

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: $R = 36 \Omega$

voorbeeld van een berekening:

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

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

- 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
-------	----------	--------

3 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

4 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 $U = IR$ / $P = I^2 R$ 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.

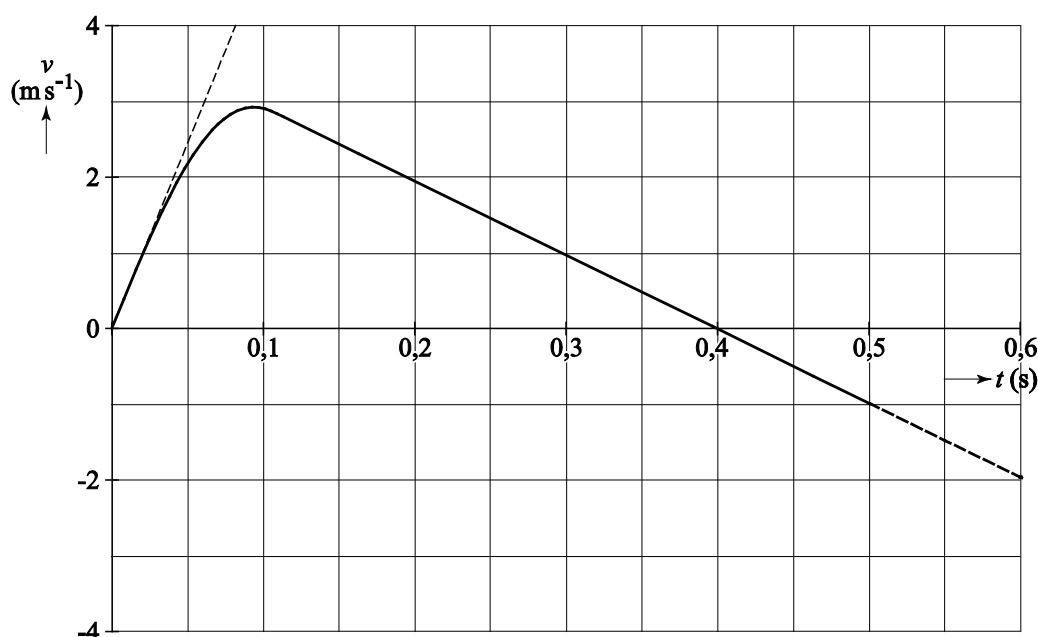
Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

Opgave 2 Een sprong bij volleybal

5 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 :

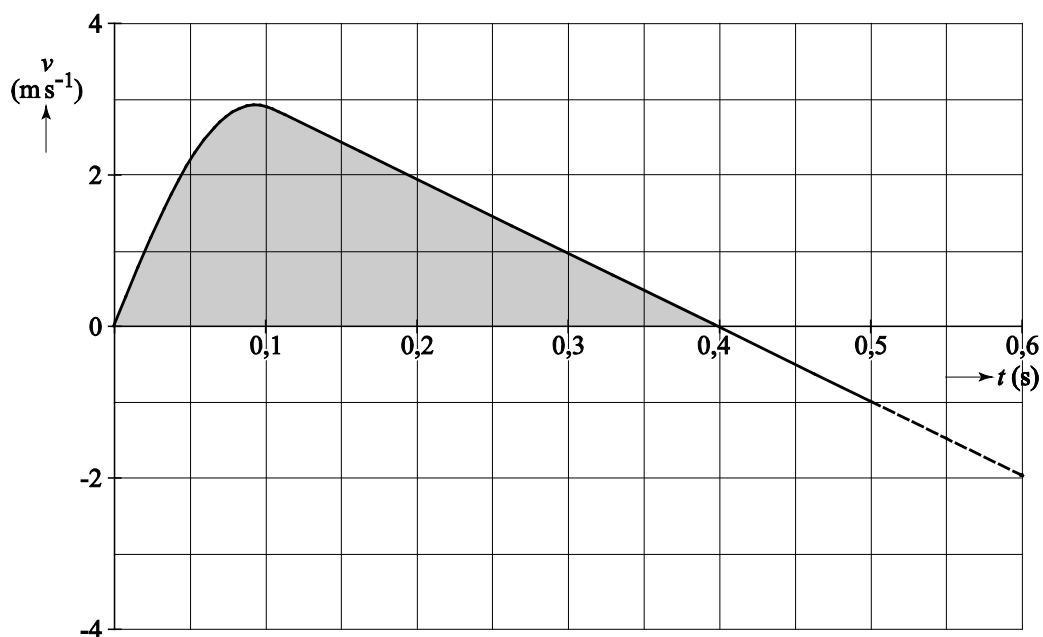
maximaal 2 scorepunten toekennen.

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

6 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

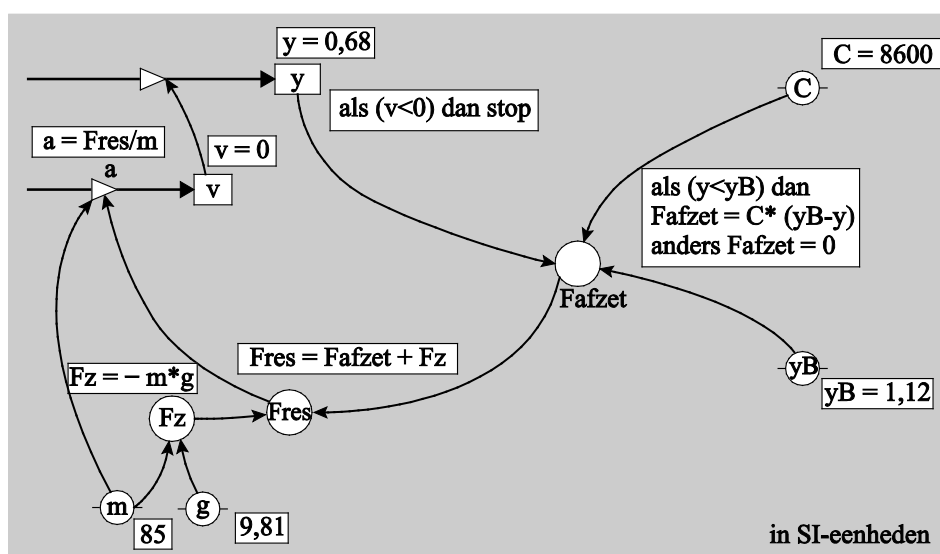
- Als de vraag beantwoord wordt met $s = v_{\text{gem}} t$ en het antwoord buiten de marge ligt, maximaal 2 scorepunten toekennen.
- Als het tweede scorepunt niet gescoord wordt, voor deze vraag maximaal 1 scorepunt toekennen.

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

7 maximumscore 3
 voorbeeld van een antwoord:

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

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:
 goed rekenen.

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

8 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

9 maximumscore 2

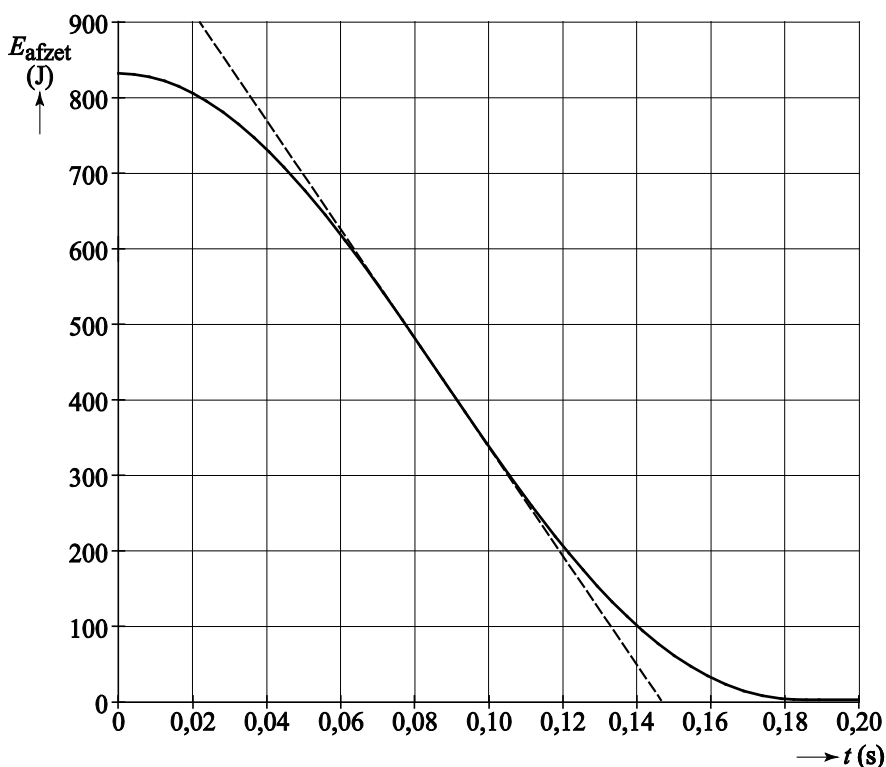
uitkomst: $t = 0,09$ s

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

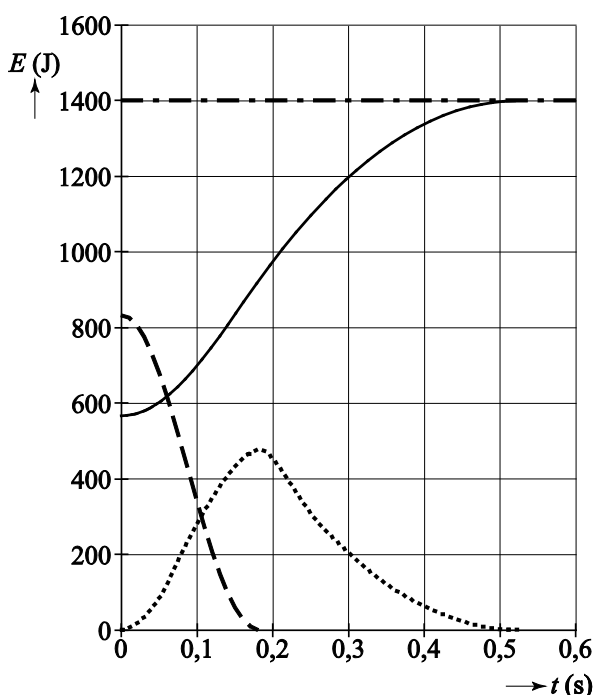
Voor een correct antwoord zonder toelichting 1 scorepunt toekennen.

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

10 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

Opmerkingen

- *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 deelscore niet behaald zijn: de vierde deelscore niet toekennen.*

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

Opgave 3 Terug uit de ruimte

11 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

$$\text{Er geldt: } F_g = F_{\text{mpz}} \rightarrow \frac{GmM}{r^2} = \frac{mv^2}{r}.$$

Dit levert voor de omloopsnelheid:

$$v_{\text{omloop}} = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6,674 \cdot 10^{-11} \cdot 5,972 \cdot 10^{24}}{(6,371 \cdot 10^6 + 500 \cdot 10^3)}} = 7,62 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1}.$$

(Deze snelheid is groter dan de gegeven baansnelheid.)

- inzicht dat $F_g = F_{\text{mpz}}$ 1
- gebruik van $F_g = \frac{GmM}{r^2}$ 1
- gebruik van $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als de kandidaat gebruikt: $mg = \frac{mv^2}{r}$, maximaal 2 scorepunten toekennen.

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

12 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

- De zwaarte-energie is gelijk aan de arbeid die men tegen de gravitatiekracht moet leveren om een massa tot een hoogte h van het aardoppervlak te tillen. De gravitatiekracht neemt echter op grotere hoogte af, waarbij $a_g < g$ dus geldt: $\Delta E_g < E_z$.
- De snelheid bij landing moet zeker kleiner dan 10 m s^{-1} zijn. Voor de hoeveelheid energie Q die de capsule moet verliezen geldt dan:

$$Q = E_A - E_B = \frac{1}{2}mv_A^2 + 0,927 \cdot mgh_A - \frac{1}{2}mv_B^2 =$$

$$5,8 \cdot 10^3 \cdot \left(\frac{1}{2}(7,5 \cdot 10^3)^2 + 0,927 \cdot 9,81 \cdot 5,0 \cdot 10^5 - \frac{1}{2}10^2 \right) = 1,9 \cdot 10^{11} \text{ J.}$$

Dus schatting c is de beste.

- inzicht dat de valversnelling en dus de zwaarte-energie op grote hoogte afneemt 1
- inzicht in de wet van behoud van energie 1
- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als de kandidaat in de berekening de eindsnelheid niet meeneemt: niet aanrekenen.

13 maximumscore 3

antwoord:

	I te heet	II snelheid bij landing te groot	III ketst af tegen atmosfeer	IV daaltijd te groot	V remkracht te groot
$\gamma < \gamma_0$			X	X	
$\gamma > \gamma_0$	X	X			X

- indien vijf antwoorden goed 3
- indien vier antwoorden goed 2
- indien drie antwoorden goed 1

Vraag	Antwoord	Scores
14	<p>maximumscore 2</p> <p>uitkomst: $P = 4,4 \cdot 10^6$ W</p> <p>voorbeeld van een berekening:</p> <p>Er geldt: $\frac{P}{A} = \sigma T^4$.</p> <p>Invullen levert: $P = \sigma AT^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 3,9^2 \cdot (1,6 \cdot 10^3)^4 = 4,4 \cdot 10^6$ W.</p> <ul style="list-style-type: none"> • gebruik van $\frac{P}{A} = \sigma T^4$ 1 • completeren van de berekening 1 	
15	<p>maximumscore 3</p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <p>Voor de meest voorkomende straling in het spectrum geldt: $\lambda_{\max} T = k_w$.</p> <p>Invullen levert: $\lambda_{\max} = \frac{2,8978 \cdot 10^{-3}}{1,6 \cdot 10^3} = 1,8 \cdot 10^{-6}$ m.</p> <p>Deze golflengte ligt in het infraroodgebied. Dus zal de kleur van het schild roodgloeiend zijn.</p> <ul style="list-style-type: none"> • gebruik van $\lambda_{\max} T = k_w$ 1 • uitrekenen van λ_{\max} 1 • noemen in welk gebied deze golflengte ligt en conclusie 1 	
16	<p>maximumscore 1</p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <p>Dit betekent dat de opening in het plasma niet aan de onderkant zit (waardoor communicatie alleen met satellieten mogelijk is).</p>	
17	<p>maximumscore 2</p> <p>uitkomst: $d = 0,14$ m</p> <p>voorbeeld van een berekening:</p> <p>Voor de golflengte geldt: $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{2,2 \cdot 10^9} = 0,14$ m.</p> <p>Dus de afstand $d = 0,14$ m.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat $\lambda = \frac{c}{f}$ 1 • completeren van de berekening 1 	

Vraag	Antwoord	Scores
18	<p>maximumscore 1 voorbeeld van een antwoord: Men lost daarmee het probleem op dat bij gelijke frequenties de down- en uplink signalen met elkaar zouden interfereren.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • inzicht in negatieve interferentie / uitdoving 	1
19	<p>maximumscore 2 voorbeeld van een antwoord: Zwakke signalen moeten versterkt worden. Als een analoog signaal versterkt wordt, wordt de ruis meeversterkt. Bij digitalisering neemt men geen (of veel minder) achtergrondruis mee / wordt de ruis niet versterkt / kan men bij reconstructie van binaire signalen de ruis wegfilteren.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat bij analoge signalen de ruis wordt meeversterkt 	1
	<ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat bij digitalisering de ruis niet wordt meeversterkt / wordt weggefilterd 	1
20	<p>maximumscore 2 voorbeeld van een antwoord: Bij AM moet de verhouding tussen de maximumamplitude en de minimumamplitude groot zijn om ruis te onderdrukken. Omdat het uitgezonden vermogen evenredig is met het kwadraat van de amplitude: $P = I^2 R$, moet het communicatiesysteem bij AM een hoog vermogen leveren.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat bij AM de verhouding tussen de maximumamplitude en de minimumamplitude groot moet zijn om ruis te onderdrukken 	1
	<ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat een grote amplitude een hoog vermogen betekent 	1

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

Opgave 4 Tokamak

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

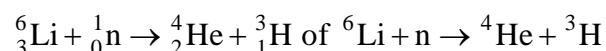
- inzicht dat $\Delta m = m_{\text{voor}} - m_{\text{na}}$ met $m_{\text{voor}} = m_{\text{D}} + m_{\text{T}}$ en $m_{\text{na}} = m_{\text{He}} + m_{\text{n}}$ 1
- omrekenen van massa naar energie 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

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

22 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
-------	----------	--------

23 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

- 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.

- 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

24 maximumscore 4

uitkomst: $B = 0,53 \text{ T}$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $F_L = F_{\text{mpz}}$. Invullen levert: $Bqv_{\perp} = \frac{mv_{\perp}^2}{r}$.

Omschrijven levert: $B = \frac{mv_{\perp}}{qr} = \frac{2,01 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \cdot 5,1 \cdot 10^6}{1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 0,20} = 0,53 \text{ T}$.

- 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

Vraag	Antwoord	Scores
25	maximumscore 3 voorbeeld van een antwoord: Als de lengte van de Tokamak-ITER een factor k groter wordt dan 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 . Dus bij een schaalvergroting neemt de energieproductie meer toe dan de verliezen.	
	<ul style="list-style-type: none">inzicht dat energieproductie toeneemt met k^3en de verliezen toenemen met k^2completeren van de uitleg	 1 1 1
26	maximumscore 2 voorbeeld van een antwoord: Bij een langere opsluittijd τ wordt de temperatuur T lager door meer energieverlies door straling.	
	<ul style="list-style-type: none">noemen van de temperatuurgeven van de reden	 1 1