

## Beoordelingsmodel

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

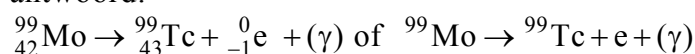
*Aan het juiste antwoord op een meerkeuzevraag wordt 1 scorepunt toegekend.*

### Opgave 1 SPECT-CT-scan

1 B

2 **maximumscore 3**

antwoord:



- het elektron rechts van de pijl 1
- Tc als vervalproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- het aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

3 **maximumscore 2**

uitkomst: 6,3 (%)

voorbeeld van een antwoord:

De halveringstijd van technetium-99m is 6,0 u. Een etmaal is 24 uur, dit zijn 4,0 halveringstijden. Na een etmaal is er nog

$$\left(\frac{1}{2}\right)^{4,0} \cdot 100\% = 0,0625 \cdot 100\% = 6,3 \% \text{ van de ingespoten hoeveelheid}$$

technetium over.

- opzoeken van de halveringstijd van technetium-99m 1
- completeren van de berekening 1

4 **maximumscore 1**

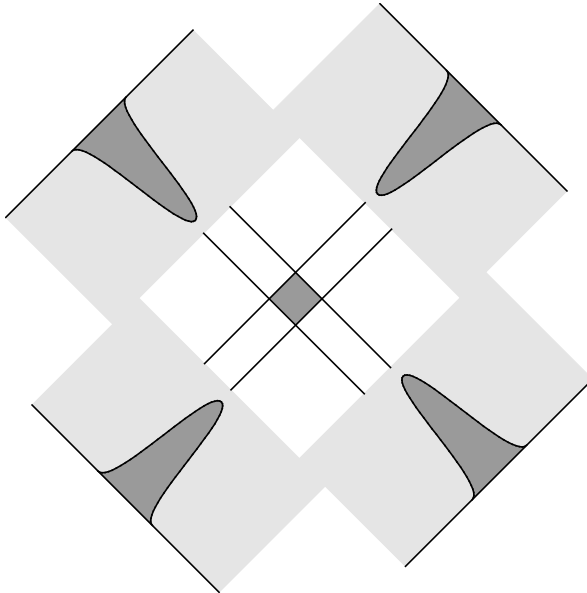
voorbeeld van een antwoord:

Door de smalle kanaaltjes kunnen alleen fotonen die loodrecht invallen het kristal bereiken. (De fotonen die schuin invallen worden in het lood geabsorbeerd.)

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

**5 maximumscore 2**

antwoord:



*Opmerking*

*Als de overlap bepaald is met de totale breedte van de pieken: maximaal 1 scorepunt.*

**6 maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:

De geabsorbeerde energie  $E = 0,4 \cdot 2,2 \cdot 10^{13} \cdot 0,14 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 0,197 \text{ J}$ .

De equivalente dosis  $H = Q \frac{E}{m} = 1 \cdot \frac{0,197}{80} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Sv}$ . Dit is hoger dan (of bijna gelijk aan) de jaarlijkse achtergrondstraling van circa 2 mSv.

- inzicht dat de geabsorbeerde energie  $E = 0,4 \cdot 2,2 \cdot 10^{13} \cdot E_{\text{foton}}$  1
- omrekenen van MeV naar J 1
- gebruik van  $H = Q \frac{E}{m}$  1
- consequente conclusie 1

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

## Opgave 2 Solar Impulse

### 7 maximumscore 4

uitkomst: 24 (dagen)

voorbeeld van een antwoord:

Voor de gemiddelde snelheid van de Solar Impulse geldt:  $v = \frac{2\pi r}{T}$ , waarbij

$r = (6,378 \cdot 10^6 + 10 \cdot 10^3)$  m en  $v = \frac{70}{3,6} = 19,44 \text{ m s}^{-1}$ . Invullen levert

$$T = \frac{2\pi(6,378 \cdot 10^6 + 10 \cdot 10^3)}{19,44} = 2,064 \cdot 10^6 \text{ s} = 24 \text{ dagen.}$$

- gebruik van  $v = \frac{2\pi r}{T}$  1
- opzoeken van  $r_{\text{aarde}}$  1
- omrekenen van  $\text{km h}^{-1}$  naar  $\text{ms}^{-1}$  1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

*Als er geen rekening gehouden is met de hoogte van 10 km: goed rekenen.*

### 8 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Het nuttig motorvermogen van de vier motoren samen is 6,0 kW; het rendement van de motoren is 60%. Het vermogen van de zonnecellen moet dan gelijk zijn aan  $\frac{6,0}{0,6} = 10 \text{ kW}$ . (De accu's hoeven dus geen energie te leveren.)

- inzicht dat het nuttig vermogen van de motoren vergeleken moet worden met het vermogen van de zonnecellen 1
- juist gebruik van rendement 1

Vraag	Antwoord	Scores
<b>9</b>	<p><b>maximumscore 2</b> uitkomst: 0,25 kW</p> <p>voorbeeld van een antwoord: De zonnecellen leveren een vermogen van 10 kW; het rendement van de zonnecellen is 20%. Het zonlicht heeft dan een vermogen van <math>\frac{10}{0,2} = 50</math> kW.</p> <p>De oppervlakte van de zonnecellen is 200 m<sup>2</sup>, dus per m<sup>2</sup> is het vermogen van het zonlicht <math>\frac{50}{200} = 0,25</math> kW.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• juist gebruik van het rendement van de zonnecellen</li> <li>• completeren van de berekening</li> </ul>	<p></p> <p></p> <p></p> <p></p> <p>1</p> <p>1</p>
<b>10</b>	<p><b>maximumscore 2</b> uitkomst: 11 h</p> <p>voorbeeld van een antwoord: De accu's leveren 10 kW aan de motoren. De energie-inhoud van de accu's is 110 kWh. Er geldt: <math>E = Pt</math>, dus <math>t = \frac{E}{P} = \frac{110}{10} = 11</math> h.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gebruik van <math>E = Pt</math></li> <li>• completeren van de berekening</li> </ul>	<p></p> <p></p> <p></p> <p></p> <p>1</p> <p>1</p>

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

**11 maximumscore 5**

uitkomst:  $1,2 \cdot 10^2$  (kWh)

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

De oppervlakte onder de grafiek in figuur 2 stelt de totale geleverde hoeveelheid energie voor, dit is

$(2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 4,0 \cdot 180) + (6,0 \cdot 180) = 720 + 1080 = 1800$  kWh. Het rendement van de zonnecellen is 20%, dus er blijft  $0,20 \cdot 1800 = 360$  kWh over om te vliegen.

De motoren van het vliegtuig leveren in 24 uur  $6,0 \cdot 24 = 144$  kWh.

Het rendement van de motoren is 60%, dus aan de motoren is dan

$\frac{144}{0,60} = 240$  kWh aan energie toegevoerd.

De extra geleverde hoeveelheid energie is dus:

$360 - 240 = 120 = 1,2 \cdot 10^2$  kWh.

- berekenen van de totale energie die de zonnecellen leveren in 24 uur 1
- juist gebruik van het rendement van de zonnecellen 1
- berekenen van de energie die de motoren leveren in 24 uur 1
- juist gebruik van het rendement van de motoren 1
- completeren van de berekening 1

methode 2

De oppervlakte onder de grafiek in figuur 2 stelt de totale geleverde hoeveelheid energie voor; dit is

$(2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 4,0 \cdot 180) + (6,0 \cdot 180) = 720 + 1080 = 1800$  kWh. Het rendement van de zonnecellen is 20%, dus er blijft  $0,20 \cdot 1800 = 360$  kWh over om te vliegen.

Als de zonnecellen 10 kW leveren, wordt de energie die in de accu's is opgeslagen niet gebruikt, dus de motoren gebruiken in 24 uur 240 kWh.

De extra geleverde hoeveelheid energie is dus:

$360 - 240 = 120 = 1,2 \cdot 10^2$  kWh.

- berekenen van de totale energie die de zonnecellen leveren in 24 uur 1
- juist gebruik van het rendement van de zonnecellen 1
- inzicht dat het motorvermogen hier 10 kW is 1
- berekenen van de energie die de motoren gebruiken in 24 uur 1
- completeren van de berekening 1

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

### Opgave 3 Kerstboomlampjes

#### 12 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Voor de weerstand van het lampje geldt:  $R = \frac{U}{I}$ . De spanning over het lampje is  $U = \frac{230}{24} = 9,58 = 9,6$  V. Uit figuur 1 blijkt dat de stroomsterkte  $I$  door het lampje dan gelijk is aan 120 mA. De weerstand van het lampje is dus  $R = \frac{9,6}{0,120} = 80 \Omega$ .

- inzicht dat de spanning over het lampje  $\frac{1}{24} \cdot 230$  V is 1
- aflezen van de bijbehorende stroomsterkte in figuur 1 1
- completeren 1

#### 13 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Bij de gebruikte schakeling staat er opnieuw  $\frac{230}{24} = 9,6$  V over elk lampje.

Dit is niet afhankelijk van de keuze van de gebruikte weerstand omdat bij een parallel schakeling de spanning over elke tak gelijk is. De lampjes zullen dus normaal branden.

- inzicht dat spanning over elk lampje niet veranderd is 1
- conclusie 1

#### 14 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Het vermogen van één lampje is:  $P_{\text{lampje}} = UI = 9,6 \cdot 0,12 = 1,2$  W.

Het vermogen van één weerstand is  $P = \frac{U^2}{R} = \frac{9,6^2}{2,0} = 46$  W. Het totale

vermogen is dan gelijk aan  $24 \cdot (1,2 + 46) = 1133 = 1,1$  kW. Dit is veel meer dan het oorspronkelijke vermogen van de kerstboomverlichting.

- berekenen van het vermogen van een lampje 1
- berekenen van het vermogen van een weerstand 1
- berekenen van het totale vermogen 1
- conclusie 1

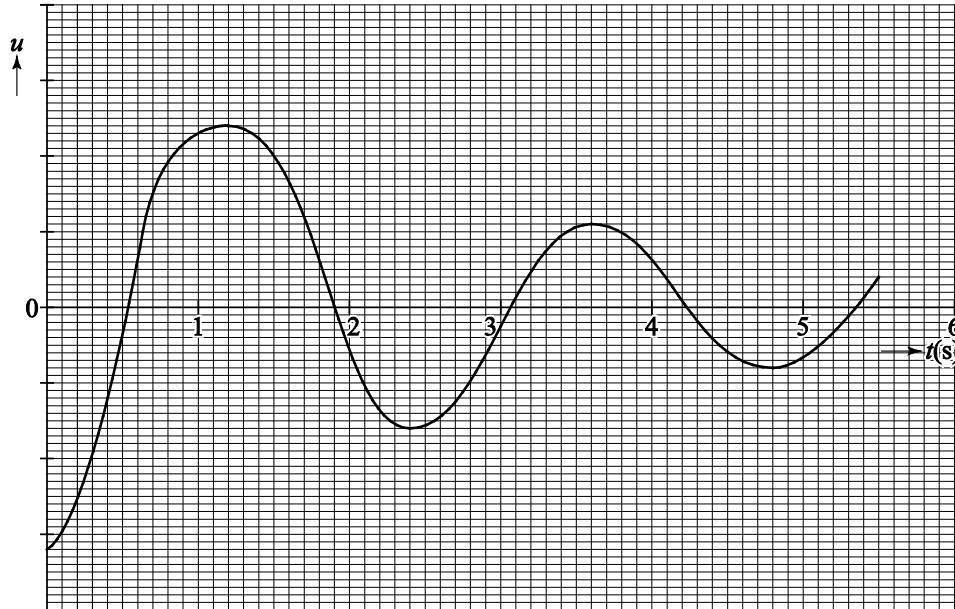
Vraag	Antwoord	Scores
15	<p><b>maximumscore 3</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord: De vervangingsweerstand van elk parallel geschakeld deel is:  <math display="block">\left(\frac{1}{80} + \frac{1}{2000}\right)^{-1} = 76,9 = 77 \Omega.</math> De totale weerstand in de schakeling wordt nu  <math display="block">(23 \cdot 77) + 2,0 \cdot 10^3 = 3,8 \cdot 10^3 \Omega.</math> De stroomsterkte <math>\left(I_{\text{totaal}} = \frac{230}{3,8 \cdot 10^3} = 0,06 \text{ A}\right)</math> wordt dan te laag om de lampjes normaal te laten branden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• berekenen van de vervangingsweerstand van een parallel geschakeld deel <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat de totale weerstand nu (te) hoog wordt <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat de stroomsterkte door een lampje te laag wordt <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	
16	<p><b>maximumscore 4</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Als er een lampje kapot gaat, neemt de spanning over de NTC toe. De NTC-weerstand warmt op waardoor de weerstandswaarde kleiner wordt. De stroomsterkte in de schakeling neemt dan toe zodat de lampjes weer gaan gloeien.</li> <li>– Het totale vermogen blijft vrijwel gelijk aan het gebruik zonder extra weerstanden omdat de NTC bij lage temperatuur een hogere weerstandswaarde heeft dan het lampje.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat de spanning over de NTC eerst stijgt <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat de NTC opwarmt waardoor de weerstand van de NTC afneemt <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat de stroomsterkte in de schakeling na verloop van tijd weer toeneemt <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat het vermogen nu niet te hoog is omdat de NTC bij lage temperatuur een hoge weerstand heeft <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	

## Opgave 4 Railbaan

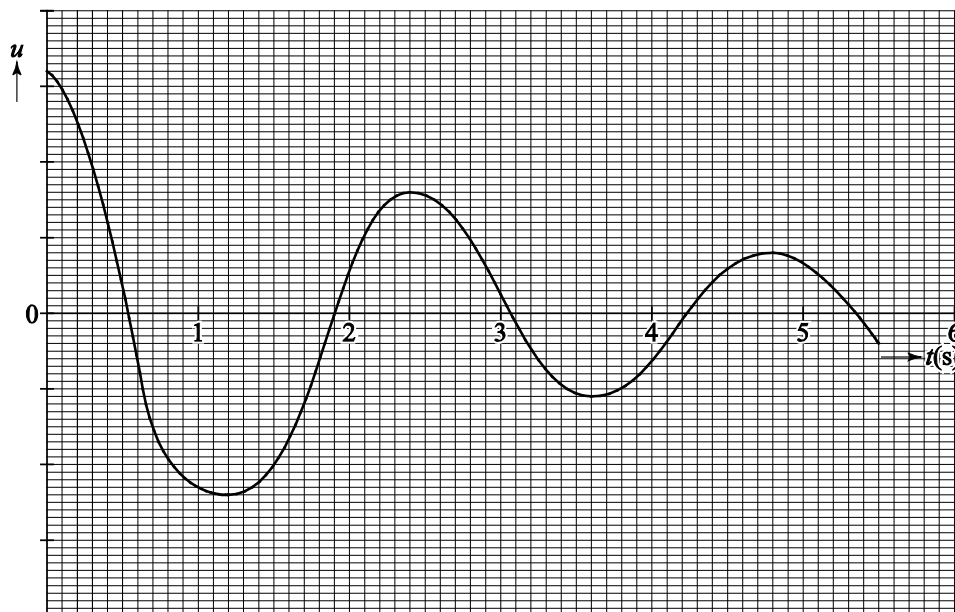
17	<p><b>maximumscore 2</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord: Als Fermi links begint, is hij na 1,2 s in het hoogste punt rechts aangekomen. Na 2,4 s is hij weer in het hoogste punt links, dus D komt overeen met de trillingstijd van deze beweging.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat Fermi na 2,4 s weer terug is op het hoogste punt links <span style="float: right;">1</span></li> <li>• conclusie <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	
----	---	--

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

18 **maximumscore 4**  
 voorbeelden van een antwoord:



of



- inzicht dat de amplitude van de trilling afneemt 1
- inzicht dat de trillingstijd niet verandert gedurende 5,5 s 1
- inzicht dat de uitwijking maximaal (of juist minimaal) is als de hoogte  
 boven de rail maximaal is 1
- juiste nulpunten 1

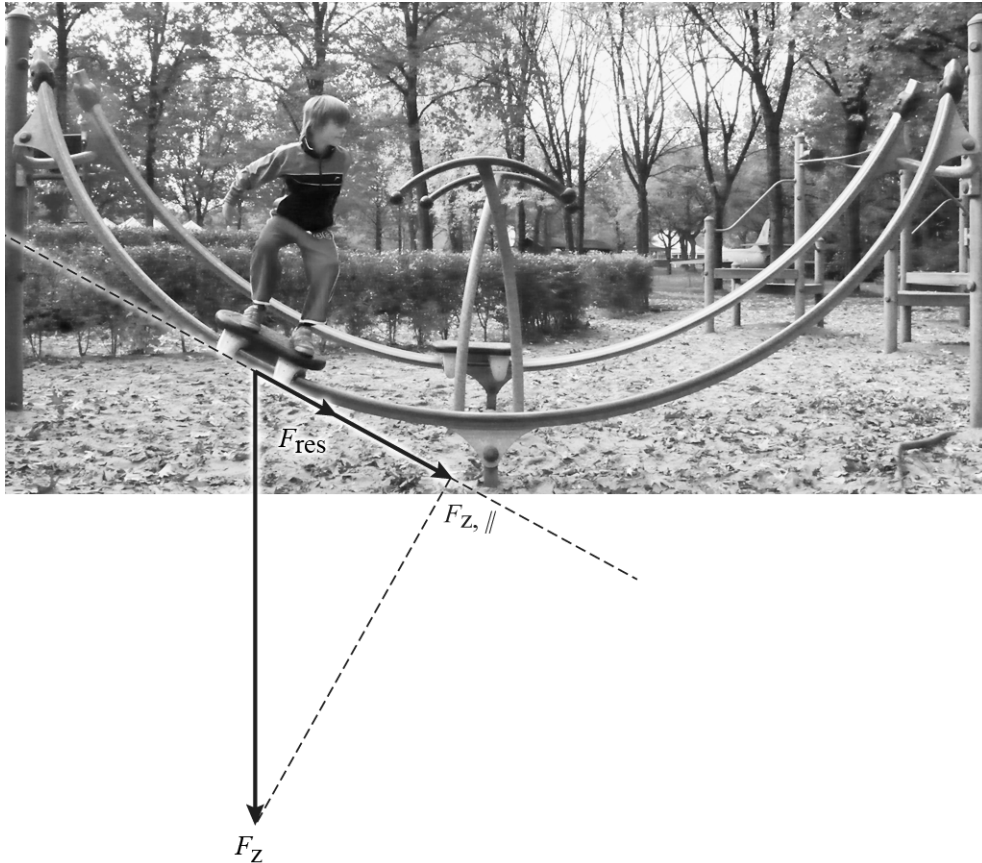
*Opmerking*

*Als de uitwijking uitsluitend positief is getekend: maximaal 2 scorepunten.*



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

19 maximumscore 5  
voorbeeld van antwoorden:



- De vector  $F_z$  is 6,0 cm lang, dit komt overeen met een kracht van  $31 \cdot 9,81 = 304$  N. In de figuur komt 1 cm dus overeen met 50,7 N. Voor de wrijvingskracht geldt:  $F_w = F_{z, //} - F_{res}$ ; de vector  $F_w$  is  $2,9 - 1,3 = 1,6$  cm lang. Dit komt overeen met  $1,6 \cdot 50,7 = 81$  N.

- bepalen van de schaalfactor 1
- lijn getekend vanuit  $F_z$  loodrecht op de raaklijn aan de rail om  $F_{z, //}$  te bepalen 1
- inzicht dat geldt:  $F_w = F_{z, //} - F_{res}$  1
- bepalen van de lengte van de vector van de wrijvingskracht in cm met een marge van 0,2 cm 1
- completeren 1

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

**20 maximumscore 3**

uitkomst: 2,5 m (met een marge van 0,4 m)

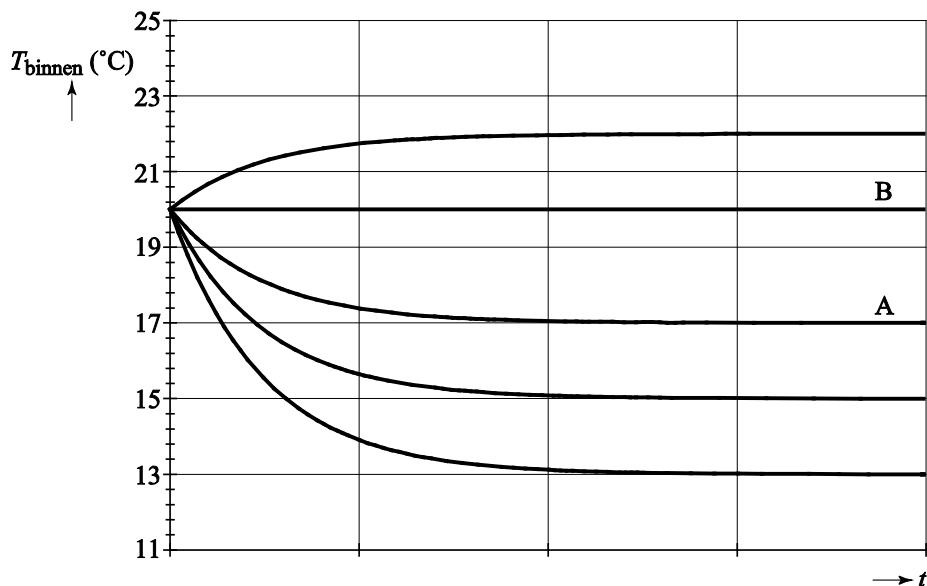
voorbeeld van een antwoord:

De afgelegde afstand is gelijk aan de oppervlakte onder de  $(v,t)$ -grafiek. Fermi is voor de eerste keer rechts in het hoogste punt van de baan op  $t = 1,2$  s. De oppervlakte onder de  $(v,t)$ -grafiek tussen  $t = 0,0$  s en  $t = 1,2$  s komt overeen met 2,5 m.

- inzicht dat de afgelegde afstand gelijk is aan de oppervlakte onder de  $(v,t)$ -grafiek 1
- bepalen van het oppervlak met behulp van 'hokjes tellen' of met gemiddelde snelheid 1
- completeren 1

**Opgave 5 Binnenklimaat****21 maximumscore 3**

antwoord:



- juiste keuze van  $(T,t)$ -grafiek bij huis A 1
- inzicht dat de temperatuur constant blijft voor huis B 1
- juist temperatuurverloop voor huis B getekend 1

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

**22 maximumscore 2**

antwoord:

	wordt kleiner	blijft gelijk	wordt groter
$P$	X		
$k$		X	
$A$		X	
$\Delta T$		X	
$d$			X

- per juist antwoord 1

**23 maximumscore 2**

uitkomst: 2,0

voorbeeld van een berekening:

Het volume van de kamer is  $2,44 \cdot 44 = 107,36 \text{ m}^3$ . Per uur wordt er  $215 \text{ m}^3$ lucht ververst zodat het ventilatievoud gelijk is aan  $\frac{215}{107,36} = 2,0$ .

- berekenen van het volume van de kamer 1
- completeren van de berekening 1

**24 maximumscore 5**

uitkomst: 100 mm

voorbeeld van een antwoord:

Er wordt  $215 \text{ m}^3$  lucht per uur ververst, zodat het debiet gelijk is aan

$$\frac{215}{60 \cdot 60} = 5,97 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}.$$

De oppervlakte van twee buizen is dan gelijk aan

$$\frac{\text{debiet}}{v} = \frac{5,97 \cdot 10^{-2}}{4,0} = 0,0149 \text{ m}^2.$$

$$\text{Per buis is de oppervlakte } \frac{0,0149}{2} = 7,47 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2.$$

$$\text{De diameter van een buis is dan } \sqrt{\left(\frac{7,47 \cdot 10^{-3}}{\frac{1}{4} \cdot \pi}\right)} = 0,097 \text{ m}.$$

De buis moet dus minstens een diameter hebben van 100 mm.

- berekenen van het debiet 1
- gebruik van debiet =  $vA$  1
- gebruik van factor 2 in de berekening van oppervlak van een buis 1
- berekenen van straal of diameter van een buis 1
- consequente keuze in buisdiameter 1

Vraag	Antwoord	Scores
25	<p><b>maximumscore 3</b> uitkomst: <math>0,11 \text{ m}^3</math></p> <p>voorbeeld van een berekening: Voor het opwarmen van de lucht geldt: <math>Q = cm\Delta T</math>, waarbij <math>c = 1,00 \cdot 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}</math>; <math>m = 255 \text{ kg}</math> en <math>\Delta T = (19,0 - 5,1) = 13,9 \text{ }^\circ\text{C}</math>. Invullen levert: <math>Q = 3,54 \cdot 10^6 \text{ J}</math>. Bij verbranden van <math>1 \text{ m}^3</math> aardgas komt <math>32 \cdot 10^6 \text{ J}</math> vrij. Er wordt <math>\frac{3,54 \cdot 10^6}{32 \cdot 10^6} = 0,11 \text{ m}^3</math> aardgas per uur gebruikt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gebruik van <math>Q = cm\Delta T</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• opzoeken van <math>c_{\text{lucht}}</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• completeren van de berekening <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	
26	<p><b>maximumscore 2</b> uitkomst: <math>17,1 \text{ }^\circ\text{C}</math></p> <p>voorbeeld van een berekening: Voor deze installatie geldt: <math>Q_{\text{op}} = Q_{\text{af}}</math>. Omdat de massa en de soortelijke warmte gelijk zijn, geldt: <math>(19,0 - 7,0) = (T - 5,1)</math>. Hieruit volgt dat de temperatuur waarmee de lucht de kamer binnen komt gelijk is aan <math>17,1 \text{ }^\circ\text{C}</math>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat het temperatuurverschil bij de afvoerlucht gelijk is aan het temperatuurverschil bij de toevoerlucht <span style="float: right;">1</span></li> <li>• completeren van de berekening <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	