

## Beoordelingsmodel

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

### Opgave 1 Radontherapie

**1 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Uit de figuur blijkt dat door het verval een kern ontstaat met twee protonen en in totaal vier nucleonen minder dan Rn-222.

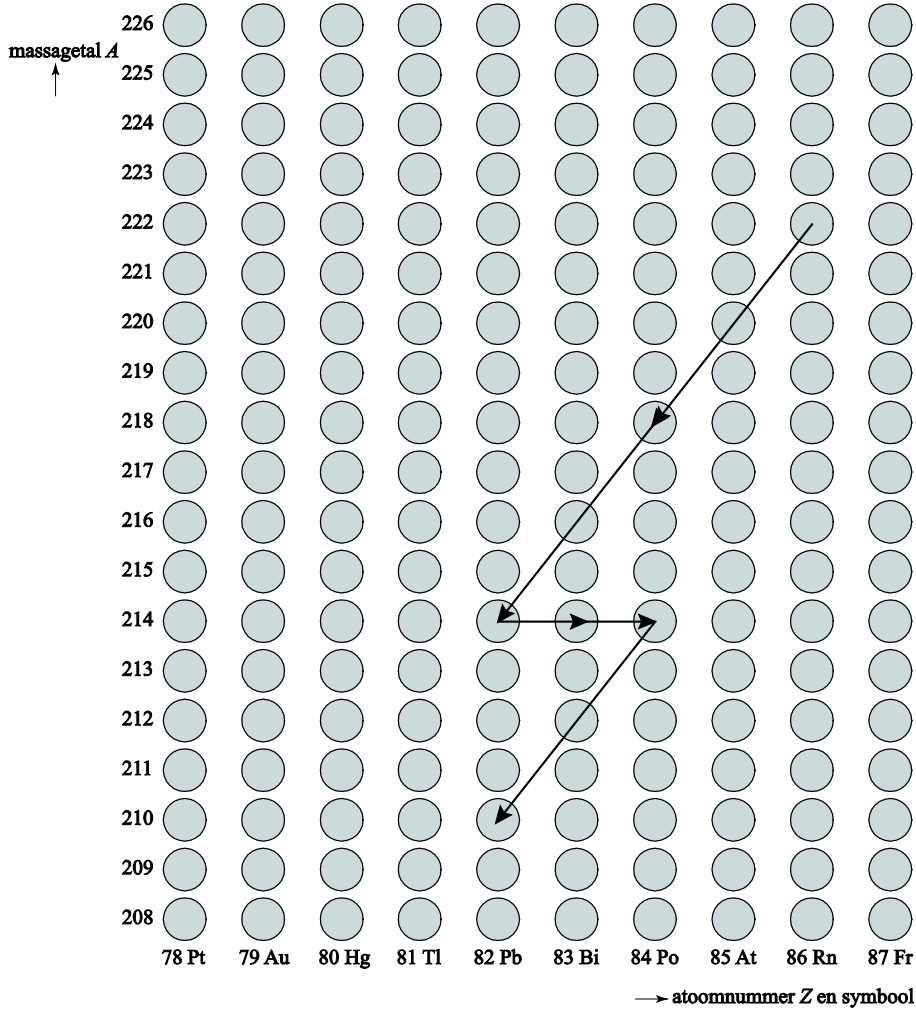
In een  $\alpha$ -deeltje zitten vier nucleonen waarvan twee protonen. Er is bij het verval dus inderdaad een  $\alpha$ -deeltje vrijgekomen.

- constatering dat bij het verval een kern ontstaat met twee protonen en in totaal vier nucleonen minder dan Rn-222 1
- inzicht dat in een  $\alpha$ -deeltje vier nucleonen zitten waarvan twee protonen 1

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

**2 maximumscore 3**

antwoord:



- weergeven van het  $\alpha$ -verval 1
- weergeven van het  $\beta^-$ -verval 1
- conclusie dat  $^{210}_{82}\text{Pb}$  ontstaat 1

Vraag	Antwoord	Scores
<b>3</b>	<p><b>maximumscore 3</b></p> <p>voorbeeld van een berekening:                      Per liter lucht en per seconde vervallen er 65 Rn-222-kernen.                      Omdat zich 6,0 liter lucht in de longen bevindt, vervallen er in een uur  <math>65 \cdot 6,0 \cdot 60 \cdot 60 = 1,404 \cdot 10^6</math> kernen.                      De longen absorberen dan <math>1,404 \cdot 10^6 \cdot 3,1 \cdot 10^{-12} = 4,4 \cdot 10^{-6}</math> J.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat er per liter lucht en per seconde 65 Rn-222-kernen vervallen</li> <li>• inzicht dat vermenigvuldigd moet worden met het aantal liter lucht in de longen</li> <li>• completeren van de berekening</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
<b>4</b>	<p><b>maximumscore 3</b></p> <p>uitkomst: <math>H = 3,0 \cdot 10^{-3}</math> Sv</p> <p>voorbeeld van een berekening:                      De equivalente dosis <math>H</math> die zijn longen ontvangen, is: <math>H = Q \frac{E}{m}</math>, waarin  <math>Q = 20</math>, <math>E = 32 \cdot 4,4 \cdot 10^{-6} = 1,41 \cdot 10^{-4}</math> J en <math>m = 0,95</math> kg.                      Hieruit volgt dat <math>H = \frac{20 \cdot 1,41 \cdot 10^{-4}}{0,95} = 3,0 \cdot 10^{-3}</math> Sv.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat de energie die per uur wordt geabsorbeerd vermenigvuldigd moet worden met 32</li> <li>• omrekenen van g naar kg</li> <li>• completeren van de berekening</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
<b>5</b>	<p><b>maximumscore 3</b></p> <p>uitkomst: <math>8,8 \cdot 10^2</math> (WL)</p> <p>voorbeeld van een berekening:                      De radonactiviteit in de mijn is <math>65 \text{ BqL}^{-1} = 65 \cdot 10^3 \text{ Bq m}^{-3}</math>.  <math>1,0 \text{ Bq} = \frac{1}{3,7 \cdot 10^{10}} = 2,70 \cdot 10^{-11}</math> curie.                      Het stralingsniveau in de mijn is dus <math>\frac{65 \cdot 10^3 \cdot 2,70 \cdot 10^{-11}}{2,0 \cdot 10^{-9}} = 8,8 \cdot 10^2</math> WL.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• omrekenen van L naar <math>\text{m}^3</math></li> <li>• omrekenen van Bq naar curie</li> <li>• completeren van de berekening</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

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

## Opgave 2 Skydiven

### 6 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Voor de versnelling geldt:  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ , waarin  $\Delta v = 19 \text{ ms}^{-1}$  en  $\Delta t = 2,0 \text{ s}$ .

Hieruit volgt dat  $a = \frac{19}{2,0} = 9,5 \text{ ms}^{-2}$  en dat is bijna gelijk aan de

valversnelling. (De luchtweerstand is dus inderdaad vrijwel te verwaarlozen.)

- gebruik van  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  1
- aflezen van  $\Delta v$  en  $\Delta t$  1
- berekenen van  $a$  (met een marge van  $0,5 \text{ ms}^{-2}$ ) en completeren 1

### 7 maximumscore 3

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

De afstand waarover de skydiver valt, is gelijk aan de oppervlakte onder de  $(v,t)$ -grafiek. Het aantal hokjes onder de grafiek is ongeveer gelijk aan 89.

De oppervlakte van één hokje correspondeert met een afstand van 10 m.

De skydiver valt dus over afstand van  $89 \cdot 10 = 890 = 9,0 \cdot 10^2 \text{ m} = 0,9 \text{ km}$ .

- inzicht dat de afstand waarover de skydiver valt gelijk is aan de oppervlakte onder de  $(v,t)$ -grafiek 1
- bepalen van het aantal hokjes onder de grafiek met een marge van 3 1
- inzicht dat de oppervlakte van één hokje correspondeert met een afstand van 10 m en completeren 1

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

methode 2

De afstand waarover de skydiver valt, is gelijk aan de oppervlakte onder de  $(v,t)$ -grafiek.

De oppervlakte is te bepalen door een zodanige horizontale lijn te trekken dat de oppervlakte onder deze lijn gelijk is aan de oppervlakte onder de grafiek.

Die lijn ligt bij ongeveer  $45 \text{ ms}^{-1}$  dus de skydiver valt over een afstand van  $20 \cdot 45 = 9,0 \cdot 10^2 \text{ m} = 0,9 \text{ km}$ .

- inzicht dat de afstand waarover de skydiver valt gelijk is aan de oppervlakte onder de  $(v,t)$ -grafiek 1
- inzicht dat de oppervlakte te bepalen is door een zodanige horizontale lijn te trekken dat de oppervlakte onder deze lijn gelijk is aan de oppervlakte onder de grafiek 1
- completeren 1

*Opmerking*

*Als gerekend is met  $s = vt$ , waarin voor  $v$  niet de gemiddelde snelheid is ingevuld: 0 scorepunten.*

**8 maximumscore 3**

uitkomst:  $t = 44 \text{ s}$

voorbeeld van een berekening:

Tussen  $t = 20 \text{ s}$  en het openen van de parachute valt de skydiver

$3,0 - 0,9 - 0,8 = 1,3 \text{ km}$  met een snelheid van  $55 \text{ ms}^{-1}$ .

Dat duurt  $\frac{1300}{55} = 23,6 \text{ s}$ . De tijd tussen het verlaten van het vliegtuig en het

openen van de parachute is dus  $t = 20 + 23,6 = 44 \text{ s}$ .

- inzicht dat de skydiver  $1,3 \text{ km}$  valt tussen  $t = 20 \text{ s}$  en het openen van de parachute 1
- inzicht dat zijn snelheid dan  $55 \text{ ms}^{-1}$  is 1
- completeren van de berekening 1

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

**9 maximumscore 2**

uitkomst:  $V = 8,0 \cdot 10^2 \text{ m}^3$

voorbeeld van een berekening:

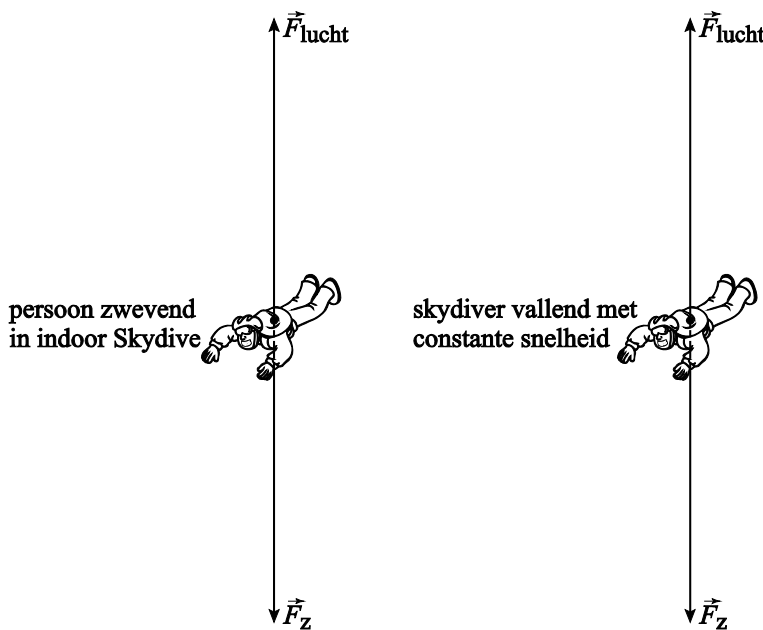
Per seconde gaat er  $(55 \cdot A) \text{ m}^3$  lucht door de tunnel, waarin  $A = 14,5 \text{ m}^2$ .

Er wordt dan  $V = 55 \cdot 14,5 = 8,0 \cdot 10^2 \text{ m}^3$  lucht door de windtunnel geblazen.

- inzicht dat er per seconde  $(55 \cdot A) \text{ m}^3$  lucht door de tunnel gaat 1
- completeren van de berekening 1

**10 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:



De vector van de luchtweerstand is even groot als en tegengesteld aan de zwaartekracht omdat er ook in deze situatie geen resulterende kracht / geen versnelling is.

- inzicht dat de vector van de luchtweerstand even groot als en tegengesteld aan de zwaartekracht is 1
- toelichting waaruit blijkt dat de eerste wet van Newton is begrepen 1

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

**11 maximumscore 3**

uitkomst:  $F_{\text{res}} = 80 \text{ N}$

voorbeeld van een berekening:

In zwevende toestand geldt:  $F_{\text{lucht}} = F_z = mg = 82 \cdot 9,81 = 804 \text{ N}$ .

Door de toename van  $A$  wordt die kracht  $0,10 \cdot 804 = 80 \text{ N}$  groter.

Dus is op dat moment  $F_{\text{res}} = 80 \text{ N}$ .

- inzicht dat in zwevende toestand  $F_{\text{lucht}} = mg$  1
- inzicht dat door de toename van  $A$  die kracht  $0,10 \cdot mg$  groter wordt 1
- completeren van de berekening 1

**12 maximumscore 3**

uitkomst:  $\text{€ } 1080 = (\text{€ } 1,1 \cdot 10^3)$

voorbeeld van een berekening:

Voor de energie die de ventilatoren verbruiken geldt:  $E = Pt$ , waarin

$P = 2,4 \cdot 10^3 \text{ kW}$  en  $t = 5,0 \text{ h}$ . Dus  $E = 2,4 \cdot 10^3 \cdot 5,0 = 1,2 \cdot 10^4 \text{ kWh}$ .

De elektriciteitskosten zijn:  $1,2 \cdot 10^4 \cdot 0,09 = \text{€ } 1080 = (\text{€ } 1,1 \cdot 10^3)$ .

- gebruik van  $E = Pt$  1
- berekenen van het energieverbruik in kWh 1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

*Er hoeft bij deze vraag geen rekening gehouden te worden met significantie.*

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

### Opgave 3 Elektriciteit op een plankje

#### 13 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor de weerstand van een stuk draad geldt:  $R = \rho \frac{\ell}{A}$  waarin  $R = 2,0 \Omega$ ,

$\ell = 0,138 \text{ m}$  en  $A = 3,1 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$ .

Hieruit volgt dat  $\rho = \frac{RA}{\ell} = \frac{2,0 \cdot 3,1 \cdot 10^{-8}}{0,138} = 0,45 \cdot 10^{-6} \Omega\text{m}$ .

Dit komt overeen met de waarde die in Binas staat, voor de soortelijke weerstand van constantaan.

- gebruik van  $R = \rho \frac{\ell}{A}$  1
- omrekenen van  $\text{mm}^2$  naar  $\text{m}^2$  1
- completeren van de berekening 1
- opzoeken van  $\rho$  en consistente conclusie 1

#### 14 maximumscore 4

uitkomst:  $I = 0,80 \text{ A}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de vervangingsweerstand van de schakeling geldt:  $\frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ ,

waarin  $R_1 = 2,0 \Omega$  en  $R_2 = 2,0 + 2,0 + 2,0 = 6,0 \Omega$ .

Hieruit volgt dat  $\frac{1}{R_v} = \frac{1}{2,0} + \frac{1}{6,0} = \frac{4}{6,0}$ , dus  $R_v = 1,5 \Omega$ .

Voor de stroomsterkte door de meter geldt:  $I = \frac{U}{R_v}$ , dus  $I = \frac{1,2}{1,5} = 0,80 \text{ A}$ .

- gebruik van  $\frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$  1
- inzicht dat  $R_1 = 2,0 \Omega$  en  $R_2 = 6,0 \Omega$  1
- inzicht dat  $I = \frac{U}{R_v}$  1
- completeren van de berekening 1



Vraag	Antwoord	Scores
15	<p><b>maximumscore 3</b>                      uitkomst: <math>U_{AC} = 0,80 \text{ V}</math></p> <p>voorbeelden van een berekening:                      methode 1                      De spanning tussen de punten A en B is 1,2 V. Omdat de drie weerstanden even groot zijn, is de spanning over elke weerstanden tussen AD, DC en CB gelijk aan 0,40 V, zodat <math>U_{AC} = U_{AD} + U_{DC} = 0,40 + 0,40 = 0,80 \text{ V}</math>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat <math>U_{AB} = 1,2 \text{ V}</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat <math>U_{AD} = U_{DC} = U_{CB} = 0,40 \text{ V}</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat <math>U_{AC} = U_{AD} + U_{DC}</math> en completeren van de berekening <span style="float: right;">1</span></li> </ul> <p>methode 2                      De spanning tussen de punten A en B is 1,2 V.                      De stroomsterkte door de tak ADCB <math>= \frac{1,2}{6,0} = 0,20 \text{ A}</math>.                      De spanning tussen A en C is dan <math>U_{AC} = 0,20 \cdot (2,0 + 2,0) = 0,80 \text{ V}</math>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat <math>U_{AB} = 1,2 \text{ V}</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat de stroomsterkte door de tak ADCB <math>= \frac{1,2}{6,0} = 0,20 \text{ A}</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• completeren van de berekening <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	
16	<p><b>maximumscore 3</b>                      uitkomsten: <math>I_1 = 1,2 \text{ A}</math> en <math>I_2 = 0,60 \text{ A}</math></p> <p>voorbeeld van een berekening:                      Door de twee weerstanden tussen AD en DC loopt nu geen stroom.                      Op de batterij zijn dus als het ware twee weerstanden van <math>2,0 \Omega</math> parallel aangesloten. Daarvan is de vervangingsweerstand <math>1,0 \Omega</math>.                      Stroommeter <math>A_1</math> geeft dus de totale stroomsterkte <math>\frac{1,2}{1,0} = 1,2 \text{ A}</math> aan, terwijl stroommeter <math>A_2</math> de stroomsterkte in een paralleltak aangeeft,                      dus <math>\frac{1,2}{2} = 0,60 \text{ A}</math>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat de batterij nu op twee weerstanden van <math>2,0 \Omega</math> parallel aangesloten is <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat de vervangingsweerstand hiervan <math>1,0 \Omega</math> is <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat stroommeter <math>A_1</math> de totale stroomsterkte aangeeft en stroommeter <math>A_2</math> de stroomsterkte in een paralleltak aangeeft en completeren van de berekeningen <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	

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

### Opgave 4 Slinger van Huygens

**17 maximumscore 3**

uitkomst:  $\ell = 0,582 \text{ m}$

voorbeeld van een bepaling:

Voor de slingertijd  $T$  geldt:  $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ , waarin  $T = 1,53 \text{ s}$  en  $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$ .

Hieruit volgt dat  $\ell = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{(1,53)^2 \cdot 9,81}{4\pi^2} = 0,582 \text{ m}$ .

- gebruik van  $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$  1
- bepalen van  $T$  in drie significante cijfers (met een marge van 0,02 s) 1
- completeren 1

**18 maximumscore 3**

uitkomst:  $v = 0,3 \text{ ms}^{-1}$

voorbeeld van een bepaling:

De snelheid  $v$  waarmee het blokje de evenwichtsstand passeert, is (bij benadering) gelijk aan zijn gemiddelde snelheid in de tijd dat de sensor

verduisterd is:  $v = v_{\text{gem}} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ , waarin  $\Delta s = 3,0 \text{ cm}$  en  $\Delta t = 0,09 \text{ s}$ .

Hieruit volgt dat  $v = \frac{3,0 \cdot 10^{-2}}{0,09} = 0,3 \text{ ms}^{-1}$ .

- inzicht dat  $v = v_{\text{gem}} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$  1
- aflezen van  $\Delta t$  (met een marge van 0,01 s) 1
- completeren 1

Vraag	Antwoord	Scores
<b>19</b>	<p><b>maximumscore 2</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord:  Het zwaartepunt met twee blokjes moet zich op dezelfde hoogte bevinden als met één blokje. Ze moet de blokjes dus naast elkaar hangen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat het zwaartepunt met twee blokjes zich op dezelfde hoogte moet bevinden als met één blokje</li> <li>• conclusie</li> </ul> <p><i>Opmerking</i>  Een antwoord zonder of met een foute toelichting: 0 scorepunten.</p>	<p>1</p> <p>1</p>
<b>20</b>	<p><b>maximumscore 2</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord:  Tijdens een meting mag de beginhoek niet of zo min mogelijk veranderen. Methode a is dus het beste.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat tijdens een meting de beginhoek niet of zo min mogelijk mag veranderen</li> <li>• conclusie</li> </ul> <p><i>Opmerking</i>  Een antwoord zonder of met een foute toelichting: 0 scorepunten.</p>	<p>1</p> <p>1</p>
<b>21</b>	<p><b>maximumscore 2</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord:  <math>T</math> moet constant zijn. Dat geldt voor hoeken tot 10 graden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat <math>T</math> constant moet zijn</li> <li>• aflezen dat dit geldt voor hoeken tot 10 graden (met een marge van 2 graden)</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p>
<b>22</b>	<p><b>maximumscore 2</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord:  Wanneer de slinger contact maakt met de boogjes, wordt (het vrije deel van) de slinger korter. De slingertijd wordt dan kleiner. (Omdat bij grotere beginhoeken de slingertijd toeneemt, wordt die toename gecompenseerd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat (het vrije deel van) de slinger korter wordt bij contact met de boogjes</li> <li>• inzicht dat de slingertijd dan kleiner wordt</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p>

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

## Opgave 5 Achteruitkijkspiegel

### 23 maximumscore 3

uitkomst:  $n = 1,5$

voorbeeld van een bepaling:

Voor de breking van glas naar lucht geldt:  $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{1}{n}$ , waarin  $i = 32^\circ$  en

$r = 53^\circ$ . Hieruit volgt dat  $n = \frac{\sin 53^\circ}{\sin 32^\circ} = 1,5$ .

- toepassen van de wet van Snellius 1
- opmeten van  $i$  en  $r$  (elk met een marge van  $2^\circ$ ) 1
- completeren 1

### 24 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

In de gekantelde stand komt alleen het licht dat door het glas is weerkaatst in het oog van de bestuurder, terwijl in de normale stand juist de gebroken lichtstraal het oog treft. De intensiteit van de weerkaatste lichtstraal (in figuur 2) is minder dan de intensiteit van de gebroken lichtstraal (in figuur 1). (De bestuurder ziet het licht dus gedimd.)

- inzicht dat in de gekantelde stand alleen het licht dat door het glas is weerkaatst het oog treft 1
- inzicht dat de intensiteit van de weerkaatste lichtstraal minder is dan de intensiteit van de gebroken lichtstraal 1

*Opmerking*

*Als de intensiteit van de weerkaatste lichtstraal vergeleken wordt met de intensiteit van de lichtstraal die op de spiegel invalt: maximaal 1 scorepunt.*

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

**25 maximumscore 3**

uitkomst:  $0,053 \text{ V lux}^{-1}$  (met een marge van  $0,002 \text{ V lux}^{-1}$ )

voorbeeld van een bepaling:

De gevoeligheid van de sensor is gelijk aan de steilheid van de grafiek.

Deze steilheid is  $\frac{4,9 - 0,7}{80} = 0,053 \text{ V lux}^{-1}$ .

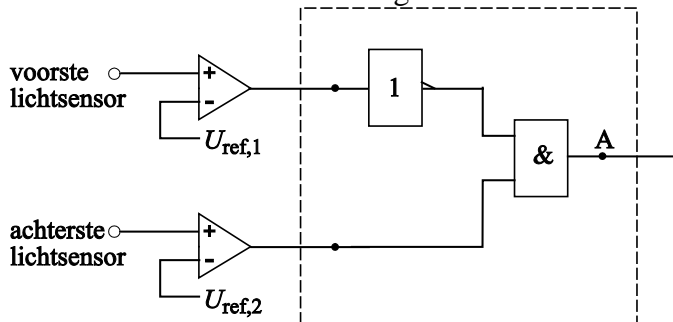
- inzicht dat de gevoeligheid van de sensor gelijk is aan de steilheid van de grafiek 1
- aflezen van  $\Delta U$  en de bijbehorende verandering van de lichtsterkte 1
- completeren 1

*Opmerking*

*Als de reciproque waarde van de steilheid is bepaald: maximaal 2 scorepunten.*

**26 maximumscore 3**

voorbeeld van een schakeling:



$$U_{\text{ref}, 1} = 2,3 \text{ V}$$

$$U_{\text{ref}, 2} = 3,3 \text{ V}$$

- aansluiten van een EN-poort op punt A 1
- completeren van de schakeling 1
- aflezen van de referentiespanningen (elk met een marge van  $0,1 \text{ V}$ ) 1

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

**27 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

- Met de aan/uit schakelaar kan het dimstelsel aan of uit worden gezet.
- Als de versnelling in de achteruit staat, is het dimstelsel uitgeschakeld.

per juiste eis

1

*Opmerking*

*Wanneer als antwoord alleen 'veiliger' genoemd wordt: 0 scorepunten.*

## Bronvermeldingen

---

Opgave 2 website van Indoor Skydive te Roosendaal

Opgave 4 uit Universiteits Bibliotheek Leiden (UBL), brief van Huygens aan P. Petit, 01-11-1658