Correctievoorschrift

oefentoets v6

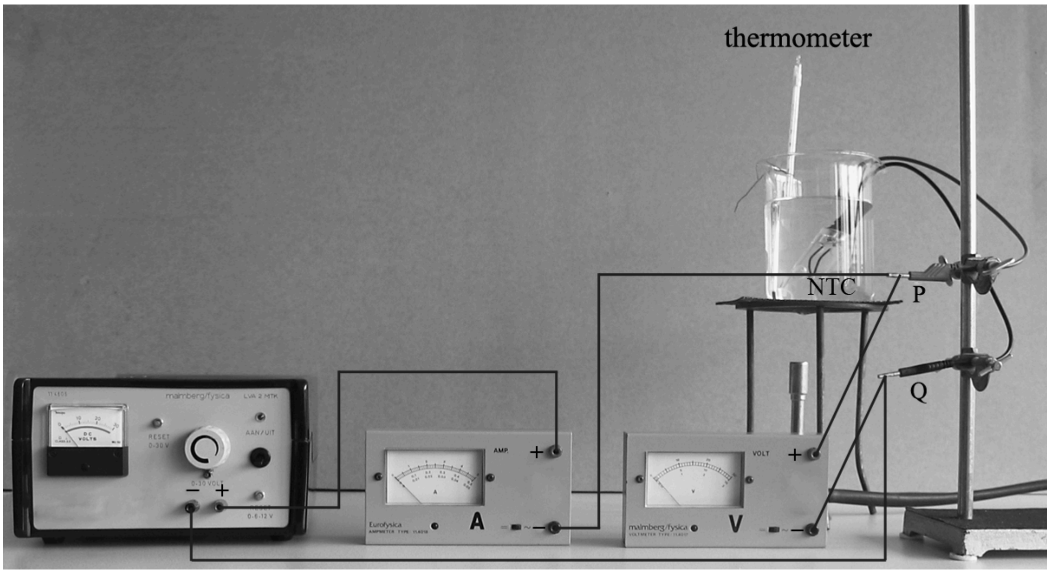
Natuurkunde vwo

Maximaal aantal punten: 63

WaarschuwingsLED

1 **maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:



- tekenen van een gesloten kring van de spanningsbron en de NTC
- opnemen van ampèremeter in serie in deze kring
- opnemen van de voltmeter parallel aan de NTC of aan de spanningsbron

Opmerking
Bij deze opgave hoeft geen rekening gehouden te worden met de polariteit van de meters.

2 maximumscore 4

voorbeeld van een uitleg:

Bij een lage temperatuur is de weerstand van de NTC groot. Hierdoor is de spanning over de NTC groot en de spanning over de LED dus klein. Als de spanning over de LED kleiner is dan $1{,}5\ \mathrm{V}$ brandt de LED niet. (Bij een hogere temperatuur brandt de LED dus wel.)

- inzicht dat bij een lage temperatuur R_{NTC} groot is
- inzicht dat U_{NTC} groot is als R_{NTC} groot is
- inzicht dat U_{LED} klein is als U_{NTC} groot is
- completeren van de uitleg

3 maximumscore 5

uitkomst: $R = 3,0 \cdot 10^2\ \Omega$

voorbeeld van een bepaling:

Aflezen in figuur 2: bij $20\ ^\circ\mathrm{C}$ geldt $R_{\mathrm{NTC}} = 5{,}9 \cdot 10^2\ \Omega$.

Aflezen in figuur 3: bij $1{,}0\ \mathrm{mA}$ geldt $U_{\mathrm{LED}} = 1{,}5\ \mathrm{V}$.

Daaruit volgt: $U_{\mathrm{NTC}} = 5{,}0 - 1{,}5 = 3{,}5\ \mathrm{V}$.

Er geldt $I_{\mathrm{NTC}} = \dfrac{U_{\mathrm{NTC}}}{R_{\mathrm{NTC}}} = \dfrac{3{,}5}{5{,}9 \cdot 10^2} = 5{,}93 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{A}$.

$I_{\mathrm{LED}} = 1{,}0\ \mathrm{mA}$ zodat

$I_{\mathrm{R}} = 5{,}93 \cdot 10^{-3} - 1{,}0 \cdot 10^{-3} = 4{,}93 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{A}$.

Voor R van de variabele weerstand geldt nu:

$$R = \frac{U_{\mathrm{R}}}{I_{\mathrm{R}}} = \frac{1{,}5}{4{,}93 \cdot 10^{-3}} = 3{,}0 \cdot 10^2\ \Omega$$

- bepalen van R_{NTC} (met een marge van $20\ \Omega$) en bepalen van U_{LED}
- inzicht dat $U_{\mathrm{NTC}} = U_{\mathrm{bron}} - U_{\mathrm{LED}}$
- inzicht dat $I_{\mathrm{NTC}} = \dfrac{U_{\mathrm{NTC}}}{R_{\mathrm{NTC}}}$
- inzicht dat $I_{\mathrm{R}} = I_{\mathrm{NTC}} - I_{\mathrm{LED}}$
- completeren van de bepaling

Lycopeen

4 maximumscore 5

uitkomst: $1,24 \cdot 10^3$ nm

voorbeeld van een antwoord:
Voor de lengte L geldt: $L = 21 \cdot 1,4 \cdot 10^{-10} = 2,94 \cdot 10^{-9}$ m.
Er zijn in totaal 22 vrije elektronen. Dat betekent dat in de grondtoestand de eerste elf niveaus bezet zijn. Voor de energie van het foton met de maximale golflengte geldt dan:

$$E_\mathrm{f} = \Delta E_n = E_{12} - E_{11} = 12^2 \frac{h^2}{8mL^2} - 11^2 \frac{h^2}{8mL^2} = 23 \frac{h^2}{8mL^2}.$$

Invullen geeft: $E_\mathrm{f} = 23 \frac{(6{,}626 \cdot 10^{-34})^2}{8 \cdot 9{,}11 \cdot 10^{-31} \cdot (2{,}94 \cdot 10^{-9})^2} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ J.

Voor de fotonenergie geldt: $E_\mathrm{f} = \frac{hc}{\lambda}$. Invullen en uitwerken levert dan:

$$\lambda = \frac{hc}{E_f} = \frac{6{,}626 \cdot 10^{-34} \cdot 3{,}00 \cdot 10^8}{1{,}603 \cdot 10^{-19}} = 1,24 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{m} = 1,24 \cdot 10^3\ \mathrm{nm}.$$

De horizontale as van figuur 6 loopt tot 560 nm. (De berekende golflengte is groter dan dit maximum, dus de maximale golflengte is groter dan de waarde die volgt uit figuur 6.)

- inzicht dat in de grondtoestand de energieniveaus 1 t/m 11 bezet zijn (1)
- gebruik van $E_\mathrm{f} = |E_m - E_n|$ (1)
- gebruik van $E_n = n^2 \frac{h^2}{8mL^2}$ (1)
- gebruik van $E_\mathrm{f} = \frac{hc}{\lambda}$ (1)
- completeren van de berekening en vergelijken met figuur 6 (1)

Opmerking
Als de kandidaat de berekende golflengte vergelijkt met de golflengte die hoort bij de absorptiepiek bij 505 nm, dit niet aanrekenen.

5 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
De gemeten golflengte is kleiner dan de berekende. De energie van het foton is dan dus groter. De lengte van de energieput moet dan kleiner zijn. (En dus is de effectieve putlengte kleiner dan de afstand L)

- inzicht dat de energie van het foton groter moet zijn / inzicht dat de energieovergang in de energieput groter moet zijn (1)
- consequente conclusie over de effectieve putlengte (1)

Viool

6 maximumscore 3

uitkomst: $f = 2{,}6 \cdot 10^2\ \mathrm{Hz}$

voorbeeld van een bepaling:
Voor 2 perioden wordt een afstand gemeten van $7{,}8\ \mathrm{cm}$. Dat komt overeen met een tijd van $7{,}8 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{s}$.
Daarmee geldt: $T = \dfrac{7{,}8 \cdot 10^{-3}}{2} = 3{,}9 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{s}$.
Er geldt: $f = \dfrac{1}{T} = \dfrac{1}{3{,}9 \cdot 10^{-3}}$.
Hieruit volgt: $f = 2{,}6 \cdot 10^2\ \mathrm{Hz}$.

- bepalen van T (met een marge van $0{,}1 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{s}$)
- gebruik van $f = \dfrac{1}{T}$
- completeren van de bepaling en significantie

7 maximumscore 3

uitkomst: $v = 425\ \mathrm{m\ s^{-1}}$

Voorbeeld van een berekening:
$v = f\lambda$. Hierin is $\frac{1}{2}\lambda = 32{,}2 \cdot 10^{-2}\ \mathrm{m}$ zodat
$v = 2 \cdot 32{,}2 \cdot 10^{-2} \cdot 660 = 425\ \mathrm{m\ s^{-1}}$.

- gebruik van $v = f\lambda$
- inzicht dat $\lambda = 2\times$ de afstand tussen kam en kielhoutje
- completeren van de berekening

8 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
Voor staande golven in een snaar met lengte ℓ geldt: $\ell = n \cdot \frac{1}{2}\lambda$. Dus voor de golflengtes van de grondtoon en boventonen geldt: $\lambda_n = \dfrac{2\ell}{n}$.
Voor de frequentie geldt: $f = \dfrac{v}{\lambda}$. Combineren geeft: $f_n = n\dfrac{v}{2\ell}$.
Dus $f_n = nf_{\mathrm{grondtoon}}$ met $f_{\mathrm{grondtoon}} = \dfrac{v}{2\ell}$.

- gebruik van $\ell = n \cdot \frac{1}{2}\lambda$
- gebruik van $v = \lambda f$
- completeren van de afleiding

9 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Voor de frequenties van boventonen in een snaar geldt $f_{\mathrm{n}} = n \cdot f_{\mathrm{grondtoon}}$.

De frequenties van de grondtonen verhouden zich als $2:3$. Als de factoren n in bovenstaande formule zich voor de twee snaren verhouden als $3:2$, geeft dit dezelfde frequentie van de boventonen. Dit is dus het geval bij $f = 1320\ \mathrm{Hz}$ en $f = 2640\ \mathrm{Hz}$ enz.

- gebruik van $f_{\mathrm{n}} = n \cdot f_{\mathrm{grondtoon}}$ met het inzicht dat de factoren n zich verhouden als $2:3$
- completeren van het antwoord

Elektronendiffractie

10 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $\lambda = \dfrac{h}{p} = \dfrac{h}{mv}$. Bovendien geldt dat de toename in kinetische energie gelijk is aan de afname van de elektrische energie.

In formule: $\frac{1}{2}mv^2 = eU$.

Omschrijven levert: $v = \sqrt{\dfrac{2eU}{m}}$. Invullen in de eerste formule geeft de gevraagde formule: $\lambda = \dfrac{h}{\sqrt{2emU}}$.

- inzicht dat $\lambda = \dfrac{h}{p} = \dfrac{h}{mv}$
- inzicht dat $\frac{1}{2}mv^2 = eU$
- completeren van de afleiding

11 maximumscore 2

uitkomst: $\lambda = 1{,}7 \cdot 10^{-11}\ \mathrm{m}$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $\lambda = \dfrac{h}{\sqrt{2emU}}$.

Invullen levert:

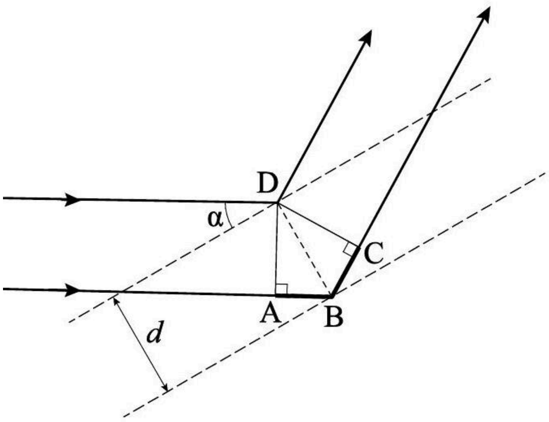
$$\lambda = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \cdot 1{,}60 \cdot 10^{-19} \cdot 9{,}11 \cdot 10^{-31} \cdot 5{,}0 \cdot 10^{3}}} = 1{,}7 \cdot 10^{-11}\ \mathrm{m}$$

- opzoeken van h, m en e
- completeren van de berekening

12 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

- De dikke lijnen geven het verschil in weglengte aan:



- Constructieve interferentie treedt op als het weglengteverschil gelijk is aan een geheel aantal maal de golflengte: $\Delta s = n\lambda$.
  Er geldt: $\sin\alpha = \dfrac{\mathrm{AB}}{\mathrm{BD}} = \dfrac{\frac{1}{2}\Delta s}{d}$.
  Voor het weglengteverschil geldt dan: $\Delta s = 2d\sin\alpha$.
  Combineren levert formule 2.

- aangeven van het verschil in weglengte in de figuur
- inzicht dat $\Delta s = n\lambda$
- inzicht dat $\sin\alpha = \dfrac{\mathrm{AB}}{\mathrm{BD}}$
- completeren van de afleiding

13 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Ook voor de verschillende ringen geldt: $2d\sin\alpha = n\lambda$. Dus als λ hetzelfde blijft, is bij kleinere d de waarde van $\sin\alpha$ groter. Dus is de hoek groter. Dus hoort d_1 bij de buitenste ring.

- inzicht dat voor de ringen geldt $2d\sin\alpha = n\lambda$
- consequente conclusie

14 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Bij lage versnelspanningen (krijgen de elektronen een lagere snelheid en) wordt de debroglie-golflengte te groot om interferentie te zien. De debroglie-golflengte moet kleiner zijn dan $2d$.

- inzicht dat de debroglie-golflengte groter wordt bij een lagere versnelspanning
- inzicht dat de debroglie-golflengte kleiner moet zijn dan $2d$

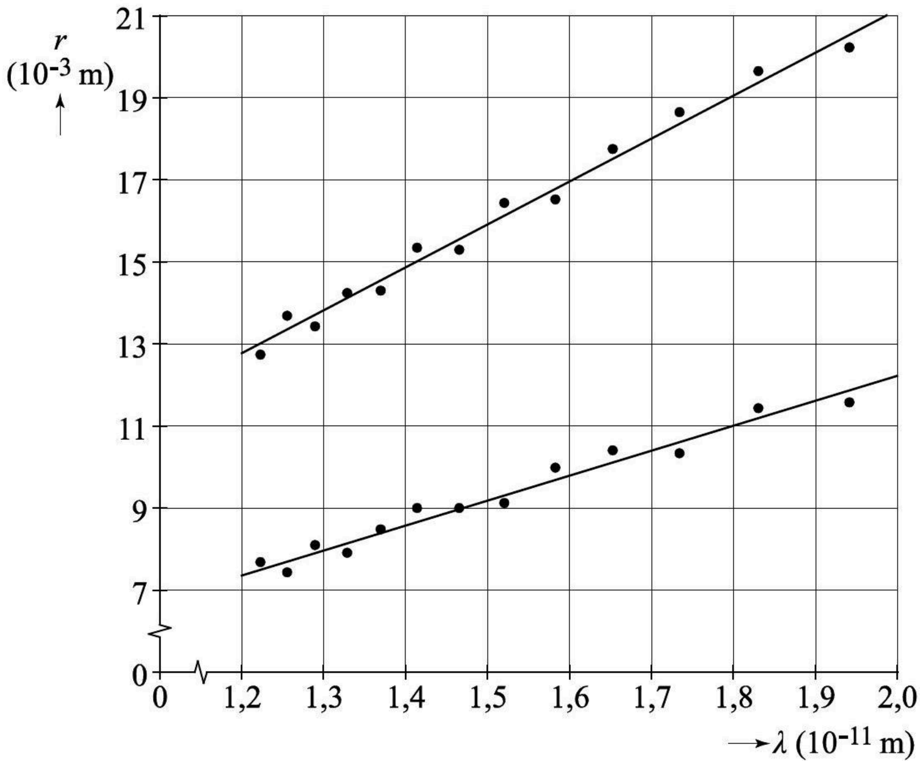
Opmerkingen

- *Als de kandidaat voor het tweede scorepunt antwoordt:* $\sin\alpha$ *wordt groter dan* 1*, dit goed rekenen.*
- *Als de kandidaat bij het tweede scorepunt antwoordt dat de debrogliegolflengte in de orde van grootte moet zijn van de afstanden tussen de lijnen, dit goed rekenen.*

15 maximumscore 4

uitkomst: $d = 1{,}2 \cdot 10^{-10}\ \mathrm{m}$ (met een marge van $0{,}2 \cdot 10^{-10}\ \mathrm{m}$)

voorbeeld van een bepaling:
Door de punten is een lijn te tekenen.
De helling van de lijn is gelijk aan $\dfrac{2R}{d}$.



Voor de bovenste lijn geldt dan:

$$\text{helling} = \frac{0{,}021 - 0{,}013}{1{,}98 \cdot 10^{-11} - 1{,}22 \cdot 10^{-11}} = 1{,}05 \cdot 10^{9} = \frac{2R}{d}.$$

Omschrijven levert: $d = \dfrac{2 \cdot 65 \cdot 10^{-3}}{1{,}05 \cdot 10^{9}} = 1{,}2 \cdot 10^{-10}\ \mathrm{m}.$

- tekenen van een lijn door de punten
- inzicht dat voor de helling van de lijn geldt: $\text{helling} = \dfrac{2R}{d}$
- aflezen van de helling in de figuur op de uitwerkbijlage / aflezen van een punt op de lijn
- completeren van de bepaling

Opmerking
Als de kandidaat een punt neemt dat niet op de lijn ligt, het derde scorepunt niet toekennen.

Ramsauer en Townsend

16 **maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

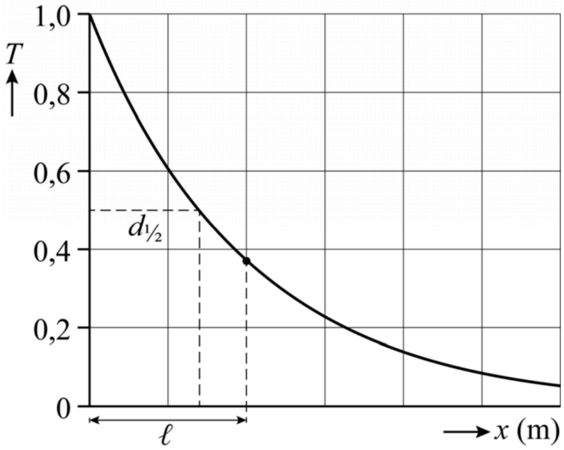
Bij een botsing met een gasatoom zal de richting van de snelheid van het elektron veranderen. Het elektron maakt daarmee geen deel meer uit van de bundel. De kans op een botsing neemt toe met de afstand. (De intensiteit van de bundel neemt dus af bij toenemende afstanden.)

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

17 **maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

- Halveringsdikte als volgt:



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

18 maximumscore 3

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

voorbeeld van een antwoord:

Voor de debroglie-golflengte geldt: $\lambda = \dfrac{h}{p}$.

Uit $p = mv$ en $E_\text{k} = \frac{1}{2}mv^2$ volgt: $p = \sqrt{2\ mE_\text{k}}$.

Invullen geeft:

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

- gebruik van $\lambda = \dfrac{h}{p}$
- gebruik van $p = mv$ en $E_\text{k} = \frac{1}{2}mv^2$ / inzicht dat $p = \sqrt{2mE_\text{k}}$
- completeren van de berekening

19 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

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

Voor de golflengte geldt ook $\lambda = \dfrac{h}{p}$, 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: $E_\text{elek} = E_\text{kin} - E_\text{put}$.

Dus er treedt resonantie op bij verschillende waarden van E_elek.

- inzicht dat uit formule 2 volgt dat resonantie optreedt bij verschillende golflengtes
- inzicht dat uit $\lambda = \dfrac{h}{p}$ volgt dat een andere golflengte een andere impuls oplevert
- inzicht dat een andere impuls een andere kinetische energie oplevert
- inzicht dat uit formule 3 volgt dat een andere kinetische energie een andere E_elek oplevert

20 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: $E_n = \dfrac{n^2 h^2}{8mL^2}$.

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

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