechthoek of door middel van hokjes tellen 1
- completeren van de bepaling 1

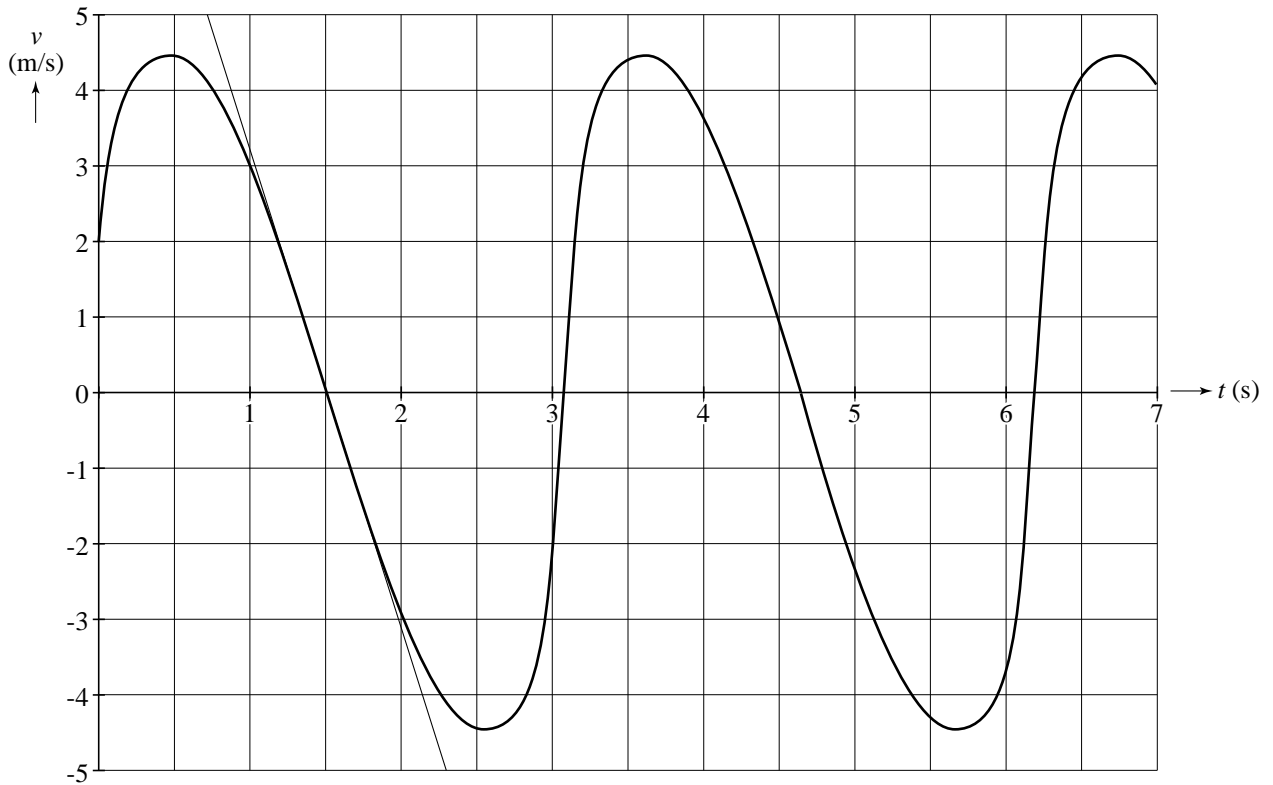
Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

**22 maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:

Lisa bevindt zich in het hoogste punt als de snelheid nul is en als de snelheidsgrafiek daalt.

De versnelling die Lisa dan ondervindt, is gelijk aan de steilheid van de raaklijn in dat punt aan de grafiek.



De steilheid is gelijk aan  $\frac{-5-5}{2,3-0,7}=(-)6,3 \text{ ms}^{-2}$ .

Deze (absolute) waarde is kleiner dan de (absolute) waarde van de gravitatieversnelling  $g = (-)9,8 \text{ ms}^{-2}$ .

Dus moeten de elastieken nog een kracht uitoefenen op Lisa.

- inzicht dat Lisa zich in het hoogste punt bevindt als de snelheid nul is en de snelheidsgrafiek daalt 1
- inzicht dat de versnelling in dat punt bepaald moet worden 1
- bepalen van de steilheid van de raaklijn 1
- consequente conclusie 1

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

**23 maximumscore 3**

antwoord:

Grafiek	Energie
1	$E_{\text{tot}}$
2	$E_z$
3	$E_{\text{v-el}}$
4	$E_k$
5	$E_{\text{v-tr}}$

indien alle energieën correct	3
indien vier of drie energieën correct	2
indien twee energieën correct	1
indien één of nul energieën correct	0

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

### Opgave 5 Vol of leeg?

#### 24 maximumscore 2

uitkomst:  $E = 12 \text{ kJ}$  (3,5 Wh)

voorbeeld van een berekening:

Er geldt:  $E = Pt$  met  $P = UI$ . Dit levert:  $E = UIt$ .

$$2300 \text{ mAh} = 2300 \cdot 10^{-3} \cdot 3600 = 8,28 \cdot 10^3 \text{ As.}$$

$$\text{Invullen levert: } E = UIt = 1,5 \cdot 8,28 \cdot 10^3 = 1,2 \cdot 10^4 \text{ J} = 12 \text{ kJ.}$$

- inzicht dat  $E = UIt$  1
- completeren van de berekening 1

#### 25 maximumscore 3

uitkomst:  $t = 2,1$  (jaar)

voorbeeld van een berekening:

Voor de stroomsterkte die de batterij levert geldt:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{1,5}{12 \cdot 10^3} = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ A.}$$

Er geldt  $It = 2300 \text{ mAh} = 2,300 \text{ Ah}$ . Invullen levert  $1,25 \cdot 10^{-4} t = 2,300$ .

Hieruit volgt:  $t = 1,84 \cdot 10^4 \text{ h} = 767 \text{ d} = 2,1$  (jaar).

- gebruik van  $U = IR$  1
- inzicht dat  $t = \frac{2,300}{I}$  1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
26	<p><b>maximumscore 3</b>                      uitkomst: <math>R = 3,0 \Omega</math></p> <p>voorbeeld van een berekening:                      De weerstand is omgekeerd evenredig met de breedte van een strookje.                      De strookjes zijn respectievelijk 2,0, 3,0, 4,0 en 5,0 keer zo breed als het eerste strookje van <math>1,3 \Omega</math>.                      Dus de hele strook is een serieweerstand waarbij geldt:</p> $R = 1,3 + \frac{1,3}{2,0} + \frac{1,3}{3,0} + \frac{1,3}{4,0} + \frac{1,3}{5,0} = 3,0 \Omega.$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat de weerstand van een strookje omgekeerd evenredig is met de breedte van het strookje <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat de delen van de strook in serie staan <span style="float: right;">1</span></li> <li>• completeren van de berekening <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	
27	<p><b>maximumscore 2</b>                      voorbeeld van een antwoord:                      De stroomsterkte door de hele strip is gelijk. Het smalle stukje heeft de grootste weerstand. Daar ontstaat dus de meeste warmte en wordt de temperatuur het hoogst.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• noemen dat de stroomsterkte in de strip overall even groot is <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat het smalste stukje de grootste weerstand heeft en dat bij de grootste weerstand de temperatuur het hoogst wordt <span style="float: right;">1</span></li> </ul> <p><i>Opmerking</i>                      Een correcte redenering op basis van de begrippen warmteafgifte en/of warmtecapaciteit: goed rekenen.</p>	
28	<p><b>maximumscore 3</b>                      voorbeelden van een antwoord:                      Omdat de spanning groter is, moet de weerstand groter worden om een gelijke hoeveelheid warmte te krijgen. Dit kan op de volgende manieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– een materiaal nemen met een hogere soortelijke weerstand;</li> <li>– de strip (overall) dunner maken;</li> <li>– de strip (overall) smaller maken.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat de weerstand van de strip groter moet worden <span style="float: right;">1</span></li> <li>• noemen van een aanpassing <span style="float: right;">1</span></li> <li>• noemen van nog een aanpassing <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	