Correctievoorschrift VWO

2022

tijdvak 1

natuurkunde

Het correctievoorschrift bestaat uit:
1 Regels voor de beoordeling
2 Algemene regels
3 Vakspecifieke regels
4 Beoordelingsmodel
5 Aanleveren scores

1 Regels voor de beoordeling

Het werk van de kandidaten wordt beoordeeld met inachtneming van de artikelen 41 en 42 van het Eindexamenbesluit VO.
Voorts heeft het College voor Toetsen en Examens op grond van artikel 2 lid 2d van de Wet College voor toetsen en examens de Regeling beoordelingsnormen en bijbehorende scores centraal examen vastgesteld.
Voor de beoordeling zijn de volgende aspecten van de artikelen 36, 41, 41a en 42 van het Eindexamenbesluit VO van belang:
1 De directeur doet het gemaakte werk met een exemplaar van de opgaven, de beoordelingsnormen en het proces-verbaal van het examen toekomen aan de examinator. Deze kijkt het werk na en zendt het met zijn beoordeling aan de directeur. De examinator past de beoordelingsnormen en de regels voor het toekennen van scorepunten toe die zijn gegeven door het College voor Toetsen en Examens.
2 De directeur doet de van de examinator ontvangen stukken met een exemplaar van de opgaven, de beoordelingsnormen, het proces-verbaal en de regels voor het bepalen van de score onverwijld aan de directeur van de school van de gecommitteerde toekomen. Deze stelt het ter hand aan de gecommitteerde.

natuurkundeuitgelegd.nl

3 De gecommitteerde beoordeelt het werk zo spoedig mogelijk en past de beoordelingsnormen en de regels voor het bepalen van de score toe die zijn gegeven door het College voor Toetsen en Examens.
De gecommitteerde voegt bij het gecorrigeerde werk een verklaring betreffende de verrichte correctie. Deze verklaring wordt mede ondertekend door het bevoegd gezag van de gecommitteerde.
4 De examinator en de gecommitteerde stellen in onderling overleg het behaalde aantal scorepunten voor het centraal examen vast.
5 Indien de examinator en de gecommitteerde daarbij niet tot overeenstemming komen, wordt het geschil voorgelegd aan het bevoegd gezag van de gecommitteerde. Dit bevoegd gezag kan hierover in overleg treden met het bevoegd gezag van de examinator. Indien het geschil niet kan worden beslecht, wordt hiervan melding gemaakt aan de inspectie. De inspectie kan een derde onafhankelijke corrector aanwijzen. De beoordeling van deze derde corrector komt in de plaats van de eerdere beoordelingen.

2 Algemene regels

Voor de beoordeling van het examenwerk zijn de volgende bepalingen uit de regeling van het College voor Toetsen en Examens van toepassing:
1 De examinator vermeldt op een lijst de namen en/of nummers van de kandidaten, het aan iedere kandidaat voor iedere vraag toegekende aantal scorepunten en het totaal aantal scorepunten van iedere kandidaat.
2 Voor het antwoord op een vraag worden door de examinator en door de gecommitteerde scorepunten toegekend, in overeenstemming met correctievoorschrift. Scorepunten zijn de getallen 0, 1, 2, ..., n, waarbij n het maximaal te behalen aantal scorepunten voor een vraag is. Andere scorepunten die geen gehele getallen zijn, of een score minder dan 0 zijn niet geoorloofd.
3 Scorepunten worden toegekend met inachtneming van de volgende regels:
3.1 indien een vraag volledig juist is beantwoord, wordt het maximaal te behalen aantal scorepunten toegekend;
3.2 indien een vraag gedeeltelijk juist is beantwoord, wordt een deel van de te behalen scorepunten toegekend in overeenstemming met het beoordelingsmodel;
3.3 indien een antwoord op een open vraag niet in het beoordelingsmodel voorkomt en dit antwoord op grond van aantoonbare, vakinhoudelijke argumenten als juist of gedeeltelijk juist aangemerkt kan worden, moeten scorepunten worden toegekend naar analogie of in de geest van het beoordelingsmodel;
3.4 indien slechts één voorbeeld, reden, uitwerking, citaat of andersoortig antwoord gevraagd wordt, wordt uitsluitend het eerstgegeven antwoord beoordeeld;
3.5 indien meer dan één voorbeeld, reden, uitwerking, citaat of andersoortig antwoord gevraagd wordt, worden uitsluitend de eerstgegeven antwoorden beoordeeld, tot maximaal het gevraagde aantal;
3.6 indien in een antwoord een gevraagde verklaring of uitleg of afleiding of berekening ontbreekt dan wel foutief is, worden 0 scorepunten toegekend tenzij in het beoordelingsmodel anders is aangegeven;

natuurkundeuitgelegd.nl

3.7 indien in het beoordelingsmodel verschillende mogelijkheden zijn opgenomen, gescheiden door het teken /, gelden deze mogelijkheden als verschillende formuleringen van hetzelfde antwoord of onderdeel van dat antwoord;
3.8 indien in het beoordelingsmodel een gedeelte van het antwoord tussen haakjes staat, behoeft dit gedeelte niet in het antwoord van de kandidaat voor te komen;
3.9 indien een kandidaat op grond van een algemeen geldende woordbetekenis, zoals bijvoorbeeld vermeld in een woordenboek, een antwoord geeft dat vakinhoudelijk onjuist is, worden aan dat antwoord geen scorepunten toegekend, of tenminste niet de scorepunten die met de vakinhoudelijke onjuistheid gemoeid zijn.

4 Het juiste antwoord op een meerkeuzevraag is de hoofdletter die behoort bij de juiste keuzemogelijkheid. Als het antwoord op een andere manier is gegeven, maar onomstotelijk vaststaat dat het juist is, dan moet dit antwoord ook goed gerekend worden. Voor het juiste antwoord op een meerkeuzevraag wordt het in het beoordelingsmodel vermelde aantal scorepunten toegekend. Voor elk ander antwoord worden geen scorepunten toegekend. Indien meer dan één antwoord gegeven is, worden eveneens geen scorepunten toegekend.

5 Een fout mag in de uitwerking van een vraag maar één keer worden aangerekend, tenzij daardoor de vraag aanzienlijk vereenvoudigd wordt en/of tenzij in het beoordelingsmodel anders is vermeld.

6 Een zelfde fout in de beantwoording van verschillende vragen moet steeds opnieuw worden aangerekend, tenzij in het beoordelingsmodel anders is vermeld.

7 Indien de examinator of de gecommitteerde meent dat in een examen of in het beoordelingsmodel bij dat examen een fout of onvolkomenheid zit, beoordeelt hij het werk van de kandidaten alsof examen en beoordelingsmodel juist zijn. Hij kan de fout of onvolkomenheid mededelen aan het College voor Toetsen en Examens.
Het is niet toegestaan zelfstandig af te wijken van het beoordelingsmodel. Met een eventuele fout wordt bij de definitieve normering van het examen rekening gehouden.

8 Scorepunten worden toegekend op grond van het door de kandidaat gegeven antwoord op iedere vraag. Er worden geen scorepunten vooraf gegeven.

9 Het cijfer voor het centraal examen wordt als volgt verkregen.
Eerste en tweede corrector stellen de score voor iedere kandidaat vast. Deze score wordt meegedeeld aan de directeur.
De directeur stelt het cijfer voor het centraal examen vast op basis van de regels voor omzetting van score naar cijfer.

NB1 *T.a.v. de status van het correctievoorschrift:*
Het College voor Toetsen en Examens heeft de correctievoorschriften bij regeling vastgesteld. Het correctievoorschrift is een zogeheten algemeen verbindend voorschrift en valt onder wet- en regelgeving die van overheidswege wordt verstrekt. De corrector mag dus niet afwijken van het correctievoorschrift.

natuurkundeuitgelegd.nl

NB2 *T.a.v. het verkeer tussen examinator en gecommitteerde (eerste en tweede corrector):*
Het aangeven van de onvolkomenheden op het werk en/of het noteren van de behaalde scores bij de vraag is toegestaan, maar niet verplicht. Evenmin is er een standaardformulier voorgeschreven voor de vermelding van de scores van de kandidaten. Het vermelden van het schoolexamencijfer is toegestaan, maar niet verplicht. Binnen de ruimte die de regelgeving biedt, kunnen scholen afzonderlijk of in gezamenlijk overleg keuzes maken.

NB3 *T.a.v. aanvullingen op het correctievoorschrift:*
Er zijn twee redenen voor een aanvulling op het correctievoorschrift: verduidelijking en een fout.
Verduidelijking
Het correctievoorschrift is vóór de afname opgesteld. Na de afname blijkt pas welke antwoorden kandidaten geven. Vragen en reacties die via het Examenloket bij de Toets- en Examenlijn binnenkomen, kunnen duidelijk maken dat het correctievoorschrift niet voldoende recht doet aan door kandidaten gegeven antwoorden. Een aanvulling op het correctievoorschrift kan dan alsnog duidelijkheid bieden.
Een fout
Als het College voor Toetsen en Examens vaststelt dat een centraal examen een fout bevat, kan het besluiten tot een aanvulling op het correctievoorschrift.

Een aanvulling op het correctievoorschrift wordt door middel van een mailing vanuit Examenblad.nl bekendgemaakt. Een aanvulling op het correctievoorschrift wordt zo spoedig mogelijk verstuurd aan de examensecretarissen.
Soms komt een onvolkomenheid pas geruime tijd na de afname aan het licht. In die gevallen vermeldt de aanvulling:

– Als het werk al naar de tweede corrector is gezonden, past de tweede corrector deze aanvulling op het correctievoorschrift toe.
  en/of
– Als de aanvulling niet is verwerkt in de naar Cito gezonden Wolf-scores, voert Cito dezelfde wijziging door die de correctoren op de verzamelstaat doorvoeren.

Dit laatste gebeurt alleen als de aanvulling luidt dat voor een vraag alle scorepunten moeten worden toegekend.

Als een onvolkomenheid op een dusdanig laat tijdstip geconstateerd wordt dat een aanvulling op het correctievoorschrift ook voor de tweede corrector te laat komt, houdt het College voor Toetsen en Examens bij de vaststelling van de N-term rekening met de onvolkomenheid.

natuurkundeuitgelegd.nl

3 Vakspecifieke regels

Voor dit examen zijn de volgende vakspecifieke regels vastgesteld:

1 Een afwijking in de uitkomst van een berekening/bepaling door acceptabel tussentijds afronden wordt de kandidaat niet aangerekend.

2 Het laatste scorepunt, aangeduid met ‘completeren van de berekening/bepaling’, wordt niet toegekend als:
- een of meer rekenfouten gemaakt zijn,
- de eenheid van een uitkomst niet of verkeerd vermeld is, tenzij gezien de vraagstelling het weergeven van de eenheid overbodig is (In zo’n geval staat in het beoordelingsmodel de eenheid tussen haakjes),
- antwoordelementen foutief met elkaar gecombineerd zijn,
- een onjuist antwoordelement een substantiële vereenvoudiging van de berekening/bepaling tot gevolg heeft.

3 Het scorepunt voor het gebruik van een formule wordt toegekend als de kandidaat laat zien kennis te hebben van de betekenis van de symbolen uit de formule. Dit blijkt als:
- de juiste formule is geselecteerd, én
- voor minstens één symbool een waarde is ingevuld die past bij de betreffende grootheid.

natuurkundeuitgelegd.nl

4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores

Vrije worp bij basketbal

1 maximumscore 4

uitkomst: $v = 7{,}5 \text{ m s}^{-1}$

voorbeeld van een antwoord:
Zowel de snelheid in de x-richting als de snelheid in de y-richting kan bepaald worden uit de steilheid van de grafiek.
Voor de snelheidscomponent in de x-richting geldt:

$$v_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{4{,}55 - 0{,}35}{1{,}2} = 3{,}5 \text{ m s}^{-1}.$$

De snelheidscomponent in de y-richting volgt uit de helling van (de raaklijn aan) de grafiek op $t = 0$ s:
Dit levert:

$$v_y = \left(\frac{\Delta y}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}} = \frac{5{,}0 - 2{,}3}{0{,}41} = 6{,}6 \text{ m s}^{-1}.$$

De componenten van de snelheid kunnen gecombineerd worden met de stelling van Pythagoras om de totale snelheid te berekenen:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{(3{,}5)^2 + (6{,}6)^2} = 7{,}5 \text{ m s}^{-1}.$$

- inzicht dat de helling van (de raaklijn aan) de grafiek gelijk is aan de snelheid 1
- bepalen van v_x (met een marge van $0{,}2 \text{ m s}^{-1}$) en van v_y ($6{,}2 \text{ m s}^{-1} \leq v_y \leq 7{,}7 \text{ m s}^{-1}$) 1
- inzicht dat $v = \sqrt{{v_x}^2 + {v_y}^2}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

Opmerking
Als de kandidaat v_y bepaalt met $\Delta v = g\Delta t$ en Δt de tijd van het begin tot de top van de baan dit goed rekenen.

natuurkundeuitgelegd.nl

2 maximumscore 4

uitkomst: $s = 0{,}28$ m (met een marge van $0{,}03$ m) en $F_{res} = 55$ N

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

– De diameter van de bal is in werkelijkheid 24 cm. Dan geldt voor de afstand die de bal aflegt tussen de twee foto's:

$$\frac{s}{0{,}24\text{ m}} = \frac{15}{13} \rightarrow s = 0{,}277\text{ m} = 0{,}28\text{ m}$$

– Tijdens de worp wordt er arbeid verricht door de resulterende kracht op de bal. Deze arbeid wordt omgezet in kinetische energie van de bal.

Er geldt: $W = \Delta E_k$. Uitschrijven geeft: $F_{res}s = \frac{1}{2}mv_{eind}^2$.

Dit geeft: $F_{res} = \frac{mv_{eind}^2}{2s} = \frac{0{,}600 \cdot 7{,}1^2}{2 \cdot 0{,}277} = 55\text{ N}$.

- inzicht dat s bepaald moet worden aan de hand van de schaal van de foto 1
- gebruik van $W = Fs$ 1
- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- completeren van de bepaling en de berekening en significantie van s 1

of

methode 2:

– De diameter van de bal is in werkelijkheid 24 cm. Dan geldt voor de afstand die de bal aflegt tussen de twee foto's:

$$\frac{s}{0{,}24\text{ m}} = \frac{15}{13} \rightarrow s = 0{,}277\text{ m} = 0{,}28\text{ m}$$

– De tijd waarin de bal deze afstand aflegt kan worden berekend met $\Delta t = \frac{s}{v_{gem}}$, met $v_{gem} = \frac{1}{2}v_{eind}$. Dus $\Delta t = \frac{0{,}277\text{ m}}{\frac{1}{2} \cdot 7{,}1\text{ m s}^{-1}} = 0{,}0780\text{ s}$.

De gemiddelde resulterende kracht op de bal wordt gegeven door $F_{res} = ma$, met $a_{gem} = \frac{v_{eind}}{\Delta t}$. Dit geeft $F_{res} = 0{,}600 \cdot \frac{7{,}1}{0{,}0780} = 55\text{ N}$.

- inzicht dat s bepaald moet worden aan de hand van de schaal van de foto 1
- gebruik van $F_{res} = ma$ met het inzicht dat $a_{gem} = \frac{v_{eind}}{\Delta t}$ 1
- inzicht dat $\Delta t = \frac{s}{v_{gem}}$, met $v_{gem} = \frac{1}{2}v_{eind}$ 1
- completeren van de bepaling en de berekening en significantie van s 1

natuurkundeuitgelegd.nl

3 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
(Het model moet stoppen als de bal van bovenaf de hoogte van de ring bereikt.) De verticale snelheid moet negatief zijn en de y-waarde moet lager dan 3,05 zijn. (In het kort: als $y < 3{,}05$ en $v_y < 0$.)

- inzicht dat: $y < 3{,}05\,(\text{m})$ / $y \leq 3{,}05\,(\text{m})$ 1
- inzicht dat: $v_y < 0\,(\text{m s}^{-1})$ / $\text{d}y < 0\,(\text{m})$ 1

Opmerkingen
– *De formulering van de antwoorden hoeft niet volgens de afspraken van een computermodel te zijn.*
– *Omdat bij de beoordeling geen rekening gehouden hoeft te worden met significantie kunnen bij het eerste scorepunt 3 en 3,1 ook goed gerekend worden.*

4 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
Bij resultaat C eindigt de bal op $x = 4{,}6\,\text{m}$ en op y = 3,05 m. Uit figuur 2 blijkt dat daar de ring hangt.

- inzicht dat de hoogtes uit figuur 2 en figuur 6 overeenkomen 1
- inzicht dat de horizontale afstanden uit figuur 2 en figuur 6 overeenkomen 1

natuurkundeuitgelegd.nl

5 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Als de startwaarde van v_y verandert, verandert ook de maximale hoogte die de bal bereikt. (Als alleen de startwaarde van v_x verandert, blijft de maximale hoogte gelijk.)

Bij de resultaten A en E is er sprake van een kleinere en een grotere maximale hoogte in vergelijking met resultaat C. Hier moet dus sprake zijn van een variatie in de startwaarde van v_y.

Bij de resultaten B en D is de maximaal bereikte hoogte gelijk aan die bij resultaat C. (De horizontaal afgelegde afstand is hier echter anders.) Dit betekent dat er sprake moet zijn van een variatie in de startwaarde van v_x.

resultaat	**is het gevolg van een variatie in de startwaarde van …**	
A		v_y
B	v_x	
D	v_x	
E		v_y

- inzicht dat een constante waarde voor de startwaarde van v_y een constante maximale hoogte geeft / inzicht dat een variatie in de startwaarde voor v_y een variatie in de hoogte geeft 1
- consequente conclusie voor de resultaten A en E 1
- consequente conclusie voor de resultaten B en D 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Qled-tv

6 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
De quantum-dot zal altijd een foton uitzenden dat maximaal de energie heeft van het invallende foton. Een violet foton heeft meer energie dan een blauw, groen of rood foton.

- inzicht dat het invallende foton minimaal de energie moet hebben van het uitgezonden foton 1
- inzicht dat een violet foton meer energie heeft dan een foton van de genoemde kleuren 1

7 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
De fotonenergie moet groter zijn dan de bandgap. (Dus halfgeleiders met een bandgap kleiner dan 2,75 eV zijn geschikt / halfgeleiders met een bandgap groter dan 3,10 eV zijn niet geschikt.)

halfgeleider	E_{gap} (eV)		
Si	1,12	geschikt	
CdSe	1,74	geschikt	
Si_3N_4	5		ongeschikt
GaAs	1,43	geschikt	
GaP	2,26	geschikt	

- inzicht dat de bandgap niet groter mag zijn dan de fotonenergie 1
- consequent invullen van de tabel 1

natuurkundeuitgelegd.nl

8 maximumscore 5

uitkomst: $\lambda_B = 3 \cdot 10^{-9}$ m

voorbeeld van een antwoord:

– Er geldt: $\lambda_B = \frac{h}{p}$.

Bovendien geldt: $E_k = \frac{1}{2}mv^2$. Met $p = mv$ levert dit: $E_k = \frac{p^2}{2m}$

Omschrijven levert: $p = \sqrt{2mE_k}$.

Met $m = m_{eff}$ levert dit uiteindelijk $\lambda_B = \frac{h}{\sqrt{2m_{eff}E_k}}$.

– Invullen levert:

$$\lambda_B = \frac{h}{\sqrt{2m_{eff}E_k}} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \cdot 0,13 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}} = 3 \cdot 10^{-9} \text{ m.}$$

- gebruik van $\lambda_B = \frac{h}{p}$ en $p = mv$ 1
- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- completeren van de afleiding 1
- gebruik van $m_{eff} = 0,13 \cdot m_e$ en opzoeken m_e 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

9 maximumscore 4

uitkomst: $C = 6{,}0 \cdot 10^{-37}\ (\text{Jm}^2)$

voorbeeld van een antwoord:
Voor de nulpuntsenergie van een deeltje in een eendimensionale energieput met oneindig hoge wanden geldt: $E_n = \frac{n^2 h^2}{8mL^2}$ met $n = 1$.

Voor de nulpuntsenergie van de twee (onafhankelijke) deeltjes in de quantum-dot geldt dus

$$E_{\text{nul}} = \frac{h^2}{8m_{\text{eff, elektron}}L^2} + \frac{h^2}{8m_{\text{eff, gat}}L^2} \text{ met } L = R.$$

Voor de fotonenergie geldt $E_{\text{f}} = E_{\text{gap}} + E_{\text{nul}}$ en dus

$$E_{\text{f}} = E_{\text{gap}} + \frac{h^2}{8m_{\text{eff, elektron}}R^2} + \frac{h^2}{8m_{\text{eff, gat}}R^2} = E_{\text{gap}} + \left(\frac{h^2}{8m_{\text{eff, elektron}}} + \frac{h^2}{8m_{\text{eff, gat}}}\right)\frac{1}{R^2}.$$

Dus ($E_{\text{f}} = E_{\text{gap}} + \frac{C}{R^2}$, met) $C = \frac{h^2}{8m_{\text{eff, elektron}}} + \frac{h^2}{8m_{\text{eff, gat}}}$.

Invullen en uitrekenen levert:

$$C = \frac{h^2}{8m_e}\left(\frac{1}{0{,}13} + \frac{1}{0{,}45}\right) = \frac{\left(6{,}63 \cdot 10^{-34}\right)^2}{8 \cdot 9{,}11 \cdot 10^{-31}}\left(\frac{1}{0{,}13} + \frac{1}{0{,}45}\right) = 6{,}0 \cdot 10^{-37}\ (\text{Jm}^2).$$

- inzicht dat $E_{\text{f}} = E_{\text{gap}} + E_{\text{nul}}$ 1
- gebruik van $E_n = \frac{n^2 h^2}{8mL^2}$ met $n = 1$ en $L = R$ 1
- (completeren van de afleiding met het) inzicht dat
  $C = \frac{h^2}{8m_{\text{eff, elektron}}} + \frac{h^2}{8m_{\text{eff, gat}}}$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

10 maximumscore 4

uitkomst: $R = 2{,}4$ nm

voorbeeld van een antwoord:

Voor de fotonenergie geldt: $E_f = \frac{hc}{\lambda}$. Invullen levert:

$$E_f = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 3{,}00 \cdot 10^{8}}{534 \cdot 10^{-9}} = 3{,}72 \cdot 10^{-19} \text{ J}.$$

Omrekenen naar elektronvolt geeft: $E_f = 2{,}33$ eV

Aflezen in figuur 6 geeft:

$R^{-2} = 0{,}17$ nm$^{-2} \longrightarrow R^2 = 5{,}9$ nm$^2 \longrightarrow R = 2{,}4$ nm.

- gebruik van $E_f = \frac{hc}{\lambda}$ 1
- omrekenen van J naar eV 1
- consequent aflezen van R^{-2} in figuur 6 (met een marge van $0{,}02$ nm^{-2}) 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

Opmerkingen

– *Als de kandidaat E_{gap} bepaalt door extrapoleren van de grafiek naar $R^{-2} = 0$ en vervolgens bij de berekening gebruik maakt van een foutief antwoord uit vraag 9, dit niet aanrekenen.*

– *Als de kandidaat de golflengte omzet in een energie met behulp van het informatieboek, kunnen scorepunt 1 (en eventueel 2) toegekend worden.*

natuurkundeuitgelegd.nl

Practicum warmtestraling

11 maximumscore 4

uitkomst: $P = 1{,}1 \cdot 10^{2}$ W

voorbeeld van een antwoord:
Voor de doorsnede van de draad geldt:

$$A = \tfrac{1}{4}\pi d^2 = \tfrac{1}{4}\pi \cdot \left(4{,}0 \cdot 10^{-5}\right)^2 = 1{,}26 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2.$$

Voor de weerstand van de draad geldt dan:

$$R = \rho \frac{\ell}{A} = 0{,}45 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{0{,}35}{1{,}26 \cdot 10^{-9}} = 1{,}25 \cdot 10^{2} \ \Omega.$$

Voor het opgenomen elektrische vermogen geldt dan:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{120^2}{1{,}25 \cdot 10^{2}} = 1{,}1 \cdot 10^{2} \text{ W}.$$

- gebruik van $A = \tfrac{1}{4}\pi d^2$ 1
- gebruik van $R = \rho \frac{\ell}{A}$ met opzoeken van ρ 1
- inzicht dat $P = \frac{U^2}{R}$ / gebruik van $P = UI$ en $U = IR$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking
ScienceData geeft $\rho = 50 \cdot 10^{-8}$ Ω m. *Dat geeft* $P = 1{,}0 \cdot 10^{2}$ W.

12 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
De weerstandstemperatuurcoëfficiënt voor constantaan is $0{,}05 \cdot 10^{-3}$ K^{-1}.
De factor waarmee ρ_0 vermenigvuldigd wordt is
$1 + \alpha(T - T_0)$.
Invullen levert $1 + 0{,}05 \cdot 10^{-3}(300 - 20) = 1{,}014$.
De toename is dus 1,4 %. Deze waarde is kleiner dan 5%. Tess heeft dus gelijk.

- opzoeken van de waarde voor de weerstandstemperatuurcoëfficiënt 1
- inzicht dat de factor $1 + \alpha(T - T_0)$ / de toename $\alpha(T - T_0)$ berekend moet worden 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

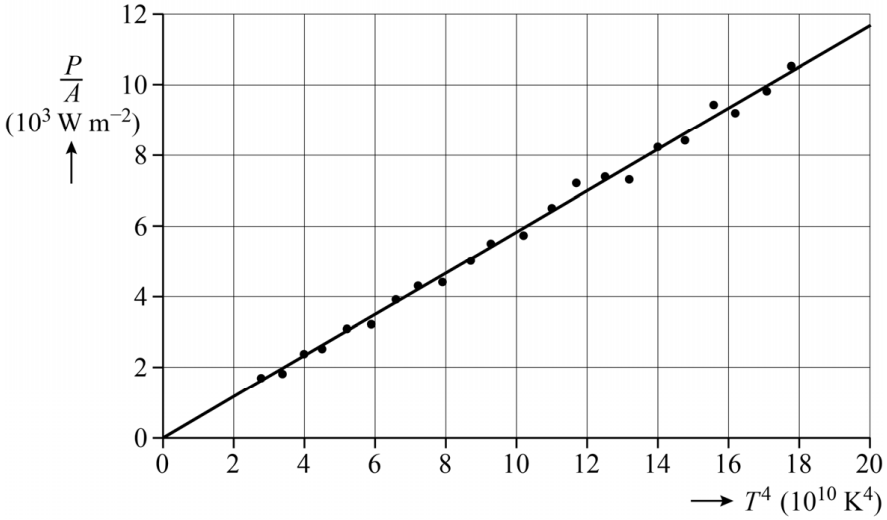
Opmerking
ScienceData geeft voor de weerstandstemperatuurcoëfficiënt
$\alpha = 0{,}02 \cdot 10^{-3}$ K^{-1}. *De factor wordt dan 1,0056.*

natuurkundeuitgelegd.nl

13 maximumscore 5

uitkomst: $\sigma = 5{,}8 \cdot 10^{-8}$ W m^{-2} K^{-4} (met een marge van $0{,}2 \cdot 10^{-8}$ W m^{-2} K^{-4})

voorbeeld van een antwoord:



– Een rechte lijn door de oorsprong duidt op een recht evenredig verband tussen beide grootheden langs de assen.
Het verband tussen het stralingsvermogen en de temperatuur wordt gegeven door de wet van Stefan-Boltzmann: $P = \sigma A T^4$
Ofwel: $\frac{P}{A} = \sigma T^4$. Dus $\frac{P}{A}$ is recht evenredig met T^4. De bijbehorende grafiek zal dus een rechte lijn door de oorsprong zijn.
– De helling van de lijn is gelijk aan de constante van Stefan-Boltzmann σ.
Dit geeft: $\sigma = \frac{\Delta\left(\frac{P}{A}\right)}{\Delta\left(T^4\right)} = \frac{11{,}6 \cdot 10^3}{20{,}0 \cdot 10^{10}} = 5{,}8 \cdot 10^{-8}$ W m^{-2} K^{-4}.

- inzicht dat een recht evenredig verband een rechte lijn door de oorsprong oplevert 1
- inzicht dat uit de wet van Stefan-Boltzmann volgt dat $\frac{P}{A}$ recht evenredig is met T^4 1
- tekenen van een rechte lijn door de oorsprong en passend bij de meetpunten 1
- inzicht dat de helling van de lijn gelijk is aan σ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

14 maximumscore 3

uitkomst: $\lambda_{max} = 4{,}42 \cdot 10^{-6}$ m

voorbeeld van een antwoord:
Met behulp van de wet van Wien kan de golflengte berekend worden waarbij er sprake is van de maximale stralingsintensiteit bij een temperatuur van 383 °C = 656 K.
Er geldt: $\lambda_{max} T = k_W$.
Invullen geeft: $\lambda_{max} \cdot 656 = 2{,}898 \cdot 10^{-3} \rightarrow \lambda_{max} = 4{,}42 \cdot 10^{-6}$ m.

- gebruik van $\lambda_{max} T = k_W$ 1
- omrekenen van °C naar K 1
- completeren van de berekening en significantie 1

15 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Volgens de kwadratenwet is I evenredig met $\frac{1}{x^2}$, dus $\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{x_2}{x_1}\right)^2$.

Invullen van de eerste en de laatste meting geeft:

$\frac{I_1}{I_2} = \frac{4810}{620} = 7{,}76$

en

$\left(\frac{x_2}{x_1}\right)^2 = \left(\frac{70}{40}\right)^2 = 3{,}1$.

Deze verhoudingen zijn niet gelijk, dus geldt hier de kwadratenwet niet.

- inzicht dat de kwadratenwet betekent dat I evenredig is met x^{-2} 1
- inzicht dat de verhouding van twee intensiteitsmetingen berekend moet worden 1
- inzicht dat de verhouding van de bijbehorende afstanden berekend moet worden 1
- completeren van de berekeningen en consequente conclusie 1

opmerking:
als de kandidaat het eerste scorepunt niet behaald heeft kan ook het laatste scorepunt niet toegekend worden

natuurkundeuitgelegd.nl

Om het hoekje

16 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

$^{90}_{38}\text{Sr} \rightarrow {}^{90}_{39}\text{Y} + {}^{0}_{-1}\beta$

- alleen een bètadeeltje en Y-90 rechts van de pijl 1
- alleen Sr links van de pijl mits verkregen via kloppende atoomnummers 1
- aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

17 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

Y-90 (of een eventuele andere dochterkern is zelf instabiel en) vervalt onder uitzending van (onder andere) gammastraling.

- inzicht dat gammastraling afkomstig is van Y-90 of een andere dochterkern 1

18 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De richting van de stroom is tegengesteld aan de richting van de beweging van de β^--deeltjes. De lorentzkracht zorgt voor een afbuiging van de β^--deeltjes. Toepassen van een richtingsregel geeft dat de magnetische veldlijnen van R naar L lopen. De noordpool moet zich dus bevinden op plaats R.

- inzicht dat de richting van de stroom tegengesteld is aan die van de deeltjes / inzicht dat de deeltjes een negatieve lading hebben 1
- inzicht in de richting van de lorentzkracht 1
- benoemen van een richtingsregel / inzicht in de richting van de magnetische veldlijnen en consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

19 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt dat $F_{mpz} = F_L$, met $F_{mpz} = \frac{mv^2}{r}$ en $F_L = Bqv$. Invullen en omschrijven geeft $v = \frac{Bqr}{m}$.

- inzicht dat $F_{mpz} = F_L$ 1
- gebruik van $F_{mpz} = \frac{mv^2}{r}$ en $F_L = Bqv$ 1
- completeren van de afleiding 1

20 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt volgens formule (1): $v = \frac{Bqr}{m}$.

Invullen geeft: $v = \frac{0{,}1 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}20}{9{,}1 \cdot 10^{-31}} = 4 \cdot 10^{9}$ m s^{-1}.

Deze snelheid is veel groter dan de lichtsnelheid. Er moet dus rekening gehouden worden met relativistische effecten.

- gebruik van $v = \frac{Bqr}{m}$ met opzoeken van q en m 1
- completeren van de berekening 1
- vergelijken met de lichtsnelheid en consequente conclusie 1

21 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

In de eerste meetreeks wordt de achtergrondstraling gemeten.

22 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

Door botsingen met luchtmoleculen kunnen bètadeeltjes via een omweg de GM-sensor bereiken.

Opmerking

Voor alleen het noemen van gammastraling als oorzaak het scorepunt niet toekennen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Speciale fluit

23 maximumscore 6

voorbeeld van een antwoord:

–

Er geldt: $v = f\lambda$. Omschrijven en invullen geeft:

$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{343}{6{,}0 \cdot 10^2} = 0{,}572$ m. Dus geldt voor de afstand van het uiteinde van de buis tot de buik: $\frac{1}{4}\lambda = \frac{1}{4} \cdot 0{,}572 = 0{,}143$ m.

Omdat het plaatje op schaal 1 : 2 getekend is, ligt in de figuur de buik op 7,1 cm van het gesloten uiteinde met de knoop K.

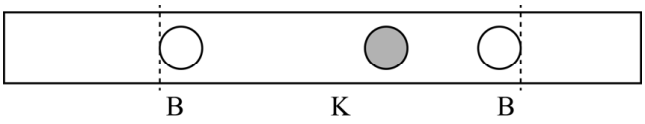
– Bij toon II is de afstand van het gesloten uiteinde tot het open gat kleiner dan bij toon I. De golflengte van toon II zal daarom kleiner zijn dan de golflengte van toon I. De frequentie van toon II is dus hoger dan die van toon I.

- gebruik van $v = f\lambda$ en opzoeken van v_{geluid} 1
- inzicht dat de afstand van buik tot knoop gelijk is aan $\frac{1}{4}\lambda$ 1
- gebruik van de schaalfactor 1
- completeren van de berekening en consequent aangeven van B 1
- inzicht dat de afstand van de knoop tot het open gat bij toon II kleiner is 1
- consequente conclusie over de frequentie 1

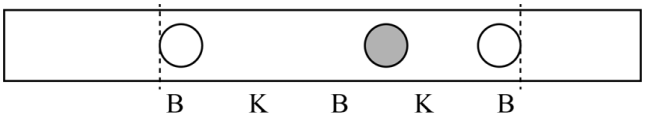
natuurkundeuitgelegd.nl

24 maximumscore 3

voorbeelden van een antwoord:



of



- een afwisseling van knopen en buiken met minimaal 2 buiken en 1 knoop in het gebied tussen de stippellijnen 1
- inzicht dat de onderlinge afstanden tussen alle knopen en buiken gelijk zijn 1
- in de buurt van beide open gaten bevindt zich een buik 1

25 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Als de temperatuur stijgt, neemt de geluidssnelheid toe. (De golflengte in de fluit blijft constant.) Volgens $v = \lambda f$ zal de frequentie en dus de toonhoogte toenemen.

- inzicht in toenemende geluidssnelheid bij toenemende temperatuur 1
- gebruik van $v = \lambda f$ / inzicht dat v evenredig is met f 1
- consequente conclusie ten aanzien van de toonhoogte 1

natuurkundeuitgelegd.nl

5 Aanleveren scores

Verwerk de scores van de alfabetisch eerste vijf kandidaten per examinator in de applicatie Wolf. Cito gebruikt deze gegevens voor de analyse van de examens.
Om de gegevens voor dit doel met Cito uit te wisselen dient u ze uiterlijk op 31 mei te accorderen.

Ook na 31 mei kunt u nog tot en met 8 juni gegevens voor Cito accorderen. Deze gegevens worden niet meer meegenomen in de hierboven genoemde analyses, maar worden wel meegenomen bij het genereren van de groepsrapportage.

Na accordering voor Cito kunt u in Wolf de gegevens nog wijzigen om ze vervolgens vrij te geven voor het overleg met de externe corrector. Deze optie is relevant als u Wolf ook gebruikt voor uitwisseling van de gegevens met de externe corrector.

Foton De nieuwe natuurkundemethode voor de bovenbouw
Theorie, oefenopgaven, antwoorden in één overzichtelijk boek inclusief SE-keuzeonderwerpen
Betaalbaar: € 35,- voor de complete stof. Meer info: natuurkundeuitgelegd.nl