Correctievoorschrift VWO

2016

tijdvak 1

natuurkunde

Het correctievoorschrift bestaat uit:
1 Regels voor de beoordeling
2 Algemene regels
3 Vakspecifieke regels
4 Beoordelingsmodel
5 Inzenden 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 het bij de toets behorende 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. Voor een juist 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 met inachtneming van het correctievoorschrift 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 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.

NB2 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.

natuurkundeuitgelegd.nl

NB3 Als het College voor Toetsen en Examens vaststelt dat een centraal examen een onvolkomenheid bevat, kan het besluiten tot een aanvulling op het correctievoorschrift. Een aanvulling op het correctievoorschrift wordt zo spoedig mogelijk nadat de onvolkomenheid is vastgesteld via Examenblad.nl verstuurd aan de examensecretarissen.
Soms komt een onvolkomenheid pas geruime tijd na de afname aan het licht. In die gevallen vermeldt de aanvulling:

NB
Als het werk al naar de tweede corrector is gezonden, past de tweede corrector deze aanvulling op het correctievoorschrift toe.

Een onvolkomenheid kan ook op een tijdstip geconstateerd worden dat een aanvulling op het correctievoorschrift te laat zou komen.
In dat geval houdt het College voor Toetsen en Examens bij de vaststelling van de N-term rekening met de onvolkomenheid.

3 Vakspecifieke regels

Voor dit examen kunnen maximaal 76 scorepunten worden behaald.

Voor dit examen zijn de volgende vakspecifieke regels vastgesteld:

1 Een afwijking in de uitkomst van een berekening 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 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

Gekleurde LED's

1 maximumscore 3

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

voorbeeld van een bepaling:
Bij een stroom door de LED van 0,60 mA is de spanning over de LED 1,64 V.
Voor de spanning over de weerstand R geldt dan:
$U_R = U - U_{LED} = 3{,}00 - 1{,}64 = 1{,}36$ V.
Voor de grootte van de weerstand geldt dan:
$R = \frac{U_R}{I} = \frac{1{,}36}{0{,}60 \cdot 10^{-3}} = 2{,}3 \cdot 10^3\ \Omega$.

- aflezen van de spanning in figuur 1 (met een marge van 0,01 V) 1
- inzicht in de spanningsregel voor een serieschakeling 1
- completeren van de bepaling 1

2 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
De spanning over de groene LED is groter (dan de spanning over de rode LED) bij een stroomsterkte van 0,60 mA. De spanning over de weerstand is dus kleiner. De stroomsterkte door de weerstand (en de LED) moet gelijk blijven en dus zal de weerstandswaarde kleiner moeten zijn.

- inzicht dat (bij gelijke stroomsterkte) de spanning over de weerstand kleiner moet zijn 1
- consequente conclusie 1

3 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
De elektronenstroom loopt van de min- naar de pluspool van de batterij en dus van materiaal B naar materiaal A. Het elektron zal terugvallen naar een lager energieniveau (onder uitzending van een foton). Het juiste schema is dus III.

- inzicht dat de elektronenstroom van materiaal B naar materiaal A loopt 1
- inzicht dat het elektron terugvalt naar een lager energieniveau en consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

4 maximumscore 4

uitkomst: percentage = 57(%)

voorbeelden van een berekening:

methode 1

Voor het aantal geleidings-elektronen dat per seconde de LED passeert, geldt: $N_{\text{per s}} = \frac{I}{e} = \frac{50 \cdot 10^{-3}}{1,602 \cdot 10^{-19}} = 3,12 \cdot 10^{17}$ (s^{-1}).

Voor de energie van een foton dat vrijkomt, geldt:

$E_f = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3,00 \cdot 10^{8}}{470 \cdot 10^{-9}} = 4,23 \cdot 10^{-19}$ J.

Als bij alle geleidings-elektronen een foton vrijkomt, geldt voor het lichtvermogen: $P = N_{\text{per s}} E_f = 3,12 \cdot 10^{17} \cdot 4,23 \cdot 10^{-19} = 0,132$ W.

Dus geldt voor het percentage p van de geleidings-elektronen waarbij een foton vrijkomt: $p = \frac{0,075}{0,132} = 0,57 = 57\%$.

- inzicht dat $N_{\text{per s}} = \frac{I}{e}$ 1
- gebruik van $E_f = \frac{hc}{\lambda}$ 1
- inzicht dat $P = N_{\text{per s}} E_f$ 1
- completeren van de berekening 1

methode 2

Voor het elektrisch vermogen geldt: $P_{el} = UI$. Hierbij is de spanning U gelijk aan de energie per ladingseenheid. Dus geldt:

$U = \frac{E_f}{e} = \frac{hc}{\lambda e} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3,00 \cdot 10^{8}}{470 \cdot 10^{-9} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}} = 2,64$ V.

Dit levert: $P_{el} = UI = 2,64 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 0,132$ W.

Als bij alle geleidings-elektronen een foton vrijkomt, is dit vermogen gelijk aan het vermogen aan licht. In werkelijkheid is dit een percentage p.

Dus geldt voor het percentage p van de geleidings-elektronen waarbij een foton vrijkomt: $p = \frac{0,075}{0,132} = 0,57 = 57\%$.

- inzicht dat $P_{el} = UI$ 1
- inzicht dat $U = \frac{E_f}{e}$ 1
- gebruik van $E_f = \frac{hc}{\lambda}$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Ruimtelift?

5 maximumscore 4

uitkomst: $h = 3{,}6 \cdot 10^7$ m $= 36 \cdot 10^3$ km

voorbeeld van een berekening:
Op de geostationaire hoogte geldt: $F_{mpz} = F_g$.

Invullen levert: $m\frac{v^2}{r} = G\frac{mM}{r^2}$. Met $v = \frac{2\pi r}{T}$ geeft dit: $r^3 = \frac{GMT^2}{4\pi^2}$.

Invullen levert: $r^3 = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}972 \cdot 10^{24} \cdot (24 \cdot 3600)^2}{4\pi^2} = 7{,}532 \cdot 10^{22}$ (m^3).

Dit geeft: $r = 4{,}223 \cdot 10^7$ m. Omdat geldt: $r = R_A + h$, levert dit:
$h = 3{,}58 \cdot 10^7$ m $= 36 \cdot 10^3$ km.

- inzicht dat $m\frac{v^2}{r} = G\frac{mM}{r^2}$ 1
- inzicht dat $v = \frac{2\pi r}{T}$ met T = 24 uur 1
- inzicht dat $r = R_A + h$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen
– *Als de kandidaat gebruik maakt van de wet van Kepler: goed rekenen.*
– *In het antwoord een significantie-fout niet aanrekenen.*

6 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
Uit figuur 1 volgt dat de benodigde middelpuntzoekende kracht op grotere hoogte dan de geostationaire hoogte groter is dan de gravitatiekracht. Dus moet de kabel een kracht op massa B uitoefenen (gelijk aan het verschil van die twee). Massa B oefent een (even grote en tegengestelde) kracht op de kabel uit en deze zorgt voor een strakke kabel.

- inzicht dat op grotere hoogte de benodigde middelpuntzoekende kracht groter is dan de gravitatiekracht 1
- inzicht dat de kabel een kracht levert op de massa 1
- inzicht dat de massa een kracht uitoefent op de kabel die de kabel strak spant / inzicht in de derde wet van Newton 1

natuurkundeuitgelegd.nl

7 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

– In die regel wordt de (deel)arbeid berekend om een stukje (dx) omhoog te gaan.

– dm_brandstof = $\frac{\text{dW}}{\text{verbrandingswarmte}}$.

– In de modelregels staat geen enkele regel, waarbij de snelheid *v* verandert.

- inzicht dat in die regel de (deel)arbeid berekend wordt om een stukje (dx) omhoog te gaan 1
- inzicht dat dm_brandstof = $\frac{\text{dW}}{\text{verbrandingswarmte}}$ 1
- inzicht dat in geen enkele modelregel de snelheid *v* verandert 1

8 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Uit de modelregels over Fg, Fmpz en Fmotor blijkt dat de te leveren kracht evenredig is met de totale massa. Dus is de arbeid die verricht moet worden evenredig met de totale massa. Bij minder brandstof aan boord hoeft er minder arbeid geleverd te worden.

- inzicht dat de motorkracht afneemt als de totale massa afneemt 1
- inzicht dat de arbeid afneemt als de motorkracht afneemt 1
- aangeven van minstens twee modelregels of formules 1

9 maximumscore 4

uitkomst: $F_{\text{res}} = 0,44$ N (met een marge van 0,05 N)

voorbeeld van een bepaling:

De versnelling op $t = 1,0$ dag is gelijk aan de helling van de raaklijn aan het (*v*,*t*)-diagram op dat punt. (Tekenen van de raaklijn levert een snelheidstoename van 12 m s^{-1} in 1,9 dag.)

Dit levert: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{12}{1,9 \cdot 24 \cdot 3600} = 7,3 \cdot 10^{-5}$ m s^{-2}.

Dus geldt: $F_{\text{res}} = ma = 6,0 \cdot 10^{3} \cdot 7,31 \cdot 10^{-5} = 0,44$ N.

- inzicht dat de versnelling overeenkomt met de helling van de raaklijn 1
- gebruik van $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ voor de raaklijn met Δt in seconde 1
- gebruik van $F_{\text{res}} = ma$ 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

10 maximumscore 3

uitkomst: $h = 6{,}9 \cdot 10^5$ m (met een marge van $0{,}5 \cdot 10^5$ m)

voorbeelden van een bepaling:

methode 1
De hoogte is gelijk aan de oppervlakte onder de grafiek.
(We benaderen de oppervlakte met een driehoek.)
Dit levert voor de hoogte: $h = \frac{1}{2} \cdot 16 \cdot 1{,}0 \cdot 24 \cdot 3600 = 6{,}9 \cdot 10^5$ m.

- inzicht dat de hoogte gelijk is aan de oppervlakte onder de grafiek 1
- bepalen van de oppervlakte met t in seconde 1
- completeren van de bepaling 1

methode 2
Voor de hoogte geldt: $h = v_{gem} t$.

De gemiddelde snelheid tot 1,0 dag is te schatten op $8{,}0$ m s^{-1}.

Dit levert voor de hoogte $h = 8{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 24 \cdot 3600 = 6{,}9 \cdot 10^5$ m.

- inzicht dat $h = v_{gem} t$ 1
- bepalen van de gemiddelde snelheid in m s^{-1} 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking
Als de kandidaat in deze vraag dezelfde fout maakt in het omrekenen van de tijd als in de vorige vraag: niet aanrekenen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Vliegen

11 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

$[St] = \left[\frac{d}{x}\right] = \frac{\text{m}}{\text{m}} = 1$

12 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

$St = \frac{f \cdot d}{v} = \frac{d}{v \cdot T} = \frac{d}{x}$

- inzicht dat $x = \frac{v}{f}$ 1
- completeren van het antwoord 1

Opmerking
Een afleiding met behulp van eenheden levert geen scorepunten op.

13 maximumscore 4

uitkomst: $v = 12\ \text{m s}^{-1}$ (met een marge van $1\ \text{m s}^{-1}$)

voorbeeld van een bepaling:
Figuur 2b heeft een breedte van 4,8 cm bij een hoogte van 2,1 cm.
Uit figuur 2b blijkt dat de schaalfactor 140 : 4,8 is. Uit vergelijking van figuren 2a en 2c volgt (op schaal) een slaggrootte 2,0 cm.
Dit levert: $d = \frac{2,0 \cdot 140}{4,8} = 58,3\ \text{cm} = 0,583\ \text{m}$.
Tussen elke figuur zit een kwart periode, dus $T = 4\Delta t = 4 \cdot 0,040 = 0,16\ \text{s}$.

methode 1

$d = 0,583\ \text{m} \rightarrow x = \frac{d}{St} = \frac{0,583}{0,30} = 1,94\ \text{m}$. Dit geeft: $v = \frac{x}{T} = \frac{1,94}{0,16} = 12\ \text{m s}^{-1}$.

methode 2

$f = \frac{1}{4 \cdot 0,040} = 6,25\ \text{Hz}$.

Invullen levert: $St = \frac{f \cdot d}{v} \rightarrow 0,30 = \frac{6,25 \cdot 0,583}{v} \rightarrow v = 12\ \text{m s}^{-1}$.

- in rekening brengen van de schaalfactor 1
- bepaling van de slaggrootte 1
- inzicht dat $T = 4\Delta t$ 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

14 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

– De helling van de stippellijn is gelijk aan: $\frac{\frac{1}{2}d}{\frac{1}{2}x} = \frac{d}{x} = St$.

– Omdat beide vogels dezelfde waarde van *St* hebben, ligt punt B op het verlengde van OA. Punt B heeft dus de coördinaten (0,6 , 0,18).

– Voor de slaggrootte geldt dan: $d_2 = 2 \cdot 0{,}18 = 0{,}36$ m (met een marge van 0,02 m).

- inzicht dat *St* bepaald kan worden met de componenten van A 1
- tekenen van punt B op het verlengde van OA bij $x = 0{,}60$ 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking
Als bij het laatste streepje de slaggrootte berekend wordt in plaats van bepaald: goed rekenen.

15 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

– Er geldt: $m \propto k^3$ en $A \propto k^2$.

Invullen in de formule voor *v* levert: $v \propto \sqrt{\frac{m}{A}} \propto \left(\frac{k^3}{k^2}\right)^{\frac{1}{2}} \propto k^{\frac{1}{2}}$.

– De slaggrootte *d* is evenredig met de schaalfactor *k*: $d \propto k$.
St is een constante, dus onafhankelijk van de schaal: $St \propto k^0$.

Hieruit volgt: $St = \frac{fd}{v} \propto \frac{k^p k}{k^{\frac{1}{2}}} \propto k^0 \rightarrow p = -\frac{1}{2}$.

– Als de lengte van de vogel 4 maal zo groot wordt, wordt de slagfrequentie *f* **2** maal zo **klein**

- inzicht dat $m \propto k^3$ 1
- inzicht dat $A \propto k^2$ 1
- inzicht dat $St \propto k^0$ / toepassen van de dimensieloosheid van het *St* 1
- completeren van het tweede antwoord 1
- consequent aanvullen van de aangegeven regel 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Trillingen binnen een molecuul

16 maximumscore 3

uitkomst: $C = 316\ \text{N m}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$. Met $f = \frac{1}{T}$ volgt dan: $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{C}{m}}$.

Invullen levert: $6{,}92 \cdot 10^{13} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{C}{1{,}673 \cdot 10^{-27}}}$.

Dit levert: $C = 316\ \text{N m}^{-1}$.

- inzicht dat $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{C}{m}}$ 1
- inzicht dat voor m de massa van het H-atoom gebruikt moet worden 1
- completeren van de berekening 1

17 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

– De snelheid is maximaal voor u = 0 en minimaal voor $u = +A$ en $u = -A$, want daar bevindt het deeltje zich de kortste respectievelijk de langste tijd. Dus daar is de kans om het deeltje aan te treffen het kleinst respectievelijk het grootst.

– Als de energie $E_t = \frac{1}{2}CA^2$ toeneemt, wordt A en dus de breedte van de grafiek groter. Omdat de oppervlakte onder de grafiek gelijk moet blijven (totale oppervlakte is 1), zal de kromme $P(u)$ dalen.

- inzicht dat de massa de kortste tijd verblijft waar zijn snelheid maximaal is en omgekeerd 1
- inzicht dat bij grotere energie A groter en de grafiek breder is 1
- inzicht dat $P(u)$ dan daalt omdat de totale oppervlakte gelijk moet blijven 1

Opmerking
Alternatief voor het laatste scorepunt is het inzicht dat bij grotere energie de snelheid in u = 0 hoger is, dus de verblijftijd respectievelijk P(u) kleiner.

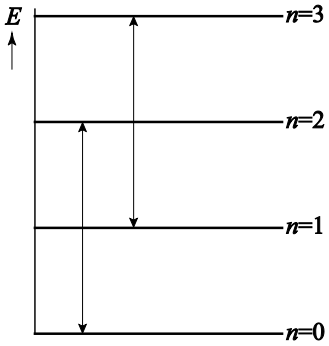
natuurkundeuitgelegd.nl

18 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

– De afstand tussen de lijnen is gelijk. Voor de frequenties geldt: $f = f_v,\ 2f_v,\ 3f_v$ .... . Omdat $\Delta E = hf$ geldt dat ook voor de afstand tussen de energieniveaus: $\Delta E = e,\ 2e,\ 3e$ .... .
Voor de laagste energiesprong geldt:
$\Delta E = hf_A = 6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 0{,}68 \cdot 10^{14} = 4{,}51 \cdot 10^{-20}$ J $= 0{,}28$ eV (met een marge van 0,02 eV).

– De frequentie van piek B is tweemaal de frequentie van piek A. De energie is ook gelijk aan twee stappen in het schema.
In dit schema kan dat op twee manieren:
van $n = 2$ naar $n = 0$ of andersom. En van $n = 3$ naar $n = 1$ of andersom.



- inzicht dat de drie frequenties zich verhouden als $1:2:3$ 1
- inzicht dat $\Delta E = hf_A$ 1
- completeren van de bepaling 1
- aangeven van een mogelijke overgang in figuur 3 die hoort bij lijn B 1

natuurkundeuitgelegd.nl

19 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

– Bij het quantummodel van een energieput met oneindig hoge wanden liggen de energieniveaus voor grotere n steeds verder uit elkaar $\left(\propto n^2\right)$.

– Bij het quantummodel van een vrij waterstofatoom liggen de energieniveaus voor grotere n steeds dichter bij elkaar $\left(\propto \frac{1}{n^2}\right)$.

– De energieniveaus in figuur 3 liggen op gelijke afstanden. Dus kunnen de modellen niet gelden voor HI.

- inzicht dat de energieniveaus van een energieput met oneindig hoge wanden bij grotere energie of grotere waarde van *n* steeds verder uit elkaar liggen 1
- inzicht dat de energieniveaus van een vrij waterstofatoom bij grotere energie of grotere waarde van *n* steeds dichter bij elkaar liggen 1
- inzicht dat de energieniveaus in figuur 3 op gelijke afstanden liggen en conclusie 1

20 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Als het H-atoom stil zou staan, zou dat betekenen: $\Delta p = 0$ en $\Delta x = 0$.

In dat geval zou $\Delta x \Delta p = 0,$ wat in strijd is met de onbepaaldheidsrelatie van Heisenberg.

- inzicht dat ‘stilstaan’ betekent dat $\Delta p = \Delta x = 0$ 1
- gebruik van de onbepaaldheidsrelatie van Heisenberg en conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Onderzoek van bot met calcium-47

21 maximumscore 4

uitkomst: $m = 1{,}1 \cdot 10^{-13}$ (kg)

voorbeeld van een berekening:

Voor de activiteit geldt: $A = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N$.

Invullen levert: $2{,}5 \cdot 10^{6} = \frac{\ln 2}{4{,}54 \cdot 24 \cdot 3600} N$.

Dit levert: $N = 1{,}415 \cdot 10^{12}$. Voor de massa geldt: $m = N m_{\text{atoom}}$.

Invullen levert: $m = 1{,}415 \cdot 10^{12} \cdot 46{,}95 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27} = 1{,}1 \cdot 10^{-13}$ kg.

- gebruik van $A = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N$ 1
- inzicht dat $m = N m_{\text{atoom}}$ en opzoeken van de atoommassa 1
- opzoeken van de halveringstijd van calcium-47 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking
Als de kandidaat 47 *neemt voor de atoommassa van* calcium-47*: niet aanrekenen.*

22 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:
Hierdoor is vast te stellen van welke plaats in het bot de gammastraling afkomstig is.

natuurkundeuitgelegd.nl

23 maximumscore 5

uitkomst: de correctiefactor bedraagt 1,4

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $I = I_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{d}{d_{\frac{1}{2}}}}$. Voor het gedeelte van de intensiteit dat wordt doorgelaten geldt dus: $\frac{I}{I_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{d}{d_{\frac{1}{2}}}}$.

De halveringsdikte voor water (spierweefsel) is 9,8 cm en voor lucht $9{,}1 \cdot 10^3$ cm.

Voor spierweefsel levert dit: $\frac{I}{I_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{4{,}5}{9{,}8}} = 0{,}727.$

Voor lucht levert dit: $\frac{I}{I_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{10}{9{,}1 \cdot 10^3}} = 0{,}999.$

Samen laten ze door: $0{,}727 \cdot 0{,}999 = 0{,}726.$

Dus de correctiefactor bedraagt: $\frac{1}{0{,}726} = 1{,}4.$

- gebruik van $I = I_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{d}{d_{\frac{1}{2}}}}$ 1
- opzoeken van halveringsdikte van water en van lucht 1
- inzicht dat beide factoren met elkaar vermenigvuldigd moeten worden / inzicht dat de invloed van lucht verwaarloosbaar is 1
- inzicht dat $\text{correctiefactor} = \frac{1}{\text{doorlaatfactor}}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking
Als de kandidaat geen rekening houdt met de absorptie in lucht, kan het derde scorepunt alleen toegekend worden, als de leerling expliciet vermeldt dat die verwaarloosbaar is.

natuurkundeuitgelegd.nl

24 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
Scandium-47 kan pas vervallen nadat het ontstaan is uit calcium-47.
De activiteit neemt toe (de 'bobbel' in de grafiek). Dit betekent dat (na het verval van calcium-47) de ontstane scandium-47-deeltjes sneller vervallen.
De halveringstijd van scandium-47 is dus kleiner dan die van calcium-47.

- inzicht dat scandium-47 pas vervalt nadat het ontstaan is uit calcium-47 1
- inzicht dat de stijging van de activiteit betekent dat scandium-47 sneller vervalt dan calcium-47 1
- completeren van het antwoord 1

Opmerking
Aan redeneringen die uitgaan van de 'halveringstijd' van figuur 2 geen scorepunten toekennen.

25 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
– Bij een echoscopie wordt gemeten hoe geluid zich gedraagt in zachte weefsels. Hiermee kan geen informatie uit de binnenkant van botten verkregen worden.
– Een MRI-scan geeft een beeld van de omgeving van waterstofatomen in de zachte weefsels in de patiënt en geen informatie over botten.

- inzicht dat bij een echoscopie wordt gemeten hoe geluid zich gedraagt in zachte weefsels en geen informatie uit de binnenkant van botten oplevert 1
- inzicht dat een MRI-scan een beeld geeft van de (omgeving van) de waterstofatomen in zachte weefsels (en niet van botten) 1

5 Inzenden scores

Verwerk de scores van de alfabetisch eerste vijf kandidaten per examinator in het programma WOLF.
Zend de gegevens uiterlijk op 26 mei naar Cito.

De normering in het tweede tijdvak wordt mede gebaseerd op door kandidaten behaalde scores. Als het tweede tijdvak op uw school wordt afgenomen, zend dan ook van uw tweede-tijdvak-kandidaten de deelscores in met behulp van het programma WOLF.

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:

Algemene opmerking:
Als een kandidaat fysisch niet correcte gegevens en/of formules uit BiNaS heeft overgenomen, dit niet aanrekenen.

Op **pagina 5**, bij **vraag 2,** toevoegen:
Opmerking
Als de kandidaat in vraag 1 een fout maakt en in vraag 2 diezelfde fout opnieuw maakt, deze niet opnieuw aanrekenen.

Op **pagina 7**, bij **vraag 5**, toevoegen:
Opmerking
Als de kandidaat voor T de waarde gebruikt van 365 *dag of* $365{,}25$ *dag, dit niet aanrekenen.*

Op **pagina 8**, bij **vraag 9**, toevoegen:
Opmerking
Als de kandidaat een massa van $1{,}0 \cdot 10^3$ kg *gebruikt, dit niet aanrekenen.*

Op **pagina 10**, bij **vraag 13**
uitkomst: $v = 12\ \mathrm{m\,s^{-1}}$ (met een marge van $1\ \mathrm{m\,s^{-1}}$)
vervangen door:
uitkomst: $v = 12\ \mathrm{m\,s^{-1}}$ (met een marge van $2{,}5\ \mathrm{m\,s^{-1}}$)

Op **pagina 13**, bij **vraag 18**
Het eerste deel van deze vraag is voor discussie vatbaar. Toch moet de vraag beoordeeld worden met het huidige correctievoorschrift. Bij de normering wordt met de onvolkomenheid rekening gehouden.

zie verder op de volgende pagina

natuurkundeuitgelegd.nl

Op **pagina 14**, bij **vraag 20**
Als het H-atoom stil zou staan, zou dat betekenen: $\Delta p = 0$ en $\Delta x = 0$.
vervangen door:
Als een H-atoom stil zou staan, zou dat betekenen: $\Delta p = 0$ en/of $\Delta x = 0$.

en bij **vraag 20**, **eerste deelscore**
inzicht dat 'stilstaan' betekent dat $\Delta p = 0$ en $\Delta x = 0$ 1
vervangen door:
inzicht dat 'stilstaan' betekent dat $\Delta p = 0$ en/of $\Delta x = 0$ 1

Op **pagina 17**, bij **vraag 24** toevoegen:
Opmerking
Aan redeneringen die uitgaan van de 'halveringstijd' van figuur 2 geen scorepunten toekennen.

vervangen door:

Opmerking
Aan een fysisch juiste redenering uitgaande van het minstens tweemaal bepalen van een 'halveringstijd' in figuur 2, kunnen scorepunten worden toegekend.
Indien minder dan twee halveringstijden zijn bepaald, geen scorepunten toekennen.

NB
a. Als het werk al naar de tweede corrector is gezonden, past de tweede corrector deze aanvulling op het correctievoorschrift toe in zowel de eigen toegekende scores als in de door de eerste corrector toegekende scores en meldt deze wijziging aan de eerste corrector. De tweede corrector vermeldt daarbij dat deze late wijziging een gevolg is van de aanvulling door het CvTE.
b. Als eerste en tweede corrector al overeenstemming hebben bereikt over de scores van de kandidaten, past de eerste corrector deze aanvulling op het correctievoorschrift toe en meldt de hierdoor ontstane wijziging in de scores aan de tweede corrector. De eerste corrector vermeldt daarbij dat deze late wijziging een gevolg is van de aanvulling door het CvTE.

Het CvTE is zich ervan bewust dat dit leidt tot enkele aanvullende handelingen van administratieve aard. Deze extra werkzaamheden zijn in het belang van een goede beoordeling van de kandidaten.

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

Het College voor Toetsen en Examens,
Namens deze, de voorzitter,

drs. P.J.J. Hendrikse

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