Correctievoorschrift VWO

2021

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 fout in de nauwkeurigheid van de uitkomst gemaakt is (zie punt 3),
- 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 De uitkomst van een berekening/bepaling mag één significant cijfer meer of minder bevatten dan op grond van de nauwkeurigheid van de vermelde gegevens verantwoord is, tenzij in de vraag is vermeld hoeveel significante cijfers de uitkomst dient te bevatten.

4 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

Planck

1 maximumscore 1

voorbeelden van een antwoord:
- De aardatmosfeer laat niet alle straling uit het microgolfgebied door.
- De condities van de aardatmosfeer verschillen in de tijd.
- In de atmosfeer is te veel microgolfstraling uit de omgeving aanwezig.

2 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
- De maximale waarde wordt bereikt bij $|x| = r_{\text{aarde}}$.
- De maximale waarde van $a_{\text{g, aarde}}$ is 9,8 m s^{-2}.

- inzicht dat de maximale waarde wordt bereikt bij $|x| = r_{\text{aarde}}$ 1
- inzicht dat de maximale waarde van $a_{\text{g, aarde}}$ gelijk is aan 9,8 (m s^{-2}) 1

Opmerking
Bij de beoordeling van deze vraag hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

3 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
De gravitatieversnelling ten gevolge van de zon, $a_{\text{g, zon}}$, wordt niet beïnvloed door de aanwezigheid van de aarde. De grafieklijn loopt vrijwel rechtdoor. De gravitatieversnelling ten gevolge van de aarde, $a_{\text{g, aarde}}$, verandert van richting bij positieve waarden van x en wordt dus negatief. Het juiste antwoord is grafiek IV.

- inzicht dat $a_{\text{g, zon}}$ niet beïnvloed wordt door de aanwezigheid van de aarde 1
- inzicht dat het teken van $a_{\text{g, aarde}}$ verandert als je van negatieve naar positieve waarden van x gaat 1
- consequente keuze voor de grafiek 1

natuurkundeuitgelegd.nl

4 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $F_{\text{g, hemellichaam}} = F_{\text{mpz}}$, met $F_{\text{mpz}} = \dfrac{mv^2}{r}$ en $F_{\text{g, hemellichaam}} = m\,a$.

Voor de omloopsnelheid geldt: $v = \dfrac{2\pi r}{T}$.

Invullen geeft: $F_{\text{g, hemellichaam}} = \dfrac{4\pi^2 mr}{T^2}$, en dus: $a = \dfrac{4\pi^2 r}{T^2}$.

Omschrijven geeft: $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{r}{a}}$.

- inzicht dat $F_{\text{g}} = F_{\text{mpz}}$ 1
- gebruik van $F_{\text{mpz}} = \dfrac{mv^2}{r}$ en $F = m\,a$ 1
- gebruik van $v = \dfrac{2\pi r}{T}$ 1
- completeren van de afleiding 1

5 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Als T gelijk moet zijn bij een grotere waarde van r, dan zal ook $a_{\text{g, res}}$ groter moeten zijn. Bij waarden van r groter dan de baanstraal van de aarde zijn $a_{\text{g, zon}}$ en $a_{\text{g, aarde}}$ gelijk gericht. De grootte van de resulterende versnelling zal dus groter zijn dan de grootte van $a_{\text{g, zon}}$.

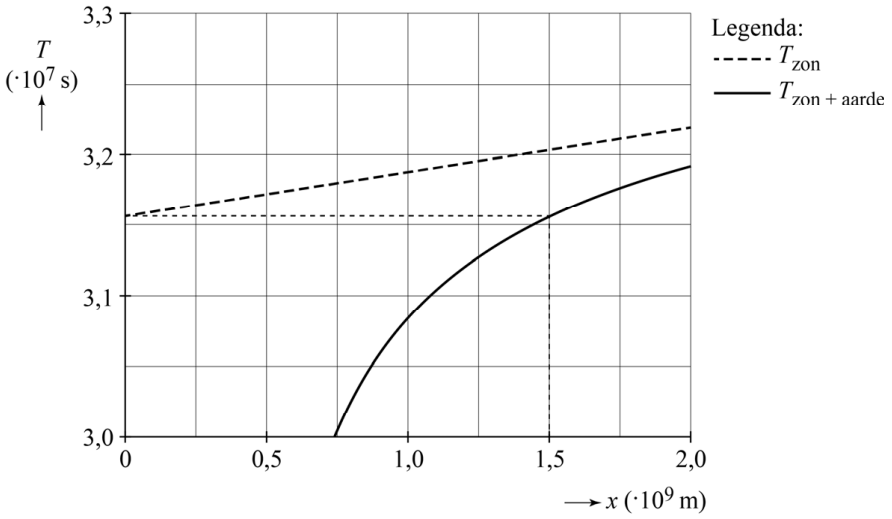
- inzicht dat bij een grotere waarde van r ook $a_{\text{g, res}}$ groter moet worden 1
- inzicht dat in het Lagrangepunt L_2 $a_{\text{g, zon}}$ en $a_{\text{g, aarde}}$ gelijk gericht zijn, waardoor $a_{\text{g, res}}$ in het Lagrangepunt L_2 groter zal zijn (dan op aarde) 1

natuurkundeuitgelegd.nl

6 maximumscore 3

uitkomst: $x = 1{,}5 \cdot 10^9$ m (met een marge van $0{,}1 \cdot 10^9$ m)

voorbeeld van een bepaling:



De omlooptijd van de aarde om de zon is te bepalen door de grafieklijn T_{zon} af te lezen bij $x = 0$ ($T = 3{,}16 \cdot 10^7$ s). De omlooptijd in het Lagrangepunt L_2 is gelijk aan de omlooptijd van de aarde. In het Lagrangepunt L_2 wordt de omlooptijd bepaald door het gravitatieveld van aarde plus zon. Op $x = 1{,}5 \cdot 10^9$ m is de omlooptijd van een satelliet gelijk aan die van de aarde.

- inzicht dat de omlooptijd van de aarde af te lezen is op de grafieklijn van T_{zon} bij $x = 0$ 1
- inzicht dat de grafieklijn $T_{zon+aarde}$ bij de omlooptijd van de aarde moet worden afgelezen 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking
Als de kandidaat voor de omlooptijd van de aarde om de zon een waarde gebaseerd op 365 dagen of een waarde uit een tabellenboek gebruikt, dit niet aanrekenen.

natuurkundeuitgelegd.nl

7 maximumscore 3

uitkomst: $T = 2{,}76\ \text{K}$ $(2{,}40\ \text{K} \leq T \leq 2{,}80\ \text{K})$

voorbeeld van een bepaling:
Het maximum van de grafiek ligt bij: $\lambda_{max} = 1{,}05\ \text{mm}$.
Met de wet van Wien, $\lambda_{max} T = k_W$, is de bijbehorende temperatuur uit te rekenen.
Dit geeft: $T = \frac{k_W}{\lambda_{max}} = \frac{2{,}898 \cdot 10^{-3}}{1{,}05 \cdot 10^{-3}} = 2{,}76\ \text{K}$.

- aflezen van λ_{max} 1
- gebruik van $\lambda_{max} T = k_W$ 1
- completeren van de bepaling 1

Cirkelgolf

8 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
In figuur 2 is te zien dat de (halve) golflengte op de lus niet overal gelijk is. De frequentie is echter constant. Omdat geldt dat $v = f\lambda$ kan dit alleen verklaard worden met een golfsnelheid in de lus die niet overal gelijk is.

- inzicht dat $v = f\lambda$ met benoemen van de constante frequentie 1
- inzicht dat de (halve) golflengte op de lus niet overal gelijk is 1

9 maximumscore 4

uitkomst: $v = 21\ \text{m s}^{-1}$

voorbeeld van een bepaling:
In de lus zijn vijf buiken te zien. Er bevindt zich dus $\frac{5}{2}\lambda$ in de lus.
Voor het gemiddelde van de golflengte geldt dan:
$\lambda = \frac{2\pi d}{5} = \frac{2\pi \cdot 0{,}245}{5} = 0{,}308\ \text{m}$.
Voor de gemiddelde golfsnelheid geldt dan: $v = f\lambda = 69 \cdot 0{,}308 = 21\ \text{m s}^{-1}$

- inzicht dat er zich $\frac{5}{2}\lambda$ in de lus bevindt 1
- gebruik van $l = \pi \cdot d$ 1
- gebruik van $v = f\lambda$ 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

10 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

– Het trillingsapparaat zorgt ervoor dat er twee lopende golven ontstaan in de lus: één in de richting van de wijzers van de klok en één in de tegengestelde richting. Deze golven hebben bij het trillingsapparaat een faseverschil ten opzichte van elkaar van 0 en bereiken op hetzelfde moment het bovenste punt van de lus. (De beide golven hebben op dat moment dezelfde afstand afgelegd.) In het bovenste punt van de lus moet dus altijd sprake zijn van een faseverschil 0 en dus constructieve interferentie.

– Omdat er een knoop zit bij het trillingsapparaat en een buik in het bovenste punt van de lus, is het alleen mogelijk om een oneven aantal knopen (of buiken) in de lus te realiseren.

- inzicht dat de beide golven tegelijkertijd (vertrekken bij het trillingsapparaat en) aankomen in het bovenste punt van de lus 1
- inzicht dat de golven in het bovenste punt van de lus (nog steeds) faseverschil 0 hebben 1
- benoemen dat met bovenin een buik en onderin een knoop het aantal buiken altijd oneven moet zijn 1

11 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De metingen 1 en 4 kunnen met elkaar vergeleken worden. Het aantal buiken in meting 4 is een factor 3 groter dan het aantal buiken in meting 1. De frequentie is niet een factor 3 groter (en dus is er geen recht evenredig verband).

- inzicht in de voorwaarden voor een recht evenredig verband 1
- inzicht dat de verhouding van twee verschillende frequenties vergeleken moet worden met de verhouding van de twee bijbehorende aantallen buiken 1
- completeren van de berekeningen 1

Opmerking

Bij de beoordeling van deze vraag hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

natuurkundeuitgelegd.nl

12 maximumscore 5

uitkomst: $c = 3{,}18\ \text{s}^{-1}$ (met een marge van $0{,}05\ \text{s}^{-1}$)

voorbeeld van een antwoord:
- Op de horizontale as staat: n^2 (-).
- Op de verticale as staat: f (Hz).
- De waarde voor de constante c in de formule volgt uit de helling van de trendlijn. Dus: $c = \frac{350}{110} = 3{,}18\ \text{s}^{-1}$.

- inzicht dat n^2 staat uitgezet op de horizontale as van de grafiek 1
- inzicht dat f in Hz staat uitgezet op de verticale as van de grafiek 1
- inzicht dat c gelijk is aan de helling van de trendlijn 1
- consequent bepalen van de eenheid 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerkingen
- *Als de kandidaat het antwoord noteert in meer of minder dan drie significante cijfers, het laatste scorepunt niet toekennen.*
- *Als de kandidaat het vierde scorepunt niet behaald heeft, kan hij/zij het vijfde scorepunt nog behalen.*

13 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
- Het aantal buiken is een telwaarde. Deze waarde heeft geen invloed op het aantal significante cijfers. (Roland heeft dus geen gelijk.)
- De constante c wordt bepaald uit meerdere meetwaardes die (na een coördinatentransfomatie) liggen op een rechte trendlijn. Dit vergroot de nauwkeurigheid van de bepaling. (Daarom is de gedachte van Arno verdedigbaar om een significant cijfer meer te gebruiken.)

- benoemen dat de telwaarde geen invloed heeft op het aantal significante cijfers 1
- inzicht dat de constante bepaald wordt uit meerdere meetwaardes 1
- inzicht dat de meetwaarden op een rechte lijn liggen (na coördinatentransformatie) 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Alfanuclidetherapie

14 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

$$[LET\text{-waarde}] = \frac{[E]}{[x]} = \frac{\text{Nm}}{\text{m}} = \text{N}$$

- inzicht dat $[E] = \text{Nm}$ 1
- completeren van de afleiding 1

15 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Naarmate een alfadeeltje verder doordringt / naar rechts gaat, neemt de snelheid ervan af. (Het deeltje geeft immers energie af aan het water.) Bij het verder doordringen in het water neemt de *LET*-waarde toe. Een alfadeeltje heeft dus de hoogste *LET*-waarde bij lagere snelheden.

- inzicht dat de *LET*-waarde toeneemt als het deeltje verder doordringt in het water 1
- inzicht dat de snelheid afneemt als het deeltje verder doordringt in het water 1

16 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

– Het oppervlak onder de grafiek is een maat voor de kinetische energie bij binnenkomst. Het oppervlak onder grafiek I is kleiner dan dat onder grafiek II.
– Deeltjes met een hogere snelheid bij binnenkomst dringen dieper het water in. Alfadeeltjes van alfastraler I hebben een kleinere dracht (48 µm) dan alfadeeltjes van alfastraler II (86 µm).

- benoemen van het verschil in oppervlak onder de grafieklijnen 1
- inzicht dat een kleiner oppervlak onder de grafiek een lagere kinetische energie betekent 1
- benoemen van het verschil in dracht 1
- inzicht dat een lagere snelheid leidt tot een kleinere dracht 1

natuurkundeuitgelegd.nl

17 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
Wanneer de dochterkern loskomt van de dragerstof kan deze door het lichaam gaan zwerven. Doordat de dochterkern óók instabiel is, kan deze zo gezond weefsel bestralen.

- inzicht (impliciet) dat de dochterkernen zich door het lichaam kunnen verspreiden 1
- inzicht dat er hierdoor gezond weefsel bestraald wordt 1

Opmerking
Als de kandidaat antwoordt dat de tumor minder straling ontvangt wanneer de dochterkernen van Actinium-225 losschieten, dit goed rekenen.

18 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

– Uit $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ en $p = mv$ volgt dat $p = m\sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{2E_k m}$.

– $m_{alfa} = 4{,}00$ u, $m_e = 5{,}49 \cdot 10^{-4}$ u, dus de massa van een alfadeeltje is 7286 maal die van een elektron. Hieruit volgt dat de impuls van een alfadeeltje $\sqrt{7286} = 85$ maal zo groot is als die van een elektron.

- gebruik $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ met $p = mv$ 1
- completeren van de afleiding 1
- inzicht dat de gevraagde verhouding gelijk is aan $\sqrt{\frac{m_{alfa}}{m_e}}$ 1
- opzoeken van de massa's van een alfadeeltje en een elektron 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking
Bij de beoordeling van deze vraag hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

natuurkundeuitgelegd.nl

19 maximumscore 4

uitkomst: $m = 4{,}7 \cdot 10^{-17}$ kg

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $A = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N$.

Voor de hoeveelheid atomen Actinium-225 in één polymeersoom volgt:

$N = A \frac{t_{\frac{1}{2}}}{\ln 2} = 1{,}0 \cdot 10^{2} \cdot \frac{8{,}64 \cdot 10^{5}}{\ln 2} = 1{,}25 \cdot 10^{8}$.

Voor de totale massa geldt dan:

$m = N m_{\mathrm{Ac}} = 1{,}25 \cdot 10^{8} \cdot 225 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27} = 4{,}7 \cdot 10^{-17}$ kg.

- gebruik van $A = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N$ 1
- opzoeken van de halfwaardetijd van Actinium-225 1
- inzicht dat $m = N m_{\mathrm{Ac}}$ 1
- completeren van de berekening 1

20 maximumscore 4

uitkomst: 4,8

voorbeeld van een antwoord:

– Het dosisequivalent wordt met name bepaald door het alfaverval. De alfadeeltjes hebben een grotere weegfactor én veel meer energie.

– Gedurende de vervalreeks vindt er vier keer alfaverval plaats. Hierbij komt 5,8 + 6,3 + 7,1 + 8,4 = 27,6 MeV vrij.
Dat is: $\frac{27{,}6}{5{,}8} = 4{,}8$ keer zo veel.

- benoemen grotere weegfactor van de alfadeeltjes / groter doordringend vermogen van de bètadeeltjes 1
- benoemen grotere energie van de alfadeeltjes 1
- inzicht dat de totale energie van de vrijkomende alfadeeltjes vergeleken moet worden met de energie van het eerste alfadeeltje 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Zonnepanelen

21 maximumscore 3

voorbeeld van een berekening:
Aflezen in figuur 3 bij $U = 0{,}50$ V geeft $P = 1{,}35$ W.
Er geldt: $P = U \cdot I$,
invullen levert: $I = \frac{P}{U} = \frac{1{,}35}{0{,}50} = 2{,}7$ A.

- gebruik van $P = U \cdot I$ 1
- aflezen van P uit figuur 3 met een marge van 0,02 W 1
- completeren van de berekening 1

22 maximumscore 5

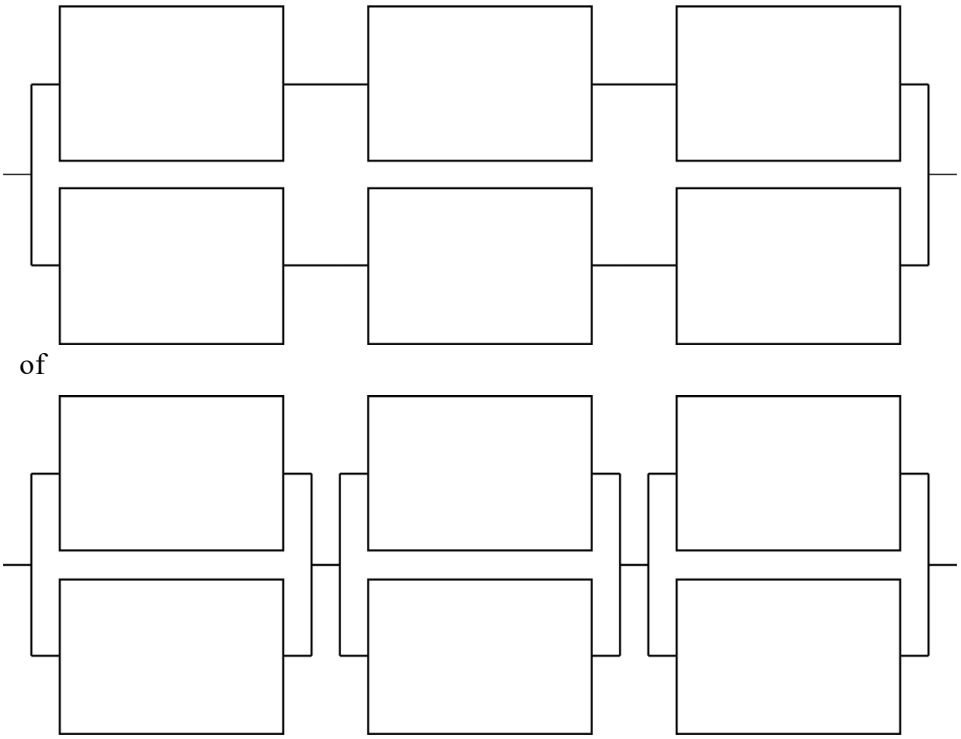
uitkomst: $I = 5{,}4$ A

voorbeeld van een antwoord:

– Er staan 24 zonnecellen met een spanning van 0,50 V in serie.
Dit geeft: $U = 24 \cdot 0{,}50 = 12$ V.

– (De spanning moet 36 V zijn en de stroomsterkte door ieder paneel moet hetzelfde zijn. Dit betekent dat er 3 panelen in serie staan en twee series van 3 panelen parallel / dat er 3 groepen van 2 parallel geschakelde panelen in serie staan.)

natuurkundeuitgelegd.nl



of

– (Een paneel levert een stroomsterkte van 2,7 A. Iedere serie van panelen levert dus ook 2,7 A. Er staan twee series van drie panelen parallel / er staan drie groepen van twee parallel geschakelde panelen in serie.) Dus geldt voor de stroomsterkte die de set panelen levert:
$I = 2 \cdot 2{,}7 = 5{,}4\ \text{A}$.

- gebruik van de spanningsregel bij serieschakeling 1
- inzicht dat drie (groepen van) panelen in serie staan 1
- inzicht dat de stroomsterkte door elk paneel gelijk moet zijn 1
- consequent gebruik van de stroomregels 1
- completeren van de berekeningen 1

Opmerking
Als een niet naar behoren werkende schakeling is getekend, bijvoorbeeld door extra verbindingen: maximaal vier scorepunten toekennen.

natuurkundeuitgelegd.nl

23 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
- In beide gevallen maakt één foton één elektron los.
- Bij een halfgeleider blijft het elektron op het moment van losmaken in het materiaal; bij het foto-elektrisch effect verlaat het elektron het materiaal.

- benoemen dat in beide gevallen fotonen elektronen losmaken 1
- benoemen dat bij een halfgeleider het elektron op het moment van losmaken het materiaal niet verlaat en bij het foto-elektrisch effect wel 1

24 maximumscore 3

uitkomst: $\lambda = 1{,}13 \cdot 10^{-6}$ m

voorbeeld van een bepaling:
De waarde van de bandgap van silicium is 1,10 eV.
Dit is gelijk aan de (minimale) energie van het foton.
Er geldt: $E_f = \frac{hc}{\lambda}$.

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

Dit geeft als maximale golflengte: $\lambda = 1{,}13 \cdot 10^{-6}$ m.

- gebruik van $E_f = \frac{hc}{\lambda}$ met $E_f = 1{,}10$ eV 1
- omrekenen van eV naar J 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

25 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

–

ZnS
ZnSe
CdTe
(silicium)

– De stof met de grootste bandgap absorbeert fotonen met de meeste energie. Fotonen met de meeste energie moeten als eerste geabsorbeerd worden (om te voorkomen dat deze fotonen zorgen voor rendementsverlies in lager liggend materiaal). Dus moet de stof met de grootste bandgap bovenop.
– Vervolgens komen de andere stoffen met een bandgap groter dan die van silicium, waarbij van boven naar beneden de bandgap steeds kleiner wordt. Dan is er maar één mogelijke oplossing.

- keuze van de juiste stoffen 1
- keuze van de juiste volgorde 1
- inzicht dat bij een grote bandgap fotonen met veel energie geabsorbeerd worden 1
- inzicht dat fotonen met de meeste energie het eerst geabsorbeerd moeten worden 1

Opmerking
Als de kandidaat alleen de eerste deelstreep beantwoordt en geen toelichting geeft, maximaal 2 scorepunten toekennen.

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 4 juni te accorderen.

Ook na 4 juni kunt u nog tot en met 9 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.

natuurkundeuitgelegd.nl

natuurkunde vwo

Centraal examen vwo

Tijdvak 1

Correctievoorschrift

Aan de secretarissen van het eindexamen van de scholen voor vwo,

Bij het centraal examen natuurkunde vwo:

Op **pagina 7** van het correctievoorschrift, bij **vraag 5** moeten altijd 2 scorepunten worden toegekend, ongeacht of er wel of geen antwoord gegeven is, en ongeacht het gegeven antwoord.

Toelichting:
Uit het correctievoorschrift valt op te maken dat de bedoeling van de vraag is om uit te leggen waarom het **mogelijk** is dat in het Lagrangepunt L_2 de omlooptijd van de Planck-satelliet gelijk is aan die van de aarde. De vraagstelling is echter zodanig dat strikt genomen gevraagd wordt om aan te tonen dat dit **daadwerkelijk** zo is, wat binnen het kader van de opgave onmogelijk is.

en

Op **pagina 11**, bij **vraag 13** moet

- benoemen dat de telwaarde geen invloed heeft op het aantal significante cijfers 1
- inzicht dat de constante bepaald wordt uit meerdere meetwaardes 1
- inzicht dat de meetwaarden op een rechte lijn liggen (na coördinatentransformatie) 1

vervangen worden door:

- benoemen dat de telwaarde geen invloed heeft op het aantal significante cijfers 1
- inzicht dat de constante bepaald wordt uit meerdere meetwaardes / inzicht dat de meetwaarden op een rechte lijn liggen (na coördinatentransformatie) 2

Toelichting:
Op grond van de vraagstelling is een van beide inzichten voldoende voor de laatste 2 scorepunten.

natuurkundeuitgelegd.nl

Ik verzoek u dit bericht door te geven aan de correctoren natuurkunde vwo.

Namens het College voor Toetsen en Examens,

drs. P.J.J. Hendrikse,
voorzitter

natuurkundeuitgelegd.nl

natuurkunde vwo

Centraal examen vwo

Tijdvak 1

Correctievoorschrift

Aan de secretarissen van het eindexamen van de scholen voor vwo,

Bij het centraal examen natuurkunde vwo:

Op **pagina 8**, bij **vraag 6** moet

uitkomst: $x = 1{,}5 \cdot 10^9$ m (met een marge van $0{,}1 \cdot 10^9$ m)

vervangen worden door:

uitkomst: $x = 1{,}50 \cdot 10^9$ m (met een marge van $0{,}1 \cdot 10^9$ m)

en

Op **pagina 9**, bij **vraag 7** moet de volgende **opmerking** worden toegevoegd:

Opmerking
Als de kandidaat de oppervlakte onder de grafiek bepaalt en vervolgens met de wet van Stefan-Boltzmann de temperatuur berekent, maximaal 2 punten toekennen.
Let op: door een fout in de verticale schaal van de figuur levert de methode via de wet van Stefan-Boltzman een andere numerieke waarde dan in het beoordelingsmodel staat.

Toelichting:
Voor een bepaling van de temperatuur met behulp van de wet van Stefan-Boltzmann is de complete Planck-kromme nodig. Daarom worden niet alle punten toegekend aan deze oplossingsmethode.
Dit geldt ook als de kandidaat de grafiek heeft geëxtrapoleerd, omdat er dan sprake is van een schatting en niet van een bepaling.

Ik verzoek u dit bericht door te geven aan de correctoren natuurkunde vwo.

Namens het College voor Toetsen en Examens,

drs. P.J.J. Hendrikse,
voorzitter

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