

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

Opgave 1 Lichtpracticum

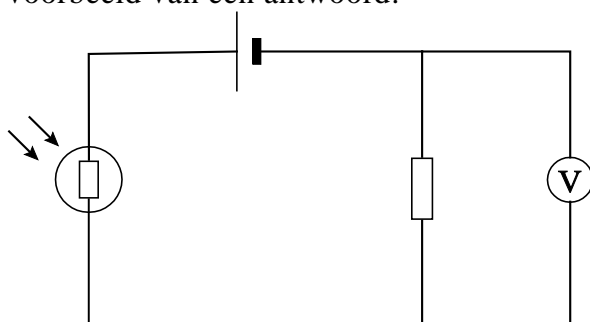
1 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

De buis is aan beide kanten afgesloten om licht van buitenaf te voorkomen.

2 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:



De weerstanden verhouden zich als de spanningen over de weerstanden. Omdat de som van twee spanningen gelijk is aan de batterijspanning, is hiermee de weerstand van de LDR te bepalen.

- tekenen van een circuit met een spanningsbron, de weerstand en de LDR in serie 1
- tekenen van de spanningsmeter parallel aan de weerstand of de LDR 1
- inzicht dat de weerstanden zich verhouden als de spanningen over die weerstanden 1
- completeren van de uitleg 1

Opmerkingen

- De LDR hoeft niet met het juiste symbool uit Binas getekend te worden.
- Als er meer elementen in de schakeling gebruikt zijn: maximaal 2 scorepunten toekennen.

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

3 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Bij $x = 4$ cm geldt voor de weerstand van de LDR: $R_4 = 4,0 \text{ k}\Omega$.

Uit de ijkgrafiek volgt een verlichtingssterkte van 160 lux.

Bij $x = 8$ cm volgt voor de weerstand van de LDR: $R_8 = 10,5 \text{ k}\Omega$.

Uit de ijkgrafiek volgt een verlichtingssterkte van 40 lux.

De afstand is 2 keer zo groot dus de verlichtingssterkte zou volgens de

kwadratenwet $\frac{1}{2^2} = 0,25$ keer zo groot moeten zijn. Uit de metingen volgt

voor de verhouding van de verlichtingssterkten: $\frac{40}{160} = 0,25$.

(Dus klopt de kwadratenwet voor deze metingen.)

- aflezen van de weerstand van de LDR bij $x = 4$ cm en $x = 8$ cm (met een marge van $0,2 \text{ k}\Omega$) 1
- aflezen van de bijbehorende verlichtingssterkten uit de ijkgrafiek (met een marge van 5 lux) 1
- inzicht in de kwadratenwet 1
- completeren van het antwoord 1

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

Opgave 2 Ringen van Saturnus

4 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

$$\text{Er geldt: } \frac{r_{\text{DVD}}}{\text{dikte}_{\text{DVD}}} = \frac{r_{\text{ring}}}{\text{dikte}_{\text{ring}}} \rightarrow \frac{6,0 \cdot 10^{-2}}{\text{dikte}_{\text{DVD}}} = \frac{137 \cdot 10^6}{100} \rightarrow \text{dikte}_{\text{DVD}} = 4,4 \cdot 10^{-8} \text{ m.}$$

Dit betekent dat een DVD in verhouding slechts enkele tientallen atomen dik zou zijn.

- gebruik van de straal van de ringen in combinatie met een redelijke schatting van de straal van een DVD 1
- completeren van het antwoord 1

5 maximumscore 2

voorbeeld van een uitleg:

De aarde bevond zich in 1612 in het draaivlak van de ringen, waardoor Galilei precies tegen de dunne zijkant aankeek en deze door het geringe oplossende vermogen van zijn telescoop niet kon onderscheiden:



- inzicht dat de aarde in het draaivlak van de ringen ligt, waardoor men alleen de zijkant waarneemt 1
- schets 1

6 maximumscore 4

uitkomst: $d = 75 \text{ m}$

voorbeeld van een berekening:

$$I(x) = I(0) \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{x}{d_1}} \rightarrow 17 = 100 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{x}{59}} \rightarrow x = 151 \text{ m}$$

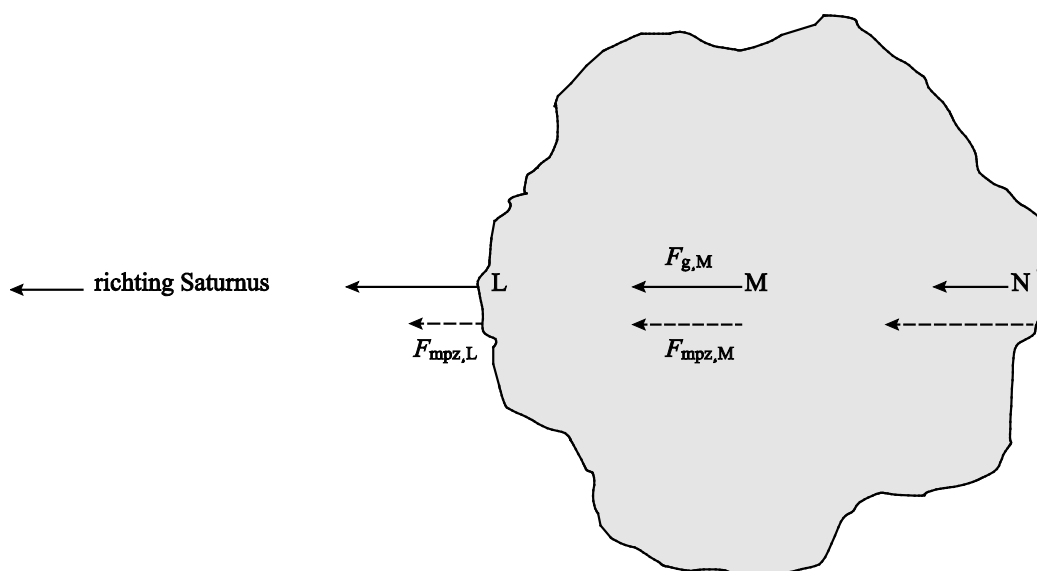
$$d = x \sin \theta = 151 \sin(30) = 75 \text{ m}$$

- gebruik van de formule $I(x) = I(0) \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{x}{d_1}}$ 1
- berekenen van x 1
- gebruik van de factor $\sin(30^\circ)$ 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
7	<p>maximumscore 2 voorbeeld van een antwoord: Beide stellingen zijn juist.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Als de deeltjes in de ring stil zouden staan, zouden ze door de zwaartekracht naar Saturnus vallen, maar als ze voldoende snel draaien, levert de zwaartekracht de benodigde middelpuntzoekende kracht. 2 De deeltjes bewegen net als de manen in een cirkel om Saturnus heen. Dit gebeurt ook bij een stilstaande Saturnus. De draaiing van de ringen is alleen afhankelijk van de gravitatiekracht en onafhankelijk van de draaiing van de planeet. <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat stilstaande deeltjes door de gravitatiekracht naar Saturnus zouden vallen 1 • inzicht dat de deeltjes ook bij een andere rotatie van Saturnus (zoals stilstaan) op dezelfde manier om de planeet cirkelen, omdat onafhankelijk daarvan de gravitatiekracht gelijk blijft 1 	
8	<p>maximumscore 2 voorbeeld van een antwoord: Uit $T = kr^{\frac{3}{2}}$ volgt dat de omlooptijd T naar buiten toe groter wordt en de hoeksnelheid $\left(\omega = \frac{2\pi}{T}\right)$ daardoor kleiner. Het juiste antwoord is dus c.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat de omlooptijd naar buiten toe toeneemt waardoor buitendeeltjes meer tijd nodig hebben voor één omloop 1 • keuze antwoord c 1 	

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

9 maximumscore 4
voorbeeld van een antwoord:



- tekenen van de krachtpijl van de benodigde middelpuntzoekende kracht in N groter dan de krachtpijl van de benodigde middelpuntzoekende kracht in M 1
- tekenen van de krachtpijl van de gravitatiekracht in L groter dan de krachtpijl van de gravitatiekracht in M en tekenen van de krachtpijl van de gravitatiekracht in N kleiner dan de krachtpijl van de gravitatiekracht in M 1
- constateren dat in L de gravitatiekracht groter is dan de benodigde middelpuntzoekende kracht en dat in N de gravitatiekracht kleiner is dan de benodigde middelpuntzoekende kracht 1
- completeren van het antwoord 1

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

Opgave 3 Absorptie van gammastraling

10 maximumscore 3

voorbeeld van een uitleg:

Het eerste plaatje absorbeert 5% van de inkomende straling. Er komt dus 95% door het eerste plaatje. Het tweede plaatje absorbeert 5% van de overgebleven straling en dat is minder dan 5% van de beginstraling. Dus na 5 plaatjes is minder dan 25% geabsorbeerd.

- inzicht dat elk plaatje 5% van de inkomende straling absorbeert 1
- inzicht dat elk volgend plaatje dus absoluut minder straling absorbeert 1
- completeren van de uitleg 1

11 maximumscore 2

voorbeeld van een uitleg:

Er geldt: $[n_e] = [\rho] \cdot \frac{[Z]}{[m_{at}]}$. Hierbij is $[\rho] = \text{kg m}^{-3}$, $[Z] = 1$ en $[m_{at}] = \text{kg}$.

Invullen levert: $[n_e] = \text{kg m}^{-3} \frac{1}{\text{kg}} = \text{m}^{-3}$.

- invullen van de eenheden in de formule 1
- completeren van de uitleg 1

12 maximumscore 4

uitkomst: $\sigma = 2,1 \cdot 10^{-29} \text{ m}^2$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $d_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\sigma} \cdot \frac{1}{n_e}$ en: $n_e = \rho \cdot \frac{Z}{m_{at}}$.

Invullen van de gegevens voor aluminium levert:

$$n_e = 2,70 \cdot 10^3 \cdot \frac{13}{27,0 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}} = 7,83 \cdot 10^{29} \text{ m}^{-3}.$$

Uit $d_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\sigma} \cdot \frac{1}{n_e}$ volgt: $\sigma = \frac{\ln 2}{d_{\frac{1}{2}}} \cdot \frac{1}{n_e}$.

Invullen levert: $\sigma = \frac{\ln 2}{0,042} \cdot \frac{1}{7,83 \cdot 10^{29}} = 2,1 \cdot 10^{-29} \text{ m}^2$.

- invullen van de formule $n_e = \rho \cdot \frac{Z}{m_{at}}$ met $\rho = 2,70 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ 1
- inzicht dat $m_{at} = A \cdot u$ 1
- opzoeken van Z en A van aluminium 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
<p>13 maximumscore 3 voorbeeld van een uitleg: Uit tabel 28E van Binas blijkt dat de halveringsdikte afhangt van de energie van de gammafotonen. Er geldt: $d_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\sigma} \cdot \frac{1}{n_e}$.</p> <p>De elektronendichtheid n_e hangt niet af van de energie van de gammafotonen. Dus hangt de trefoppervlakte σ wel af van de energie van de gammafotonen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat de halveringsdikte afhangt van de energie van de gammafotonen • inzicht dat de elektronendichtheid niet afhangt van de energie van de gammafotonen • completeren van de uitleg 		<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
<p>14 maximumscore 3 voorbeeld van een uitleg: De helling van de trendlijn is gelijk aan $\frac{\ln 2}{\sigma}$. Deze helling is gelijk voor elke waarde van $d_{\frac{1}{2}}$. Dus is ook σ gelijk voor elke waarde van $d_{\frac{1}{2}}$.</p> <p>Dus 2 is de juiste bewering.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat $\frac{\ln 2}{\sigma}$ overeenkomt met de helling van de trendlijn • constateren dat deze helling constant is • completeren van de uitleg 		<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

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

Opgave 4 Getijdenresonantie

15 maximumscore 3

uitkomst:

$$v_{\max} = 3,7 \text{ (centimeter per minuut) (met een marge van } 0,5 \text{ (centimeter per minuut))}$$

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

$$\text{Er geldt: } v = \frac{\Delta u}{\Delta t}.$$

Aflezen uit de grafiek levert:

$$v = \frac{\Delta u}{\Delta t} = \frac{20}{16-7} = 2,22 \text{ m h}^{-1} = 3,7 \text{ centimeter per minuut.}$$

- inzicht dat de snelheid overeenkomt met de helling van de grafiek 1
- tekenen van de raaklijn bij $u = 0$ 1
- completeren van de bepaling 1

methode 2

Voor de maximale snelheid geldt:

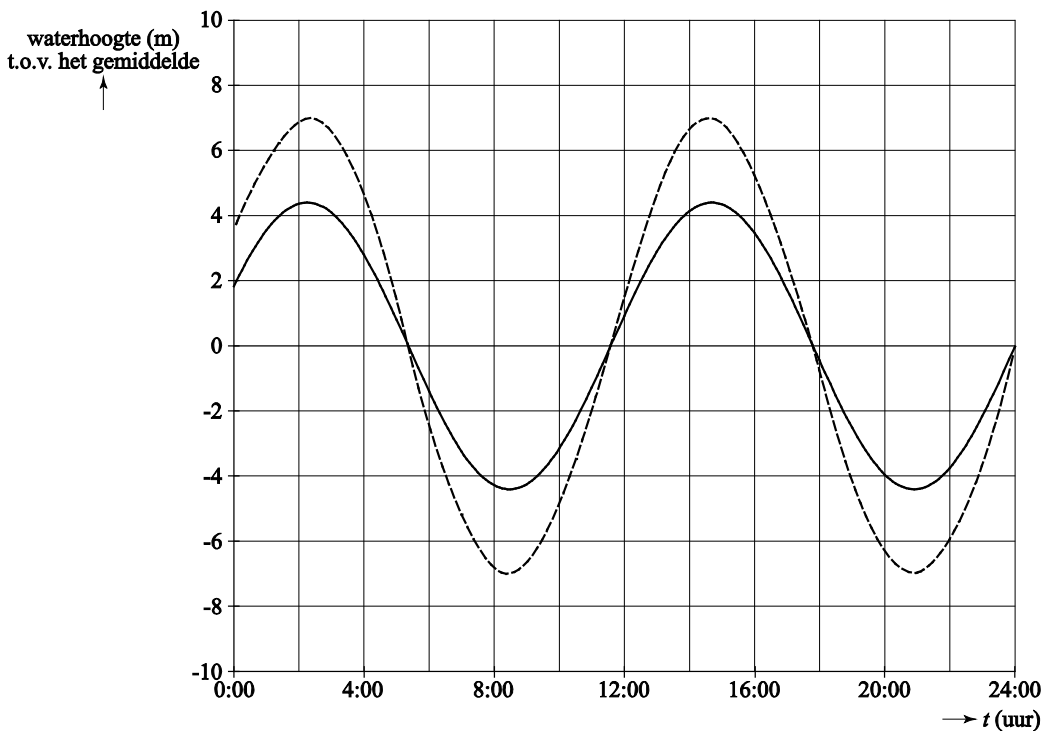
$$v_{\max} = \frac{2\pi A}{T} = \frac{2\pi \cdot 4,4}{12,4} = 2,23 \text{ m h}^{-1} = 3,7 \text{ centimeter per minuut.}$$

- inzicht dat $v_{\max} = \frac{2\pi A}{T}$ 1
- aflezen van A en T 1
- completeren van de berekening 1

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

16 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



- de grafiek gaat op dezelfde tijdstippen door de nul als de gegeven grafiek 1
- de grafiek heeft de toppen op dezelfde tijdstippen als de gegeven grafiek 1
- “ de grafiek heeft een grotere amplitude dan de gegeven grafiek 1

Opmerking

Als de grafiek niet sinusvormig is: niet aanrekenen.

17 maximumscore 2

voorbeeld van een uitleg:

De baailengte is gelijk aan de afstand tussen een knoop en een buik en deze afstand komt overeen met een kwart golflengte. Dus is de golflengte 4 maal de baailengte

- inzicht dat de afstand tussen een knoop en een buik gelijk is aan een kwart golflengte 1
- completeren van de uitleg 1

Vraag	Antwoord	Scores
18	<p>maximumscore 3</p> <p>uitkomst: $v = 26,9 \text{ ms}^{-1}$</p> <p>voorbeeld van een bepaling: Voor de golflengte geldt: $\lambda = 4 \cdot 300 \text{ km} = 1,20 \cdot 10^6 \text{ m}$. Voor de trillingstijd uit figuur 1 geldt: $T = 12,4 \text{ h} = 4,46 \cdot 10^4 \text{ s}$. Invullen van $\lambda = vT$ levert: $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{1,20 \cdot 10^6}{4,46 \cdot 10^4} = 26,9 \text{ ms}^{-1}$.</p> <ul style="list-style-type: none"> • aflezen van T (met een marge van 0,2 h) 1 • gebruik van $\lambda = vT$ 1 • completeren van de bepaling 1 <p><i>Opmerking</i> Als de kandidaat bij vraag 15 methode 2, de tijd T fout bepaald heeft en deze hier opnieuw gebruikt: niet aanrekenen.</p>	
19	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord: Voor een aan één kant gesloten systeem treedt de tweede resonantie op bij $L = \frac{3}{4} \lambda$. De waarde van L bij het tweede maximum is dus drie keer zo groot als bij het eerste maximum. (Dus geldt: $L = 3 \cdot 300 = 900 \text{ km}$.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat de tweede resonantie ligt bij $L = \frac{3}{4} \lambda$ 1 • completeren van het antwoord 1 	

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

Opgave 5 LHC

20 maximumscore 3

uitkomst: $1,5 \cdot 10^2$ keer

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $qU = \Delta\left(\frac{1}{2}mv^2\right)$.

Invullen levert: $1,602 \cdot 10^{-19} \cdot x \cdot 5,0 \cdot 10^3 = \frac{1}{2} \cdot 1,673 \cdot 10^{-27} (1,2 \cdot 10^7)^2$.

Dit geeft: $x = 1,5 \cdot 10^2$.

- inzicht dat $qU = \Delta\left(\frac{1}{2}mv^2\right)$ 1
- opzoeken van q en m 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Het antwoord 151 ook goed rekenen.

21 maximumscore 3

uitkomst: 0,004(%)

voorbeeld van een berekening:

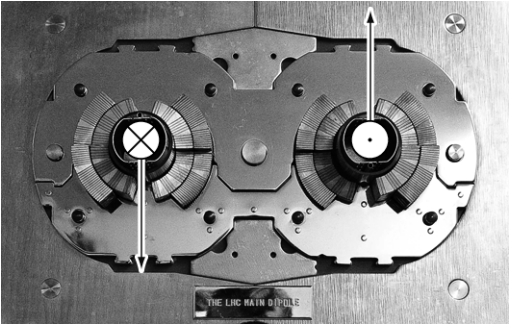
Voor de snelheid van een proton geldt:

$$v = \frac{s}{t} = \pi df = \pi \cdot 8485,8 \cdot 11245 = 2,99780 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}.$$

Het verschil is $2,99792 \cdot 10^8 - 2,99780 \cdot 10^8 = 1,2 \cdot 10^4 \text{ ms}^{-1}$.

Dit is $\frac{1,2 \cdot 10^4}{2,99792 \cdot 10^8} \cdot 100\% = 0,004\%$ van de lichtsnelheid.

- inzicht dat $v = \pi df$ 1
- opzoeken van de lichtsnelheid in minstens 6 significante cijfers 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
22	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een uitleg: Als v de lichtsnelheid nadert, wordt de massa van een proton heel groot. De benodigde energie om de lichtsnelheid te bereiken is dus oneindig groot.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat bij de lichtsnelheid de kinetische energie van een proton heel groot is 1 • completeren van de uitleg 1 	
23	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> 	
	<ul style="list-style-type: none"> • één pijl naar boven en één pijl naar beneden 1 • richting van beide pijlen juist 1 	
24	<p>maximumscore 4</p> <p>uitkomst: $B = 5,5 \text{ T}$</p> <p>voorbeeld van een berekening:</p> $F_{\text{mpz}} = \frac{E}{r} = \frac{7,0 \cdot 10^{12} \cdot 1,60 \cdot 10^{-19}}{4242,9} = 2,64 \cdot 10^{-10} \text{ N.}$ <p>Er geldt: $F_{\text{mpz}} = Bqv$.</p> <p>Invullen levert: $2,64 \cdot 10^{-10} = B \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 2,998 \cdot 10^8$.</p> <p>Dit levert: $B = 5,5 \text{ T}$.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat $F_{\text{mpz}} = F_{\text{L}}$ 1 • gebruik van $F_{\text{L}} = Bqv$ 1 • omrekenen van 7,0 TeV naar J 1 • completeren van de berekening 1 	

Vraag	Antwoord	Scores
25	<p>maximumscore 4</p> <p>uitkomst: $n = 1,15 \cdot 10^{11}$</p> <p>voorbeeld van een berekening:</p> <p>Er geldt: $I = \frac{Q}{t}$. Omdat de protonen 11245 maal per seconde een omloop maken, geldt voor één omwenteling: $t = \frac{1}{11245}$ s. Dit levert voor de lading in één omloop: $Q = It = 0,582 \cdot \frac{1}{11245} = 5,176 \cdot 10^{-5}$ C.</p> <p>Omdat één proton een lading heeft van $q = 1,602 \cdot 10^{-19}$ C, volgt hieruit voor het aantal protonen dat rondgaat: $n = \frac{Q}{q} = \frac{5,176 \cdot 10^{-5}}{1,602 \cdot 10^{-19}} = 3,231 \cdot 10^{14}$.</p> <p>Dat is per groepje: $\frac{3,231 \cdot 10^{14}}{2808} = 1,15 \cdot 10^{11}$.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • gebruik van $I = \frac{Q}{t}$ • inzicht dat $t = \frac{1}{11245}$ s • inzicht dat $Q = nq$ met $n =$ het aantal protonen in één buis • completeren van de berekening 	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
26	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <p>Omdat er een (anti)neutrino vrijkomt, is er sprake van zwakke wisselwerking.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat vrijkomen van een (anti)neutrino een gevolg is van zwakke wisselwerking • completeren van de uitleg 	<p>1</p> <p>1</p>
27	<p>maximumscore 4</p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <p>${}^1_1\text{p} + {}^1_1\text{p} \rightarrow {}^2_1\text{H} + {}^0_{+1}\text{e} + \nu$ of: $\text{p} + \text{p} \rightarrow \text{D} + \text{e}^+ + \nu$</p> <p>De wet van behoud van leptongetal geldt.</p> <p>Het positron heeft leptongetal -1. Het andere deeltje moet dus leptongetal $+1$ hebben. Het andere deeltje is dus een neutrino.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • deuterium en positron na de pijl • noemen van de wet van behoud van leptongetal • inzicht dat een positron leptongetal -1 heeft • completeren van het antwoord 	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>