Correctievoorschrift HAVO

2023

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

Aan het juiste antwoord op een meerkeuzevraag wordt 1 scorepunt toegekend.

Gasniveau meten

1 maximumscore 4

uitkomst: $t = 5{,}6$ h ($= 2{,}0 \cdot 10^4$ s)

voorbeeld van een antwoord:
Er geldt: $E_{ch} = r_m m = 13{,}8 \cdot 6{,}1 = 84{,}2$ kWh.
De tijd dat de barbecue hier op kan branden is
$t = \frac{E}{P} = \frac{84{,}2}{15} = 5{,}6$ h ($= 2{,}0 \cdot 10^4$ s).

- gebruik van $E_{ch} = r_m m$ 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- completeren van de berekening 1
- significantie 1

2 maximumscore 2

- De faseovergang van vloeibaar naar gasvormig propaan in de fles heet **verdampen** 1
- De faseovergang van waterdamp naar waterdruppels op de buitenzijde van de fles heet **condenseren** 1

3 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
In figuur 2 is te zien dat de gemeten frequentie van de toon afneemt tijdens het vullen.
Echter, in figuur 3 is te zien dat de golflengte van een staande golf in het propaangas zou afnemen tijdens het vullen.
Hoe korter de golflengte, hoe hoger de frequentie van het geluid moet worden (bij gelijkblijvende geluidssnelheid).

- inzicht dat de frequentie afneemt bij het vullen van de fles 1
- inzicht dat bij het vullen van de fles de golflengte kleiner zou worden 1
- inzicht in het verband tussen frequentie en golflengte 1

natuurkundeuitgelegd.nl

4 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Er passen 2 golflengtes op de omtrek van de fles.

Dus: $\lambda = \frac{\ell}{2} = \frac{0,72}{2} = 0,36$ m.

Hieruit volgt $v = f\lambda = 1,50 \cdot 10^3 \cdot 0,36 = 5,4 \cdot 10^2$ m s^{-1}.

De voortplantingssnelheid van geluid in staal is $5,1 \cdot 10^3$ m s^{-1} (Binas) of $5,79 \cdot 10^3$ m s^{-1} (Sciencedata).

De golfsnelheid is dus niet gelijk aan de voortplantingssnelheid in staal.

- inzicht dat $\lambda = \frac{\ell}{2}$ 1
- gebruik van $v = f\lambda$ 1
- opzoeken van v_{staal} 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

5 maximumscore 3

uitkomst: 45(%) (met een marge van 4%)

voorbeeld van een antwoord:
Er worden 20,5 trillingen geproduceerd tussen 4,0 ms en 20,0 ms, dus
$T = \frac{20{,}0 \cdot 10^{-3} - 4{,}0 \cdot 10^{-3}}{20{,}5} = 7{,}80 \cdot 10^{-4}$ s.

Voor de frequentie geldt: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{7{,}80 \cdot 10^{-4}} = 1{,}28 \cdot 10^{3}$ Hz.

Aflezen in de ijkgrafiek levert een vulstand van 45%.

- inzicht dat geldt $T = \frac{\text{benodigde tijd}}{\text{aantal trillingen}}$ en gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- aflezen van de bijbehorende vulstand 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Noodstopstrook

6 maximumscore 3

uitkomst: $s = 1{,}6 \cdot 10^2$ m (met een marge van $0{,}2 \cdot 10^2$ m)

voorbeelden van een antwoord:
methode 1
De lengte komt overeen met de oppervlakte onder de grafiek tot t = 9,0 s.
De bepaling van de oppervlakte levert 31,5 grote hokjes.
Elk hokje komt overeen met $5{,}0 \cdot 1{,}0 = 5{,}0$ m.
Dus de lengte is $31{,}5 \cdot 5{,}0 = 1{,}6 \cdot 10^2$ m.

- inzicht dat de lengte overeenkomt met de oppervlakte onder de grafiek 1
- gebruik van een correcte methode om de oppervlakte te bepalen 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

of

methode 2
Voor de lengte geldt: $s = v_{gem} t$. De gemiddelde snelheid is te bepalen uit de grafiek. Dit levert 17,5 m s^{-1}.
Dus voor de lengte geldt: $s = 17{,}5 \cdot 9{,}0 = 1{,}6 \cdot 10^2$ m s^{-1}.

- inzicht dat $s = v_{gem} t$ 1
- gebruik van een correcte methode om de gemiddelde snelheid te bepalen 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

Opmerking
Aan een antwoord uitgaande van $s = v_{begin} t$ geen scorepunten toekennen.

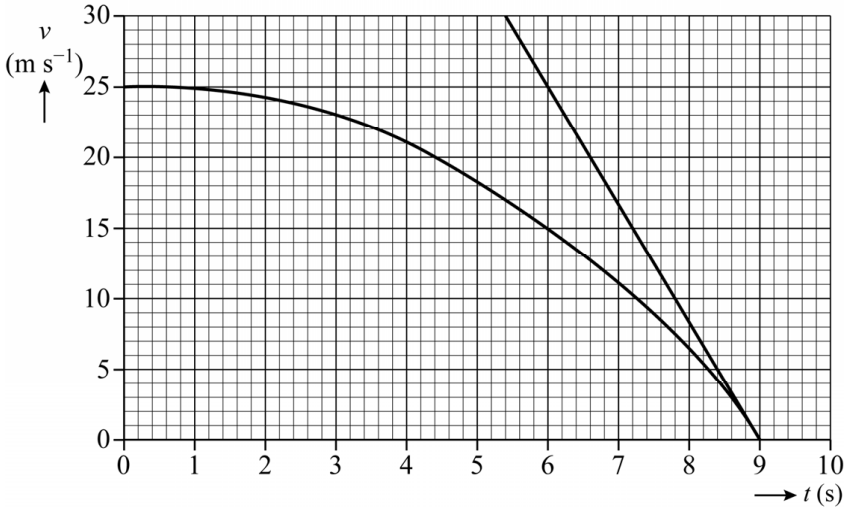
natuurkundeuitgelegd.nl

7 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}}$.

De vertraging is het grootste op het steilste deel van de grafiek, dus op $t = 9{,}0$ s.



Hieruit volgt: $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}} = \frac{30{,}0 - 0}{9{,}0 - 5{,}4} = 8{,}3\ \text{m s}^{-2}$.

Dit is gelijk aan $\frac{8{,}3}{9{,}81} \cdot g = 0{,}85 \cdot g$.

Deze vertraging is lager dan de ontwerp-eis.

- tekenen van een raaklijn aan de grafiek op $t = 9{,}0$ s 1
- gebruik van $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}}$ 1
- bepalen van de versnelling tussen $a = 6{,}5\ \text{m s}^{-2}$ en $a = 10\ \text{m s}^{-2}$ 1
- inzicht dat $\frac{a}{g}$ of $0{,}90 \cdot g$ moet worden berekend 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie 1

8 maximumscore 2

- de schets begint bij $v = 25\ \text{m s}^{-1}$ en toont een in de tijd voortdurend toenemende vertraging en langere remtijd 1
- uit de schets blijkt het inzicht dat de oppervlakte onder de grafiek groter is dan die van de oorspronkelijke grafiek 1

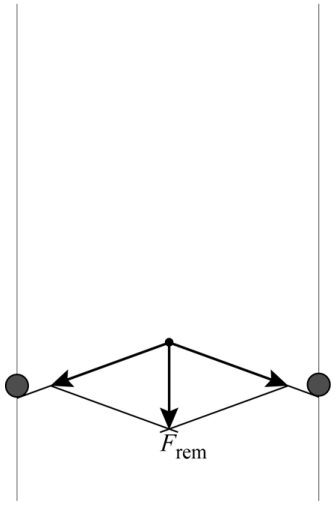
natuurkundeuitgelegd.nl

9 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

–

I



– In situatie II maken de spankrachten een kleinere hoek met elkaar. De resultante van deze krachten wordt daardoor groter. De remkracht F_{rem} wordt dus groter als de vrachtwagen verder het net inrijdt, (net als bij het grind).

- constructie van F_{rem} in situatie I 1
- inzicht dat in situatie II de resultante groter is (of: construeren van F_{rem} in situatie II) 1
- consequente conclusie 1

Opmerking
Als in situatie I alleen de hulplijnen zijn ingetekend, maar vector F_{rem} is niet getekend, de eerste deelscore niet toekennen.

natuurkundeuitgelegd.nl

10 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:
Voor de spanning in de stalen band geldt:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{2{,}0 \cdot 10^{4}}{5{,}0 \cdot 10^{-2} \cdot 3{,}0 \cdot 10^{-3}} = 1{,}33 \cdot 10^{8}\ \text{N m}^{-2}.$$

De elasticiteitsmodulus van roestvrij staal is $0{,}20 \cdot 10^{12}$ Pa.

De relatieve rek in de kabel is dan gelijk aan $\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{1{,}33 \cdot 10^{8}}{0{,}20 \cdot 10^{12}} = 6{,}67 \cdot 10^{-4}$.

Dit komt overeen met een relatieve rek van $6{,}7 \cdot 10^{-2}$ %, dus veel minder dan 10%.

- gebruik van $\sigma = \frac{F}{A}$ 1
- inzicht dat $A =$ breedte band $\cdot$ dikte band 1
- gebruik van $\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$ met opzoeken van E 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Opmerking
Sciencedata geeft $E_{\text{rvs}} = 195 \cdot 10^{9}$ Pa.

11 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
Voor de tweede wet van Newton geldt: $F_{\text{res}} = ma$. Vrachtwagens met een kleine massa m ondervinden dus een grote vertraging. Door de remkracht van het eerste net kleiner te maken, wordt voorkomen dat bij kleine vrachtwagens de vertraging boven de maximaal toegestane a komt.

- inzicht dat uit de tweede wet van Newton volgt dat (bij gelijke F_{rem}) vrachtwagens met een kleine massa een grotere vertraging ondervinden/ dat (bij een bepaalde a_{max}) vrachtwagens met een kleine massa door een kleinere remkracht moeten worden afgeremd 1
- inzicht dat minder trommels voor een kleinere F_{rem} door het eerste vangnet zorgen 1

natuurkundeuitgelegd.nl

12 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

De vrachtwagen heeft een kinetische energie van
$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 60 \cdot 10^3 \cdot 24^2 = 1{,}73 \cdot 10^7$ J.

Eén trommel kan een arbeid verrichten van
$W = Fs = 2{,}0 \cdot 10^4 \cdot 61 = 1{,}22 \cdot 10^6$ J.

Hieruit volgt: $n_{\text{trommels}} = \dfrac{1{,}73 \cdot 10^7}{1{,}22 \cdot 10^6} = 14{,}2$. Dit is minder dan 16 trommels.

De drie netten kunnen de vrachtwagen stoppen.

- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- gebruik van $W = Fs$ 1
- inzicht dat $n_{\text{trommels}} = \dfrac{E_k}{W_{\text{trommel}}}$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Kosmische explosie

13 **A**

14 **maximumscore 5**

voorbeeld van een antwoord:

Voor de golflengte van de fotonen geldt:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 3{,}00 \cdot 10^{8}}{1{,}0 \cdot 1{,}60 \cdot 10^{-19}} = 1{,}24 \cdot 10^{-6} \text{ m.}$$

Voor de grootte die de lensdiameter van Hubble moet hebben om de twee sterren afzonderlijk te kunnen zien, geldt:

$$\frac{1{,}22 \cdot \lambda}{D} = \frac{d}{\ell} \rightarrow D = \frac{1{,}22 \cdot \lambda \cdot \ell}{d} = \frac{1{,}22 \cdot 1{,}24 \cdot 10^{-6} \cdot 1{,}70 \cdot 10^{19}}{4{,}18 \cdot 10^{9}} = 6{,}2 \cdot 10^{3} \text{ m.}$$

Deze benodigde diameter is veel groter dan de echte diameter, dus Hubble kan de twee sterren niet afzonderlijk waarnemen.

- gebruik van $E = hf$ en $c = f\lambda$ 1
- omrekenen van eV naar J 1
- gebruik van $\frac{1{,}22 \cdot \lambda}{D} = \frac{d}{\ell}$ 1
- completeren van de berekening 1
- consequente conclusie 1

Opmerking
Als een kandidaat voor het bepalen van de golflengte gebruik maakt van Binas tabel 19B of Sciencedata tabel 5.1c, kunnen de eerste en tweede deelscore worden toegekend.

15 **maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Uit het verband $\frac{d^3}{T^2} = k$ volgt dat wanneer de waarde voor d kleiner wordt (en k constant is) de waarde voor T ook afneemt. Als T afneemt volgt (uit $f = \frac{1}{T}$) dat de waargenomen frequentie toeneemt.

- inzicht dat uit formule (2) volgt dat de omlooptijd T afneemt 1
- consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

16 maximumscore 4

uitkomst: periode 2

voorbeeld van een antwoord:
methode 1

Er geldt: $\Delta t = \frac{s}{v} = \frac{s}{c} = \frac{1{,}70 \cdot 10^{19}}{2{,}998 \cdot 10^{8}} = 5{,}67 \cdot 10^{10}$ s.

Dit is $\frac{5{,}67 \cdot 10^{10}}{365 \cdot 24 \cdot 3600} = 1798$ jaar.

De samensmelting zou dan volgens de voorspelling hebben plaatsgevonden rond het jaar $2023 - 1798 = 225,$ dus in periode 2.

- gebruik van $s = vt$ met $v = c$ 1
- omrekenen van seconde naar jaar 1
- inzicht dat geldt: jaartal $= 2023 - t$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

of

methode 2
De afstand tot de dubbelster kan uitgedrukt worden in lichtjaar. Hiervoor geldt:

$s = \frac{1{,}70 \cdot 10^{19}}{9{,}461 \cdot 10^{15}} = 1797$ lichtjaar. Het licht is dus 1797 jaar onderweg geweest.

De samensmelting heeft dan volgens de voorspelling plaatsgevonden rond het jaar $2023 - 1797 = 226,$ dus in periode 2.

- inzicht dat $s_{\text{lichtjaar}} = \frac{s_{\text{m}}}{9{,}461 \cdot 10^{15}}$ 1
- inzicht dat licht in een jaar een afstand aflegt van een lichtjaar 1
- inzicht dat geldt: jaartal $= 2023 - t$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Radioactieve rook

17 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
De halveringstijden van alle isotopen tot aan Pb-210 zijn veel korter dan twee jaar, terwijl Pb-210 zelf een heel lange halveringstijd heeft. Die isotopen vervallen dus snel tot Pb-210, terwijl dat zelf maar langzaam vervalt in de volgende isotoop.

- inzicht dat het verval tot aan Pb-210 snel gaat door relatief korte halveringstijden 1
- inzicht dat Pb-210 langzaam vervalt door een relatief lange halveringstijd 1

18 maximumscore 3

uitkomst: massapercentage Po-210 $= 8 \cdot 10^{-15}$ (%)

voorbeeld van een antwoord:
De massa van Po-210 in een sigaret is
$m_{\text{totaal Po}} = N \cdot m_{\text{Po}} = 2 \cdot 10^{5} \cdot 210 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27} = 7{,}0 \cdot 10^{-20}$ kg.

$\frac{m_{\text{totaal Po}}}{m_{\text{totaal}}} = \frac{7{,}0 \cdot 10^{-20}}{0{,}90 \cdot 10^{-3}} = 8 \cdot 10^{-17}$. Dit is $8 \cdot 10^{-15}$ %.

- inzicht dat $m_{\text{totaal Po}} = N \cdot m_{\text{Po}}$ 1
- inzicht dat de verhouding $\frac{m_{\text{totaal Po}}}{m_{\text{totaal}}}$ gevraagd wordt 1
- completeren van de berekening 1

19 maximumscore 3

Voorbeeld van een antwoord:

Volgens formule (1) is Po-210 in de longen zo gevaarlijk omdat:
1 De α-straling een grote weegfactor heeft.
2 De bestraalde massa afneemt.
3 De tijd van het bestralen toeneemt.

- inzicht dat α-straling een (relatief) grote weegfactor w_R heeft 1
- inzicht dat (door de hotspots) de bestraalde massa m afneemt 1
- inzicht dat (door het vastplakken) de tijd van het bestralen Δt toeneemt 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Zelfbouw zaklamp

20 maximumscore 4
uitkomst: 3 accu's

voorbeeld van een antwoord:
– Voor de spanning over de led geldt:
$U = \frac{P}{I} = \frac{1,0 \cdot 10^2}{3,0} = 33,3$ V.
Om deze spanning te bereiken zijn $\frac{33,3}{11,1} = 3$ accu's nodig.
– De accu's staan in serie.

- gebruik van $P = UI$ 1
- inzicht dat $n_{\text{accu's}} = \frac{U_{\text{led}}}{U_{\text{accu}}}$ 1
- completeren van de berekening 1
- keuze voor serie 1

21 maximumscore 4
uitkomst: t = 13 (minuten)

voorbeeld van een antwoord:
Voor de tijd dat het accupakket 1 led kan voeden geldt:
$t_{\text{led}} = \frac{\text{capaciteit}}{I_{\text{led}}} = \frac{5,0}{3,0} = 1,67$ h.
Voor 8 leds geldt:
$t = \frac{t_{\text{led}}}{8} = \frac{1,67}{8} = 0,21$ h .
Dit komt overeen met $0,21 \cdot 60 = 13$ minuten.

- inzicht dat $t = \frac{\text{capaciteit}}{I}$ 1
- toepassen van de factor 8 1
- omrekenen van uren naar minuten 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

22 maximumscore 5

uitkomst: $t = 32$ s

voorbeeld van een antwoord:
Voor de warmte die het water in één koelblok heeft opgenomen zodra het kookt geldt:
$Q = cm\Delta T = 4{,}18 \cdot 10^3 \cdot 25 \cdot 10^{-3} \cdot (100 - 20) = 8{,}36 \cdot 10^3$ J.

De 4 leds op een koelblok leveren per seconde een warmte van:
$P_{\text{warmte}} = 4 \cdot (1{,}00 - 0{,}35) \cdot 1{,}0 \cdot 10^2 = 2{,}60 \cdot 10^2$ W.

Voor de tijd geldt:
$$t = \frac{Q}{P_{\text{warmte}}} = \frac{8{,}36 \cdot 10^3}{2{,}60 \cdot 10^2} = 32 \text{ s}.$$

- gebruik van $Q = cm\Delta T$ met opzoeken van c 1
- inzicht dat $P_{\text{warmte}} = (1 - \eta) \cdot P_{\text{led}}$ 1
- toepassen van factor 4 1
- inzicht dat $t = \frac{Q}{P}$ 1
- completeren van de berekening 1

23 maximumscore 2

plek	situatie	belangrijkste vorm van warmtetransport
I	warmtetransport door de wand van het koelblok	geleiding
II	warmtetransport van koelblok naar radiator	stroming
III	warmtetransport van de radiator naar de omgeving door het draaien van de ventilator	stroming

indien drie antwoorden juist 2
indien twee antwoorden juist 1
indien een of geen antwoord juist 0

24 B

25 B

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 1 juni te accorderen.

Ook na 1 juni kunt u nog tot en met 13 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.

natuurkundeuitgelegd.nl

6 Bronvermeldingen

Gasniveau meten
figuur 1 Shutterstock 144992224 door Tab62

Noodstopstrook
figuur 1 https://nl.m.wikipedia.org/wiki/Bestand:A7-Notbremsweg.jpg door Presse03
figuren 3, 4, 7 Impact Absorption

Kosmische explosie
figuur 1 Shutterstock 194177834 door Marcel Clemens

Radioactieve rook
figuur 1 Shutterstock 239133820 door Marcin Jucha

Zelfbouw zaklamp
figuren 3 en 4 Samm Sheperd

Alle overige figuren: Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2023

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