

## Beoordelingsmodel

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

### Looping

1 maximumscore 3

uitkomst:  $h = 39,4$  m

voorbeeld van een berekening:

methode 1

Voor het berekenen van de minimale hoogte geldt dat de wrijvingskracht te verwaarlozen is. Voor de wet van behoud van energie geldt dan:

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 \Leftrightarrow h = \frac{v^2}{2g} = \frac{27,8^2}{2 \cdot 9,81} = 39,4 \text{ m.}$$

- inzicht in de wet van behoud van energie bij de minimale hoogte 1
- gebruik van  $E_z = mgh$  en  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$  1
- completeren van de berekening 1

of

methode 2

De eindsnelheid van het treintje is gelijk aan de snelheid die een voorwerp krijgt dat van dezelfde hoogte valt.

Dat voorwerp wordt versneld met  $9,81 \text{ m s}^{-2}$  tot een snelheid van  $27,8 \text{ m s}^{-1}$ .

Er geldt:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}. \text{ Dit geeft } \Delta t = 2,834 \text{ s.}$$

Met een gemiddelde snelheid van  $\frac{27,8}{2} = 13,9 \text{ m s}^{-1}$  geldt voor de hoogte:

$$h = 13,9 \cdot 2,834 = 39,4 \text{ m.}$$

- inzicht  $v_{\text{eind}} = gt$  1
- inzicht dat  $h = v_{\text{gem}}t$  met  $v_{\text{gem}} = \frac{1}{2}v_{\text{eind}}$  1
- completeren van de berekening 1

**2 maximumscore 3**

uitkomst:  $v = 7,35 \text{ m s}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:

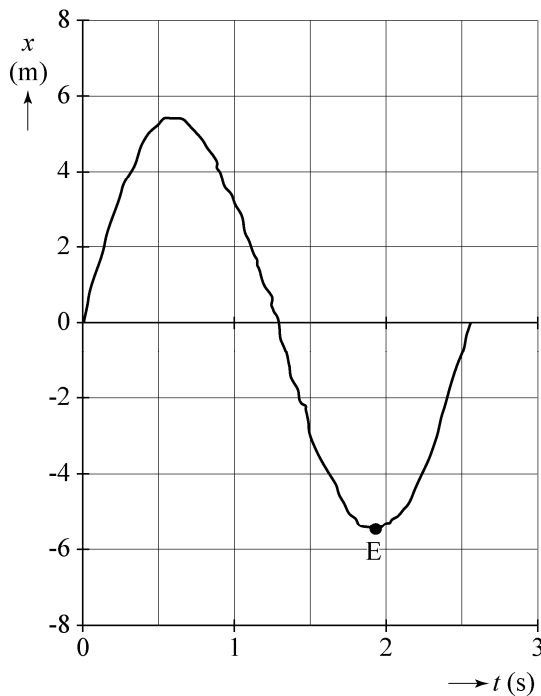
Bij de minimale snelheid geldt in het hoogste punt van de looping dat de middelpuntzoekende kracht gelijk is aan de zwaartekracht.

Er geldt dus:  $\frac{mv^2}{r} = mg \Leftrightarrow v = \sqrt{gr} = \sqrt{9,81 \cdot 5,50} = 7,35 \text{ m s}^{-1}$ .

- inzicht dat in het hoogste punt  $F_{\text{mpz}}$  geleverd wordt door  $F_z$  1
- gebruik van  $F_z = mg$  en  $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$  1
- completeren van de berekening 1

**3 maximumscore 1**

voorbeeld van een antwoord:



- aangeven punt E op (het tijdstip horend bij) het laagste punt in het  $(x,t)$ -diagram 1

*Opmerking*

*Als de kandidaat het tijdstip horend bij het laagste punt in het  $(x,t)$ -diagram noteert in plaats van dit in de figuur aan te geven, dit niet aanrekenen.*

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

**4 maximumscore 5**

uitkomst:  $v = 30 \text{ m s}^{-1}$

voorbeeld van een bepaling:

De snelheid op het moment dat het treintje in punt B de looping ingaat, heeft een component in de  $x$ -richting en een component in de  $y$ -richting. De snelheid in de  $x$ -richting is gelijk aan de steilheid van de raaklijn aan het  $(x,t)$ -diagram op tijdstip  $t = 0 \text{ s}$ . Dus geldt:

$$v_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{8,0}{0,4} = 20 \text{ m s}^{-1}.$$

De snelheid in de  $y$ -richting is gelijk aan de steilheid van de raaklijn aan het  $(y,t)$ -diagram op tijdstip  $t = 0 \text{ s}$ . Dus geldt:

$$v_y = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{16}{0,7} = 23 \text{ m s}^{-1}.$$

De snelheid in punt B is te berekenen met:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{20^2 + 23^2} = 30 \text{ m s}^{-1}.$$

- tekenen van een raaklijn in één of beide grafieken 1
- inzicht dat in beide grafieken de snelheid op  $t = 0 \text{ s}$  bepaald moet worden 1
- bepalen van  $v_x = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}}$  tussen  $13 \text{ m s}^{-1}$  en  $29 \text{ m s}^{-1}$
- en bepalen van  $v_y = \left(\frac{\Delta y}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}}$  tussen  $18 \text{ m s}^{-1}$  en  $32 \text{ m s}^{-1}$  1
- inzicht dat  $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$  1
- completeren van de bepaling 1

*Opmerking*

*De vierde en vijfde deelscore kunnen alleen worden behaald, als de kandidaat  $v_x$  en  $v_y$  op hetzelfde tijdstip heeft bepaald.*

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

**5 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

In de situatie van figuur 1 is de zwaarte-energie van het treintje het grootst en de kinetische energie van het treintje dus het kleinst. In de andere situaties is de zwaarte-energie van het gehele treintje kleiner en de kinetische energie en de snelheid dus groter. Omdat alle wagons van het treintje op een bepaald moment met dezelfde snelheid bewegen, hebben Ineke en Rob allebei gelijk.

- inzicht dat in de situatie van figuur 1 de zwaarte-energie van het gehele treintje het grootst is / de kinetische energie van het gehele treintje het kleinst is 1
- inzicht dat alle wagons van het treintje op een bepaald moment met dezelfde snelheid bewegen 1
- consequente conclusies aangaande de beweringen van Ineke en van Rob 1

**6 maximumscore 4**

uitkomst:  $F_w = 6,8 \cdot 10^3 \text{ N}$  ( $6,5 \cdot 10^3 \text{ N} \leq F_w \leq 7,1 \cdot 10^3 \text{ N}$ )

voorbeeld van een bepaling:

Het bovenste deel van de looping heeft een lengte van

$$\frac{1}{2} \pi d = \frac{1}{2} \pi \cdot 11,0 = 17,3 \text{ m.}$$

Uit een schaalbepaling volgt voor de stukken BC en EB een lengte van ongeveer 12 m. De totale lengte van de looping kan daarmee bepaald worden op 41 m.

Als het treintje de looping verlaat, is de kinetische energie kleiner dan wanneer het treintje de looping in beweegt. Uit dit energieverlies volgt de gemiddelde wrijvingskracht:

$$W_w = E_{k,\text{in}} - E_{k,\text{uit}} = 0,88 \cdot 10^6 - 0,60 \cdot 10^6 = 0,28 \cdot 10^6 \text{ J;}$$

$$W_w = F_w s \rightarrow 0,28 \cdot 10^6 = F_w \cdot 41 \rightarrow F_w = 6,8 \cdot 10^3 \text{ N.}$$

- inzicht dat de totale lengte van de looping bepaald kan worden uitgaande van de gegeven diameter 1
- inzicht dat  $W_w$  gelijk is aan  $\Delta E_k$  over het hele traject 1
- gebruik van  $W = Fs$  1
- completeren van de bepaling 1

## Beker van Lycurgus

### 7 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Uit figuur 2 blijkt dat vooral groen (en blauw) licht wordt geabsorbeerd en rood licht nauwelijks. Rood licht wordt dus doorgelaten. Daarom kleurt de beker in figuur 1a rood. Groen licht wordt gereflecteerd. Daarom kleurt de beker in figuur 1b groen.

- inzicht dat vooral groen (en blauw) wordt geabsorbeerd / dat rood nauwelijks wordt geabsorbeerd 1
- inzicht dat daardoor het doorgelaten licht in figuur 1a rood is 1
- inzicht dat daardoor het gereflecteerde licht in figuur 1b groen is 1

*Opmerking*

*Als de eerste deelscore niet toegekend kan worden, dan kunnen de tweede en de derde ook niet toegekend worden.*

### 8 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

- De metaalionen zijn veel zwaarder en trager dan de elektronen. / De metaalionen zitten vast in het rooster.
- De positieve en negatieve ladingen die ontstaan zijn door de ladingsscheiding trekken elkaar aan, waardoor de elektronen steeds weer naar de evenwichtsstand teruggaan.
- Bij een naar rechts bewegende golf passeert tussen tijdstip  $t_1$  en tijdstip  $t_2$  een omhoog gericht elektrisch veld. Er werkt dus tussen tijdstip  $t_1$  en tijdstip  $t_2$  een omlaag gerichte elektrische kracht op het plasmon. Dit komt overeen met de figuur: het plasmon beweegt tussen tijdstip  $t_1$  en tijdstip  $t_2$  omlaag.

- inzicht dat de metaalionen een veel grotere massa hebben / gebonden zijn in het rooster 1
- inzicht dat de positieve en negatieve ladingen elkaar aantrekken 1
- inzicht dat er een omhooggericht elektrisch veld gepasseerd moet zijn tussen tijdstip  $t_1$  en tijdstip  $t_2$  1
- inzicht dat bij een omhoog gericht elektrisch veld een omlaag gerichte elektrische kracht op het plasmon werkt 1
- inzicht dat het plasmon van tijdstip  $t_1$  naar tijdstip  $t_2$  omlaag beweegt 1

*Opmerking*

*Als de kandidaat juist redeneert vanuit één grafiek op tijdstip  $t_1$  of tijdstip  $t_2$ , dit goed rekenen.*

**9 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

Uit formule (1) volgt voor de eenheid van  $k$ :

$$[k] = \frac{[f_{\text{res}}]}{\left[ \sqrt{\frac{ne^2 f}{\pi m}} \right]} = \frac{s^{-1}}{\left( \frac{\text{m}^{-3} \text{C}^2 \text{Nm}^2 \text{C}^{-2}}{\text{kg}} \right)^{\frac{1}{2}}} = \frac{s^{-1}}{\left( \frac{\text{Nm}^{-1}}{\text{kg}} \right)^{\frac{1}{2}}}$$

$$\text{Invullen van } N = \text{kg m s}^{-2} \text{ geeft: } [k] = \frac{s^{-1}}{\left( \frac{\text{kg m s}^{-2} \text{m}^{-1}}{\text{kg}} \right)^{\frac{1}{2}}} = \frac{s^{-1}}{s^{-1}}$$

De constante  $k$  heeft dus geen eenheid.

- gebruik van de juiste eenheden voor  $f_{\text{res}}$ ,  $n$ ,  $e$ ,  $f$  en  $m$  1
- inzicht dat  $N = \text{kg m s}^{-2}$  1
- completeren van de afleiding (en consequente conclusie) 1

*Opmerking*

*Als de kandidaat bij een verkeerd gekozen eenheid voor een grootte in formule (1) consequent de afleiding completeert, kan het derde scorepunt nog worden toegekend.*

**10 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

Omdat elk ion maar één geleidingselektron heeft, is  $n$  gelijk aan het aantal

atomen per  $\text{m}^3$ , dus  $n = \frac{\rho}{m_{\text{at}}}$ .

Er geldt:  $m_{\text{at}} = 197,0 \cdot 1,661 \cdot 10^{-27} = 3,272 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$ .

Dit geeft:  $n = \frac{\rho}{m_{\text{at}}} = \frac{19,3 \cdot 10^3}{3,272 \cdot 10^{-25}} = 5,90 \cdot 10^{28} \text{ m}^{-3}$ .

- inzicht dat  $n = \frac{\rho}{m_{\text{at}}}$  en opzoeken  $\rho$  1
- inzicht dat  $m_{\text{at}} = A \cdot u$  en opzoeken  $A$  1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

*Als de kandidaat voor de massa van een goudatoom neemt  $3,3 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$  (uit tabel 6A van Binas), dit goed rekenen. Dan wordt het antwoord  $5,85 \cdot 10^{28} \text{ m}^{-3}$ .*

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

**11 maximumscore 4**

Uitkomst:  $k = 0,262$

voorbeeld van een bepaling:

De absorptiepiek in figuur 2 zit bij  $5,25 \cdot 10^2$  nm.

Uit  $c = f\lambda$  volgt dat  $f_{\text{res}} = \frac{c}{\lambda} = \frac{2,998 \cdot 10^8}{5,25 \cdot 10^{-7}} = 5,710 \cdot 10^{14}$  Hz.

Invullen in formule (1) geeft:

$$5,710 \cdot 10^{14} = k \sqrt{\frac{5,90 \cdot 10^{28} \cdot (1,602 \cdot 10^{-19})^2 \cdot 8,988 \cdot 10^9}{\pi \cdot 9,109 \cdot 10^{-31}}} = k \cdot 2,181 \cdot 10^{15},$$

dus:

$$k = \frac{5,710 \cdot 10^{14}}{2,181 \cdot 10^{15}} = 0,262.$$

- aflezen van de golflengte van de absorptiepiek (met een marge van 5 nm) 1
- gebruik van  $c = f\lambda$  voor het omrekenen van golflengte naar frequentie / opzoeken met welke frequentie de golflengte overeenkomt 1
- gebruik van formule (1) en opzoeken van  $e$ ,  $f$  en  $m$  1
- completeren van de bepaling 1

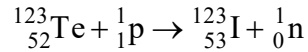
*Opmerking*

*Als de kandidaat bij vraag 9 een eenheid voor  $k$  bepaald heeft en deze hier opnieuw gebruikt, dit niet aanrekenen.*

## SPECT-scan bij parkinson

### 12 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



- Te-123 en een proton links van de pijl en I-123 rechts van de pijl 1
- een neutron rechts van de pijl (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

*Opmerking*

*Als de kandidaat extra deeltjes, anders dan een gammadeeltje, in de vergelijking heeft opgenomen, maximaal twee scorepunten toekennen.*

### 13 maximumscore 2

uitkomst: percentage = 72(%)

voorbeeld van een berekening:

Er geldt:  $N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$ . Het percentage overgebleven jood volgt dus

$$\text{uit: } \frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$$

Invullen van  $t_{\frac{1}{2}} = 13,2 \text{ h}$  geeft:  $\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{13,2}} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{24}{13,2}} = 0,284 = 28,4\%$ .

Dus vervallen is  $100 - 28,4 = 72\%$ .

- gebruik van  $N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$  1
- completeren van de berekening 1



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

**14 maximumscore 4**

uitkomst:  $\lambda = 7,75 \cdot 10^{-12}$  m

voorbeeld van een berekening:

Voor de fotonenergie geldt:  $E = 160 \cdot 10^3 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} = 2,563 \cdot 10^{-14}$  J.

Er geldt:  $E_f = \frac{hc}{\lambda}$ . Invullen geeft:  $2,563 \cdot 10^{-14} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,998 \cdot 10^8}{\lambda}$ .

Dit geeft:  $\lambda = 7,75 \cdot 10^{-12}$  m.

- gebruik van  $E_f = \frac{hc}{\lambda}$  1
- opzoeken van  $h$  en  $c$  1
- omrekenen van keV naar J 1
- completeren van de berekening 1

**15 maximumscore 3**

uitkomst: percentage = 22(%) (met een marge van 3(%))

voorbeeld van een bepaling:

Het stralingsvermogen is evenredig met het aantal aanwezige deeltjes.

Op  $t = 4,8$  h vindt deze verschuiving plaats:  $P = 3,7 \mu\text{W} \rightarrow 2,9 \mu\text{W}$ .

Dit is een afname gelijk aan  $\frac{3,7 - 2,9}{3,7} = 0,22 = 22\%$ .

- inzicht dat het verliespercentage gekoppeld is aan een verticaal stuk in de grafiek 1
- bepalen van de afname van het stralingsvermogen voor een verticaal stuk in de grafiek 1
- completeren van de bepaling 1

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

**16 maximumscore 4**

uitkomst:  $D = 2,8$  mGy

voorbeeld van een bepaling:

Er geldt:  $D = \frac{E}{m}$ , met  $E$  de oppervlakte onder de kromme van figuur 2.

De oppervlakte onder de grafiek is ongeveer 21,5 hokje. Elk hokje komt overeen met  $0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 3600 = 9,0 \cdot 10^{-3}$  J.

Dit geeft:  $E = 21,5 \cdot 9,0 \cdot 10^{-3} = 0,19$  J.

Dus geldt:  $D = \frac{0,19}{70} = 2,8$  mGy.

- gebruik van  $D = \frac{E}{m}$  1
- inzicht dat  $E$  overeenkomt met de oppervlakte onder de grafiek 1
- bepalen van  $E$  met een marge van 0,02 J 1
- completeren van de bepaling 1

**17 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Witte gebieden tonen een hoge stralingsintensiteit en dus goed functionerende transportstructuren. De patiënt in figuur 3b heeft parkinson, want de dopaminetransportstructuren zijn deels verdwenen.

- inzicht dat goed functionerende transportstructuren een sterk signaal in de SPECT-scan opleveren 1
- consequente conclusie 1

## Joystick met Hall-sensor

### 18 maximumscore 3

uitkomst:  $d = 9,8 \cdot 10^{-4}$  m

voorbeeld van een berekening:

Er geldt:  $\rho = \frac{RA}{\ell}$ .

Omschrijven geeft:  $A = \frac{\ell\rho}{R} = \frac{14 \cdot 10^{-2} \cdot 0,54}{100 \cdot 10^3} = 7,56 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2$ .

Bovendien geldt:  $A = \frac{1}{4}\pi d^2$ . Dit geeft:  $d = \sqrt{\frac{4 \cdot 7,56 \cdot 10^{-7}}{\pi}} = 9,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ .

- gebruik van  $\rho = \frac{RA}{\ell}$  1
- gebruik van  $A = \frac{1}{4}\pi d^2$  of van  $A = \pi r^2$  met  $r = \frac{1}{2}d$  1
- completeren van de berekening 1

### 19 maximumscore 2

uitkomst:  $U = 3,3$  V (met een marge van 0,2 V)

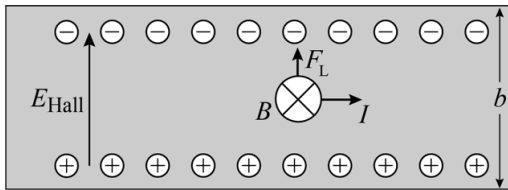
voorbeeld van een bepaling:

Het punt C zit op twee derde van de booglengte AB. Dit geeft voor de spanning tussen A en C:  $U_{AC} = 0,667 \cdot 5,0 = 3,3$  V.

- inzicht in de spanningswet van een serieschakeling 1
- completeren van de bepaling 1

**20 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:



Met een richtingsregel is te vinden dat de lorentzkracht naar boven staat. Dus zitten de elektronen aan de bovenkant en zit de positieve lading aan de onderkant. De richting van het elektrisch veld gaat van plus naar min, dus is het elektrisch veld naar boven gericht.

- inzicht dat  $F_L$  omhoog wijst 1
- aangeven van de negatieve lading aan de zijde waar de lorentzkracht naartoe werkt en van de positieve lading aan de andere zijde 1
- tekenen van de richting van het elektrisch veld van plus naar min 1

**21 maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:

$$F_L = F_{el} \rightarrow Bqv = qE \rightarrow Bv = E = \frac{U}{\Delta x} = \frac{U_{Hall}}{b} \rightarrow U_{Hall} = Bbv$$

- gebruik van  $F_L = Bqv$  en  $F_{el} = qE$  1
- gebruik van  $E = \frac{U}{\Delta x}$  1
- inzicht dat  $U = U_{Hall}$  als  $\Delta x = b$  1
- completeren van de afleiding 1

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

**22 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

De Hall-spanning is het grootst als het magneetveld loodrecht op het Hall-plaatje staat. Dat is dus bij  $-90^\circ$  en bij  $90^\circ$ . Figuur II en IV vallen dan af. De Hall-spanning is evenredig aan de component van de lorentzkracht evenwijdig aan het Hall-plaatje en daarmee evenredig met de sinus van de hoek en dus niet met de hoek zelf. Dus is het figuur I.

- inzicht dat de Hall-spanning bij een hoek van  $-90^\circ$  en  $90^\circ$  het grootst is / inzicht dat bij  $0^\circ$  geldt dat  $F_L = 0$  en dus  $U_{\text{Hall}} = 0$  1
- inzicht dat alleen (de component van)  $F_L$  evenwijdig aan het Hall-plaatje bijdraagt aan de Hall-spanning 1
- consequente conclusie 1

*Opmerking*

*Als de kandidaat redeneert vanuit de loodrechte component van het B-veld en concludeert dat deze component niet lineair verloopt, dit goed rekenen.*

**23 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

De grootte van  $B$  is in de orde van  $10^{-1}$  T.

De grootte van de Hall-spanning is in de orde van  $10^{-6}$  V.

De grootte van  $b$  is in de orde van  $10^{-2}$  m.

Dus is de grootte van de snelheid in de orde van  $10^{-3}$  m s $^{-1}$ .

Antwoord a.

- schatten van de orde van grootte van  $b$  op  $10^{-3}$  m of  $10^{-2}$  m 1
- aflezen van de orde van grootte van de Hall-spanning 1
- gebruik van  $U_{\text{Hall}} = Bbv$  en consequente keuze 1