

Beoordelingsmodel

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

Langlaufen in klassieke stijl

1 maximumscore 4

uitkomst: $s = 2,9$ m (met marge van 0,3 m)

voorbeeld van een antwoord:

De afgelegde weg is gelijk aan de oppervlakte onder de grafieklijn.

De getoonde bewegingscyclus start op $t = 1,97$ s en eindigt op $t = 4,10$ s.

De beginsnelheid is $0,30 \text{ m s}^{-1}$, de maximale snelheid is $2,43 \text{ m s}^{-1}$. De oppervlakte is te benaderen met een rechthoek en een driehoek.

Dit geeft: $s = 0,30 \text{ m s}^{-1} \cdot 2,13 \text{ s} + \frac{1}{2} \cdot 2,13 \text{ m s}^{-1} \cdot 2,13 \text{ s} = 2,9 \text{ m}$.

- inzicht dat de afgelegde weg gelijk is aan de oppervlakte onder de (v,t) -grafiek 1
- inzicht in de tijdsduur van één bewegingscyclus 1
- gebruik van een methode om de oppervlakte te bepalen 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

2 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Als de skiër op twee ski's staat, wordt op elke ski een kracht uitgeoefend van $40 \cdot 9,81 = 392 \text{ N}$.

Er geldt $F_v = Cu$. Voor de inzakking van de ski geldt dan:

$$u = \frac{F_v}{C} = \frac{392}{100 \cdot 10^3} = 3,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 3,9 \text{ mm}.$$

Deze inzakking is meer dan de camberhoogte. (Dus de ski raakt de grond.

Dit houdt in dat deze langlaufer altijd met het midden van minstens een van zijn ski's de sneeuw zal raken. Deze langlaufer is te zwaar voor deze ski's.)

Deze ski's zijn dus niet geschikt voor deze langlaufer.

- inzicht dat het gewicht over twee ski's verdeeld wordt 1
- gebruik van $F_v = Cu$ 1
- completeren van de berekening 1
- vergelijken van de inzakking met de camberhoogte / vergelijken van de veerkracht met het gewicht en consequente conclusie 1

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

3 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

- Als de kracht groter wordt, neemt h af en s dus toe. Het (F, s) -diagram is dus een stijgende lijn. (Dus de diagrammen a en c kunnen niet de juiste zijn.)

Bij gelijke hoogtes (en dus gelijke s) is F_{amateur} groter dan $F_{\text{professional}}$.

In het (F, s) -diagram ligt de grafiek van de amateurski dus boven de grafiek van de professionele ski.

Diagram b is het juiste (F, s) -diagram.

- De arbeid is gelijk aan het oppervlak onder elk van beide grafieken. Voor het indrukken van de amateurski is dus de meeste arbeid nodig.

- inzicht in het verband tussen h en s 1
- inzicht in het verband tussen F_{amateur} en $F_{\text{professional}}$ bij gelijke s / inzicht in het verband tussen s_{amateur} en $s_{\text{professional}}$ bij gelijke F en consequente keuze 1
- inzicht dat de arbeid gelijk is aan de oppervlakte onder de grafiek / inzicht dat voor elke s geldt dat $F_{\text{amateur}} \geq F_{\text{professional}}$ 1
- consequente conclusie 1

4 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

- Het verband tussen de massa en de normaalkracht is recht evenredig. Er geldt: $F_w = f_d F_n$. Dit betekent dat de steilheid van de lijn gelijk is aan de wrijvingscoëfficiënt f_d .

Bij gelijke snelheid is f_d constant, dus onafhankelijk van F_n en dus ook onafhankelijk van de massa m . Er is dus geen sprake van een recht evenredig verband tussen de massa m en de wrijvingscoëfficiënt f_d .

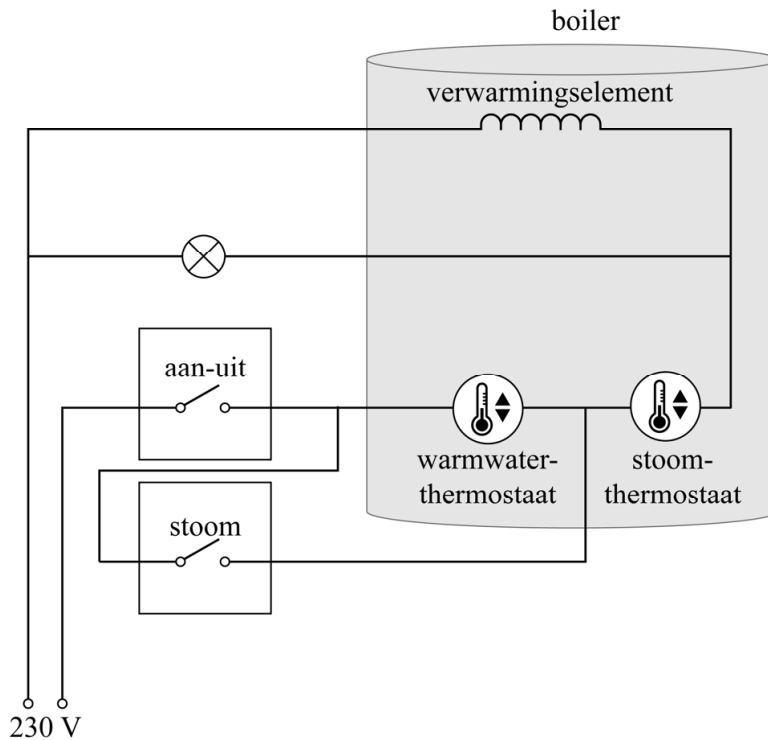
- Bij de grafiek van 15 m s^{-1} is de wrijvingscoëfficiënt f_d tweemaal zo groot als bij de grafiek van 5 m s^{-1} . De snelheid is echter niet tweemaal zo groot. Dus is er géén recht evenredig verband tussen de snelheid v van de ski en de wrijvingscoëfficiënt f_d .

- inzicht dat f_d gelijk is aan de steilheid van de lijn 1
- inzicht dat massa en normaalkracht recht evenredig zijn 1
- inzicht dat f_d bij 15 m s^{-1} niet driemaal zo groot is als bij 5 m s^{-1} 1
- consequente conclusies 1

Cappuccino

5 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:



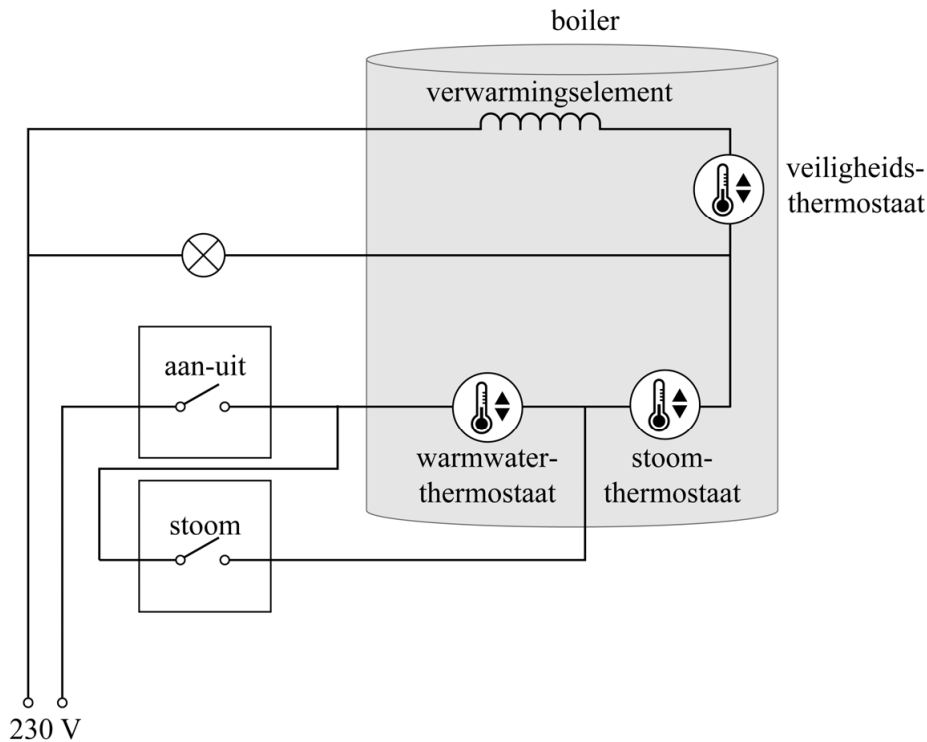
- tekenen van één draad van de stoomknop naar de draad tussen de aan-uitknop en de warmwaterthermostaat 1
- tekenen van één draad van de stoomknop naar de draad tussen de warmwaterthermostaat en de stoomthermostaat 1

Opmerking

Als een niet naar behoren werkende schakeling is getekend, bijvoorbeeld door extra verbindingen, maximaal 1 scorepunt toekennen.

6 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:



- aangeven van de positie van de veiligheidsthermostaat in de tak van het verwarmingselement

1

Opmerking

Als de kandidaat de veiligheidsthermostaat buiten de boiler aangeeft, kan het scorepunt wel gegeven worden.

7 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Voor het rendement geldt: $\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}}$.

Omschrijven geeft: $P_{\text{in}} = \frac{P_{\text{nuttig}}}{\eta} = \frac{0,80 \cdot 10^3}{0,95} = 842 \text{ W}$.

Er geldt: $P = UI$ en $U = IR$,

dus: $R = \frac{U^2}{P} = \frac{230^2}{0,842 \cdot 10^3} = 63 \Omega$.

- gebruik van $\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}}$ met $P_{\text{nuttig}} = 0,80 \text{ kW}$

1

- gebruik van $P = UI$ en $U = IR$ / inzicht dat $P = \frac{U^2}{R}$

1

- completeren van de berekening

1

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

8 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor de weerstand van het verwarmingselement geldt: $\rho = \frac{RA}{\ell}$ met

$$\rho_{\text{nichroom}} = 1,10 \cdot 10^{-6} \Omega\text{m}.$$

Dit geeft voor de oppervlakte: $A = \rho \frac{\ell}{R} = 1,10 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{0,60}{63} = 1,05 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2.$

Bovendien geldt: $A = \pi r^2$ en $d = 2r$. Dit geeft een diameter van de draad van $1,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}$. De diameter van de staaf is duidelijk groter. Dus Mara heeft gelijk.

- gebruik van $\rho = \frac{RA}{\ell}$ met opzoeken ρ_{nichroom} 1
- gebruik van $A = \pi r^2$ en $d = 2r$ 1
- completeren van de berekening 1
- consequente conclusie 1

Opmerkingen

- *Als de kandidaat niet de diameter d , maar alleen de oppervlakte A uitrekent, kan het laatste scorepunt nog worden toegekend.*
- *In ScienceData staat voor de soortelijke weerstand van nichroom de foutieve waarde $1,1 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$.*

Poollicht

9 maximumscore 4

uitkomst: $v = 6,173 \cdot 10^5 \text{ m s}^{-1}$

voorbeeld van een antwoord:

Uit de wet van behoud van energie volgt:

$$(E_k + E_g)_{\text{zon}} = (E_k + E_g)_{\infty} \Rightarrow \frac{1}{2} m v^2 - G \frac{mM}{r} = 0$$

$$\text{Dus } \frac{1}{2} m v^2 = G \frac{mM}{r}.$$

Omschrijven geeft: $v = \sqrt{2 \frac{GM}{r}}$ met $r = R_{\text{zon}}$

$$\text{Invullen geeft: } v = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,674 \cdot 10^{-11} \cdot 1,988 \cdot 10^{30}}{6,963 \cdot 10^8}} = 6,173 \cdot 10^5 \text{ m s}^{-1}.$$

- inzicht dat $E_k + E_g = 0$ 1
- gebruik van $E_k = \frac{1}{2} m v^2$ en $E_g = -G \frac{mM}{r}$ 1
- opzoeken van M_{zon} en R_{zon} 1
- completeren van de berekening en significantie 1

Opmerking

Als de kandidaat gebruikmaakt van ScienceData met $R_{\text{zon}} = 6,955 \cdot 10^8 \text{ m}$, wordt de uitkomst $v = 6,177 \cdot 10^5 \text{ m s}^{-1}$.

10 maximumscore 2

uitkomst: $v_{\text{gem}} = 8,8 \cdot 10^6 \text{ km h}^{-1} (= 2,5 \cdot 10^6 \text{ ms}^{-1})$

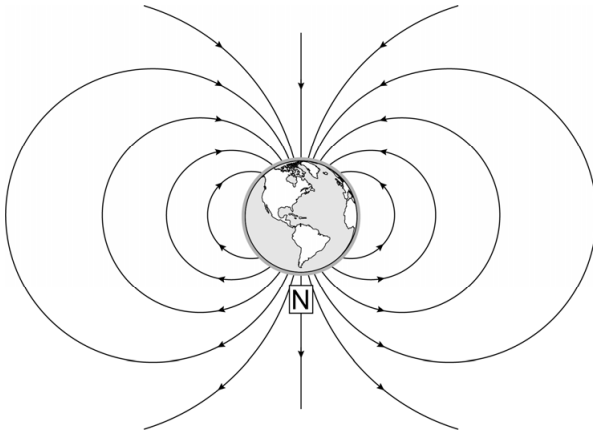
voorbeeld van een antwoord:

$$\text{Er geldt: } v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}, \text{ invullen geeft: } v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1,5 \cdot 10^8}{17} = 8,8 \cdot 10^6 \text{ km h}^{-1}.$$

- gebruik van $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 1
- completeren van de berekening 1

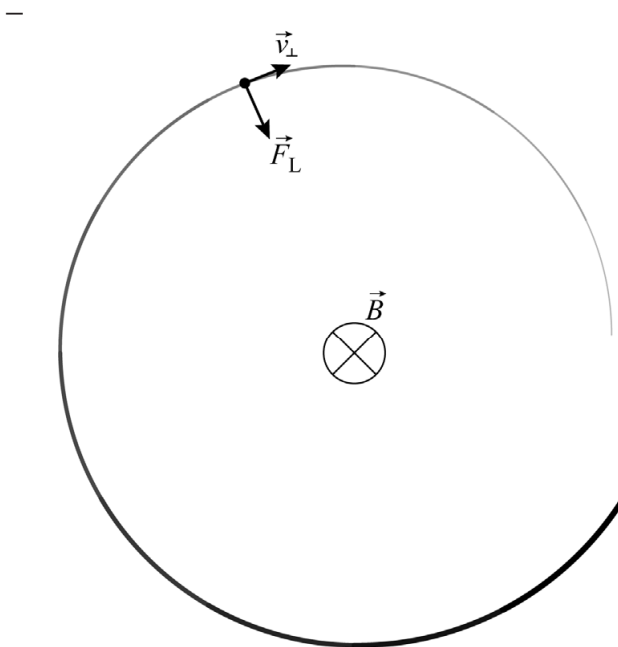
11 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:



12 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



– Uit een richtingsregel voor B , I en F_L volgt dat I tegengesteld is aan v .
Dus is het een negatief geladen deeltje.

- tekenen van de richting van F_L 1
- bepalen van de richting van I met een relevante richtingsregel 1
- consequente conclusie 1

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

13 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Naarmate je dichterbij de polen komt (is de afstand tussen de magnetische veldlijnen steeds kleiner, dus) wordt de magnetische veldsterkte steeds groter. De Lorentzkracht op de geladen deeltjes wordt dus steeds groter (en daardoor wordt de straal van de cirkelbeweging steeds kleiner).

- inzicht dat de magnetische veldsterkte bij de polen groter is 1
- inzicht dat de Lorentzkracht / middelpuntzoekende kracht groter wordt 1

14 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $E = \frac{hc}{\lambda}$.

Invullen geeft: $2,22 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,998 \cdot 10^8}{\lambda}$.

Dit geeft: $\lambda = 559 \text{ nm}$. Dit is de kleur groen / geel.

- gebruik van $E = \frac{hc}{\lambda}$ 1
- opzoeken van h en c 1
- omrekenen van eV naar J 1
- completeren en consequente conclusie 1

15 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

- Boven 300 km is de dichtheid van N_2 zeer klein. De kans dat de O-atomen met N_2 -moleculen botsen is dus klein (waardoor ze vooral rood licht zullen uitzenden).
- Magenta (is de overheersende kleur, omdat onder 100 km de dichtheid van N_2 veel groter is dan van O).

- inzicht dat boven 300 km de dichtheid van N_2 klein is 1
- inzicht dat de kans op een botsing van een O-atoom met een N_2 -molecuul klein is 1
- inzicht dat onder 100 km de overheersende kleur magenta is 1

Boomwhackers

16 maximumscore 4

uitkomst: $\ell = 0,64$ m

voorbeeld van een antwoord:

De frequentie van de grondtoon kan worden afgelezen en is $2,7 \cdot 10^2$ Hz.

Voor de golflengte van de grondtoon geldt: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{343}{2,7 \cdot 10^2} = 1,27$ m.

De akoestische lengte moet daarvoor zijn: $\ell = \frac{1}{2} \lambda = \frac{1}{2} \cdot 1,27 = 0,64$ m.

- aflezen van een resonantiefrequentie met een marge van $0,2 \cdot 10^2$ Hz 1
- gebruik van $v = \lambda f$ en opzoeken van de geluidssnelheid 1
- gebruik van $\ell = n \frac{1}{2} \lambda$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

17 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Volgens de gegeven formule is de akoestische lengte groter dan de buislengte. Dit betekent dat de buiken van de staande golf buiten de buis zullen liggen.

- inzicht dat de akoestische lengte groter is dan de buislengte 1
- consequente conclusie 1

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

18 maximumscore 3

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Uitleg met behulp van nauwkeurighedsregel voor optellen en aftrekken

Bij een optelling wordt de nauwkeurigheid bepaald door het kleinste aantal decimalen (van de termen).

De lengte van de buis wordt in millimeters nauwkeurig gegeven. Een eventueel grotere nauwkeurigheid van de tweede term heeft dus geen invloed op de nauwkeurigheid van de akoestische lengte.

Jelle heeft dus geen gelijk.

- inzicht dat bij een optelling het kleinste aantal decimalen bepalend is voor het aantal decimalen in de uitkomst 1
- inzicht dat het (eventueel) nauwkeuriger worden van de tweede term geen invloed heeft op het aantal decimalen in de uitkomst 1
- consequente conclusie 1

methode 2

Uitleg met behulp van nauwkeurighedsregel voor vermenigvuldigen en delen

De factor 0,31 in de tweede term (experimenteel bepaald) zorgt ervoor dat het aantal significante cijfers van de tweede term gelijk blijft aan twee. Een grotere nauwkeurigheid van de binnendiameter heeft dus geen invloed op de nauwkeurigheid van de akoestische lengte. Jelle heeft dus geen gelijk.

- inzicht dat bij een vermenigvuldiging het kleinste aantal significante cijfers in de factoren bepalend is voor het aantal significante cijfers in de uitkomst 1
- inzicht dat het aantal significante cijfers in de experimenteel bepaalde correctiefactor (0,31) bepalend is voor het aantal significante cijfers in de tweede term 1
- consequente conclusie 1

Opmerkingen

- *Het gebruik van een van beide methodes is voldoende om de vraag te beantwoorden.*
- *Als de kandidaat bij gebruik van methode 2 concludeert dat het antwoord één significant cijfer heeft vanwege de waarde 2 in de formule, maximaal 1 scorepunt toekennen.*

19 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De lengte en de binnendiameter van de buizen zijn tot op een mm nauwkeurig gemeten. De foutmarge van de akoestische lengte, en daarmee ook van de golflengte, is in de orde van grootte van een mm. Deze foutmarge is te klein om zichtbaar weergegeven te worden in figuur 3.

- inzicht in (de orde van grootte van) de foutmarge
- inzicht dat (de orde van grootte van) de foutmarge vergeleken moet worden met (de orde van grootte van) de golflengte / de dikte van het getekende meetpunt

1

1

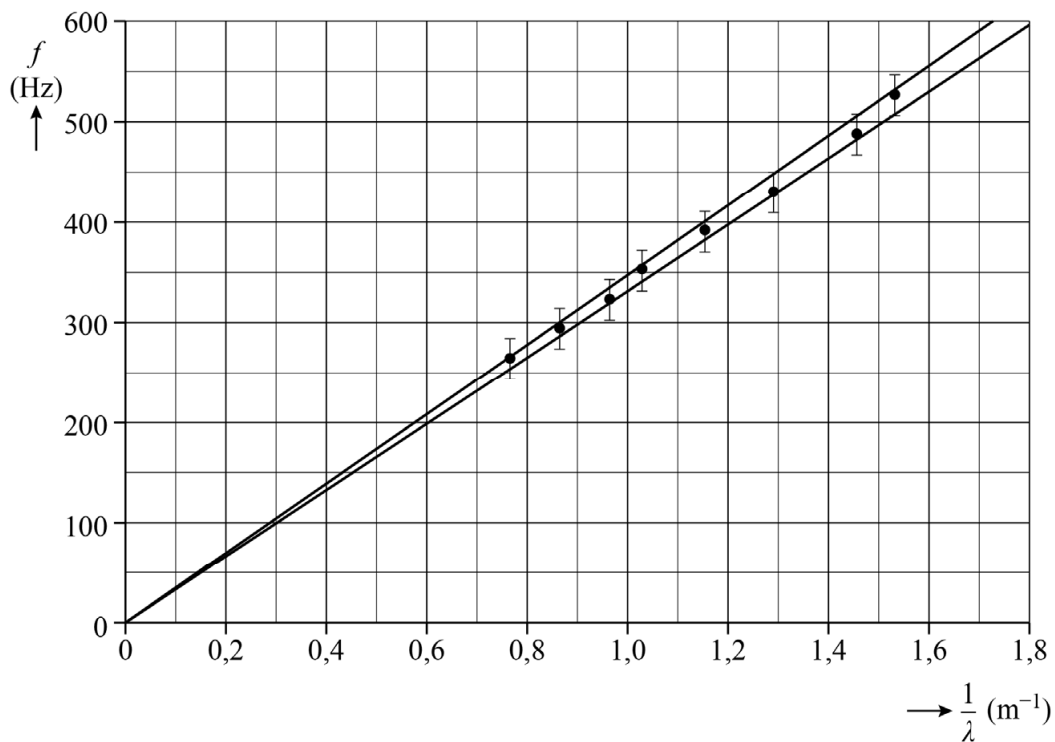
20 maximumscore 4

uitkomsten:

$$v_{\min} = 3,3 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}$$

$$v_{\max} = 3,5 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}$$

voorbeeld van een antwoord:



Er geldt: $v = \lambda f$. Dus geldt een recht evenredig verband tussen f en $\frac{1}{\lambda}$.

Voor de minimale waarde van de geluidssnelheid geldt dan:

$$v_{\min} = \frac{\Delta f}{\Delta\left(\frac{1}{\lambda}\right)} = \frac{593}{1,80} = 3,3 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-1}.$$

Voor de maximale waarde van de geluidssnelheid geldt dan:

$$v_{\max} = \frac{\Delta f}{\Delta\left(\frac{1}{\lambda}\right)} = \frac{600}{1,72} = 3,5 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-1}.$$

- op de horizontale as de grootheid $\frac{1}{\lambda}$ met de eenheid m^{-1} 1
- tekenen van de twee uiterste rechte lijnen door de foutmarges van alle meetpunten en door de oorsprong 1
- inzicht dat de steilheid van de lijn gelijk is aan de geluidssnelheid 1
- completeren van de bepalingen en significantie 1

Ramsauer en Townsend

21 maximumscore 2

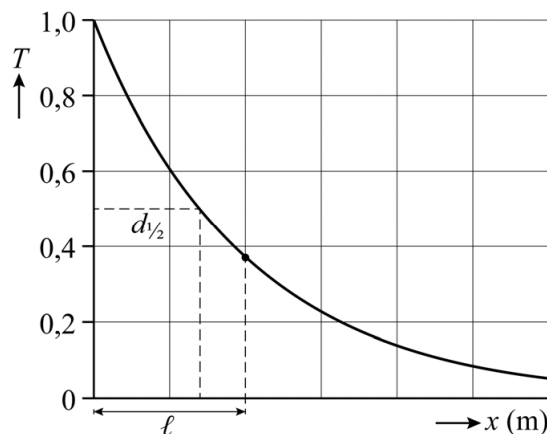
voorbeeld van een antwoord:

Bij een botsing met een gasatoom zal de richting van de snelheid van het elektron veranderen. Het elektron maakt daarmee geen deel meer uit van de bundel. De kans op een botsing neemt toe met de afstand. (De intensiteit van de bundel neemt dus af bij toenemende afstanden.)

- inzicht dat elektronen na een botsing de bundel kunnen verlaten 1
- inzicht dat de kans op een botsing toeneemt met de afstand 1

22 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



– Als $x = \ell$ volgt uit formule (1) dat $T = e^{-1} = 0,368$. In de grafiek is te zien dat dit overeenkomt met het aangegeven punt.

- aangeven van de halveringsdikte 1
- inzicht dat ℓ ingevuld moet worden voor x 1
- uitrekenen van T en vergelijken met de grafiek 1

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

23 maximumscore 3

uitkomst: $\lambda = 1,2 \text{ nm}$

voorbeeld van een antwoord:

Voor de de Broglie-golflengte geldt: $\lambda = \frac{h}{p}$.

Uit $p = mv$ en $E_k = \frac{1}{2} m v^2$ volgt: $p = \sqrt{2mE_k}$.

Invullen geeft: $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \cdot 9,11 \cdot 10^{-31} \cdot 1,60 \cdot 10^{-19}}} = 1,2 \text{ nm}$.

- gebruik van $\lambda = \frac{h}{p}$ 1
- gebruik van $p = mv$ en $E_k = \frac{1}{2} m v^2$ / inzicht dat $p = \sqrt{2mE_k}$ 1
- completeren van de berekening 1

24 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Volgens formule (2) treedt resonantie op bij verschillende waarden van de golflengte: $\lambda_{II} = \frac{2L}{n}$.

Voor de golflengte geldt ook $\lambda = \frac{h}{p}$, dus bij verschillende waarden van de

impuls in gebied II treedt resonantie op en dus ook bij verschillende waarden van de kinetische energie in gebied II.

Volgens formule (3) geldt in gebied II: $E_{\text{elek}} = E_{\text{kin}} - E_{\text{pot}}$.

Dus er treedt resonantie op bij verschillende waarden van E_{elek} .

- inzicht dat uit formule (2) volgt dat resonantie optreedt bij verschillende golflengtes 1
- inzicht dat uit $\lambda = \frac{h}{p}$ volgt dat een andere golflengte een andere impuls oplevert 1
- inzicht dat een andere impuls een andere kinetische energie oplevert 1
- inzicht dat uit formule (3) volgt dat een andere kinetische energie een andere E_{elek} oplevert 1

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

25 maximumscore 4

uitkomst: $E_{\text{put}} = 6,8 \text{ eV}$

voorbeeld van een antwoord:

Er treedt resonantie op bij $E_{\text{elek}} = 1,0 \text{ eV}$.

Voor de energieniveaus van een deeltje in een put met oneindig hoge

wanden geldt: $E_n = \frac{n^2 h^2}{8mL^2}$.

De eerste piek komt overeen met $n = 1$, dus: $E_{\text{kin}} = E_1 = \frac{h^2}{8mL^2}$.

Invullen geeft: $E_{\text{kin}} = \frac{(6,63 \cdot 10^{-34})^2}{8 \cdot 9,11 \cdot 10^{-31} \cdot (0,22 \cdot 10^{-9})^2} = 1,2 \cdot 10^{-18} \text{ J}$.

Omrekenen naar eV geeft: $E_{\text{kin}} = 7,8 \text{ eV}$.

Uit formule (3) volgt: $E_{\text{put}} = 7,8 - 1,0 = 6,8 \text{ eV}$.

- gebruik van $E_n = \frac{n^2 h^2}{8mL^2}$ met $n = 1$ 1
- gebruik van formule (3) met $E_{\text{elek}} = 1,0 \text{ eV}$ 1
- completeren van de berekening 1
- significantie 1

Bronvermeldingen

Langlaufen in klassieke stijl

figuur 1 Shutterstock ID: 186351818

figuur 2 Shutterstock ID: 95551669

overige figuren Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2023

Cappuccino

alle figuren Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2023

Poollicht

figuur 1 Shutterstock ID:1120772963

figuur 2 Shutterstock ID: 752393257

alle figuren Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2023

Boomwhackers

alle figuren Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2023

Ramsauer en Townsend

figuur 3 Carl Ramsauer - Wikipedia (https://en.wikipedia.org/wiki/Carl_Ramsauer)

John Sealy Townsend - Wikipedia (https://en.wikipedia.org/wiki/John_Sealy_Townsend)

overige figuren Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2023