Correctievoorschrift HAVO

2025

tijdvak 1

natuurkunde

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

1 Regels voor de beoordeling

Het werk van de kandidaten wordt beoordeeld met inachtneming van de artikelen 3.21, 3.24 en 3.25 van het Uitvoeringsbesluit WVO 2020.
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 3.21 t/m 3.25 van het Uitvoeringsbesluit WVO 2020 van belang:
1 De directeur doet het gemaakte werk met een exemplaar van de opgaven, de beoordelingsnormen en het proces-verbaal van het examen toekomen aan de examinator. Deze kijkt het werk na en zendt het met zijn beoordeling aan de directeur. De examinator past de beoordelingsnormen en de regels voor het toekennen van scorepunten toe die zijn gegeven door het College voor Toetsen en Examens.
2 De directeur doet de van de examinator ontvangen stukken met een exemplaar van de opgaven, de beoordelingsnormen, het proces-verbaal en de regels voor het bepalen van de score onverwijld aan de directeur van de school van de gecommitteerde toekomen. Deze stelt het ter hand aan de gecommitteerde.

natuurkundeuitgelegd.nl

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

2 Algemene regels

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

natuurkundeuitgelegd.nl

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

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

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

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

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

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

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

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

natuurkundeuitgelegd.nl

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

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

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

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

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

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

natuurkundeuitgelegd.nl

3 Vakspecifieke regels

Voor dit examen zijn de volgende vakspecifieke regels vastgesteld:

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

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

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

natuurkundeuitgelegd.nl

4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores

Kaval

1 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
Er geldt:

$$v = f\lambda \rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343}{2 \cdot 0{,}700} = 245\,\text{Hz}$$

- gebruik van $v = f\lambda$ met opzoeken van v 1
- inzicht dat $\lambda = 2L$ 1
- completeren van de berekening 1

2 maximumscore 4

–

open uiteinden

B	K	B

gesloten uiteinde en open uiteinde

K	B

voorbeeld van een antwoord:
– In de buis met een open en een gesloten uiteinde is de golflengte van de grondtoon langer dan in de buis met twee open uiteinden. Bij de langere golflengte hoort een lagere frequentie. (Het model met een gesloten uiteinde biedt dus geen verklaring voor het verschil tussen berekende en gemeten frequentie.)

- juist patroon in de buis met open uiteinden 1
- juist patroon in de buis met gesloten en open uiteinde 1
- inzicht dat de golflengte in de buis met gesloten uiteinde langer is 1
- consequente conclusie over de frequentie in de buis met gesloten uiteinde 1

natuurkundeuitgelegd.nl

3 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Om een geluidssnelheid te halen van $387\ \mathrm{m\,s^{-1}}$ moet de temperatuur (ver) boven de 333 K (Binas) / 373 K (Sciencedata) liggen. Deze temperatuur ligt veel hoger dan de temperatuur van de leefomgeving van een mens. (Dit is dus geen goede verklaring.)

- opzoeken van de geluidssnelheid bij 333 K (Binas) of 373 K (SD) 1
- inzicht dat de temperatuur te hoog is 1

4 maximumscore 4

uitkomst: $f_{\mathrm{kaval}} = 2{,}9 \cdot 10^2\ \mathrm{Hz}$

voorbeeld van een antwoord:

– Uit de verhouding tussen de twee (u,t)-diagrammen volgt:

$$f_{\mathrm{kaval}} = \frac{7{,}0}{6{,}0} \cdot 245 = 2{,}9 \cdot 10^2\ \mathrm{Hz}$$

– De devil holes zorgen ervoor dat de frequentie omhoog gaat. De devil holes kunnen dus inderdaad een aannemelijke verklaring zijn voor het verschil tussen gemeten en berekende laagste toonhoogte van de echte kaval.

- inzicht dat geldt $f_{\mathrm{kaval}} = \frac{n_{\mathrm{kaval}}}{n_{245}} \cdot 245$ 1
- bepalen van het aantal trillingen in een gelijk interval (met een marge van 0,25) of bepalen van de lengte van een gelijk aantal trillingen in beide (u,t)-diagrammen (met een marge van 2 mm) 1
- completeren van de bepaling 1
- consequente conclusie 1

Opmerking
Als een kandidaat constateert dat de frequentie te veel omhoog gaat en daarom de verklaring verwerpt, kan dit wel als consequente conclusie gelden.

natuurkundeuitgelegd.nl

Papieren schakelingen

5 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Voor een zo klein mogelijke weerstand moeten Theo en Rob materiaal kiezen met een zo laag mogelijke soortelijke weerstand. Grafiet heeft een soortelijke weerstand $\rho = 10^{-5}\ \Omega\text{m}$. Die soortelijke weerstand is veel kleiner dan van het vulmiddel, dus ze moeten een zacht (B) potlood gebruiken.

- inzicht dat de soortelijke weerstand zo klein mogelijk moet zijn 1
- opzoeken van ρ_{grafiet} 1
- consequente conclusie 1

6 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Uit $\rho = \dfrac{RA}{\ell}$ volgt dat de weerstand R afneemt met het toenemen van de doorsnede A. (Beide lijnen zijn even breed, dus) de dik getekende lijn I heeft de kleinste weerstand.

- inzicht dat uit $\rho = \dfrac{RA}{\ell}$ volgt dat R afneemt met het toenemen van A 1
- consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

7 maximumscore 5

uitkomst: $R = 2{,}1 \cdot 10^4\ \Omega$

voorbeeld van een antwoord:
Over de potloodlijnen staat een maximale spanning van $U_{\text{lijnen}} = U_{\text{b}} - U_{\text{led}} = 9{,}0 - 1{,}4 = 7{,}6\ \text{V}$.

Over één lijn staat dan een spanning van $\frac{7{,}6}{2} = 3{,}8\ \text{V}$.

In een serieschakeling is de stroomsterkte overal gelijk, dus $I_{\text{lijn}} = I_{\text{led}} = 0{,}18\ \text{mA}$.

Voor de maximale weerstand van één potloodlijn geldt:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{3{,}8}{0{,}18 \cdot 10^{-3}} = 2{,}1 \cdot 10^4\ \Omega.$$

- gebruik van $U_{\text{b}} = U_{\text{lijnen}} + U_{\text{led}}$ of $R_{\text{tot}} = R_{\text{lijnen}} + R_{\text{led}}$ 1
- correct gebruik van de factor 2 1
- inzicht dat $I_{\text{lijn}} = I_{\text{led}}$ en aflezen I met een marge van 0,05 mA 1
- gebruik van $U = IR$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

8 maximumscore 3

uitkomst: $k = 5{,}0 \cdot 10^2\ (\Omega)$

voorbeeld van een antwoord:

– $[R] = [k] \cdot \frac{[\ell]}{[b]} \rightarrow \Omega = [k] \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}} \rightarrow [k] = \Omega$

– $R = k \cdot \frac{\ell}{b} \rightarrow k = R \cdot \frac{b}{\ell} = 1{,}2 \cdot 10^4 \cdot \frac{0{,}50 \cdot 10^{-2}}{12 \cdot 10^{-2}} = 5{,}0 \cdot 10^2\ (\Omega)$

- invullen van correcte eenheden voor R, ℓ en b 1
- completeren van de afleiding 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

9 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
- schakelschema I
- De tweede led verder van de batterij is in serie met een weerstand parallel aangesloten aan de eerste led dichter bij de batterij. Hierdoor krijgt hij minder spanning/stroom dan de eerste led.

- keuze voor schakelschema I 1
- inzicht dat de tweede led in serie met een weerstand parallel aan de eerste led is aangesloten 1
- inzicht dat de tweede led minder spanning/stroom krijgt 1

Coconuts

10 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
Voor de golflengte van de waargenomen straling geldt:

$$\lambda_{max} = \frac{k_W}{T} = \frac{2{,}898 \cdot 10^{-3}}{(160 + 273)} = 6{,}69 \cdot 10^{-6} \text{ m.}$$

Deze golflengte bevindt zich in het infrarode gebied, dus een camera voor infraroodstraling.

- omrekenen van graden Celsius naar kelvin 1
- gebruik van $\lambda_{max} T = k_W$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

11 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
COCONUTS-2a staat op een afstand van $35{,}4 \cdot 9{,}461 \cdot 10^{15} = 3{,}349 \cdot 10^{17}$ m van de aarde. Uit de hoek volgt voor de afstand tussen ster en exoplaneet:

$$\tan\alpha = \frac{\text{o}}{\text{a}} \rightarrow r = 3{,}349 \cdot 10^{17} \cdot \tan(0{,}165) = 9{,}65 \cdot 10^{14} \text{ m.}$$

- omrekenen of opzoeken afstand van lichtjaar naar meter 1
- inzicht dat r = afstand · tan α 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking
Als een kandidaat gebruik heeft gemaakt van de sinus, dit niet aanrekenen.

natuurkundeuitgelegd.nl

12 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt:

De massa van COCONUTS-2a is gelijk aan $0{,}35 \cdot 1{,}99 \cdot 10^{30} = 6{,}97 \cdot 10^{29}$ kg.

Voor de baansnelheid geldt:

$$F_{\text{mpz}} = F_{\text{G}} \rightarrow \frac{mv^2}{r} = G\frac{mM}{r^2} \rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 6{,}97 \cdot 10^{29}}{9{,}65 \cdot 10^{14}}}$$

$= 2{,}2 \cdot 10^2$ m s^{-1}.

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

13 maximumscore 4

uitkomst: $T = 8{,}7 \cdot 10^5$ (jaren)

voorbeeld van een antwoord:

– Er geldt:

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \cdot 9{,}65 \cdot 10^{14}}{2{,}2 \cdot 10^2} = 2{,}76 \cdot 10^{13} \text{ s.}$$

Dit komt overeen met $\frac{2{,}76 \cdot 10^{13}}{365 \cdot 24 \cdot 3600} = 8{,}7 \cdot 10^5$ aardse jaren.

– De kans om een overgang waar te nemen is zeer klein door de lange omlooptijd. (De transitmethode is dus niet geschikt om COCONUTS-2b waar te nemen.)

- gebruik van $v = \frac{2\pi r}{T}$ 1
- omrekenen naar jaren en completeren van de berekening 1
- significantie 1
- inzicht dat het te lang duurt voordat de planeet voor de ster is of voordat er verandering in lichtintensiteit zichtbaar is 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Springende larven

14 maximumscore 4

uitkomst: $v_{gem} = 0,22\ \text{m s}^{-1}$

voorbeeld van een antwoord:
Er zijn 5 beeldovergangen. Hieruit volgt voor de tijd:

$$t = 5 \cdot \frac{1}{132} = 0,0379\ \text{s}.$$

Uit de schaal in figuur 1 volgt voor de afgelegde afstand:

$$\Delta x = \frac{5,4}{3,2} \cdot 5,0\ \text{mm} = 8,4\ \text{mm}.$$

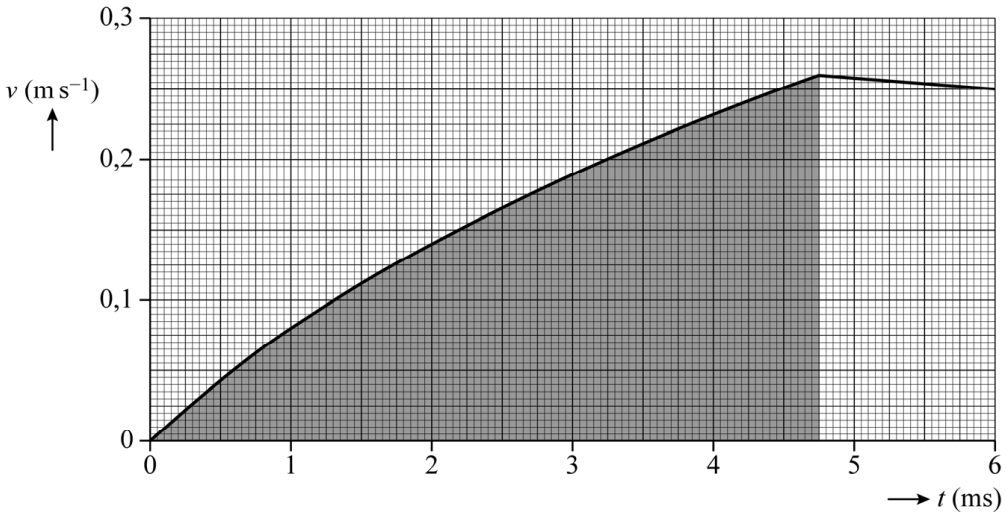
Dus: $v_{gem} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{8,4 \cdot 10^{-3}}{3,79 \cdot 10^{-2}} = 0,22\ \text{m s}^{-1}$.

- inzicht dat $t = \frac{n_{\text{beeldovergangen}}}{135}$ met $n_{\text{beeldovergangen}} = 5$ 1
- bepalen van Δx (met een marge van 0,3 mm) 1
- gebruik van $v_{gem} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

15 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:



Door de oppervlakte onder de grafiek te bepalen tot het moment dat de snelheid weer gaat afnemen.

- inzicht dat de oppervlakte onder de grafiek bepaald moet worden 1
- in de grafiek markeren van de oppervlakte tussen de oorsprong en het bereiken van het maximum van de grafiek 1

16 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt:

$$W_{\text{tot}} = \Delta E_{\text{k}} \rightarrow F_{\text{res gem}} = \frac{\frac{1}{2}mv_{\text{e}}^2 - \frac{1}{2}mv_{\text{b}}^2}{s} = \frac{\frac{1}{2}\cdot 1{,}3\cdot 10^{-6}\cdot 0{,}26^2 - 0}{0{,}72\cdot 10^{-3}} = 6{,}1\cdot 10^{-5}\ \text{N}.$$

- gebruik van $W_{\text{tot}} = \Delta E_{\text{k}}$ met $W = Fs$ en $E_{\text{k}} = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- bepalen van v_{e} met een marge van $0{,}01\ \text{m s}^{-1}$ 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

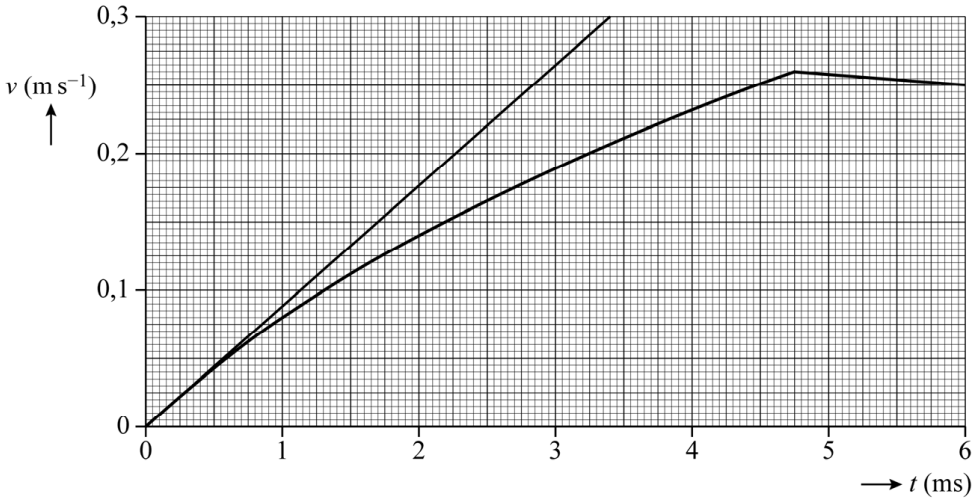
17 maximumscore 5

uitkomst: $a = 88\ \text{m s}^{-2}$ (binnen het bereik $85\ \text{m s}^{-2} \leq a \leq 120\ \text{m s}^{-2}$)

$$F_{\text{res}} = 1{,}1 \cdot 10^{-4}\ \text{N}$$

voorbeeld van een antwoord:

–



Er geldt: $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}} = \frac{0{,}30}{3{,}4 \cdot 10^{-3}} = 88\ \text{m s}^{-2}$.

– Hieruit volgt: $F_{\text{res max}} = ma = 1{,}3 \cdot 10^{-6} \cdot 88 = 1{,}1 \cdot 10^{-4}$ N.

– Volgens het model geldt: $\frac{F_{\text{res max}}}{F_{\text{res gem}}} = 2$

Voor de larve geldt: $\frac{F_{\text{res max}}}{F_{\text{res gem}}} = \frac{1{,}1 \cdot 10^{-4}}{6{,}1 \cdot 10^{-5}} = 1{,}8$

(De larve gedraagt zich binnen de marge van John volgens het model van een veer.)

- tekenen van een raaklijn in het steilste deel van de grafiek 1
- gebruik van $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}}$ 1
- gebruik van $F_{\text{res}} = ma$ 1
- inzicht dat $\frac{F_{\text{res max}}}{F_{\text{res gem}}}$ voor de larve vergeleken moet worden met $\frac{F_{\text{res max}}}{F_{\text{res gem}}} = 2$ voor een veer 1
- completeren van bepaling en berekeningen en significantie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

18 maximumscore 4

uitkomst: $n = 2{,}0$

voorbeeld van een antwoord:
De larve levert een (gemiddeld) vermogen van $P = Fv = 6{,}1 \cdot 10^{-5} \cdot 0{,}14 = 8{,}5 \cdot 10^{-6}$ W. Het specifieke vermogen van de larve is dan $\frac{8{,}5 \cdot 10^{-6}}{1{,}3 \cdot 10^{-6}} = 6{,}6 \text{ W kg}^{-1}$.

Dit is $\frac{6{,}6}{3{,}3} = 2{,}0$ keer zo groot als dat van een mens.

- gebruik van $P = Fv$ 1
- inzicht dat $P_{\text{spec larve}} = \frac{P_{\text{larve}}}{m_{\text{larve}}}$ 1
- inzicht dat $n = \frac{P_{\text{spec larve}}}{P_{\text{spec mens}}}$ 1
- completeren van de berekening 1

Vervalst schilderij

19 maximumscore 3

$${}^{14}_{7}\text{N} + {}^{1}_{0}\text{n} \rightarrow {}^{14}_{6}\text{C} + {}^{1}_{1}\text{H}$$

- atoomnummer en massagetal van het neutron 1
- aantal nucleonen links en rechts gelijk 1
- atoomnummer links en rechts gelijk en consequente keuze voor het vrijgekomen deeltje 1

natuurkundeuitgelegd.nl

20 maximumscore 3

$$^{14}_{6}\mathrm{C} \rightarrow {}^{14}_{7}\mathrm{N} + {}^{0}_{-1}e$$

- C-14 links en een bètadeeltje rechts van de pijl 1
- N rechts van de pijl (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

21 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
Na het afsterven van de plant neemt deze geen nieuwe koolstof meer op uit de atmosfeer. C-12 is een stabiele isotoop van koolstof (C-14 is instabiel). Het aandeel C-12 in de plant verandert niet, maar het aandeel C-14 neemt af in de tijd.

- inzicht dat C-12 stabiel is 1
- inzicht dat het aandeel C-14 afneemt na het afsterven van de plant 1

22 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
De halveringstijd van C-14 is $5{,}7 \cdot 10^{3}$ jaar. In de korte tijd sinds 1960 is dus bijna geen C-14 vervallen.

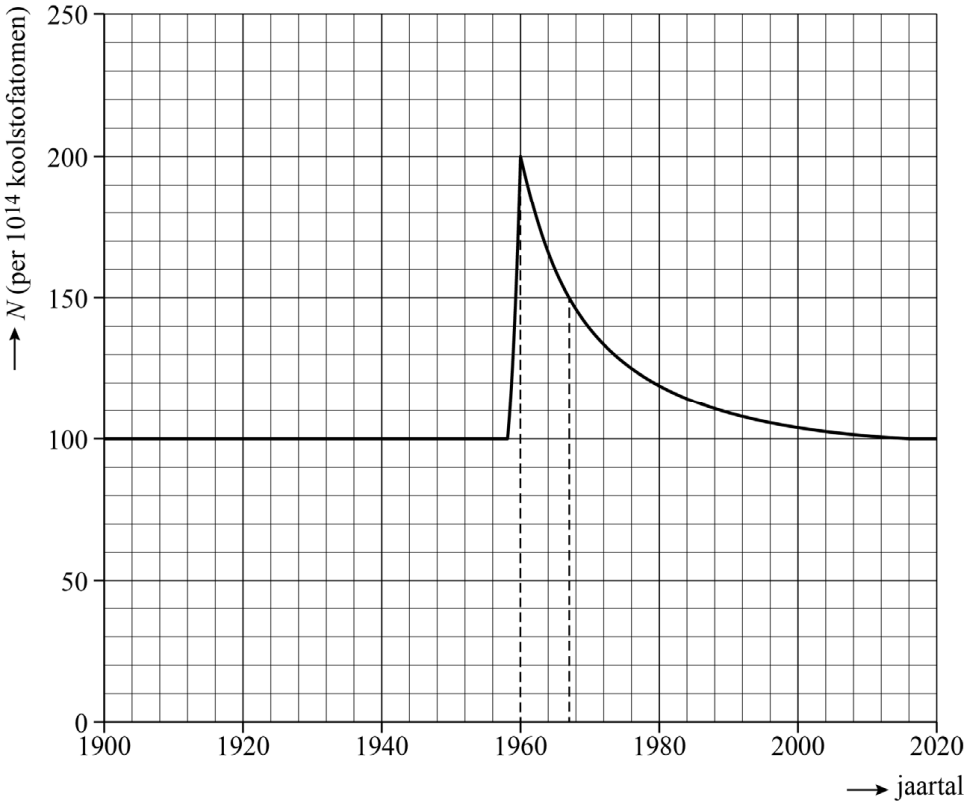
- opzoeken halveringstijd C-14 1
- inzicht dat sinds het stoppen van de testen bijna geen C-14 is vervallen 1

natuurkundeuitgelegd.nl

23 maximumscore 3

uitkomst: $t_{\frac{1}{2}} = 7$ jaar (binnen het bereik $6{,}5 \text{ jaar} \leq t \leq 9{,}0 \text{ jaar}$)

voorbeeld van een antwoord:



De achtergrondwaarde is gelijk aan 100. De eerste halvering vindt dus plaats van 200 naar 150. Dit gebeurt in een periode van 7 jaar.

- inzicht dat $N = 100$ de achtergrondwaarde is 1
- aangeven van een voor de halveringstijd relevant deel van de grafiek 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

24 maximumscore 2

uitkomst: 1973 (met een marge van 1 jaar)

voorbeeld van een antwoord:

In het schilderij zijn $1{,}3 \cdot 100 = 1{,}3 \cdot 10^2$ deeltjes C-14 (per 10^{14} koolstofatomen) aangetroffen. Dit hoort bij het jaartal 1973.

- inzicht dat $N = 1{,}3 \cdot 10^2$ 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie 1

Opmerking

Als een kandidaat het jaartal 1958 benoemt: dit niet aanrekenen.

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 23 mei te accorderen.

Ook na 23 mei kunt u nog tot en met 11 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.

tweede tijdvak
Ook in het tweede tijdvak wordt de normering mede gebaseerd op door kandidaten behaalde scores. Wissel te zijner tijd ook voor al uw tweede-tijdvak-kandidaten de scores uit met Cito via Wolf. Dit geldt **niet** voor de aangewezen vakken.

6 Bronvermeldingen

Kaval
figuur 1 Shutterstock 1564802521, door Elkhophoto

Coconuts
figuur 1 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:COCONUTS-2_system_unWISE.png
door unWISE NEO7 (Meisner et al.), 2022

Springende larven
figuur 1 Bewerking uit ‘A novel power-amplified jumping behavior in larval beetles’,
door Takahiro Yoshida, 2022

Vervalst schilderij
figuur 1 Shutterstock 1189569886, door StockphotoVideo

Alle overige figuren: Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2025

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