Correctievoorschrift VWO

2021

tijdvak 3

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

Kayak-jumping

1 maximumscore 2

uitkomst: $v = 14\ \text{m s}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:
Als de wrijving wordt verwaarloosd, geldt dat de afname van de zwaarte-energie gelijk is aan de toename van de bewegingsenergie. Er geldt dus:
$\frac{1}{2}mv^2 = mg\Delta h$ zodat $v = \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot (12{,}0 - 2{,}5)} = 14\ \text{m s}^{-1}$.

- inzicht dat de afname van E_z gelijk is aan de toename van E_k 1
- completeren van de berekening 1

2 maximumscore 4

uitkomst: $F_w = 1{,}5 \cdot 10^2\ \text{N}$

voorbeelden van een berekening:
Er geldt: $F_{res} = ma$ met $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{13{,}0}{2{,}75} = 4{,}73\ \text{m s}^{-2}$.
Er geldt: $F_{res} = F_{z\parallel} - F_w$. Dus $F_{res} = mg\sin\alpha - F_w$.
Uitwerken levert:
$F_w = m(g\sin\alpha - a) = (69{,}0 + 14{,}5)(9{,}81 \cdot \sin 42^\circ - 4{,}73) = 1{,}5 \cdot 10^2\ \text{N}$

- gebruik van $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 1
- inzicht dat $F_{res} = F_{z\parallel} - F_w$ 1
- inzicht dat $F_{z\parallel} = mg\sin\alpha$ 1
- completeren van de berekening 1

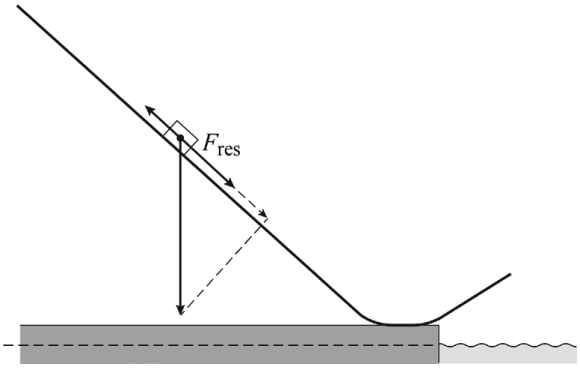
Opmerking
Als de kandidaat een berekening met een energievergelijking maakt en daarbij een hoogte van 12 m *neemt, dit niet aanrekenen.*

natuurkundeuitgelegd.nl

3 maximumscore 3

uitkomst: $F_{res} = 3{,}3 \cdot 10^2$ N (met een marge van $0{,}4 \cdot 10^2$ N)

voorbeeld van een bepaling:



De lengte van de zwaartekrachtvector is 2,5 cm. De wrijvingskrachtvector heeft een lengte van 0,70 cm. De vector van de resulterende kracht heeft een lengte van 1,0 cm.
Er geldt: $F_z = mg = (69{,}0 + 14{,}5) \cdot 9{,}81 = 819$ N.
De resulterende kracht is $\frac{1{,}0}{2{,}5} \cdot 819 = 328$ N $= 3{,}3 \cdot 10^2$ N.

- gebruik van de normaalkracht of de projectie van de zwaartekracht op de baan 1
- construeren van de resulterende kracht 1
- completeren van de bepaling 1

4 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
In punt 2 is de wrijvingskracht groter dan, en in punt 3 gelijk aan de wrijvingskracht in punt 1.

(De wrijvingskracht is evenredig met de normaalkracht.) De normaalkracht is gelijk in grootte aan de component van de zwaartekracht loodrecht op de baan (evenredig met $\cos\alpha$). De normaalkrachten in de punten 1 en 3 zijn gelijk, in punt 2 is de normaalkracht groter. Dus is de wrijvingskracht in punt 2 groter dan in punt 1 en de wrijvingskracht in punt 3 even groot als in punt 1

- inzicht dat de normaalkracht afhangt van de hellingshoek 1
- consequente conclusies 1

natuurkundeuitgelegd.nl

5 maximumscore 4

voorbeeld van antwoord:
- Fn = m*g*cos(alfa)
- v = v + a*dt
- Uit Fzlangs = m*g*sin(alfa) blijkt dat de richting naar beneden positief is. Dus geldt: g = 9,81 (m s^{-2}).

• inzicht dat Fn = m*g*cos(alfa)	1
• inzicht dat v = v + a*dt	1
• inzicht dat de richting langs het vlak naar beneden positief is	1
• consequente conclusie	1

Opmerking
De formulering van de antwoorden hoeft niet volgens de afspraken van een computermodel te zijn.

6 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
In punt A heeft de kajak geen kinetische energie, in punt B wel. Dus is de zwaarte-energie in punt B kleiner dan in punt A. Dus ook zonder wrijving ligt punt B lager. Lisa heeft gelijk

• inzicht dat in punt B de kajak een snelheid en dus kinetische energie heeft	1
• inzicht dat de zwaarte-energie in B lager is en consequente conclusie	1

7 maximumscore 4

uitkomst: $2,7 \cdot 10^3$ J (met een marge van $0,2 \cdot 10^3$ J)

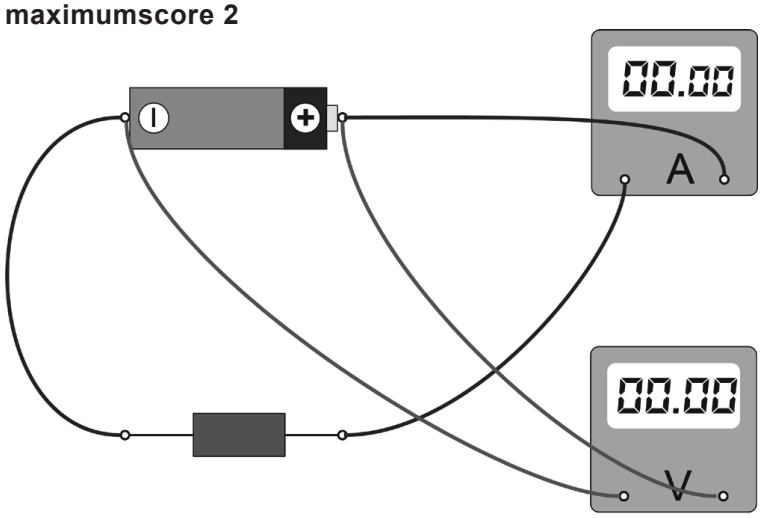
voorbeeld van een antwoord:
- het verschil tussen de som van zwaarte-energie en kinetische energie op $t = 2,75$ s en de totale energie op tijdstip t = 0 s is gelijk aan de verrichte arbeid door de wrijvingskracht. Aflezen uit figuur 8:
  $(E_z + E_k)_{t=0\,s} = 9,8 \cdot 10^3$ J en $(E_z + E_k)_{t=2,75\,s} = 7,1 \cdot 10^3$ J
  Dus de arbeid die de wrijvingskracht heeft verricht is $2,7 \cdot 10^3$ J.
- Uit de symmetrie van E_k en E_z tussen t = 3,25 s en t = 4,9 s blijkt dat $(E_z + E_k)$ constant is. Er is dus geen energieverlies ten gevolge van de luchtweerstand en dus is de luchtweerstand in het model verwaarloosd.

• inzicht dat de afname van $(E_z + E_k)$ het gevolg is van de arbeid door de wrijvingskracht	1
• aflezen van E_z op t = 0 s en E_k op t = 2,75 s	1
• completeren van de bepaling van de arbeid door de wrijvingskracht	1
• inzicht dat $(E_z + E_k)$ constant is tussen $t = 3,25$ s en $t = 4,9$ s	1

natuurkundeuitgelegd.nl

AA-Batterijen

8 maximumscore 2



- stroommeter in serie met de weerstand in een gesloten stroomkring 1
- spanningsmeter parallel aan de batterij (of weerstand) 1

Opmerking
Als, bijvoorbeeld door het tekenen van extra verbindingen, een niet-werkende schakeling is ontstaan: maximaal 1 punt toekennen

9 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
Een kleine weerstand levert een grote stroomsterkte op. Dit veroorzaakt een groot vermogen, zodat de weerstand veel energie opneemt per tijdseenheid. De batterij raakt dan redelijk snel zijn energie kwijt.

- inzicht dat een kleine weerstand een grote stroomsterkte veroorzaakt 1
- inzicht dat de batterij dan meer vermogen levert / sneller zijn energie afgeeft 1

Opmerking
Als het antwoord alleen gebaseerd is op stroom, maximaal 1 scorepunt toekennen.

natuurkundeuitgelegd.nl

10 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $R = \rho\frac{l}{A}$ met $A = \frac{1}{4}\pi d^2 = \frac{1}{4}\pi(1{,}0\cdot10^{-3})^2 = 7{,}85\cdot10^{-7}\ \text{m}^2$.

Dit levert: $R = 17\cdot10^{-9}\cdot\frac{2\cdot0{,}40}{7{,}85\cdot10^{-7}} = 0{,}017\,\Omega$

Dit is $\frac{0{,}017}{2{,}4} = 7{,}2\cdot10^{-3} = 0{,}72\%$ van de grootte van weerstand R.

(De weerstand van de verbindingssnoeren mag verwaarloosd worden.)

- gebruik van $R = \rho\frac{l}{A}$ en opzoeken ρ_{koper} 1
- inzicht dat $A = \frac{1}{4}\pi d^2$ 1
- inzicht dat de snoeren in serie staan 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking
Bij deze vraag significantie niet aanrekenen

11 maximumscore 2

uitkomst: P = 0,46 W (met een marge van 0,01 W)

voorbeeld van een bepaling:
Op $t = 2{,}0\,\text{uur}$ is af te lezen: $U = 1{,}05\,\text{V}$

Voor de stroomsterkte volgt: $I = \frac{U}{R} = \frac{1{,}05}{2{,}4} = 0{,}44\,\text{A}$

Hieruit volgt voor het vermogen: $P = UI = 1{,}05\cdot0{,}44 = 0{,}46\,\text{W}$

- gebruik van $P = UI$ en $I = \frac{U}{R}$ of $P = \frac{U^2}{R}$ 1
- completeren van de bepaling 1

12 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
De oppervlakte onder de (P,t)-grafiek geeft de totale energie die de batterij heeft geleverd. Dus de verhouding van de oppervlakten is gelijk aan de verhouding van de energieopbrengsten. Door deze te vergelijken met de verhouding van de prijzen, is op te maken welke batterij meer energie per euro levert.

- inzicht dat de oppervlakte onder de grafiek gelijk is aan de totale energie 1
- inzicht dat de oppervlakteverhouding vergeleken moet worden met de prijsverhouding 1

natuurkundeuitgelegd.nl

GPS

13 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

– Gebruikt moet worden de formule: $I = \frac{P_{\text{bron}}}{4\pi r^2}$.

– Hierbij moet voor P_{bron} het uitgestraald vermogen van de zon ingevuld worden en voor r de afstand van de satelliet tot de zon.

- noemen van formule $I = \frac{P_{\text{bron}}}{4\pi r^2}$ 1
- inzicht dat P_{bron} het uitgestraald vermogen van de zon is 1
- inzicht dat r de afstand van de satelliet (of van de aarde) tot de zon is 1

14 maximumscore 4

uitkomst: $P_{\text{el}} = 4{,}7 \cdot 10^3$ W (met een marge van $0{,}8 \cdot 10^3$ W)

voorbeeld van een bepaling:
3 zonnepanelen hebben samen een lengte van 6,5 m. Uit de foto blijkt dat deze lengte ongeveer drie keer zo groot is als de breedte. Dus geldt voor de oppervlakte van 3 zonnepanelen: $A = 6{,}5 \cdot \frac{6{,}5}{3} = 14$ m^2.
Voor het vermogen dat op de twee zonnepanelen valt, geldt (bij loodrechte inval): $P_{\text{stral}} = 2 \cdot 14 \cdot 1{,}4 \cdot 10^3 = 3{,}9 \cdot 10^4$ W.
Voor het maximale elektrisch vermogen dat de zonnepanelen leveren geldt dus: $P_{\text{el}} = 0{,}12 \cdot 3{,}9 \cdot 10^4 = 4{,}7 \cdot 10^3$ W.

- beredeneerd schatten van de oppervlakte van drie zonnepanelen tussen 13 en 16 m^2 1
- inzicht dat $P_{\text{stral}} = IA$ 1
- inzicht dat $\eta = \frac{P_{\text{el}}}{P_{\text{stral}}}$ 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

15 maximumscore 4

uitkomst: $T = 11{,}96$ h

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $F_{\text{mpz}} = F_{\text{G}} \Rightarrow \frac{mv^2}{r} = G\frac{mM}{r^2}$.

Hieruit volgt: $v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6{,}6738 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}972 \cdot 10^{24}}{6{,}371 \cdot 10^6 + 2{,}018 \cdot 10^7}} = 3{,}874 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1}$.

Dus geldt: $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi(6{,}371 \cdot 10^6 + 2{,}018 \cdot 10^7)}{3{,}874 \cdot 10^3} = 43058 \text{ s} = 11{,}96 \text{ h}$.

- inzicht dat $F_{\text{mpz}} = F_{\text{G}}$ 1
- gebruik van $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$ en $F_{\text{G}} = G\frac{mM}{r^2}$ 1
- inzicht dat $T = \frac{2\pi r}{v}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen
- *Een antwoord dat gebruikmaakt van de wet van Kepler goed rekenen.*
- *Voor de aardstraal mag de straal van de evenaar gebruikt worden.*

16 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De golflengtes van de L-band liggen tussen $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3{,}0 \cdot 10^8}{2{,}0 \cdot 10^9} = 0{,}15 \text{ m}$ en

$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3{,}0 \cdot 10^8}{1{,}0 \cdot 10^9} = 0{,}30 \text{ m}$.

Uit figuur 2 blijkt dat voor deze golflengtes de atmosferische absorptie nul is.

- gebruik van $c = \lambda f$ 1
- completeren van de berekeningen 1
- vergelijken van de golflengtes met de informatie in figuur 2 1

Opmerking
Bij deze vraag significantie niet aanrekenen.

natuurkundeuitgelegd.nl

17 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Voor de nauwkeurigheid van de tijdmeting geldt: $\Delta t = \pm\ 5 \cdot 10^{-11}$ s.

Dus geldt voor de nauwkeurigheid van de afstandsmeting:

$\Delta s = c\Delta t = 3{,}0 \cdot 10^{8} \cdot 5 \cdot 10^{-11} = 0{,}015$ m.

Dus **c** is het goede antwoord.

- inzicht dat voor de nauwkeurigheid in de tijdmeting geldt $\Delta t = \pm 5 \cdot 10^{-11}$ s 1
- gebruik $s = vt$ en opzoeken van de lichtsnelheid 1
- completeren van de berekening en conclusie 1

Opmerkingen

– *Een antwoord zonder toelichting levert geen punten op.*

– *Een berekening uitgaande van* $\Delta t = 1{,}0 \cdot 10^{-10}$ s *goed rekenen.*

SIRT

18 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

$^{90}_{39}\mathrm{Y} \rightarrow {}^{90}_{40}\mathrm{Zr} + {}^{0}_{-1}\beta + \gamma + (\overline{\nu}_e)$

- Y-90 links van de pijl en β^- en γ rechts van de pijl 1
- Zr rechts van de pijl, mits verkregen via kloppende atoomnummers 1
- het aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

19 maximumscore 1

voorbeeld van een uitleg:

De vrijkomende γ-straling heeft een groot doordringend vermogen en kan door het lichaam van de patiënt een ander persoon bestralen.

- inzicht dat γ-straling een groot doordringend vermogen heeft 1

natuurkundeuitgelegd.nl

20 maximumscore 3

uitkomst: 2,6(%)

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $A = A_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$. Invullen levert: $A = A_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{14\cdot 24}{64}} = 2{,}6\cdot 10^{-2}\,A_0$.

Dit is 2,6% van de oorspronkelijke activiteit.

- gebruik van $A(t) = A(0)\cdot\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$ 1
- omrekenen van t en $t_{\frac{1}{2}}$ naar dezelfde eenheid 1
- completeren van de berekening 1

21 maximumscore 3

uitkomst: $D = 1{,}3\cdot 10^2$ Gy of $\mathrm{J\,kg^{-1}}$

voorbeeld van een berekening:

De maximale energie van één β-deeltje is 2,3 MeV. Dus is de gemiddelde energie van de β-deeltjes gelijk aan $\frac{2{,}3}{3} = 0{,}767$ MeV.

Voor het aantal deeltjes dat in veertien dagen vrijkomt geldt:

$n = 1{,}4\cdot 10^9\cdot 14\cdot 24\cdot 3600 = 1{,}69\cdot 10^{15}$.

Dus geldt voor de energie die vrijkomt:

$E_{\text{tot}} = nE = 1{,}69\cdot 10^{15}\cdot 0{,}767\cdot 1{,}60\cdot 10^{-13} = 2{,}08\cdot 10^2$ J.

Dus geldt: $D = \frac{2{,}08\cdot 10^2}{1{,}6} = 130 = 1{,}3\cdot 10^2$ Gy.

- opzoeken van de maximale energie van een deeltje en omrekenen van MeV naar J 1
- inzicht dat $E_{\text{tot}} = E_{\beta,\,\text{gem}}At$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Wortel en mango

22 maximumscore 3

uitkomst: $\lambda = 4{,}51 \cdot 10^{-7}$ m

voorbeeld van een antwoord:
Voor de overgang van niveau 11 naar 12 geldt: $\Delta E = 2{,}75$ eV.

Er geldt: $E_f = \dfrac{hc}{\lambda}$. Omschrijven en invullen levert:

$$\lambda = \frac{hc}{E_f} = \frac{6{,}626 \cdot 10^{-34} \cdot 2{,}998 \cdot 10^{8}}{2{,}75 \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19}} = 4{,}51 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 451 \text{ nm}.$$

- gebruik van $E_f = \dfrac{hc}{\lambda}$ 1
- omrekenen van eV naar J 1
- completeren van de berekening 1

23 maximumscore 4

uitkomst: $L = 1{,}77 \cdot 10^{-9}$ m

voorbeeld van een berekening:

Voor de energieniveaus geldt: $E_n = n^2 \dfrac{h^2}{8mL^2}$.

Voor de overgang van n = 11 naar n = 12 geldt dus: $\Delta E = (12^2 - 11^2)\dfrac{h^2}{8mL^2}$.

Dit levert: $L = \sqrt{\dfrac{(144-121)(6{,}626 \cdot 10^{-34})^2}{8 \cdot 9{,}109 \cdot 10^{-31} \cdot 2{,}75 \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19}}} = 1{,}77 \cdot 10^{-9}$ m $= 1{,}77$ nm.

- gebruik van $E_n = n^2 \dfrac{h^2}{8mL^2}$ 1
- inzicht dat $\Delta E = E_{12} - E_{11}$ 1
- inzicht dat m staat voor de elektronmassa 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

24 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
In figuur 2 zijn overgangen met n lager dan 11 niet mogelijk. Dus alleen fotonenergieën groter of gelijk aan 2,75 eV zijn mogelijk. In BiNaS tabel 19A / Science Data pagina 75 is te zien dat de fotonenergie van infrarood kleiner is dan 2,75 eV. Dus infrarood wordt niet geabsorbeerd.
Voor ultraviolet geldt dat de fotonenergie groter is dan 2,75 eV, dus dat kan wel worden geabsorbeerd.

- inzicht dat alleen overgangen met $E_f > 2,75\,\text{eV}$ mogelijk zijn 1
- inzicht dat voor infrarood geldt $E_f < 2,75\,\text{eV}$ 1
- inzicht dat voor ultraviolet geldt: $E_f > 2,75\,\text{eV}$ 1

5 Aanleveren scores

Verwerk de scores van alle kandidaten per examinator in de applicatie Wolf.
Accordeer deze gegevens voor Cito uiterlijk op 12 juli.

natuurkundeuitgelegd.nl

natuurkunde vwo

Centraal examen vwo

Tijdvak 3

Correctievoorschrift

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

Bij het centraal examen natuurkunde vwo:

Op **pagina 8**, bij **vraag 5** moet

voorbeeld van antwoord:
- Fn = m*g*cos(alfa)
- v = v + a*dt
- Uit Fzlangs = m*g*sin(alfa) blijkt dat de richting naar beneden positief is. Dus geldt: g = 9,81 (m s^{-2}).

- inzicht dat Fn = m*g*cos(alfa) 1
- inzicht dat v = v + a*dt 1
- inzicht dat de richting langs het vlak naar beneden positief is 1
- consequente conclusie 1

Opmerking
De formulering van de antwoorden hoeft niet volgens de afspraken van een computermodel te zijn.

vervangen worden door:

voorbeeld van antwoord:
- Fn = m*g*cos(alfa)
- v = v + a*dt
- Tijdens het eerste deel van de beweging versnelt de kayak, dus Fres is positief. Uit Fres = Fzlangs - Fw volgt dan dat Fzlangs positief is voor alfa = 42°. Uit Fzlangs = m*g*sin(alfa) blijkt dan dat g = 9,81 (m s^{-2}).

- inzicht dat Fn = m*g*cos(alfa) 1
- inzicht dat v = v + a*dt 1
- inzicht dat Fzlangs positief is voor alfa = 42° / negatief is voor alfa = -42° 1
- consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Opmerking
De formulering van de antwoorden hoeft niet volgens de afspraken van een computermodel te zijn.

en

Op **pagina 10**, bij **vraag 11**, moet

uitkomst: P = 0,46 W (met een marge van 0,01 W)

voorbeeld van een bepaling:
Op $t = 2{,}0\,\text{uur}$ is af te lezen: $U = 1{,}05\,\text{V}$
Voor de stroomsterkte volgt: $I = \frac{U}{R} = \frac{1{,}05}{2{,}4} = 0{,}44\,\text{A}$
Hieruit volgt voor het vermogen: $P = UI = 1{,}05 \cdot 0{,}44 = 0{,}46\,\text{W}$

- gebruik van $P = UI$ en $I = \frac{U}{R}$ of $P = \frac{U^2}{R}$ 1
- completeren van de bepaling 1

vervangen worden door:

uitkomst: P = 0,47 W (met een marge van 0,02 W)

voorbeeld van een bepaling:
Op $t = 2{,}0\,\text{uur}$ is af te lezen: $U = 1{,}07\,\text{V}$
Voor de stroomsterkte volgt: $I = \frac{U}{R} = \frac{1{,}07}{2{,}4} = 0{,}44\,\text{A}$
Hieruit volgt voor het vermogen: $P = UI = 1{,}07 \cdot 0{,}44 = 0{,}47\,\text{W}$

- gebruik van $P = UI$ en $I = \frac{U}{R}$ of $P = \frac{U^2}{R}$ 1
- completeren van de bepaling 1

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 3

Correctievoorschrift

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

Bij het centraal examen natuurkunde vwo:

Op **pagina 8**, bij **vraag 7**, moet

uitkomst: $2,7 \cdot 10^3$ J (met een marge van $0,2 \cdot 10^3$ J)

vervangen worden door:

uitkomst: $(-)2,7 \cdot 10^3$ J (met een marge van $0,2 \cdot 10^3$ J)

en in het voorbeeld van een antwoord moet

$2,7 \cdot 10^3$ J

vervangen worden door:

$-2,7 \cdot 10^3$ J

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