

## Beoordelingsmodel

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

Aan het juiste antwoord op een meerkeuzevraag worden twee punten toegekend.

### Opgave 1 Brand in kernreactor

**1 maximumscore 3**

antwoord:  ${}^{131}_{53}\text{I} \rightarrow {}^{131}_{54}\text{Xe} + {}^0_{-1}\text{e}$  of  ${}^{131}\text{I} \rightarrow {}^{131}\text{Xe} + \text{e}$

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

**2 maximumscore 4**

uitkomst:  $A = 8,9 \cdot 10^{14}$  Bq

voorbeeld van een berekening:

De totale activiteit  $A$  van het I-131 in de wolk is gelijk aan het volume  $V$  van de wolk in  $\text{m}^3$  maal de activiteit per  $\text{m}^3$  lucht.

Hierin is:  $V = \ell bh$ , waarin  $\ell = vt = 5,0 \cdot 48 \cdot 3600 = 8,64 \cdot 10^5$  m,

$b = 120 \cdot 10^3$  m en  $h = 900$  m. Dus  $V = 8,64 \cdot 10^5 \cdot 120 \cdot 10^3 \cdot 900 = 9,33 \cdot 10^{13}$   $\text{m}^3$ .

Hieruit volgt dat  $A = 9,33 \cdot 10^{13} \cdot 9,5 = 8,9 \cdot 10^{14}$  Bq.

- inzicht dat de totale activiteit van het I-131 in de wolk gelijk is aan het volume van de wolk maal de activiteit per  $\text{m}^3$  lucht 1
- inzicht dat  $V = \ell bh$  1
- inzicht dat  $\ell = vt$  1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
3	<p><b>maximumscore 2</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord: Bij het consumeren van radioactieve melk is sprake van besmetting omdat het lichaam de ioniserende straling van binnenuit absorbeert / de bron zich in het lichaam bevindt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>inzicht dat bij besmetting het lichaam de ioniserende straling van binnenuit absorbeert / de bron zich in het lichaam bevindt</li> <li>conclusie</li> </ul>	1 1
4	<p><b>maximumscore 1</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord: De halveringstijd van plutonium-239 en van uranium-238 is (veel) groter dan die van de stof in het filter.</p>	
5	<p><b>maximumscore 2</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord: De halveringstijd van de stof in het filter ligt in de orde van grootte van een paar maanden. De enige isotoop van polonium die in aanmerking komt, is polonium-210.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>schatting van de halveringstijd van de stof in het filter</li> <li>opzoeken van de halveringstijden van de isotopen van polonium en conclusie</li> </ul>	1 1
<p><i>Opmerking</i> <i>Een antwoord zonder uitleg of met een foutieve uitleg: 0 punten.</i></p>		

## Opgave 2 Centennial light

- 6 **maximumscore 4**  
uitkomst:  $E = 3,8 \cdot 10^3$  (kWh)
- voorbeeld van een berekening:  
Sinds 1901 is er ongeveer 109 jaar verstreken en heeft de lamp dus  $109 \cdot 365 \cdot 24 = 9,5 \cdot 10^5$  h gebrand.  
De lamp heeft dus  $E = Pt = 4,0 \cdot 10^{-3} \cdot 9,5 \cdot 10^5 = 3,8 \cdot 10^3$  kWh verbruikt.
- schatting van het aantal uur dat de lamp heeft gebrand (met een marge van  $0,2 \cdot 10^5$  h) 1
  - gebruik van  $E = Pt$  1
  - omrekenen van W naar kW 1
  - completeren van de berekening 1

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

**7 maximumscore 5**

uitkomst: Er zijn  $7,8 \cdot 10^{26}$  elektronen door de gloeidraad gestroomd.

voorbeeld van een berekening:

Er geldt:  $P = UI$ , waarin  $P = 4,0$  W en  $U = 110$  V.

Dus  $I = \frac{P}{U} = \frac{4,0}{110} = 0,0364$  A. Dat betekent dat er per s  $0,0364$  C door de

gloeidraad stroomt. In 109 jaar is dat  $9,5 \cdot 10^5 \cdot 3600 \cdot 0,0364 = 1,25 \cdot 10^8$  C.

De lading van een elektron is  $1,60 \cdot 10^{-19}$  C.

Er zijn dus  $\frac{1,25 \cdot 10^8}{1,60 \cdot 10^{-19}} = 7,8 \cdot 10^{26}$  elektronen door de gloeidraad gestroomd.

- inzicht dat  $I = \frac{P}{U}$  1
- inzicht dat de stroomsterkte gelijk is aan het aantal C dat per s door de gloeidraad stroomt 1
- opzoeken van de lading van het elektron 1
- inzicht dat het aantal elektronen gelijk is aan de totale hoeveelheid lading 1  
de lading van een elektron
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

*Als bij vraag 6 t verkeerd is geschat en die waarde hier is gebruikt: geen aftrek.*

**8 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Omdat de soortelijke weerstand afneemt als de temperatuur stijgt, zal de weerstand van de draad dat ook doen. De koolstofdraad is dus een NTC.

- inzicht dat de weerstand van de koolstofdraad zich hetzelfde gedraagt als de soortelijke weerstand (of gebruik van  $R = \rho \frac{\ell}{A}$ ) 1
- conclusie 1

*Opmerking*

*Een antwoord zonder uitleg of met een foutieve uitleg: 0 punten.*

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

**9 maximumscore 3**

uitkomsten:

- De soortelijke weerstand van de draad is  $1,6 \cdot 10^{-5} \Omega\text{m}$ .
- De temperatuur van de gloeidraad is  $1,6 \cdot 10^3 \text{ }^\circ\text{C}$  (met een marge van  $0,1 \cdot 10^3 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

voorbeeld van een berekening en een bepaling:

Voor de lamp geldt:  $I = \frac{P}{U} = \frac{4,0}{110} = 0,0364 \text{ A}$ . Uit  $U = IR$  volgt dan dat

$$R = \frac{U}{I} = \frac{110}{0,0364} = 3,03 \cdot 10^3 \Omega.$$

Hieruit volgt dat:

$$\rho = \frac{RA}{\ell} = \frac{3,03 \cdot 10^3 \cdot 7,55 \cdot 10^{-10}}{0,14} = 1,63 \cdot 10^{-5} \Omega\text{m} = 1,6 \cdot 10^{-5} \Omega\text{m}.$$

Uit de grafiek blijkt dat de temperatuur gelijk is aan  $1,6 \cdot 10^3 \text{ }^\circ\text{C}$ .

- gebruik van  $P = UI$  en  $R = \frac{U}{I}$  1
- berekenen van  $\rho$  1
- aflezen van de temperatuur 1

*Opmerkingen*

- *Als bij vraag 7 de stroomsterkte  $I$  verkeerd is berekend en die waarde hier is gebruikt: geen aftrek.*
- *De temperatuur in vier significante cijfers: goed rekenen.*

**10 maximumscore 2**

uitkomst: De lamp zou dan een levensduur van 37,3 jaar hebben gehad.

voorbeeld van een berekening:

De lamp zou dan een levensduur van  $\left(\frac{110}{120}\right)^{16} \cdot 150 = 37,3$  jaar hebben

gehad.

- toepassen van de factor  $\left(\frac{110}{120}\right)^{16}$  1
- completeren van de berekening 1

### Opgave 3 Blauw oog voor Jupiter

#### 11 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

De diameter van Jupiter op de bijlage is 13,7 cm; de diameter van het litteken is 1,2 cm. Volgens Binas tabel 31 is de straal van Jupiter gelijk aan  $71,40 \cdot 10^6$  m, de diameter is dan  $14,28 \cdot 10^7$  m.

Er geldt:  $\frac{13,7}{1,2} = \frac{14,28 \cdot 10^7}{d_{\text{litteken}}}$  zodat  $d_{\text{litteken}} = 1,25 \cdot 10^7$  m.

De straal van de aarde is  $6,378 \cdot 10^6$  m; de diameter is dan  $1,276 \cdot 10^7$  m.

Het litteken van de inslag is dus niet groter dan de diameter van de aarde.

- opmeten van de diameter van Jupiter en van de diameter van het litteken (met een marge van 0,2 cm) 1
- opzoeken van de straal van Jupiter en van de aarde 1
- berekenen van de diameter van het litteken 1
- consequente conclusie 1

#### 12 maximumscore 4

uitkomst:  $9 \cdot 10^3$  jaar

voorbeeld van een berekening:

Voor de kinetische energie geldt:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^{12} \cdot (30 \cdot 10^3)^2 = 9,0 \cdot 10^{20} \text{ J.}$$

$$\text{Dit is } \frac{9,0 \cdot 10^{20}}{3,6 \cdot 10^6} = 2,5 \cdot 10^{14} \text{ kWh.}$$

Een gezin gebruikt per jaar gemiddeld 4500 kWh aan elektrische energie.

Er zijn  $6 \cdot 10^6$  huishoudens die totaal  $2,7 \cdot 10^{10}$  kWh elektrische energie verbruiken. Met de energie van het object zouden de Nederlandse

$$\text{huishoudens } \frac{2,5 \cdot 10^{14}}{2,7 \cdot 10^{10}} = 9 \cdot 10^3 \text{ jaar toe kunnen.}$$

- gebruik van  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$  met  $v = 30 \cdot 10^3$  m/s 1
- omrekenen van J naar kWh 1
- berekenen van het totale elektrische energieverbruik per jaar 1
- completeren van de berekening 1

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

**13 maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:

Voor de snelheid van een punt op de evenaar geldt:  $v = \frac{2\pi r}{T}$ . De straal van

Jupiter is  $\left(\frac{71,40 \cdot 10^6}{6,378 \cdot 10^6} = 11,2 \text{ maal}\right)$  groter dan de straal van de aarde.

De (siderische) rotatieperiode van Jupiter is  $\left(\frac{0,413}{1} = 0,413 \text{ maal}\right)$  kleiner

dan die van de aarde.

De snelheid van een punt op de evenaar van Jupiter is daarom

$\left(\frac{11,2}{0,413} = 27,1 \text{ maal}\right)$  groter dan de snelheid van een punt op de evenaar van

de aarde. Inge heeft dus gelijk.

- gebruik van  $v = \frac{2\pi r}{T}$  met  $T$  de (siderische) rotatieperiode 1
- inzicht dat de straal van Jupiter groter is dan de straal van de aarde 1
- inzicht dat de rotatieperiode van Jupiter kleiner is dan die van de aarde 1
- completeren van de redenering (of berekening) en conclusie 1

**14 maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:

Voor de snelheid van een planeet die om de zon draait, geldt:  $v = \frac{2\pi r}{T}$ .

De (gemiddelde) afstand van Jupiter tot de zon is  $0,7779 \cdot 10^{12}$  m;

de (gemiddelde) afstand van de aarde tot de zon is  $0,1496 \cdot 10^{12}$  m.

Jupiter staat dus 5,2 maal verder weg.

De omlooptijd van Jupiter om de zon is 11,86 jaar. De omlooptijd van de

aarde is 1 jaar. De snelheid van Jupiter om de zon is dus  $\left(\frac{5,2}{11,86} \text{ maal}\right)$

kleiner dan de snelheid van de aarde. Alex heeft dus geen gelijk.

- gebruik van  $v = \frac{2\pi r}{T}$  met inzicht dat  $r$  de afstand tot de zon en  $T$  de omlooptijd is 1
- opzoeken van de (gemiddelde) afstand van Jupiter tot de zon en van de aarde tot de zon 1
- opzoeken van de omlooptijd van Jupiter en van de aarde 1
- completeren van de redenering (of berekening) en conclusie 1

**15 C**

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

**16 maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:

Voor de gravitatiekracht geldt:  $F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ .

De verhouding  $\frac{m_{\text{jupiter}}}{m_{\text{aarde}}} = \frac{1900 \cdot 10^{24}}{5,976 \cdot 10^{24}} = 317,9$ .

De verhouding  $\frac{(r_{\text{jupiter-zon}})^2}{(r_{\text{aarde-zon}})^2} = \frac{(0,7779 \cdot 10^{12})^2}{(0,1496 \cdot 10^{12})^2} = 27,04$ .

De gravitatiekracht van de zon op Jupiter is dus  $\left(\frac{317,9}{27,04} = 11,8 \text{ maal}\right)$  groter dan de gravitatiekracht van de zon op de aarde.

- gebruik van  $F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$  met  $m_1$  de massa van de zon,  $m_2$  de massa van Jupiter (of de aarde), en  $r$  de afstand tot de zon 1
- opzoeken van de massa van Jupiter en de massa van de aarde 1
- opzoeken van de afstand van Jupiter tot de zon en de afstand van de aarde tot de zon 1
- completeren van de redenering (of berekening) en conclusie 1

**17 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord en een berekening:

- De massa op Jupiter is 62 kg.
- De valversnelling op Jupiter is  $24,9 \text{ m/s}^2$ . De aanwijzing op de weegschaal is  $\frac{24,9}{9,81} = 2,54$  maal groter dan 62 kg. De weegschaal geeft dan 157 kg aan.

- inzicht dat de massa op Jupiter gelijk is aan die op aarde 1
- opzoeken van de valversnelling op Jupiter 1
- completeren van de berekening 1

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

**18 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Omdat deze manen om Jupiter draaien en niet om de aarde, wordt het geocentrisch wereld beeld onderuitgehaald. In het geocentrisch wereldbeeld draaien alle planeten en manen om de aarde en dat is hier niet zo.

- inzicht in het verschil tussen het heliocentrisch en het geocentrisch wereldbeeld 1
- conclusie 1

## Opgave 4 Valmeercentrale

**19 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Als de windsnelheid halveert, neemt het elektrisch vermogen van de windmolen met een factor  $2^3 = 8$  af; er blijft dus  $\frac{100}{8} = 12,5\%$  van over.

Het elektrisch vermogen neemt inderdaad met  $100 - 12,5 = 87,5\%$  af.

- inzicht dat het elektrisch vermogen van de windmolen met een factor 8 afneemt, als de windsnelheid halveert 1
- inzicht dat er 12,5% van het vermogen overblijft en conclusie 1

**20 maximumscore 1**

voorbeelden van eigenschappen:

- de grootte van de wieken
- de vorm van de wieken
- het type turbine
- het rendement van de turbine

**21 maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:

Voor de massa van het weggepompte zeewater geldt:  $m = \rho V$ , waarin

$$\rho = 1,024 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \text{ en } V = Ah = 40 \cdot 10^6 \cdot 8,0 = 3,2 \cdot 10^8 \text{ m}^3.$$

$$\text{Dus } m = 1,024 \cdot 10^3 \cdot 3,2 \cdot 10^8 = 3,3 \cdot 10^{11} \text{ kg.}$$

- gebruik van  $m = \rho V$  1
- opzoeken van  $\rho$  1
- berekenen van  $V$  1
- completeren van de berekening 1



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

**22 maximumscore 5**

uitkomst:  $t = 86$  of  $87$  (h)

voorbeeld van een berekening:

Voor de toename van de zwaarte-energie van het weggepompte water geldt:

$$\Delta E_z = mg\Delta h, \text{ waarin } m = 3,3 \cdot 10^{11} \text{ kg, } g = 9,81 \text{ m/s}^2 \text{ en } \Delta h = 36,0 \text{ m.}$$

$$\text{Dus } \Delta E_z = 3,3 \cdot 10^{11} \cdot 9,81 \cdot 36,0 = 1,17 \cdot 10^{14} \text{ J.}$$

Verder geldt  $E = Pt$ , waarin  $E = \Delta E_z$  en  $P = 75 \cdot 5,0 = 375 \text{ MW}$ .

$$\text{Hieruit volgt dat } t = \frac{E}{P} = \frac{1,17 \cdot 10^{14}}{375 \cdot 10^6} = 3,12 \cdot 10^5 \text{ s} = \frac{3,12 \cdot 10^5}{3600} = 87 \text{ h.}$$

- gebruik van  $E_z = mgh$  1
- inzicht dat  $\Delta h = 36,0 \text{ m}$  1
- berekenen van  $\Delta E_z$  1
- gebruik van  $E = Pt$  1
- completeren van de berekening 1

**23 maximumscore 1**

voorbeelden van argumenten:

- De valmeercentrale kan een constant vermogen leveren.
- Het vermogen van de centrale is aan te passen aan de behoefte.
- In het valmeer wordt energie opgeslagen die gebruikt kan worden wanneer er behoefte aan is.

## Opgave 5 Bepalen van de valversnelling

**24 maximumscore 3**

uitkomst:  $g = 9,76 \text{ m/s}^2$

voorbeeld van een berekening:

$$\text{Voor de trillingstijd van een slinger geldt: } T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}},$$

$$\text{waarin } T = \frac{1,46 + 1,44 + 1,45}{3} = 1,45 \text{ s en } \ell = 0,520 \text{ m.}$$

$$\text{Hieruit volgt dat } g = 4\pi^2 \frac{\ell}{T^2} = 4\pi^2 \frac{0,520}{(1,45)^2} = 9,76 \text{ m/s}^2.$$

- gebruik van  $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$  1
- bepalen van  $T$  1
- completeren van de berekening 1

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

**25 maximumscore 4**

uitkomst:  $g = 9,75 \text{ m/s}^2$  (of  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ )

voorbeeld van een berekening:

Voor de val van de kogel geldt:  $y = \frac{1}{2}gt^2$ , waarin

$$y = \frac{0,656 + 0,660 + 0,669 + 0,685}{4} = 0,668 \text{ m} \text{ en } t = \frac{1}{4}T = \frac{1,48}{4} = 0,370 \text{ s.}$$

$$\text{Hieruit volgt dat } g = \frac{2y}{t^2} = \frac{2 \cdot 0,668}{(0,370)^2} = 9,75 \text{ m/s}^2.$$

- inzicht dat  $y = \frac{1}{2}gt^2$  1
- bepalen van de gemiddelde waarde van  $y$  (met een marge van 0,005 m) 1
- inzicht dat  $t = \frac{1}{4}T$  1
- completeren van de berekening 1

**26 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Bij de tweede methode is de bepaling van  $y$  minder nauwkeurig dan de bepaling van  $\ell$  in de eerste methode (en de bepaling van  $T$  is in beide methodes even nauwkeurig). Mireille heeft dus gelijk.

- inzicht dat bij de tweede methode de bepaling van  $y$  minder nauwkeurig is dan de bepaling van  $\ell$  in de eerste methode 1
- conclusie dat Mireille gelijk heeft 1

*Opmerking*

*Een antwoord zonder uitleg of met een foute uitleg: 0 punten.*

## Bronvermeldingen

---

Opgave 3	de Volkskrant, 21 juli 2009
Opgave 4, figuur 1	Raadgevend Ingenieursbureau Lieveense B.V.
Opgave 4, figuur 2	Raadgevend Ingenieursbureau Lieveense B.V.