

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

Opgave 1 Schrikdraadinstallatie

1 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

- De stroomkring bestaat uit de onderdelen: hoogspanningsbron, (verbindings)draden, schrikdraad, dier, aarde, metalen pen, hoogspanningsbron.
- Als de draad niet aangeraakt wordt, is er geen gesloten stroomkring en loopt er geen stroom. Er wordt dus ook geen elektrische energie verbruikt.

- noemen van ten minste de onderdelen: hoogspanningsbron, schrikdraad, dier, aarde, metalen pen 1
- inzicht dat er geen gesloten stroomkring is als de draad niet wordt aangeraakt 1
- inzicht dat dan geen elektrische energie verbruikt wordt 1

Opmerking

Als bij de eerste deelvraag (het eerste scorepunt) genoemd worden paal en/of lucht: geen scorepunt voor deze deelvraag toekennen.

Opmerking

Als op grond van een correcte fysische redenering wordt geconcludeerd dat wel elektrische energie wordt gebruikt, dit goed rekenen conform algemene regel 3.3.

2 maximumscore 3

uitkomst: $t = 5,2 \text{ h} (= 1,9 \cdot 10^4 \text{ s})$

voorbeelden van een berekening:

methode 1

Voor de energie-inhoud van de volledig opgeladen accu geldt:

$$E = UI t = 12 \cdot 45 \cdot 3600 = 1,94 \cdot 10^6 \text{ J} = 0,54 \text{ kWh.}$$

Uit $\eta = \frac{P_{\text{elek}}}{P_{\text{zon}}}$ volgt voor het elektrisch vermogen van de zonnepanelen:

$$P_{\text{elek}} = 0,13 \cdot 0,84 \cdot 0,95 \cdot 10^3 = 104 \text{ W} = 0,104 \text{ kW.}$$

Uit $E = Pt$ volgt voor de oplaadtijd: $t = \frac{0,54}{0,104} = 5,2 \text{ h.}$

- inzicht dat $E = UI t$ met $It = 45 \text{ Ah}$ 1
- inzicht dat $\eta = \frac{P_{\text{elek}}}{P_{\text{zon}}}$ 1
- completeren van de berekening 1

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

methode 2

Uit $\eta = \frac{P_{\text{elek}}}{P_{\text{zon}}}$ volgt voor het elektrisch vermogen dat de zonnepanelen

leveren: $P_{\text{elek}} = 0,13 \cdot 0,84 \cdot 0,95 \cdot 10^3 = 104 \text{ W}$.

Uit $P = UI$ volgt voor de stroomsterkte: $I = \frac{P}{U} = \frac{104}{12} = 8,67 \text{ A}$.

Dus geldt voor de oplaadtijd: $t = \frac{45}{8,67} = 5,2 \text{ h}$.

- inzicht dat $\eta = \frac{P_{\text{elek}}}{P_{\text{zon}}}$ 1
- inzicht dat $P = UI$ met $It = 45 \text{ Ah}$ 1
- completeren van de berekening 1

3 maximumscore 3

uitkomst: $R = 36 \Omega$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $R = \frac{\rho \ell}{A}$, met $A = \pi \left(\frac{1}{2}d\right)^2$.

Invullen levert: $R = \frac{0,72 \cdot 10^{-6} \cdot 400}{\pi \left(\frac{1}{2} \cdot 3,2 \cdot 10^{-3}\right)^2} = 36 \Omega$.

- gebruik van $R = \frac{\rho \ell}{A}$ met $\rho = 0,72 \cdot 10^{-6} \Omega \text{ m}$ 1
- inzicht dat $A = \pi \left(\frac{1}{2}d\right)^2$ 1
- completeren van de berekening 1

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

4 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $P = \frac{U^2}{R}$. Aflezen van de spanningswaarden in figuur 2 en

invullen levert voor het maximale vermogen van de belaste pulsen:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{(4,5 \cdot 10^3)^2}{500} \approx \frac{(2,0 \cdot 10^3)^2}{100} = 40 \cdot 10^3 \text{ W.}$$

(Dit komt overeen met het maximale vermogen in figuur 3.)

- gebruik van $P = \frac{U^2}{R}$ (of $P = UI$ en $U = IR$) 1
- aflezen van de waarden uit figuur 2 1
- completeren van de bepalingen 1

5 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

In volgorde van EN-normen:

- 1 De onbelaste uitgangsspanning is die van het open circuit. Deze bedraagt 8 kV. (Deze voldoet aan de norm.)
- 2 De duur van één puls is (minder dan) 0,3 ms. (Deze voldoet aan de norm.)
- 3 Voor de maximale stroomsterkte bij een belasting van 100 Ω geldt:

$$I_{100} = \frac{U}{R} = \frac{2,0 \cdot 10^3}{100} = 20 \text{ A. (Deze voldoet niet aan de norm.)}$$

(Voor de maximale stroomsterkte bij een belasting van 500 Ω geldt:

$$I_{500} = \frac{U}{R} = \frac{4,5 \cdot 10^3}{500} = 9,0 \text{ A. (Deze voldoet aan de norm.))}$$

- 4 De energie in één puls komt overeen met de oppervlakte onder de (P, t) -grafiek. Deze is gelijk aan 4,7 J (met een marge van 0,5 J). (Deze voldoet aan de norm.)
- controleren van norm 1 en 2 1
 - gebruik van $U = IR$ / $P = I^2R$ 1
 - uitrekenen van de maximale stroomsterkte bij een belasting van 100 Ω 1
 - inzicht dat de energie in één puls overeenkomt met de oppervlakte onder de (P, t) -grafiek 1
 - schatten van de oppervlakte onder de grafiek als 4,7 J (met een marge van 0,5 J) 1

Opmerking

De conclusies mogen impliciet zijn en hoeven dus niet expliciet genoemd te worden.

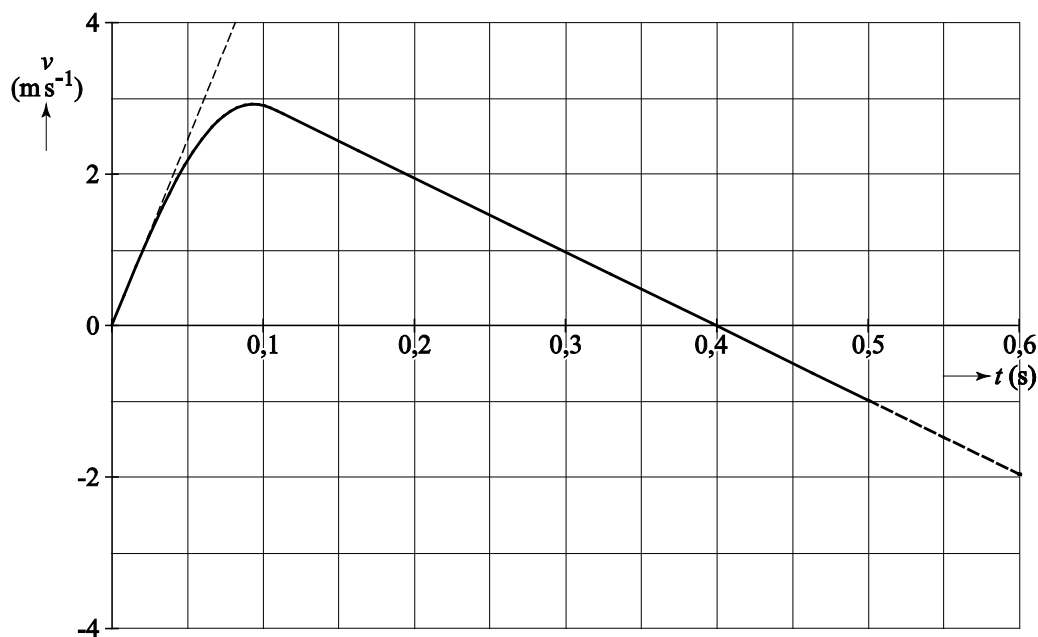
Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

Opgave 2 Een sprong bij volleybal

6 maximumscore 4

uitkomst: $F_{afzet} = 4,5 \cdot 10^3 \text{ N} = 4,5 \text{ kN}$

voorbeeld van een bepaling:



De versnelling op $t = 0,0 \text{ s}$ is gelijk aan de helling van de raaklijn.

Dit levert: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{4,0}{0,080} = 50 \text{ ms}^{-2}$ (met een marge van 5 ms^{-2}).

Er geldt: $F_{res} = F_{afzet} - F_z = ma$. Invullen levert: $F_{afzet} - 75 \cdot 9,81 = 75 \cdot 50$.

Dit levert: $F_{afzet} = 4,5 \cdot 10^3 \text{ N} = 4,5 \text{ kN}$.

- inzicht dat de steilheid van de raaklijn aan het steilste stuk bepaald moet worden 1
- gebruik van $F_{res} = ma$ met $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 1
- inzicht dat $F_{res} = F_{afzet} - F_z$ 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Als in de berekening geen rekening gehouden wordt met F_z :

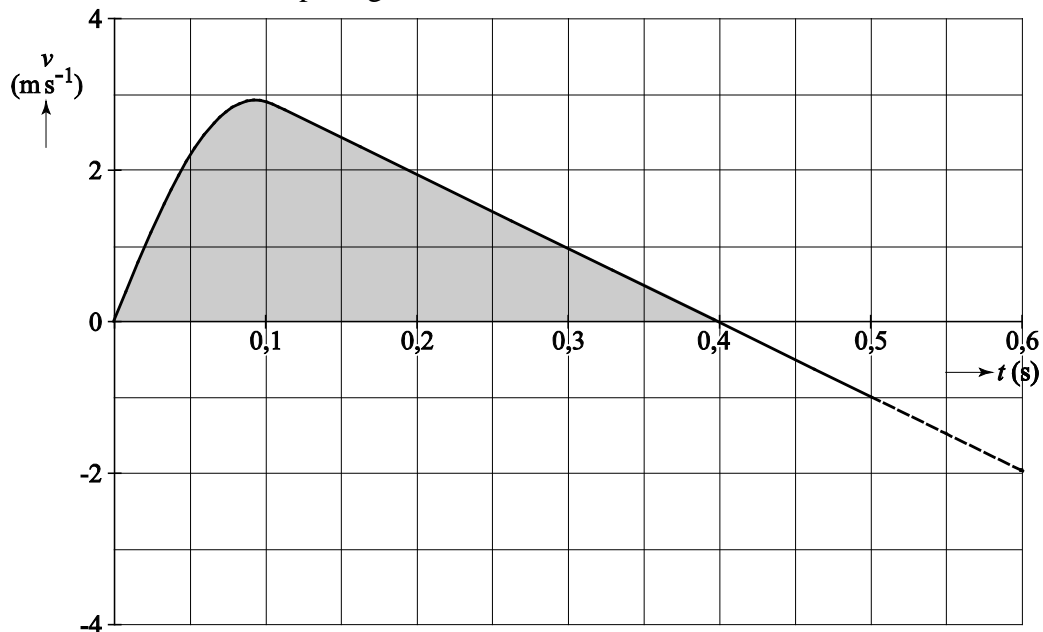
maximaal 2 scorepunten toekennen.

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

7 maximumscore 3

uitkomst: $\Delta y = 0,64 \text{ m}$ (met een marge van 0,03 m)

voorbeeld van een bepaling:



Het hoogteverschil komt overeen met de oppervlakte onder de grafiek. Deze oppervlakte is 0,64 m.

- inzicht dat het hoogteverschil overeenkomt met de oppervlakte onder de grafiek 1
- inzicht dat de beweging tot het hoogste punt plaatsvindt tussen $t = 0,0 \text{ s}$ en $t = 0,4 \text{ s}$ 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerkingen

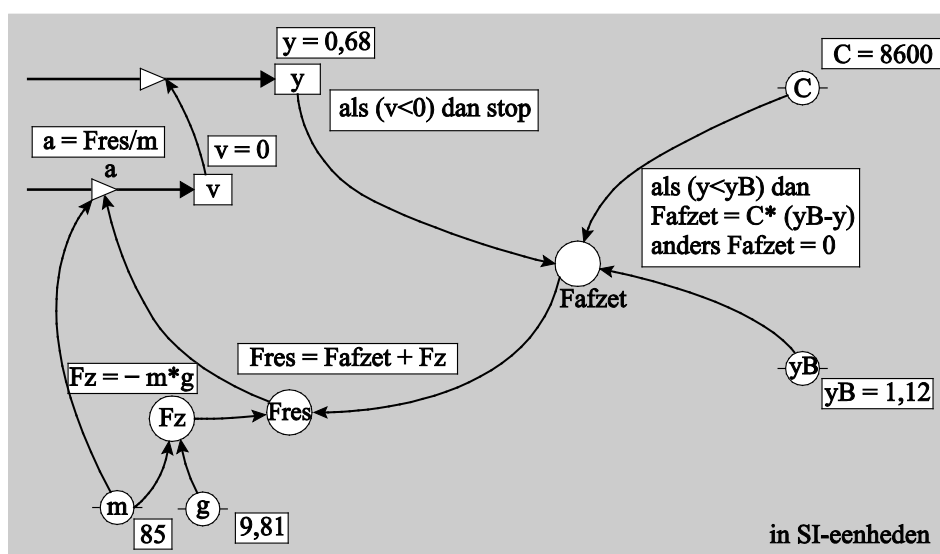
- Als de vraag beantwoord wordt met $s = v_{\text{gem}} t$ en het antwoord buiten de marge ligt: maximaal 2 scorepunten toekennen.
- Als het tweede scorepunt niet gescoord wordt, voor deze vraag maximaal 1 scorepunt toekennen.

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

8 maximumscore 3
voorbeeld van een antwoord:

model	startwaarden (in SI-eenheden)
$F_z = -m \cdot g$	$t = 0$
als $(y < y_B)$ dan $F_{afzet} = C \cdot (y_B - y)$	$dt = 0,001$
anders $F_{afzet} = 0$	$y = 0,68$
eindals	$v = 0$
$F_{res} = F_{afzet} + F_z$	$m = 85$
$a = F_{res} / m$	$g = 9,81$
$v = v + a \cdot dt$	$C = 8600$
$y = y + v \cdot dt$	$y_B = 1,12$
$t = t + dt$	
als $(v < 0)$ dan stop	
eindals	

of



- inzicht dat voor $y < y_B$ geldt $F_{afzet} = C(y_B - y)$ 1
- inzicht dat $F_{afzet} = 0$ voor $y > y_B$ 1
- inzicht dat de stopvoorwaarde is $v < 0$ 1

Opmerking

Als in plaats van de tekens $<$ en/of $>$ de tekens \leq en/of \geq gebruikt worden:
dit goed rekenen.

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

9 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

$$E_{\text{afzet}} = \frac{1}{2} C (y_B - y)^2$$

- inzicht dat geldt $E_v = \frac{1}{2} C u^2$ 1
- noteren van $E_{\text{afzet}} = \frac{1}{2} C (y_B - y)^2$ 1

10 maximumscore 2

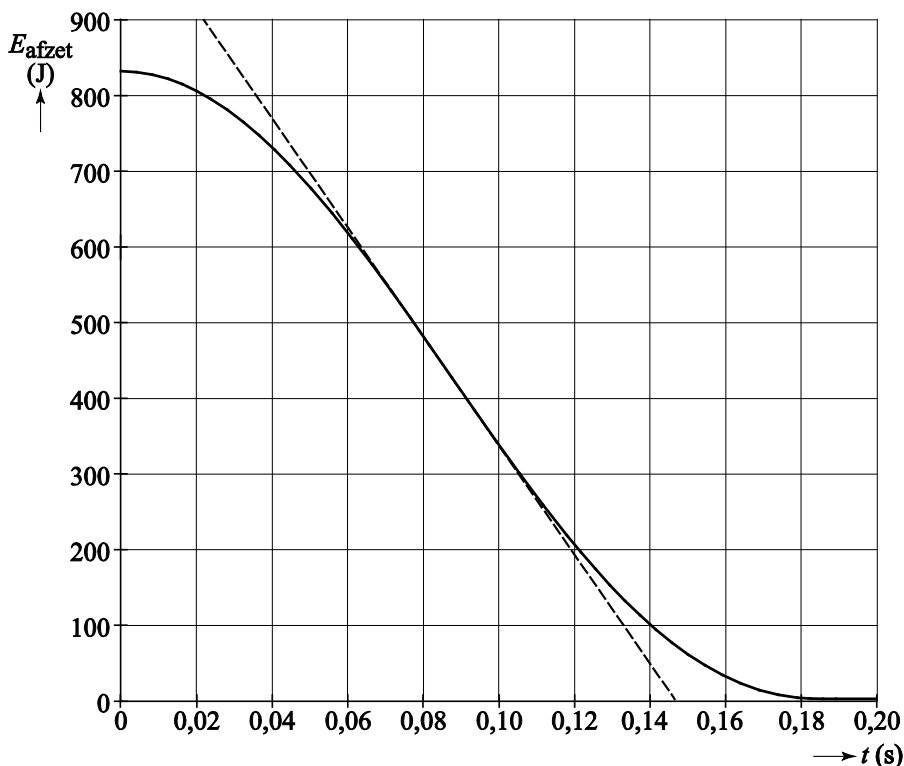
uitkomst: $t = 0,09$ s

voorbeeld van een bepaling:

Het vermogen correspondeert met de helling van de grafiek.

Het vermogen is maximaal als de helling het grootst is.

Dit is op $t = 0,09$ s.



- inzicht dat het vermogen correspondeert met de helling van (de raaklijn aan) de grafiek 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Alle tijden en tijdsintervallen tussen $t = 0,06$ s en $t = 0,12$ s goed rekenen.

Opmerking

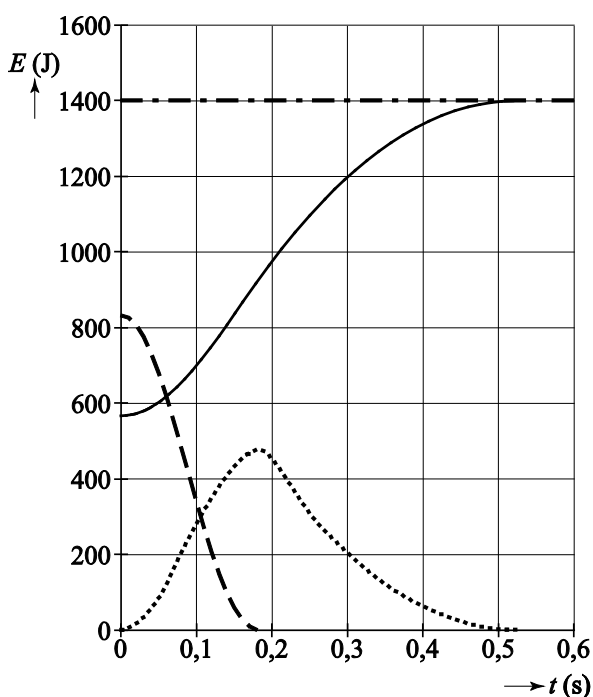
Voor een correct antwoord zonder toelichting 1 scorepunt toekennen.

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

11 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

- Op $t = 0,52$ s bevindt de volleyballer zich op het hoogste punt. (Dan is de kinetische energie gelijk aan 0.) (De veerenergie is ook gelijk aan 0.) De totale energie is dus gelijk aan 1400 J.
Op $t = 0,18$ s geldt: $E_k = E_{\text{tot}} - E_z (-E_{\text{afzet}}) = 1400 - 920 (-0) = 480$ J.
- Op $t = 0$ en op $t = 0,52$ s is de kinetische energie gelijk aan 0 J.
Dit levert de volgende grafiek voor de kinetische energie:



- inzicht dat $E_{\text{tot}} = E_z + E_{\text{afzet}} + E_{\text{kin}}$ 1
- op $t = 0,18$ s geldt $E_k = 480$ J (met een marge van 20 J) 1
- inzicht dat op $t = 0$ s en $t = 0,52$ s de kinetische energie gelijk is aan 0 1
- tekenen van de grafiek van E_k 1

- *Om het laatste scorepunt te krijgen moet de grafiek omhoog lopen van de oorsprong tot het getekende punt voor de kinetische energie op een tijdstip van 0,16 s tot en met 0,18 s en moet de kromme enigszins dalparaboolvormig naar beneden lopen tot $t = 0,52$ s.*
- *Als de tweede en derde deelscores niet behaald zijn: de vierde deelscore niet toekennen.*

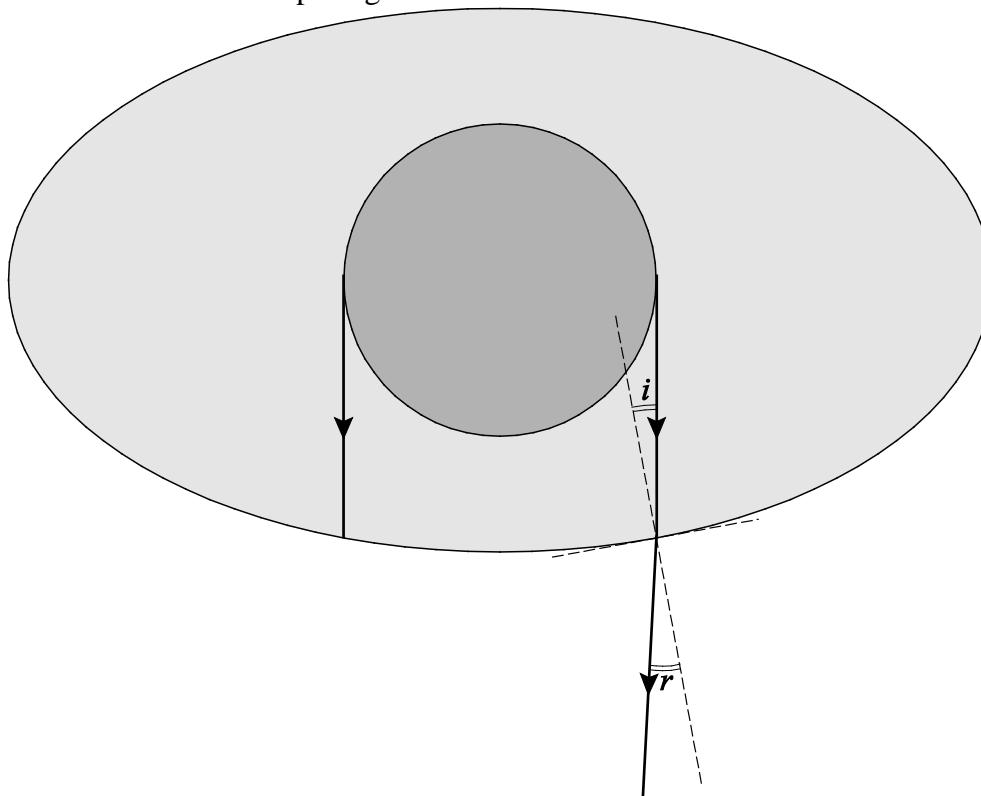
Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

Opgave 3 Waterkan

12 maximumscore 4

uitkomst: $n = 1,3$

voorbeeld van een bepaling:



De invalshoek en brekingshoek kunnen worden bepaald door een raaklijn aan het brekingsoppervlak te tekenen en hierop de normaal te tekenen.

Opmeten van de invalshoek levert: $i = 10^\circ$.

Opmeten van de brekingshoek levert: $r = 13^\circ$.

Invullen van de wet van Snellius levert:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin(10^\circ)}{\sin(13^\circ)} = \frac{1}{n} \rightarrow n = 1,3.$$

- tekenen van de normaal op het brekende oppervlak 1
- opmeten van de invalshoek en de brekingshoek (met marges van 3°) 1
- gebruik van $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{1}{n}$ 1
- completeren van de bepaling 1

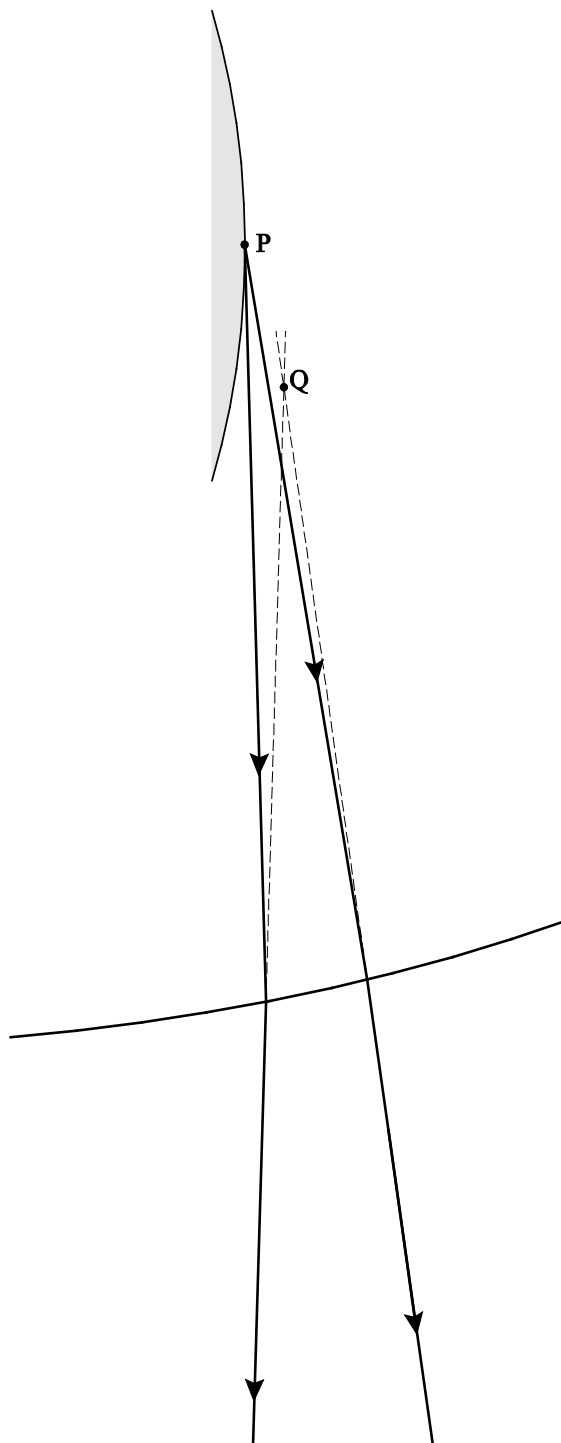
Opmerking

Als voor de uitkomst een waarde kleiner dan 1 gegeven wordt: maximaal 2 scorepunten toekennen.

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

13 maximumscore 3
voorbeeld van een antwoord:

- De lichtstralen in lucht kunnen verlengd worden in het water en lijken dan uit het punt Q te komen.
- Dit punt Q ligt in de figuur rechts van punt P. Dit heeft tot gevolg dat het filter onder water breder lijkt dan boven water.
- Er is dan sprake van een virtueel beeld, omdat de lijnen uit punt Q lijken te komen / omdat het beeld niet geprojecteerd kan worden / omdat de lichtbundel na breking divergeert / omdat het beeld aan de zelfde kant ligt als het voorwerp.



- verlengen van de twee lichtstralen en tekenen van punt Q 1
- inzicht dat punt Q rechts van P ligt en dat daardoor het filter breder lijkt 1
- geven van een reden waarom er sprake is van een virtueel beeld 1

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

14 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

- Door de kleinere kromtestraal van de kan is de invalshoek in deze situatie groter. Hierdoor is het verschil tussen de inval- en brekingshoek ook groter. Daardoor lijkt het filter veel breder te zijn. De verklaring van Anne is dus juist.
- Bij totale reflectie komen de lichtstralen niet buiten het water en geven dus ook geen beeld. De verklaring van Peter is dus niet juist.

- inzicht dat de invalshoek in deze situatie groter is 1
- inzicht dat het verschil tussen de inval- en brekingshoek dan groter is en conclusie 1
- inzicht dat bij totale reflectie de lichtstralen niet buiten het water komen 1
- inzicht dat je zo het beeld niet kunt zien en conclusie 1

Opmerking

Als bij de eerste deelvraag als antwoord een opmerking zonder verdere toelichting over grotere lenswerking is gegeven, maximaal 1 scorepunt voor deze deelvraag toekennen.

Opgave 4 Spankracht in een slingerkoord

15 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

- Voor de slingertijd geldt: $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,40}{9,81}} = 1,27 \text{ s} \rightarrow f = 0,79 \text{ Hz}$.

Aflezen in figuur 2 geeft dat 3 perioden gelijk zijn aan 1,92 s.

Dit levert $T = 0,64 \text{ s}$. Hieruit volgt: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,64} = 1,56 \text{ Hz}$.

Dit is (ongeveer) twee keer zo groot als de slingerfrequentie.

- Dit komt doordat in één slingering de spankracht twee keer varieert van zijn minimum tot zijn maximum / in de uiterste standen de spankracht minimaal is.

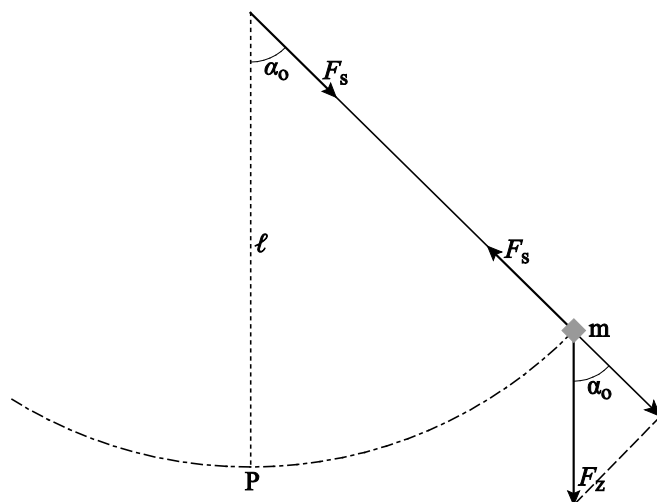
- gebruik van $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ 1
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- aflezen van de periode van de spankracht (met een marge van 0,02 s) 1
- geven van de reden 1

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

16 maximumscore 3

uitkomst: $\alpha_0 = 35^\circ$

voorbeeld van een bepaling:



Voor de grootte van de krachten geldt: $F_s = F_z \cos \alpha$.

Invullen voor $t = 0$ s levert: $0,40 = 0,050 \cdot 9,81 \cos \alpha_0 \rightarrow \alpha_0 = 35^\circ$.

- inzicht dat in het beginpunt geldt: $F_s = F_z \cos \alpha_0$ 1
- aflezen van de spankracht op $t = 0$ s 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Als een leerling gebruikmaakt van $F_s = F_z + F_{mpz}$: maximaal 1 scorepunt toekennen.

17 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

In het laagste punt P geldt voor de grootte van de krachten:

$$F_{\text{res}} = F_{\text{mpz}} = \frac{mv_P^2}{\ell}, \text{ met } F_{\text{res}} = F_s - F_z.$$

Combineren levert voor de grootte van de krachten in punt P:

$$F_s = F_z + F_{\text{res}} = mg + \frac{mv_P^2}{\ell}.$$

- inzicht dat voor de grootte van de krachten in punt P geldt

$$F_{\text{res}} = F_{\text{mpz}} = \frac{mv_P^2}{\ell} \quad 1$$

- inzicht dat voor de grootte van de krachten in punt P geldt $F_{\text{res}} = F_s - F_z$
en completeren van de afleiding 1

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

18 maximumscore 2

uitkomst: $v_P = 1,2 \text{ ms}^{-1}$

voorbeeld van een bepaling:

In punt P is de spankracht maximaal. Aflezen in de grafiek levert:

$$F_{s,P} = 0,67 \text{ N.}$$

Invullen in de formule levert:

$$F_{s,P} = mg + \frac{mv_P^2}{\ell} \rightarrow 0,67 = 0,050 \cdot 9,81 + \frac{0,050v_P^2}{0,40} \rightarrow v_P = 1,2 \text{ ms}^{-1}.$$

- inzicht dat geldt $F_{s,P} = 0,67 \text{ N}$ (met een marge van 0,01 N) 1
- completeren van de bepaling 1

19 maximumscore 2

uitkomst: $F_s = 0,49 \text{ N}$ (met een marge van 0,02 N)

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Als de slinger door demping in de evenwichtsstand tot stilstand komt, geldt:

$$F_s = F_z = 0,49 \text{ N.}$$

(Dit is ook te zien in de formule ($v_P \rightarrow 0$) of via de minimumspankracht:

$$F_s = F_z \cos \alpha \text{ met } \alpha \rightarrow 0.)$$

- inzicht dat in de evenwichtstand geldt $F_s = F_z$ 1
- $F_s = 0,49 \text{ N}$ (met een marge van 0,02 N) 1

methode 2

Extrapoleren van de grafieken (door de omhullenden door te tekenen naar $t = 100 \text{ s}$ of door de omhullenden te benaderen met rechte lijnen) geeft:

$$F_s = 0,49 \text{ N (met een marge van 0,02 N).}$$

- extrapoleren van de grafieken 1
- $F_s = 0,49 \text{ N}$ (met een marge van 0,02 N) 1

Opmerking

Als de kandidaat het gemiddelde neemt van de twee beginwaarden: geen scorepunten toekennen.

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

Opgave 5 Tokamak

20 maximumscore 3

uitkomst: $E = 17,590 \text{ MeV} (= 2,8182 \cdot 10^{-12} \text{ J})$

voorbeeld van een berekening:

Bij deze reactie wordt massa omgezet in energie.

Er geldt: $\Delta m = m_{\text{voor}} - m_{\text{na}}$.

(Omdat het aantal elektronen in de atomen voor en na de reactie gelijk is, kan er in plaats van met kernmassa's gerekend worden met atoommassa's.)

$$m_{\text{voor}} = m_{\text{D}} + m_{\text{T}} = 2,014102 + 3,016050 = 5,030152 \text{ u.}$$

$$m_{\text{na}} = m_{\text{He}} + m_{\text{n}} = 4,002603 + 1,008665 = 5,011268 \text{ u.}$$

Hieruit volgt: $\Delta m = 0,018884 \text{ u.}$

Dit levert: $E = 0,018884 \cdot 931,49 = 17,590 \text{ MeV} = 2,8182 \cdot 10^{-12} \text{ J.}$

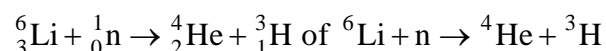
- inzicht dat $\Delta m = m_{\text{voor}} - m_{\text{na}}$ met $m_{\text{voor}} = m_{\text{D}} + m_{\text{T}}$ en $m_{\text{na}} = m_{\text{He}} + m_{\text{n}}$ 1
- omrekenen van massa naar energie 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- *Als het massaverlies negatief genomen wordt: uiteraard goed rekenen.*
- *Een uitkomst in 3 tot en met 7 significante cijfers goed rekenen.*

21 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



- één neutron links van de pijl 1
- He en T als eindproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- het aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

Vraag	Antwoord	Scores
22	<p>maximumscore 4</p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Het magneetveld heeft geen invloed op de snelheidscomponent evenwijdig aan het magneetveld. Op de snelheidscomponent loodrecht op het magneetveld werkt een Lorentzkracht, waardoor het deeltje (in dit vlak) in een cirkel gaat bewegen. Samen met de snelheid in de richting van het magneetveld ontstaat dan een baan in een spiraalvorm. - In figuur 1 en 2 is F_L naar achter gericht en is B naar rechts gericht. Volgens een richtingsregel is de stroomrichting dan naar boven. De snelheid van het deeltje is ook naar boven. Het deeltje is dus een positief deeltje. <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat F_L loodrecht staat op v_{\perp} 1 • inzicht dat de cirkelbeweging loodrecht op het magneetveld samen met v_{\parallel} een spiraalvormige baan oplevert 1 • gebruik van een richtingsregel in figuur 1 en/of 2 1 • consequente conclusie 1 	
23	<p>maximumscore 4</p> <p>uitkomst: $B = 0,53 \text{ T}$</p> <p>voorbeeld van een berekening:</p> <p>Er geldt: $F_L = F_{\text{mpz}}$. Invullen levert: $Bqv_{\perp} = \frac{mv_{\perp}^2}{r}$.</p> <p>Omschrijven levert: $B = \frac{mv_{\perp}}{qr} = \frac{2,01 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \cdot 5,1 \cdot 10^6}{1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 0,20} = 0,53 \text{ T}$.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat $F_L = F_{\text{mpz}}$ 1 • gebruik van $F_L = Bqv$ 1 • inzicht dat $F_{\text{mpz}} = \frac{mv_{\perp}^2}{r}$ 1 • completeren van de berekening 1 	
24	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <p>Als alle afstanden in de Tokamak-ITER een factor k groter zijn dan in een gewone Tokamak, neemt het volume met factor k^3 toe en de energieproductie dus ook. Stralingsverliezen treden op bij het oppervlak en het oppervlak neemt toe met een factor k^2.</p> <p>Dus neemt de energieproductie meer toe dan de verliezen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat energieproductie toeneemt met k^3 en de verliezen toenemen met k^2 1 • completeren van de uitleg 1 	