

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.

- 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;

- 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 gecommiteerde 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.

- 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 79 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.

4 Beoordelingsmodel

Vraag

Antwoord

Scores

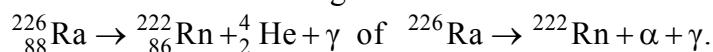
Aan het juiste antwoord op een meerkeuzevraag wordt 1 scorepunt toegekend.

Radiumbad

1 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Radium-226 vervalt volgens:



Bij dit vervalproces komt een α -deeltje vrij en γ -straling. Het α -deeltje komt niet door de huid heen, de γ -straling kan wel door de huid heengaan.

- Rn als vervalproduct en het aantal nucleonen links en rechts gelijk 1
- α -deeltje en γ -foton rechts van de pijl 1
- consequente conclusie over het gelijk van de artsen 1

2 maximumscore 4

uitkomst: 4,4 (μg)

voorbeeld van een berekening:

$$\text{Voor de activiteit geldt: } A(t) = \frac{0,693}{t_{\frac{1}{2}}} N(t) \text{ met}$$

$$A(t) = 1,6 \cdot 10^5 \text{ Bq en } t_{\frac{1}{2}} = 1,60 \cdot 10^3 \text{ j.}$$

$$\text{Invullen geeft: } N(t) = \frac{1,6 \cdot 10^5 \cdot 1,60 \cdot 10^3 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60}{0,693} = 1,16497 \cdot 10^{16}.$$

De atoommassa van radium-226 is $226,02541u$, zodat het potje badzout $1,16497 \cdot 10^{16} \cdot 226,02541 \cdot 1,66054 \cdot 10^{-27} = 4,4 \cdot 10^{-9} \text{ kg} = 4,4 \mu\text{g}$ radium-226 bevatte.

- opzoeken van de halveringstijd van radium-226 en omrekenen naar s 1
- opzoeken van de atoommassa van radium-226 1
- omrekening van u naar kg 1
- completeren van de berekening 1

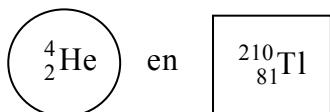
Opmerking

Voor de atoommassa van radium-226 mag ook met $226u$ gerekend worden.

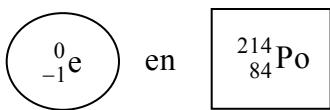
3 maximumscore 4

antwoord:

Links:



Rechts:



per juist antwoord op de juiste plaats

1

Opmerking

*Als de beide antwoorden in de linker- en de rechterkolom verwisseld zijn:
maximaal 2 scorepunten.*

4 maximumscore 5

uitkomst: 9 (keer)

voorbeeld van een berekening:

De effectieve totale lichaamsdosis ten gevolge van α -straling is:

$$H_{\alpha} = 20 \cdot \frac{1,6 \cdot 10^5 \cdot 45 \cdot 60 \cdot 0,25 \cdot 24,7 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{80} = 0,107 \text{ mSv.}$$

De effectieve totale lichaamsdosis ten gevolge van β -straling is:

$$H_{\beta} = 1 \cdot \frac{1,6 \cdot 10^5 \cdot 45 \cdot 60 \cdot 0,25 \cdot 5,75 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{80} = 1,242 \cdot 10^{-3} \text{ mSv.}$$

Bij elkaar opgeteld levert dit $H = 0,108 \text{ mSv}$. Volgens Binas tabel 27D2 is de dosislimiet per jaar 1 mSv, zodat iemand maximaal $9 \times$ per jaar zo'n bad zou kunnen nemen voordat de dosislimiet wordt overschreden.

- inzicht dat $E_{\text{totaal},\alpha} = N_{\alpha} \cdot E_{\alpha} \cdot t$ of $E_{\text{totaal},\beta} = N_{\beta} \cdot E_{\beta} \cdot t$ 1
- inzicht dat $H_{\text{totaal}} = H_{\alpha} + H_{\beta}$ 1
- gebruik van 0,25 1
- opzoeken van dosislimiet 1
- completeren van de berekening van het aantal baden per jaar 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

5 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De halveringstijd van radium-226 is $1,60 \cdot 10^3$ jaar. Tussen 2006 en 1951 ligt 55 jaar. In die tijd is de activiteit van het kompres nauwelijks afgenomen zodat de activiteit in 2006 bijna even groot was als in 1951.

- inzicht dat de verstreken tijd (relatief) kort is ten opzichte van de halveringstijd van radium-226 1
- consequente conclusie 1

Fontein van Genève

6 maximumscore 3

uitkomst: $I = 417 \text{ A}$

voorbeeld van een berekening:

De pompen hebben elk een vermogen van 500 kW, samen 1000 kW.

De pompen zijn parallel aangesloten op 2400 V.

Voor het vermogen P geldt: $P = UI$, invullen geeft $1000 \cdot 10^3 = 2400 \cdot I$.

Hieruit volgt dat $I = 417 \text{ A}$.

- gebruik van $P = UI$ 1
- inzicht dat $P_{\text{totaal}} = (2 \cdot 500) \text{ kW}$ en $U = 2400 \text{ V}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als een kandidaat de berekening heeft gemaakt voor één pomp, dus heeft gerekend met $P = 500 \text{ kW}$ en $U = 2400 \text{ V}$, dit niet aanrekenen.

7 maximumscore 3

uitkomst: $\eta = 69,4\%$ (of 0,694)

voorbeeld van een berekening:

De kinetische energie van het water dat uit de sputmond komt is

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 450 \cdot (55,56)^2 = 6,94 \cdot 10^5 \text{ J.}$$

Het rendement van de pompen is dan:

$$\eta = \frac{E_{\text{kin}}}{E_{\text{pompen}}} = \frac{6,94 \cdot 10^5}{1000 \cdot 10^3} = 0,694. \text{ Dit komt overeen met } 69,4\%.$$

- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- inzicht dat $\eta = \frac{E_{\text{kin}}}{E_{\text{pompen}}}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als een kandidaat heeft gerekend met E_z in plaats van E_{kin} hiervoor maximaal 1 scorepunt toekennen.

8 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

methode 1

Er geldt: $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$ (mits er geen rekening gehouden wordt met wrijving)

$$\text{zodat } h = \frac{\frac{1}{2}v^2}{g} = \frac{\frac{1}{2}(55,6)^2}{9,81} = 157 \text{ m.}$$

Het is dus mogelijk dat het water een hoogte van 140 m haalt.

- gebruik van $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$ 1
- berekenen van de hoogte h 1
- consequente conclusie 1

of

methode 2

Er geldt: $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$ (mits er geen rekening gehouden wordt met wrijving)

zodat $v^2 = 2gh = 2 \cdot 9,81 \cdot 140 = 2,747 \cdot 10^3$. Hieruit volgt dat

$v = 52,5 \text{ m s}^{-1} = 189 \text{ km h}^{-1}$. Dit is minder dan 200 km h^{-1} , dus het water kan een hoogte van 140 m halen.

- gebruik van $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$ 1
- berekenen van de snelheid 1
- consequente conclusie 1

Opmerking

Bij het berekenen van de hoogte of de snelheid hoeft niet op de significantie gelet te worden.

9 maximumscore 3

uitkomst: $v = (-)19 \text{ ms}^{-1}$ met een marge van 1 ms^{-1}

voorbeeld van een bepaling:

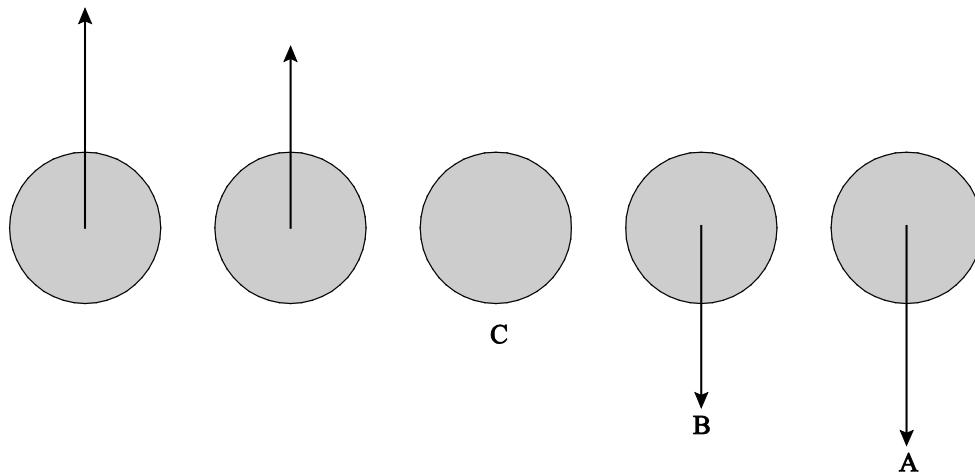
De snelheid van de druppel is te bepalen als de helling (van de raaklijn) van de (h,t) -grafiek bij $t = 14 \text{ s}$. Deze helling is

$$\frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{(-)75}{4,0} = (-)18,75 = (-)19 \text{ ms}^{-1}.$$

- inzicht dat de gevraagde snelheid de helling (van de raaklijn) van de (h,t) -grafiek is 1
- gebruik van $v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$ 1
- completeren van de bepaling 1

10 maximumscore 1

antwoord:



A, B en C juist

1

Opmerking

Wanneer één, twee of drie letters verkeerd geplaatst zijn geen scorepunt toekennen.

Trillingen in een vrachtwagen**11 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Uit het (v,t) -diagram op de uitwerkbijlage blijkt dat de trillingstijd van de trilling 0,36 s is.

De frequentie f is dan $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,36} = 2,8$ Hz. Dit ligt in het genoemde gebied (van 2,0 Hz tot 80 Hz).

- bepalen van de trillingstijd met een marge van 0,04 s
- consequente conclusie

1

1

Opmerking

Significantie en eenheid zijn hier niet van belang.

12 maximumscore 3

uitkomst: 2,5 h

voorbeeld van een bepaling:

De maximale versnelling is gelijk aan de richtingscoëfficiënt van de raaklijn aan het (v, t) -diagram op een tijdstip waar de snelheid 0 m s^{-1} is.

De maximale versnelling is $\frac{0,40}{0,14} = 2,9 \text{ ms}^{-2}$.

In figuur 1 is af te lezen dat de maximale werktijd dan 2,5 uur is.

- inzicht dat de helling van de raaklijn bepaald moet worden bij een tijdstip waar de snelheid gelijk is aan 0 m s^{-1}
- bepalen van de richtingscoëfficiënt (met een marge van $0,3 \text{ m s}^{-2}$)
- consequente bepaling van de maximale werktijd

1
1
1

13 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Voorbij 2,0 Hz is de verhouding $\frac{A_{\text{stoel}}}{A_{\text{vw}}} < 1$. Dit betekent dat de amplitude

van de trilling van de chauffeur kleiner is dan die van de vrachtwagen.

De problemen voor trillingen vanaf 2,0 Hz zijn, door dit veersysteem te gebruiken, nu dus minder.

- inzicht dat $\frac{A_{\text{stoel}}}{A_{\text{vw}}} < 1$ is voor frequenties groter dan 2,0 Hz
- conclusie

1
1

14 maximumscore 3

uitkomst: 42 kg

voorbeeld van een berekening:

Voor de trillingstijd van een massa-veersysteem geldt:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{C}}. \text{ De veerconstante is } C = 1,3 \cdot 10^3 \text{ N m}^{-1}, T = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,50} = 2,0 \text{ s.}$$

$$\text{Invullen geeft: } 2,0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{1,3 \cdot 10^3}} \text{ zodat } m = \frac{1,3 \cdot 10^3}{\pi^2} = 132 \text{ kg.}$$

De massa van de bestuurder is 90 kg, zodat de stoel een massa heeft van $132 - 90 = 42$ kg.

- gebruik van $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{C}}$ 1
- inzicht dat geldt: $m_{\text{stoel}} = m_{\text{totaal}} - m_{\text{chauffeur}}$ 1
- completeren van de berekening 1

15 maximumscore 1

antwoord: (veer) C

Elektrische auto

16 maximumscore 3

uitkomst: 81 km

voorbeeld van een berekening:

$$\text{De actieradius} = \frac{\text{opslagcapaciteit accu}}{\text{energieverbruik per km}}.$$

Uit de technische gegevens volgt dat de opslagcapaciteit van de accu gelijk is aan 6,1 kWh en het energieverbruik per km gelijk is aan $0,075 \text{ kWh km}^{-1}$.

Hieruit volgt dat de actieradius $\frac{6,1}{0,075} = 81 \text{ km}$ is.

- inzicht dat de actieradius $= \frac{\text{opslagcapaciteit accu}}{\text{energieverbruik per km}}$ 1
- invullen van 6,1 kWh en $0,075 \text{ kWh km}^{-1}$ 1
- completeren van de berekening 1

17 maximumscore 4

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

De stookwaarde van benzine is $33 \cdot 10^9 \text{ J m}^{-3}$.

$$\text{Dit is } \frac{33 \cdot 10^9}{3,6 \cdot 10^6 \cdot 10^3} = 9,2 \text{ kWh L}^{-1}.$$

Voor het rijden van 20 km verbruikt de benzineauto dus 9,2 kWh.

Als de Twizy 20 km rijdt, verbruikt hij $20 \cdot 0,075 = 1,5 \text{ kWh}$.

De Twizy verbruikt dus minder energie dan de benzineauto.

- opzoeken van de stookwaarde 1
- omrekenen J m^{-3} naar kWh L^{-1} 1
- berekenen van het energieverbruik van de Twizy over 20 km 1
- consequente conclusie 1

of

methode 2

De stookwaarde van benzine is gelijk aan $9,2 \cdot 10^3 \text{ kWh m}^{-3} = 9,2 \text{ kWh L}^{-1}$.

Het gemiddelde energieverbruik per km van de benzineauto is

$$\frac{9,2}{20} = 0,46 \text{ kWh km}^{-1}.$$

De Twizy verbruikt $0,075 \text{ kWh km}^{-1}$, dit is minder energie dan de benzineauto verbruikt.

- opzoeken van de stookwaarde 1
- omrekenen kWh m^{-3} naar kWh L^{-1} 1
- berekenen van het energieverbruik per km van de benzineauto 1
- consequente conclusie 1

18 maximumscore 4

uitkomst: $0,12 \text{ (kWh km}^{-1}\text{)}$

voorbeeld van een berekening:

Bij topsnelheid is de nuttige arbeid die de Twizy in één uur verricht gelijk aan $8,5 \text{ kWh}$. Het rendement is 87% , dus in één uur verbruikt hij

$$\frac{8,5}{0,87} = 9,77 \text{ kWh} \text{ aan energie. Het verbruik per km bij topsnelheid is dan}$$

$$\text{gelijk aan } \frac{9,77}{80} = 0,12 \text{ kWh km}^{-1}.$$

- inzicht dat de auto in één uur $8,5 \text{ kWh}$ nuttige arbeid verricht 1
- juist gebruik van het rendement 1
- inzicht dat het energieverbruik per km = $\frac{\text{verbruikte energie}}{\text{bijbehorende afstand}}$ 1
- completeren van de berekening 1

19 maximumscore 2

uitkomst: $F_w = 3,8 \cdot 10^2 \text{ N}$

voorbeeld van een berekening:

Voor het vermogen geldt: $P = Fv$. Omdat de snelheid v constant is, geldt:

$$F = (-)F_w.$$

Er geldt: $P = 8,5 \text{ kW}$ en $v = 80 \text{ km h}^{-1} = 22,2 \text{ m s}^{-1}$ zodat

$$F_w = \frac{8,5 \cdot 10^3}{22,2} = 3,8 \cdot 10^2 \text{ N.}$$

- gebruik van $P = Fv$ of $P = F_w v$ 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

20 maximumscore 3

uitkomst: $I = 7,6 \text{ A}$

voorbeeld van een berekening:

Het (gemiddelde) vermogen waarmee de accu wordt opgeladen is gelijk aan

$$\frac{\text{opslagcapaciteit}}{\text{oplaadtijd}} = \frac{6,1}{3,5} = 1,74 \text{ kW.}$$

Voor het vermogen geldt: $P = UI$.

$$\text{Hieruit volgt dat } I = \frac{1,74 \cdot 10^3}{230} = 7,57 = 7,6 \text{ A.}$$

- inzicht dat het (gemiddelde) vermogen waarmee de accu wordt opgeladen gelijk is aan $\frac{\text{opslagcapaciteit}}{\text{oplaadtijd}}$ 1
- gebruik van $P = UI$ 1
- completeren van de berekening 1

21 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De opslagcapaciteit is $6,1 \text{ kWh} = 6,1 \cdot 10^3 \cdot 3600 \text{ J} = 21,96 \cdot 10^6 \text{ J}$. De massa van de accu is 100 kg. De energiedichtheid van de gebruikte accu is dus

$$\frac{21,96 \cdot 10^6}{100} = 2,2 \cdot 10^5 \text{ J kg}^{-1}$$

Dit is gelijk aan de energiedichtheid van een Li-ion accu.

- omrekenen van kWh naar J 1
- berekenen van de energiedichtheid van de Twizy 1
- consequente conclusie 1

Wisselverwarming

22 maximumscore 3

uitkomst: $P = 2,40 \text{ kW}$

voorbeeld van een berekening:

De stroomsterkte I door een verwarmingslint is $I = \frac{U}{R} = \frac{230}{44,1} = 5,22 \text{ A}$.

Het verwarmingselement heeft 2 verwarmingslinten. Voor het vermogen van een verwarmingselement geldt dan: $P = 2 \cdot UI = 2 \cdot 230 \cdot 5,22 = 2,40 \text{ kW}$.

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

23 B

24 maximumscore 4

uitkomst: $1,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de weerstand van een magnesiumdraad geldt: $R = \rho \frac{\ell}{A}$ waarbij

$\rho = 46 \cdot 10^{-9} \Omega \text{m}$; $\ell = 20 \text{ m}$; $R = 44,1 \Omega$. Invullen levert:

$A = 46 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{20}{44,1} = 2,086 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$. De diameter van de draad is dan:

$$\sqrt{\frac{2,086 \cdot 10^{-8}}{\frac{1}{4}\pi}} = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ m.}$$

- gebruik van $\rho = \frac{RA}{\ell}$ 1
- opzoeken van $\rho_{\text{magnesium}}$ 1
- berekenen van A 1
- completeren van de berekening 1

25 maximumscore 2

antwoord:

	A	B
geleiding		x
straling	x	
stroming	x	

per juiste kolom

1

26 maximumscore 4uitkomst: $t = 2,9 \cdot 10^2$ s

voorbeelden van een berekening:

methode 1

Voor de toegevoerde warmte per seconde per meter spoorstaaf geldt:

$$Q = cm\Delta T \text{ waarbij: } Q = 1,0 \cdot 10^3 \text{ J; } m = 60 \text{ kg; } c = 0,48 \cdot 10^3 \text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}.$$

$$\text{Invullen geeft: } \Delta T = \frac{1,0 \cdot 10^3}{0,48 \cdot 10^3 \cdot 60} = 0,0347 \text{ K s}^{-1}.$$

$$\text{Om de temperatuur } 10 \text{ K te laten stijgen is } \frac{10}{0,0347} = 288 = 2,9 \cdot 10^2 \text{ s nodig.}$$

- gebruik van $Q = cm\Delta T$ 1
- opzoeken van $c_{\text{koolstofstaal}}$ 1
- berekenen van ΔT per seconde 1
- completeren van de berekening 1

of

methode 2

Om 1,0 m spoorstaaf 10 K op te warmen is nodig

$$Q = cm\Delta T = 0,48 \cdot 10^3 \cdot 60 \cdot 10 = 2,88 \cdot 10^5 \text{ J.}$$

$$\text{Er geldt: } t = \frac{E}{P} = \frac{Q}{P} = \frac{2,88 \cdot 10^5}{1,0 \cdot 10^3} = 2,88 \cdot 10^2 = 2,9 \cdot 10^2 \text{ s.}$$

- gebruik van $Q = cm\Delta T$ 1
- opzoeken van $c_{\text{koolstofstaal}}$ 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- completeren van de berekening 1

27 maximumscore 4

uitkomst: 35 (jaar)

voorbeeld van een berekening:

Voor het verwarmen van 5200 gasgestookte wissels was

$$E = 5200 \cdot Pt = 5200 \cdot 11,2 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 3600 = 2,0966 \cdot 10^{12} \text{ J nodig.}$$

De verbrandingswarmte van (Gronings) aardgas is $32 \cdot 10^6 \text{ J m}^{-3}$, zodat er

$$\frac{2,0996 \cdot 10^{12}}{32 \cdot 10^6} = 6,5519 \cdot 10^4 \text{ m}^3 \text{ gas verbruikt werd. Hier kan een gemiddeld}$$

Nederlands huishouden $\frac{6,5519 \cdot 10^4}{1,85 \cdot 10^3} = 35$ jaar mee toe.

- gebruik van $E = 5200 \cdot Pt$ 1
- opzoeken van de stookwaarde van (Gronings) aardgas 1
- inzicht dat het aantal aantal m^3 gas = $\frac{E}{\text{stookwaarde}}$ 1
- completeren van de berekening 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 afgenoem, zend dan ook van uw tweede-tijdvak-kandidaten de deelscores in met behulp van het programma WOLF.

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.

- 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;

- 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 gecommiteerde 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.

- 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 74 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.

4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

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

Sluis van Fankel

1 maximumscore 2

uitkomst: 9,6 (minuten)

voorbeeld van een bepaling:

Op de heenweg ligt het schip stil tussen $t = 0,12$ h en $t = 0,28$ h.

Dit is $0,28 - 0,12 = 0,16$ h = $0,16 \cdot 60 = 9,6$ minuten.

- aflezen van tijdsduur waarop het schip stilligt 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Als het antwoord is afgerond op 10 minuten: maximaal 1 scorepunt.

2 maximumscore 3

uitkomst: 10 km

voorbeeld van een bepaling:

De afstand tussen Beilstein en Cochem is te bepalen als de oppervlakte onder het (v,t) -diagram.

$$\text{Oppervlakte} = (v \cdot \Delta t_1) + (v \cdot \Delta t_2) = (11,4 \cdot 0,67) + (11,4 \cdot 0,25) =$$

$$7,64 + 2,85 = 10,49 \text{ km} = 10 \text{ km}.$$

- inzicht dat de afstand bepaald kan worden als de oppervlakte onder het (v,t) -diagram 1
- aflezen van de snelheid van het schip (met een marge van $0,1 \text{ km h}^{-1}$) 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Als het antwoord is afgerond op 11 km: goed rekenen.

3 maximumscore 3

uitkomst: $1,4 \text{ km h}^{-1}$ (met een marge van $0,1 \text{ km h}^{-1}$)

voorbeeld van een bepaling:

Op de heenweg is de snelheid van het schip ten opzichte van het water $14,2 \text{ km h}^{-1}$, op de terugweg is die snelheid $11,4 \text{ km h}^{-1}$.

Op de heenweg is de snelheid van het schip groter, dus de richting van de stroomsnelheid van de rivier is gelijk aan de richting van de snelheid van het schip. Er geldt $v_{\text{schip tot water}} = v_{\text{schip}} + v_{\text{water}}$.

Op de terugweg is die stroomsnelheid tegengesteld aan de snelheid van het schip. Er geldt $v_{\text{schip tot water}} = v_{\text{schip}} - v_{\text{water}}$.

Hieruit volgt dat $\Delta v_{\text{schip tot water}} = 2 \cdot v_{\text{water}}$.

Invullen geeft $(14,2 - 11,4) = 2,8 = 2 \cdot v_{\text{water}}$ zodat $v_{\text{water}} = 1,4 \text{ km h}^{-1}$.

- bepalen van de snelheid van het schip op de heenreis en op de terugreis 1
- inzicht dat $\Delta v_{\text{schip tot water}} = 2 \cdot v_{\text{water}}$ 1
- completeren van de bepaling 1

4 maximumscore 3

uitkomst: $0,12 \text{ m s}^{-1}$ (met een marge van $0,02 \text{ m s}^{-1}$)

voorbeeld van een bepaling:

De maximale stijgsnelheid van het water in de sluis is te bepalen als de maximale helling van de raaklijn aan het (h, t) -diagram.

Voor deze raaklijn geldt: $v_{\max} = \frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{10}{85} = 0,12 \text{ m s}^{-1}$.

- gebruik van $v = \left(\frac{\Delta h}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$ 1
- bepalen van Δh en Δt bij een raaklijn met maximale helling 1
- completeren van de bepaling 1

5 C

6 maximumscore 4

uitkomst: 0,60 of 60%

voorbeeld van een berekening:

Er valt per seconde 400 m^3 water 7,0 m omlaag. Het vermogen hiervan is:

$$P = \frac{E_z}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{\rho Vgh}{t} = 0,9982 \cdot 10^3 \cdot 400 \cdot 9,81 \cdot 7,0 = 2,74 \cdot 10^7 \text{ W.}$$

De stuw levert 16,4 MW aan elektrisch vermogen. Het rendement van de

$$\text{stuw is dan: } \eta = \frac{P_{\text{el}}}{P} = \frac{16,4 \cdot 10^6}{2,74 \cdot 10^7} = 0,599 = 0,60 = 60\%.$$

- gebruik van $P = \frac{E_z}{t}$ 1
- gebruik van $m = \rho V$ 1
- gebruik van $\eta = \frac{P_{\text{el}}}{P}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als met een dichtheid $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ gerekend is: geen aftrek.

7 maximumscore 4

uitkomst: $2,0 \cdot 10^4$ (huishoudens)

voorbeeld van een berekening:

Als er 209 m^3 water door de stuw stroomt, is het elektrisch vermogen:

$$\frac{209}{400} \cdot 16,4 = 8,57 \text{ MW.}$$

De jaarlijkse energieopbrengst van de stuw is dan:

$$E_{\text{jaar}} = 8,57 \cdot 10^3 \cdot 24 \cdot 365 = 7,5 \cdot 10^7 \text{ kWh.}$$

Het energiegebruik van een gemiddeld huishouden is 3750 kWh, dus er

$$\text{kunnen } \frac{7,5 \cdot 10^7}{3750} = 2,0 \cdot 10^4 \text{ huishoudens van energie worden voorzien.}$$

- berekenen van elektrisch vermogen bij 209 m^3 water 1
- inzicht dat $E_{\text{jaar}} (\text{kWh}) = P(\text{kW}) \cdot 24 \cdot 365$ 1
- inzicht dat aantal huishoudens = $\frac{E_{\text{jaar}} (\text{kWh})}{3750 \text{ kWh}}$ 1
- completeren van de berekening 1

Wieg

8 maximumscore 2

uitkomst: $u = 9,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

voorbeeld van een berekening:

Als de wieg stil hangt, geldt: $F_{\text{veer}} = F_z$. Hierin is $F_z = mg$ en $F_{\text{veer}} = Cu$.

Invullen geeft: $12,2 \cdot 9,81 = 1,3 \cdot 10^3 \cdot u$.

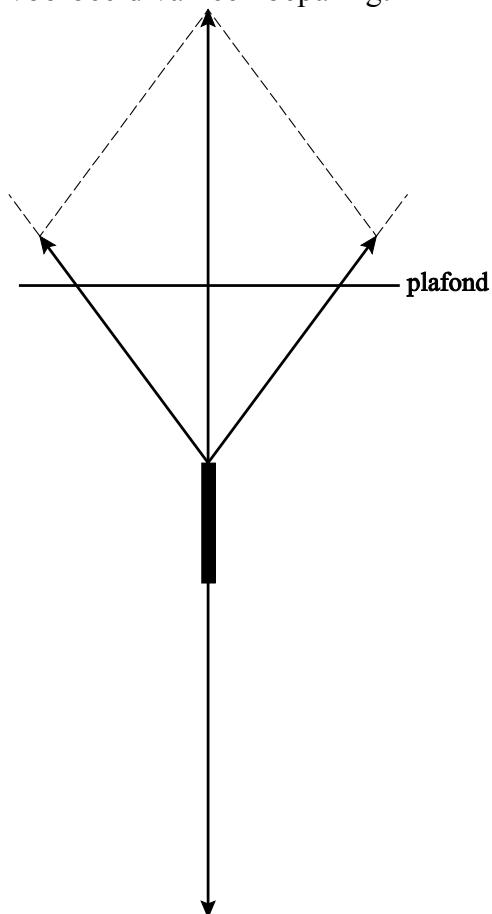
Hieruit volgt dat: $u = \frac{12,2 \cdot 9,81}{1,3 \cdot 10^3} = 9,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$.

- gebruik van $F_{\text{veer}} = Cu$ met $F_{\text{veer}} = F_z$ 1
- completeren van de berekening 1

9 maximumscore 3

uitkomst: 74 N (met een marge van 10 N)

voorbeeld van een bepaling:



- tekenen van F_z 1
- construeren van de spankrachten 1
- completeren van de bepaling 1

10 maximumscore 3

uitkomst: $f = 1,5 \text{ Hz}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de trillingstijd van de wieg geldt: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m_{\text{totaal}}}{C}}$.

Hierin is $m_{\text{totaal}} = 12,2 + 3,2 = 15,4 \text{ kg}$ en $C = 1,3 \cdot 10^3 \text{ N m}^{-1}$.

Invullen geeft: $T = 2\pi\sqrt{\frac{15,4}{1,3 \cdot 10^3}} = 0,684 = 6,8 \cdot 10^{-1} \text{ s}$.

Hieruit volgt voor de frequentie: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,68} = 1,47 = 1,5 \text{ Hz}$.

- gebruik van $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$ 1
- inzicht dat $m_{\text{totaal}} = 12,2 + 3,2 = 15,4 \text{ kg}$ 1
- completeren van de berekening 1

11 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Marloes moet de tijd tussen twee of meer hartslagen bepalen om de periode T van het hart te bepalen. Op het cardiogram staat een schaal die aangeeft met hoeveel seconde een schaaldeel (of hokje) overeenkomt, zodat ze T kan berekenen.

Daarna moet zij nog berekenen hoeveel slagen er in één minuut plaatsvinden.

- inzicht in het bepalen van de periode van het hart 1
- noemen van de schaal 1
- inzicht dat hartslag = $\frac{60}{T}$ of $60 \cdot f$ 1

Opmerking

Als de hartslag uitsluitend met een berekening bepaald is volgens bovenstaande methode: goed rekenen.

12 maximumscore 2

- Marloes kan de massa van de wieg groter maken 1
- Zij kan voor een veer kiezen met een kleinere veerconstante 1

Bliksem

13 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

- De lichtsnelheid ($3,0 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$) is veel groter dan de geluidssnelheid.
- De geluidssnelheid in lucht is ongeveer 343 m s^{-1} . In drie seconden legt het geluid dan $343 \cdot 3 = 1029 \text{ m} \approx 1 \text{ km}$ af. (De tijd die het licht nodig heeft om die afstand af te leggen, is te verwaarlozen.)
- noemen dat de lichtsnelheid veel groter is dan de geluidssnelheid 1
- gebruik van $v_{\text{geluid}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ en completeren van het antwoord 1

Opmerking

Voor de geluidssnelheid mag een waarde gebruikt worden die ligt tussen 320 ms^{-1} en 350 ms^{-1} .

14 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Bij de verbranding van 1 m^3 (Gronings) aardgas komt $32 \cdot 10^6 \text{ J}$ vrij.

Voor de energie van de blikseminslag geldt: $E_{\text{inslag}} = Pt$,

waarin $P = UI = 6,0 \cdot 10^6 \cdot 30 \cdot 10^3 = 1,8 \cdot 10^{11} \text{ W}$ en $t = 50 \cdot 10^{-6} \text{ s}$.

Dus $E_{\text{inslag}} = 1,8 \cdot 10^{11} \cdot 50 \cdot 10^{-6} = 9,0 \cdot 10^6 \text{ J}$. Dat is inderdaad minder dan de stookwaarde van 1 m^3 aardgas.

- opzoeken van de stookwaarde van (Gronings) aardgas 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- gebruik van $P = UI$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

15 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De soortelijke weerstand van aluminium is groter dan die van koper.

De weerstand van een aluminiumdraad is dan groter dan die van een koperdraad met dezelfde afmetingen. Bij gelijke stroomsterkte is de spanning over de aluminiumdraad groter (want $U = IR$) dan over de koperdraad, zodat de warmteontwikkeling per seconde ($P = UI$) in de aluminiumdraad groter is dan in de koperdraad.

- noemen dat de soortelijke weerstand van aluminium groter is dan die van koper 1
- inzicht dat bij gelijke stroomsterkte de spanning over de draad groter is 1
- inzicht dat daaruit volgt dat $P_{\text{aluminium}} > P_{\text{koper}}$ 1

16 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

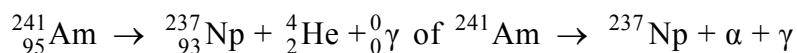
	soort straling	halveringstijd	ioniserend vermogen
Ra-226	α, γ	$1,60 \cdot 10^3$ y	hoog
Co-60	β^-, γ	5,27 y	laag

- Ra-226 zou de beste keuze geweest zijn, omdat deze bron lang meegaat en het ioniserend vermogen van de straling hoog is.

- opzoeken van de soorten straling van Ra-226 en van Co-60 1
- opzoeken van de halveringstijden van Ra-226 en van Co-60 1
- consequente keuze voor toegepaste bron en toelichting 1

17 maximumscore 3

antwoord:



- het α -deeltje en het $^0_0\gamma$ rechts van de pijl 1
- Np als vervalproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- het aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

18 maximumscore 3

uitkomst: 285

voorbeeld van een berekening:

De dosislimiet voor een monteur is 20 mSv per jaar (Binas tabel 27D2).

Hij mag maximaal $\frac{20 \cdot 10^{-3}}{70 \cdot 10^{-6}} = 285$ bliksemafleiders per jaar verwijderen.

- opzoeken van de dosislimiet 20 mSv (of eventueel 500 mSv) 1
- inzicht dat het aantal bliksemafleiders gelijk is aan $\frac{\text{dosislimiet}}{70 \cdot 10^{-6}}$ 1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking**De uitkomst 286 bliksemafleiders: goed rekenen.*

Aerogel

19 maximumscore 3

uitkomst: 70 kg

voorbeeld van een berekening:

Het volume van een gipsplaat is $V = 3,0 \cdot 1,0 \cdot 0,010 = 0,030 \text{ m}^3$. De dichtheid van gips is $2,32 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$. De gipsplaat heeft een massa van $m = \rho V = 2,32 \cdot 10^3 \cdot 0,030 = 70 \text{ kg}$.

- berekenen van het volume van een gipsplaat 1
- gebruik van $\rho = \frac{m}{V}$ met $\rho = 2,32 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ 1
- completeren van de berekening 1

20 maximumscore 3

uitkomst: $4,7 \cdot 10^3 \text{ W}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de warmtestroom geldt: $P = \lambda A \frac{\Delta T}{d}$. Hierin is:

$\lambda = 0,020 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$; $A = 3,0 \text{ m}^2$; $\Delta T = 833 - 53 = 780 \text{ K}$; $d = 0,010 \text{ m}$.

Invullen geeft: $P = 0,020 \cdot 3,0 \cdot \frac{780}{0,010} = 4680 = 4,7 \cdot 10^3 \text{ W}$.

- gebruik van $P = \lambda A \frac{\Delta T}{d}$ met $\lambda = 0,020 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 1
- gebruik van $\Delta T = 780 \text{ K}$ en $d = 0,010 \text{ m}$ 1
- completeren van de berekening 1

21 A

22 maximumscore 3

	waar	niet waar
1	x	
2		x
3		x
4		x

- | | |
|-----------------------------------|---|
| indien vier antwoorden juist | 3 |
| indien drie antwoorden juist | 2 |
| indien twee antwoorden juist | 1 |
| indien één of geen antwoord juist | 0 |

Airbus E-fan

23 maximumscore 2

uitkomst: $v = 59 \text{ km h}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:

Volgens Binas is $1 \text{ knoop} = 0,51444 \text{ ms}^{-1}$. Een snelheid van 32 knopen komt dus overeen met $32 \cdot 0,51444 = 16,46 \text{ ms}^{-1} = 16,46 \cdot 3,6 = 59 \text{ km h}^{-1}$.

- opzoeken $1 \text{ knoop} = 0,51444 \text{ ms}^{-1}$
- completeren van de berekening

1
1

24 maximumscore 2

uitkomst: 16 A

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $P = UI$. Invullen levert: $4,0 \cdot 10^3 = 250 \cdot I$ zodat

$$I = \frac{4,0 \cdot 10^3}{250} = 16 \text{ A.}$$

- gebruik van $P = UI$
- completeren van de berekening

1
1

25 maximumscore 3

uitkomst: $4,2 \cdot 10^5 (\text{J kg}^{-1})$

voorbeeld van een berekening:

De energiedichtheid van een accu is de totale energie per kg.

De energie in een accu is $E = P \cdot t = 4,0 \cdot 10^3 \cdot 70 \cdot 60 = 1,68 \cdot 10^7 \text{ J}$.

De energiedichtheid is dan $\frac{1,68 \cdot 10^7}{40} = 4,2 \cdot 10^5 \text{ J kg}^{-1}$.

- inzicht dat energiedichtheid = $\frac{E_{\text{totaal}}}{m}$
- gebruik van $E = Pt$
- completeren van de berekening

1
1
1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

26 maximumscore 2

antwoord:

- I - onjuist
- II - onjuist
- III - juist

indien drie antwoorden goed	2
indien twee antwoorden goed	1
indien één of geen antwoord goed	0

27 maximumscore 4

uitkomst: 6,2 (L)

voorbeeld van een berekening:

Het energiegebruik in 2,5 uur is: $E = Pt = 8,0 \cdot 10^3 \cdot 2,5 \cdot 3600 = 7,2 \cdot 10^7 \text{ J}$.

Het rendement van de energieomzetting is 35%, dus de verbrandingsmotor

heeft $\frac{7,2 \cdot 10^7}{0,35} = 2,06 \cdot 10^8 \text{ J}$ gebruikt.

De verbrandingswarmte van benzine is $33 \cdot 10^9 \text{ J m}^{-3}$; dit is $33 \cdot 10^6 \text{ JL}^{-1}$.

De hybride variant gebruikt dan minimaal $\frac{2,06 \cdot 10^8}{33 \cdot 10^6} = 6,2 \text{ L}$ benzine.

- gebruik van $E = Pt$ met $t = 2,5 \cdot 3600 \text{ s}$ 1
- juist gebruik van rendement 1
- opzoeken van de verbrandingswarmte van benzine 1
- completeren van de berekening 1

5 Inzenden scores

Verwerk de scores van alle kandidaten per examinator in het programma WOLF.

Zend de gegevens uiterlijk op 28 juni naar Cito.

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.

- 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;

- 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 gecommiteerde 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.

- 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 grootte.

4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

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

Elektrische doorstroomverwarmer

1 maximumscore 1

voorbeelden van antwoorden:

Er gaat minder energie verloren aan de buitenlucht. / De waterleiding wordt minder verwarmd.

Opmerking

Een antwoord in de trant van “er is minder draad nodig” of “er is minder verlies” zonder fysisch correcte vermelding waaraan: geen scorepunt toekennen.

2 maximumscore 2

uitkomst: 25 K

voorbeeld van een berekening:

Er geldt $P = 70 \cdot \text{debiet} \cdot \Delta T$. Invullen geeft: $5000 = 70 \cdot 2,9 \cdot \Delta T$.

$$\text{Hieruit volgt dat } \Delta T = \frac{5000}{70 \cdot 2,9} = 25 \text{ K.}$$

- gebruik van $P = 70 \cdot \text{debiet} \cdot \Delta T$
- completeren van de berekening

1
1

3 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De stroomsterkte $I = \frac{P}{U} = \frac{5000}{230} = 21,7$ (A), de zekering van 25 A is dan het meest geschikt.

Zekeringen tot en met 20 A branden allemaal door, de zekering van 40 A geeft te weinig bescherming bij overbelasting.

- gebruik van $P = UI$
- inzicht dat te kleine zekeringen doorbranden en te grote te weinig bescherming bieden tegen overbelasting
- completeren en consequente conclusie

1
1
1

Opmerking

Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

4 maximumscore 2

antwoord:

- de totale weerstand van de doorstroomverwarmer **afneemt**.
 - de totale stroomsterkte door de weerstandsdraden samen daardoor **toeneemt**.
 - het vermogen van de doorstroomverwarmer daardoor **toeneemt**.
- de eerste zin correct 1
 - volgende twee zinnen beide consequent met de eerste zin 1

5 A

6 maximumscore 4

uitkomst: $I = 6,3 \cdot 10^{-6} \text{ A}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de weerstand van de waterkolom geldt: $R = \rho \frac{\ell}{A}$,

waarbij $\rho = 1,3 \cdot 10^5 \Omega \text{m}$; $\ell = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}$; $A = \pi r^2 = \pi \cdot (7,5 \cdot 10^{-3})^2 \text{ m}^2$.

Invullen geeft $R = 3,68 \cdot 10^7 \Omega$. De stroomsterkte door de waterkolom is dan

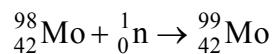
$$I = \frac{U}{R} = \frac{230}{3,68 \cdot 10^7} = 6,3 \cdot 10^{-6} \text{ A.}$$

- gebruik van $R = \rho \frac{\ell}{A}$ 1
- gebruik van $A = \pi r^2$ met $r = \frac{1}{2} \cdot 15 \text{ mm}$ of $A = \frac{1}{4} \pi d^2$ 1
- gebruik van $U = IR$ 1
- completeren van de berekening 1

Molybdeen-99

7 maximumscore 3

antwoord:



- atoomnummer van molybdeen correct 1
- massagetal en atoomnummer van het neutron correct 1
- voor de moederkern een consequente berekening van massagetal en atoomnummer en consequente notatie 1

Opmerking

Een kandidaat die het verkeerde atoomnummer bij Mo-99 vindt maar wel Mo-98 als moederkern noteert, mist de eerste deelscore, maar kan de derde deelscore nog wel behalen.

8 A

9 maximumscore 4

uitkomst: $\lambda = 8,79 \cdot 10^{-12} \text{ m}$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt $E = hf$ met $E = 0,141 \text{ MeV} = 0,141 \cdot 10^6 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ en $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$.

Invullen geeft: $0,141 \cdot 10^6 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} = 6,626 \cdot 10^{-34} \cdot f$.

Hieruit volgt dat $f = 3,409 \cdot 10^{19} \text{ Hz}$.

Ten slotte geldt: $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{2,998 \cdot 10^8}{3,409 \cdot 10^{19}} = 8,79 \cdot 10^{-12} \text{ m}$.

- inzicht dat geldt $1,000 \text{ MeV} = 1,602 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ 1
- gebruik van $E = hf$ met correcte waarde voor h 1
- gebruik van $c = f\lambda$ met correcte waarde voor c 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- Onder correcte waarde wordt verstaan: de waarde uit een tabellenboek.
- Fouten in de significantie vallen onder de vierde deelscore.

10 maximumscore 4

voorbeeld van een bepaling:

- Voor de activiteit geldt: $A = -\left(\frac{\Delta N}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}}$.

De helling van de grafiek aan de (N,t) -grafiek van Tc-99m op $t = 3,0$ uur is gelijk aan

$$-\left(\frac{\Delta N}{\Delta t}\right) = -\frac{0,40 \cdot 10^{12} - 0,80 \cdot 10^{12}}{(7,0 - 1,6) \cdot 3600} = \frac{0,40 \cdot 10^{12}}{19,4 \cdot 10^3} = 2,1 \cdot 10^7 \text{ (Bq)}.$$

Dit is meer dan $2,0 \cdot 10^7$ (Bq).

- inzicht dat de helling van de grafiek gebruikt moet worden 1
- bepalen van de helling van de grafiek in het vervaldiagram van Tc-99m op $t = 3,0$ uur binnen het interval $(-2,0 \cdot 10^7$ tot en met $(-2,4 \cdot 10^7$ Bq 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie 1

voorbeeld van een antwoord:

- De helling van de grafiek op $t = 3,0$ uur is bij beide andere stoffen minder steil. (Dus de activiteit op $t = 3,0$ uur is lager, er is een grotere beginhoeveelheid nodig.)
- inzicht dat de helling van de grafieken op $t = 3,0$ uur bij beide andere stoffen minder steil is of de activiteit van beide andere stoffen op $t = 3,0$ uur kleiner is 1

Opmerking

Een antwoord waar het inzicht in de helling of activiteit niet uit blijkt: vierde deelscore niet toekennen.

11 maximumscore 1

voorbeelden van antwoorden:

Meer absorptie van straling. / Verspreiding over een grotere oppervlakte.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

12 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De intensiteit die detector p meet, is groter dan de intensiteit die q meet. De tracer bevindt zich dus in a of in b.

methode 1

De afstand bp = 12 cm; de intensiteit die p meet is $27 \mu\text{W m}^{-2}$.

De afstand bq = 20 cm; de intensiteit die q meet is $7 \mu\text{W m}^{-2}$.

$$\frac{27}{7} = 3,9 \text{ dus de tracer bevindt zich in b.}$$

of

methode 2

De afstand ap = 8 cm; de intensiteit die p meet is $75 \mu\text{W m}^{-2}$.

De afstand aq = 24 cm; de intensiteit die q meet is $4 \mu\text{W m}^{-2}$.

$$\frac{75}{4} = 19 \text{ dus de tracer bevindt zich niet in a, maar in b.}$$

- inzicht dat de tracer zich in a of in b moet bevinden 1
- bepalen van afstanden en intensiteiten van a of b tot een detector 1
- consequente conclusie 1

Opmerking

Een antwoord zonder uitleg: geen scorepunten toekennen.

Road-train

13 maximumscore 3

uitkomst: 3,3 (h)

voorbeeld van een bepaling:

De afstand van Port Augusta naar Port Lincoln is op de kaart van de uitwerkbijlage 5,0 cm. Dit komt overeen met een afstand van $5,0 \cdot 60 = 300$ km.

De road-train rijdt met 90 km h^{-1} , de reis duurt dus $\frac{300}{90} = 3,3 (\text{h})$.

- bepalen van de werkelijke afstand van Port Augusta naar Port Lincoln met een marge van 60 km 1
- gebruik van $s = vt$ 1
- completeren van de bepaling 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

14 maximumscore 4

uitkomst: $P = 7,9 \cdot 10^4 \text{ W}$

voorbeeld van een berekening:

De hoogte van het wegdek stijgt over traject ab van 13,0 m naar 15,0 m.

De motor levert dan

$$W = mg\Delta h = 160 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot (15,0 - 13,0) = 3,14 \cdot 10^6 \text{ J extra arbeid.}$$

De road-train legt hierbij 1000 m af met een snelheid van $\frac{90}{3,6} = 25 \text{ ms}^{-1}$.

Dit duurt $t = \frac{s}{v} = \frac{1000}{25} = 40 \text{ s}$. Het vermogen dat de motor extra levert is

$$P = \frac{W}{t} = \frac{3,14 \cdot 10^6}{40} = 7,9 \cdot 10^4 \text{ W.}$$

- inzicht dat geldt: $W = mg\Delta h$ 1
- bepalen van $\Delta h = 2,0 \text{ m}$ 1
- gebruik van $s = vt$ en $P = \frac{W}{t}$ 1
- completeren van de berekening 1

15 maximumscore 2

antwoorden:

bewering	juist	onjuist
Op traject ab is de zwaartekracht op de road-train het grootst.		X
De normaalkracht op de road-train is het grootst op traject bc.		X
De tijd die nodig is om traject cd af te leggen is het langst.		X

indien drie antwoorden juist 2

indien twee antwoorden juist 1

indien één of geen antwoord juist 0

16 maximumscore 4

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Er geldt:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{7,09}{28,2} = 0,251 \text{ ms}^{-2}.$$

$$F = ma = 160 \cdot 10^3 \cdot 0,251 = 40,2 \cdot 10^3 \text{ (N)} = 40,2 \text{ (kN)}.$$

en:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 160 \cdot 10^3 \cdot 7,09^2 = 4,02 \cdot 10^6 \text{ (J)} = 4,02 \text{ (MJ)}.$$

Dus:

bewering	juist	onjuist
De motor van de road-train van 160 ton levert over deze 100 m meer kracht dan de motor van de vrachtwagen van 40 ton.	X	
De road-train van 160 ton heeft na 100 m meer kinetische energie dan de vrachtwagen van 40 ton.	X	

- gebruik van $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ en $F = ma$ 1
- completeren en consequente conclusie bij bewering 1 1
- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- completeren en consequente conclusie bij bewering 2 1

of

methode 2

Er geldt:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 160 \cdot 10^3 \cdot 7,09^2 = 4,02 \cdot 10^6 \text{ (J)} = 4,02 \text{ (MJ)}.$$

en:

$$F = \frac{W}{s} = \frac{E_{\text{kin}}}{s} = \frac{4,02 \cdot 10^6}{100} = 40,2 \cdot 10^3 \text{ (N)} = 40,2 \text{ (kN)}.$$

Dus:

bewering	juist	onjuist
De motor van de road-train van 160 ton levert over deze 100 m meer kracht dan de motor van de vrachtwagen van 40 ton.	X	
De road-train van 160 ton heeft na 100 m meer kinetische energie dan de vrachtwagen van 40 ton.	X	

- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- completeren en consequente conclusie bij bewering 2 1
- inzicht dat geldt $E_k = Fs$ 1
- completeren en consequente conclusie bij bewering 1 1

Opmerkingen

- *Wanneer de massa verkeerd is omgerekend: maximaal 3 scorepunten toekennen.*
- *Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.*
- *Wanneer de massa op dezelfde manier fout is omgerekend als in vraag 14: niet opnieuw aanrekenen.*

17 maximumscore 3

uitkomst: $\Delta s_{\text{rem}} = 10 \text{ m}$ met een marge van 1,0 m

voorbeeld van een bepaling:

De remweg van een voertuig kan worden bepaald met de oppervlakte onder het (v,t) -diagram. Voor de vrachtwagen van 40 ton is dit $\frac{1}{2} \cdot 6,0 \cdot 16,7 = 50 \text{ m}$.

Voor de road-train van 160 ton is dit $\frac{1}{2} \cdot 7,2 \cdot 16,7 = 60 \text{ m}$. Het verschil in remweg is dan $60 - 50 = 10 \text{ m}$.

- inzicht dat de remweg de oppervlakte onder het (v,t) -diagram is 1
- inzicht $\Delta s_{\text{rem}} = s_{160t} - s_{40t}$ 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Wanneer gerekend is met v_{\max} in plaats van met v_{gem} vervalt de eerste deelscore, maar is de deelscore voor completeren nog wel te behalen.

Metaalmoeheid

18 maximumscore 3

uitkomst: $F = 5,00 \cdot 10^2 \text{ N}$

voorbeeld van een berekening:

$$\text{Voor de spanning geldt: } \sigma = \frac{F}{A}.$$

Hierin is $A = 2,63 \text{ mm}^2 = 2,63 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$.

De spanning $\sigma = 190 \text{ MPa} = 190 \cdot 10^6 \text{ Pa}$. Invullen geeft

$$F = \sigma A = 190 \cdot 10^6 \cdot 2,63 \cdot 10^{-6} = 5,00 \cdot 10^2 \text{ N}.$$

- gebruik van $\sigma = \frac{F}{A}$. 1
- inzicht dat $1,0 \text{ mm}^2 = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

19 maximumscore 2

uitkomst: $\varepsilon = 9,5 \cdot 10^{-4}$ (Binas) of $\varepsilon = 9,74 \cdot 10^{-4}$ (Science Data)

voorbeeld van een berekening:

methode 1

Binas: Er geldt: $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ waarin $E = 0,20 \cdot 10^{12}$ Pa en $\sigma = 190$ MPa.

De relatieve rek van de spaak is dan $\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{190 \cdot 10^6}{0,20 \cdot 10^{12}} = 9,5 \cdot 10^{-4}$.

- gebruik van $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ met $E = 0,20 \cdot 10^{12}$ Pa 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

In Binas wordt ook gewerkt met de waarde $E = 200 \cdot 10^9$ Pa voor roestvast staal. De uitkomst is dan in 3 significante cijfers.

of

methode 2

Science Data: Er geldt: $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ waarin $E = 195 \cdot 10^9$ Pa en $\sigma = 190$ MPa.

De relatieve rek van de spaak is dan $\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{190 \cdot 10^6}{195 \cdot 10^9} = 9,74 \cdot 10^{-4}$.

- gebruik van $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ met $E = 195 \cdot 10^9$ Pa 1
- completeren van de berekening 1

20 maximumscore 2

uitkomst: $f = 3,78$ Hz met een marge van 0,06 Hz

voorbeeld van een bepaling:

methode 1

Uit de figuur op de uitwerkbijlage is af te lezen dat de spaak 7 keer ronddraait in 1,85 s, dus $T = \frac{1,85}{7} = 0,264$ s.

Hieruit volgt $f = \frac{1}{0,264} = 3,78$ Hz.

- inzicht dat geldt $T = \frac{\text{benodigde tijd}}{\text{aantal omwentelingen}}$ en $f = \frac{1}{T}$ 1
- completeren van de bepaling 1

of

methode 2

Uit de figuur op de uitwerkbijlage is af te lezen dat de spaak 7 keer rond draait in 1,85 s, dus $f = \frac{7}{1,85} = 3,78 \text{ Hz}$.

- inzicht dat geldt $f = \frac{\text{aantal omwentelingen}}{\text{benodigde tijd}}$ 1
- completeren van de bepaling 1

21 maximumscore 4

voorbeelden van een antwoord:

- De spanningsamplitude in dit onderzoek is gelijk aan $\frac{198 - 130}{2} = 34 \text{ MPa}$.
- inzicht dat σ_{\max} en σ_{\min} bepaald moeten worden 1
- completeren van de berekening van σ_A (met een marge van 4 MPa) 1
- Bij een spanningsamplitude van 100 MPa zijn $1 \cdot 10^7$ wielomwentelingen te maken. De spanningsamplitude voor de spaak is lager, dus het wiel kan (minimaal) $1 \cdot 10^7$ wielomwentelingen maken.
- inzicht dat σ_A vergeleken moet worden met σ bij $N = 1 \cdot 10^7$ 1
- consequente conclusie 1

22 maximumscore 3

uitkomst: $6,6 \cdot 10^3 \text{ (km)}$

voorbeeld van een bepaling:

Bij een spanningsamplitude van 120 MPa wordt de levensduur van de spaak $3,0 \cdot 10^6$ wielomwentelingen.

De diameter van het wiel is 70 cm, de omtrek is dan

$$2\pi \cdot \frac{1}{2} \cdot 70 = 220 \text{ cm} = 2,2 \text{ m.}$$

De spaak zal dan na $3,0 \cdot 10^6 \cdot 2,2 = 6,6 \cdot 10^6 \text{ m} = 6,6 \cdot 10^3 \text{ km}$ breken.

- aflezen van de levensduur bij 120 MPa 1
- gebruik van omtrek = $2\pi r$ met $r = 35 \text{ cm}$ of πd met $d = 70 \text{ cm}$ 1
- completeren van de berekening 1

Naaldjes rond de aarde

23 maximumscore 3

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $m = \rho V = \rho \cdot \ell \cdot A$. De dichtheid van koper is $8,96 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

Invullen geeft: $40 \cdot 10^{-9} = 8,96 \cdot 10^3 \cdot 0,018 \cdot \frac{1}{4} \pi d^2$. Hieruit volgt dat

$d = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ m} = 18 \mu\text{m}$. Dit is minder dan de diameter van een mensenhaar.

- gebruik van $m = \rho V$ met $\rho = 8,96 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ 1
- omrekenen van μg naar kg 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Opmerking

Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.

24 maximumscore 3

uitkomst: $f = 8,3 \cdot 10^9 \text{ Hz}$

voorbeeld van een berekening:

De golflengte van de microgolfstraling is gelijk aan $2 \cdot 1,8 = 3,6 \text{ cm}$.

Voor de frequentie van deze straling geldt: $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{0,036} = 8,3 \cdot 10^9 \text{ Hz}$.

- inzicht dat $\lambda = 2 \cdot \ell_{\text{naaldje}}$ 1
- gebruik van $c = f\lambda$ 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

25 maximumscore 2

uitkomst: $t = 0,6$ (h)

voorbeeld van een berekening:

Er wordt $\frac{2,0 \cdot 10^4}{8} = 2500$ byte per seconde = $2,5 \cdot 10^{-3}$ megabyte per seconde verzonden.

Voor een foto van 5 megabyte is dan $\frac{5}{2,5 \cdot 10^{-3}} = 2 \cdot 10^3$ s = 0,6 h nodig.

- correct omrekenen van bits naar megabyte of omgekeerd 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Wanneer is gerekend met $1,000\text{ MB} = 1024\text{ kB}$ ($= 1,049 \cdot 10^6\text{ B}$), dit goed rekenen.

26 maximumscore 4

uitkomst: $T = 1,01 \cdot 10^4$ s

voorbeeld van een berekening:

$$\text{Voor de snelheid van een naaldje geldt: } v = \sqrt{G \frac{M}{r}}.$$

Hierin is $G = 6,674 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ en $M = 5,972 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.

De straal van de cirkelbaan is gelijk aan

$$r = h + r_{\text{aarde}} = 3,70 \cdot 10^6 + 6,371 \cdot 10^6 = 10,071 \cdot 10^6 \text{ m.}$$

$$\text{Hieruit volgt dat } v = \sqrt{G \frac{M}{r}} = \sqrt{6,674 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5,972 \cdot 10^{24}}{10,071 \cdot 10^6}} = 6,291 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}.$$

$$\text{Uit } v = \frac{2\pi r}{T} \text{ volgt: } T = \frac{2\pi \cdot 10,071 \cdot 10^6}{6,291 \cdot 10^3} = 1,01 \cdot 10^4 \text{ s.}$$

- gebruik van $v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$ met correcte waardes voor G en M 1
- inzicht dat $r = h + r_{\text{aarde}}$ met correcte waarde voor r_{aarde} 1
- gebruik van $v = \frac{2\pi r}{T}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- Wanneer de straal van de aarde niet is meegerekend is het scorepunt voor completeren nog wel te behalen.
- Onder correcte waarde wordt verstaan: de waarde uit een tabellenboek. Fouten in de significantie vallen onder de vierde deelscore.

27 maximumscore 2

antwoord:

- De naaldjes bevonden zich **lager dan** de geostationaire baan.
- De middelpuntzoekende kracht op een naaldje was **gelijk aan** de gravitatiekracht op een naaldje.

per correcte zin

1

28 maximumscore 3

uitkomst: 4,7 (naaldjes per km²)

voorbeeld van een berekening:

Het aardoppervlak is $4\pi r^2 = 4\pi(6,371 \cdot 10^3)^2 = 5,101 \cdot 10^8 \text{ km}^2$.

Het gemiddelde aantal naaldjes per km² is $\frac{480 \cdot 10^6}{0,20 \cdot 5,101 \cdot 10^8} = 4,7$.

- gebruik van $A = 4\pi r^2$ 1
- correct gebruik van factor 20% 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- Wanneer is gerekend met dezelfde foutieve waarde voor r_{aarde} als in vraag 26: niet opnieuw aanrekenen.
- Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.
- De antwoorden “4 (naaldjes per km²)” of “5 (naaldjes per km²)” ook goed rekenen.

5 Aanleveren scores

Verwerk de scores van de alfabetisch eerste vijf kandidaten per examinator in de applicatie Wolf. Accordeer deze gegevens voor Cito uiterlijk op 30 mei.

Ook na 30 mei kunt u nog tot 14 juni gegevens voor Cito accorderen. Alle gegevens die vóór 14 juni zijn geaccordeerd, worden meegenomen bij het genereren van de groepsrapportage.

Na accordering voor Cito kunt u in de webbased versie van 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.

Correctievoorschrift HAVO

2017

tijdvak 2

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.

- 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;

- 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 gecommiteerde 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.

- 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 75 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 grootte.

4 Beoordelingsmodel

Vraag

Antwoord

Scores

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

Panfluit

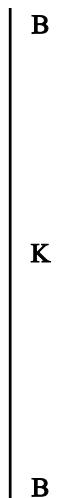
1 maximumscore 2

In de buis bevinden zich **longitudinale** geluidsgolven met verschillende **frequenties**.

Er treedt resonantie op zodra de **golflengte** van een golf in verhouding is met de lengte van de luchtkolom in de buis.

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

2 maximumscore 2



- inzicht dat $\frac{1}{2}\lambda$ past bij de grondtoon 1
- inzicht dat zich in het midden van de buis een knoop bevindt 1

Opmerking

Wanneer een kandidaat een golfpatroon tekent: dit niet aanrekenen.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

3 maximumscore 4

uitkomst: $f = 4,7 \cdot 10^2 \text{ Hz}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de lengte ℓ van de luchtkolom in de buis geldt:

$$\ell = 18,8 - 1,0 = 17,8 \text{ cm}.$$

Dit invullen in de gegeven formule levert:

$$\frac{1}{4}\lambda = 0,178 + 0,31 \cdot 1,8 \cdot 10^{-2} \rightarrow \lambda = 0,734 \text{ m}$$

Voor de frequentie geldt dan:

$$v = f\lambda \rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343}{0,734} = 4,7 \cdot 10^2 \text{ Hz}.$$

- inzicht dat geldt $\ell = 18,8 \text{ cm} - 1,0 \text{ cm}$ 1
- gebruik van $\frac{1}{4}\lambda = \ell + 0,31 \cdot d$ met ℓ en d in m 1
- gebruik van $v = f\lambda$ met $v = 343 \text{ m s}^{-1}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Fouten in significantie niet aanrekenen.

4 maximumscore 2

uitkomst: $f = 5,0 \cdot 10^2 \text{ Hz}$ (met een marge van $0,1 \cdot 10^2 \text{ Hz}$)

voorbeeld van een bepaling:

methode 1

Er worden 10 trillingen geproduceerd in $2,0 \cdot 10^{-2} \text{ s}$,

$$\text{dus } T = \frac{2,0 \cdot 10^{-2}}{10} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ s}.$$

Voor de frequentie geldt: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2,0 \cdot 10^{-3}} = 5,0 \cdot 10^2 \text{ Hz}.$

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

of

methode 2

Uit de figuur is af te lezen dat er 10 trillingen worden geproduceerd in

$$2,0 \cdot 10^{-2} \text{ s}, \text{ dus } f = \frac{10}{2,0 \cdot 10^{-2} \text{ s}} = 5,0 \cdot 10^2 \text{ Hz.}$$

- inzicht dat geldt $f = \frac{\text{aantal trillingen}}{\text{benodigde tijd}}$ 1
- completeren van de bepaling 1

5 maximumscore 4

voorbeelden van antwoorden:

- Als de temperatuur stijgt, neemt de geluidssnelheid toe. Bij gelijkblijvende golflengte wordt de frequentie dan hoger. (Dus dat kan een oorzaak zijn.)
- inzicht dat de geluidssnelheid toeneemt bij stijgende temperatuur 1
- inzicht dat bij gelijkblijvende golflengte de frequentie dan stijgt 1
- Om bij een constante geluidssnelheid de frequentie lager te krijgen moet λ groter worden. (De luchtkolom moet langer worden.) De kurk moet dus minder diep in de buis steken.
- consequent inzicht voor het veranderen van λ 1
- consequente conclusie 1

Stretchsensor

6 maximumscore 2

gebied	elastische vervorming	plastische vervorming	geen vervorming
I	X		
II		X	
III		X	

- indien drie gebieden juist 2
- indien twee gebieden juist 1
- indien één of geen gebied juist 0

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

7 maximumscore 3

uitkomst: $E = 1,6 \cdot 10^4 \text{ N m}^{-2}$ (met een marge van $0,1 \cdot 10^4 \text{ N m}^{-2}$)

voorbeeld van een bepaling:

De elasticiteitsmodulus is de steilheid van de grafiek tot een relatieve rek van 0,40, dus:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{6,4 \cdot 10^3}{0,40} = 1,6 \cdot 10^4 \text{ N m}^{-2}.$$

- gebruik van $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ 1
- inzicht dat de grafiek in gebied I gebruikt moet worden 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Als niet is voldaan aan de tweede deelscore: laatste deelscore voor completeren ook niet toekennen.

8 maximumscore 3

uitkomst: $F = 5,8 \cdot 10^{-3} \text{ N}$

voorbeeld van een bepaling:

$$\sigma = \frac{F}{A} \rightarrow F = \sigma A = 3,2 \cdot 10^3 \cdot 1,8 \cdot 10^{-6} = 5,8 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

- gebruik van $\sigma = \frac{F}{A}$ 1
- bepalen van σ bij $\varepsilon = 0,20$ met een marge van $0,1 \text{ kN m}^{-2}$ 1
- completeren van de bepaling 1

9 maximumscore 2

De spanning over ab **neemt toe** als R_1 uitrekt.

De spanning over bc **neemt af** als R_1 uitrekt.

De spanning over ac **blijft gelijk** als R_1 uitrekt.

- de spanning over ab en bc juist 1
- de spanning over ac juist 1

10 maximumscore 4

uitkomst: $P_{\max} = 2,2 \cdot 10^{-2} \text{ W}$

voorbeeld van een berekening:

Voor het maximale vermogen geldt: $P_{\max} = UI_{\max}$.

Voor de stroom in de schakeling geldt $I = \frac{U}{R_{\text{totaal}}}$, dus de stroom is maximaal als de waarde voor R_{totaal} minimaal is.

Hieruit volgt: $R_{\text{totaal}} = R_{l \min} + R_2 = 1,0 \cdot 10^3 + 5,6 \cdot 10^3 = 6,6 \cdot 10^3 \Omega$.

$$I_{\max} = \frac{U}{R_{\text{totaal}}} = \frac{12}{6,6 \cdot 10^3} = 1,82 \cdot 10^{-3} \text{ A.}$$

$$P_{\max} = UI_{\max} = 12 \cdot 1,82 \cdot 10^{-3} = 2,2 \cdot 10^{-2} \text{ W.}$$

- gebruik van $R_{\text{totaal}} = R_1 + R_2$ 1
- inzicht dat de minimale waarde voor R_1 gebruikt moet worden 1
- gebruik van $P = UI$ en $U = IR$ 1
- completeren van de berekening 1

11 maximumscore 3

uitkomst: $t = 1,3 \text{ (h)}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de stroomsterkte door het pak geldt: $I = \frac{P}{U} = \frac{19}{12} = 1,58 \text{ A.}$

Voor de tijd die het pak dan kan werken, geldt:

$$t = \frac{\text{capaciteit}}{I} = \frac{2,0}{1,58} = 1,3 \text{ (h).}$$

- gebruik van $P = UI$ 1
- inzicht dat geldt $t = \frac{\text{capaciteit}}{I}$ 1
- completeren van de berekening 1

12 B

Powerskips

13 maximumscore 5

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

voorbeeld van een bepaling:

De normaalkracht op één Powerskip is de helft van de totale zwaartekracht:

$$F_n = \frac{1}{2} F_z = \frac{1}{2} mg = \frac{1}{2} \cdot 65 \cdot 9,81 = 319 \text{ N.}$$

In deze situatie geldt:

$$F_1 r_1 = F_2 r_2 \rightarrow F_v = \frac{F_n r_n}{r_v} = \frac{319 \cdot 24}{36} = 2,1 \cdot 10^2 \text{ N.}$$

- inzicht dat geldt $F_n = \frac{1}{2} mg$ 1
- gebruik van $F_1 r_1 = F_2 r_2$ 1
- bepalen van $r_n = 24 \text{ mm}$ (met een marge van 2 mm) 1
- bepalen van $r_v = 36 \text{ mm}$ (met een marge van 2 mm) 1
- completeren van de bepaling 1

14 A

15 maximumscore 3

uitkomst: $F_{\text{res}} = 4,4 \cdot 10^3 \text{ N}$

voorbeeld van een antwoord:

Op 1,15 s geldt: $F_{\text{res}} = ma$.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10}{0,15} = 67 \text{ ms}^{-2} \rightarrow F_{\text{res}} = ma = 65 \cdot 67 = 4,4 \cdot 10^3 \text{ N.}$$

- bepalen van a (met een marge van 15 ms^{-2}) 1
- gebruik $F_{\text{res}} = ma$ 1
- completeren van de bepaling 1

16 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

$$[E] = \frac{1}{2} [C][u]^2 \rightarrow J = \text{N m}^{-1} \cdot \text{m}^2 = \text{Nm.}$$

(Deze twee eenheden zijn gelijk aan elkaar.)

- invullen van juiste eenheden voor E , C en u 1
- inzicht dat geldt $J = \text{Nm}$ 1

17 maximumscore 3uitkomst: $u = 0,12 \text{ m}$

voorbeelden van een bepaling:

methode 1

$$\text{Er geldt: } E_{\text{veer}} = E_k \rightarrow \frac{1}{2}Cu^2 = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow u = \sqrt{\frac{mv^2}{C}}.$$

$$\text{Invullen met } v = v_{\max} = 4,65 \text{ m s}^{-1} \text{ levert: } u = \sqrt{\frac{65 \cdot 4,65^2}{1,0 \cdot 10^5}} = 0,12 \text{ m.}$$

- gebruik $E_{\text{veer}} = E_k$ 1
- aflezen $v_{\max} = 4,65 \text{ m s}^{-1}$ (met een marge van $0,10 \text{ m s}^{-1}$) 1
- completeren van de bepaling 1

of

methode 2

$$\text{Er geldt: } E_{\text{veer}} = E_z \rightarrow \frac{1}{2}Cu^2 = mgh \rightarrow u = \sqrt{\frac{2mgh}{C}}.$$

Invullen met $h = h_{\max} = 1,1 \text{ m}$ uit de grafiek levert:

$$u = \sqrt{\frac{2 \cdot 65 \cdot 9,81 \cdot 1,1}{1,0 \cdot 10^5}} = 0,12 \text{ m.}$$

- gebruik $E_{\text{veer}} = E_z$ 1
- bepalen van $h_{\max} = 1,1 \text{ m}$ (met een marge van $0,2 \text{ m}$) 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Als de kandidaat het volledige hoogteverschil heeft bepaald tussen twee keerpunten, dit niet aanrekenen.

18 maximumscore 3

voorbeelden van een schatting:

methode 1

Uit de foto kan geschat worden dat de spronghoogte gelijk is aan $h = 1,5$ m.

$$\text{Er geldt dan: } E_{\text{veer}} = E_z = mgh = 75 \cdot 9,81 \cdot 1,5 = 1,1 \cdot 10^3 \text{ J.}$$

Dit is minder dan de $1,8 \cdot 10^3$ J die in het veersysteem kan worden opgeslagen.

- schatten van $h = 1,5$ m (met een marge van 0,5 m) 1
- inzicht dat $E_{\text{veer}} = E_z = mgh$ 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie 1

of

methode 2

Voor de maximale spronghoogte geldt:

$$E_{\text{veer}} = E_z \rightarrow 1,8 \cdot 10^3 = mgh_{\max} \rightarrow 1,8 \cdot 10^3 = 75 \cdot 9,81 \cdot h_{\max} \rightarrow h_{\max} = 2,4 \text{ m.}$$

Uit de foto kan geschat worden dat spronghoogte $h = 1,5$ m. Dit is minder hoog dan de maximale spronghoogte, dus er is minder dan $1,8 \cdot 10^3$ J in het veersysteem opgeslagen.

- inzicht dat $E_{\text{veer}} = E_z = mgh_{\max}$ 1
- schatten van $h = 1,5$ m (met een marge van 0,5 m) 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie 1

Opmerking

Wanneer de kandidaat in methode 2 de hoogte impliciet schat door te stellen dat de sprong op de foto (veel) lager is dan 2,4 m: dit goed rekenen.

Dateren met Rb en Sr

19 A

20 maximumscore 4

voorbeeld van een berekening:

De atoommassa van Rb-87 is $86,91 \cdot 1,661 \cdot 10^{-27} = 1,443 \cdot 10^{-25}$ kg.

Er geldt dus voor het aantal kernen N : $N = \frac{1,0 \cdot 10^{-6}}{1,443 \cdot 10^{-25}} = 6,93 \cdot 10^{18}$.

Uit de gegeven formule volgt dan:

$$A = \frac{0,693 N}{t_{\frac{1}{2}}} \rightarrow t_{\frac{1}{2}} = \frac{0,693 \cdot 6,93 \cdot 10^{18}}{3,09} = 1,55 \cdot 10^{18} \text{ s.}$$

Dit komt overeen met $\frac{1,55 \cdot 10^{18}}{365 \cdot 24 \cdot 3600} = 4,9 \cdot 10^{10}$ (jaar).

- gebruik van de atoommassa van Rb-87 1
- gebruik van een correcte waarde voor de omrekening van u naar kg 1
- gebruik van $A = \frac{0,693 N}{t_{\frac{1}{2}}}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- Als de kandidaat de waarde 87 gebruikt als atoommassa: dit niet aanrekenen.
- Onder correcte waarde wordt verstaan: de waarde uit een tabellenboek.

21 maximumscore 3

antwoord: $t = 4,4 \cdot 10^9$ jaar

voorbeeld van een bepaling:

De steilheid van de grafiek is $\frac{7,19 \cdot 10^8 - 6,91 \cdot 10^8}{4,5 \cdot 10^8} = 0,062$.

Er geldt:

$$\text{steilheid} = \frac{0,693 \cdot t}{t_{\frac{1}{2}}} \rightarrow t = \frac{\text{steilheid} \cdot t_{\frac{1}{2}}}{0,693} = \frac{0,062 \cdot 4,9 \cdot 10^{10}}{0,693} = 4,4 \cdot 10^9 \text{ jaar.}$$

- bepalen van de steilheid (met een marge van 0,004) 1
- gebruik van steilheid = $\frac{0,693 \cdot t}{t_{\frac{1}{2}}}$ 1
- completeren van de bepaling 1

22 maximumscore 1

(pijl) A

Meteoriet van Tsjeljabinsk**23 maximumscore 3**antwoord: $v_a = 3,0 \cdot 10^4 \text{ m s}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de baansnelheid van de aarde geldt:

$$v_a = \frac{2\pi r_{\text{baan}}}{T} = \frac{2\pi \cdot 1,496 \cdot 10^{11}}{365 \cdot 24 \cdot 3600} = 3,0 \cdot 10^4 \text{ m s}^{-1}.$$

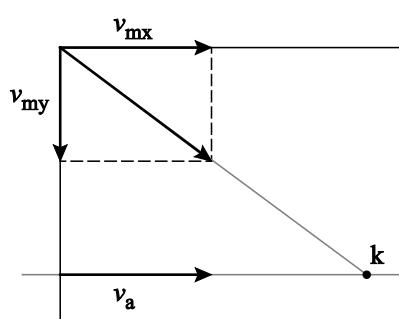
- gebruik van $v = \frac{2\pi r}{T}$ 1
- opzoeken van een correcte waarde voor r_{baan} 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- Onder correcte waarde wordt verstaan: de waarde uit een tabellenboek.
- Fouten in de significantie vallen onder de derde deelscore.

24 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:



De snelheidsvector v_m kan ontbonden worden in een vector v_{mx} parallel aan de snelheidsvector van de aarde en een vector v_{my} loodrecht daarop. De snelheid v_{mx} is (ongeveer) even groot als de snelheid van de aarde.

De meteoriet leek dus op de aarde af te komen met een snelheid v_{my} vanuit de richting van de zon.

- ontbinden van vector v_m in de gegeven richtingen 1
- conclusie dat component v_{mx} (ongeveer) even groot is als v_a en de meteoriet met snelheid v_{my} vanuit de zon lijkt te komen 1

25 D

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

26 maximumscore 3

voorbeeld van een bepaling:

Het spoor op de foto is 4,1 cm lang. Uit de schaal op de foto blijkt dat 1,6 cm op de foto overeenkomt met 100 km in werkelijkheid. In

werkelijkheid is het spoor dus $\frac{4,1}{1,6} \cdot 100 = 256$ km lang.

$$\text{Voor de snelheid } v \text{ geldt dus: } v = \frac{s}{t} = \frac{2,56 \cdot 10^5}{13} = 20 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}.$$

- opmeten van het spoor (met een marge van 0,2 cm) 1
- gebruik van $s = vt$ 1
- toepassen van de schaalfactor met een marge van 0,1 cm en completeren van de bepaling 1

27 maximumscore 4

antwoord: $E = 4 \cdot 10^2$ kiloton TNT

voorbeeld van een berekening:

Voor de kinetische energie van de meteoriet geldt:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 9 \cdot 10^6 \cdot (20 \cdot 10^3)^2 = 1,8 \cdot 10^{15} \text{ J.}$$

Omgerekend is dat $\frac{1,8 \cdot 10^{15}}{4,2 \cdot 10^{12}} = 4 \cdot 10^2$ kiloton TNT.

- gebruik van $E = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- inzicht dat 1 ton = $1 \cdot 10^3$ kg 1
- inzicht dat geldt dat aantal kiloton TNT = $\frac{E_k}{4,2 \cdot 10^{12}}$ 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

28 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Op de foto is een mens 11 cm lang. In werkelijkheid is die lengte ongeveer 1,8 m. Hieruit volgt dat 1 cm overeenkomt met 0,15 m.

Het volume van de meteoriet kan daarmee geschat worden op

$$0,6^3 = 0,22 \text{ m}^3. \text{ Uit de dichtheid volgt dan: } \rho = \frac{m}{V} = \frac{6 \cdot 10^2}{0,22} = 2,7 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}.$$

Dit ligt niet in de buurt van de dichtheid van ijzer ($= 7,9 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$), dus het is geen ijzermeteoriet.

- beredeneerd schatten van het volume van de meteoriet tussen 0,15 en $0,40 \text{ m}^3$ 1
- gebruik van $\rho = \frac{m}{V}$ 1
- (impliciet) opzoeken van ρ_{ijzer} 1
- completeren en consequente conclusie 1

5 Aanleveren scores

Verwerk de scores van alle kandidaten per examinator in de applicatie Wolf.
Accordeer deze gegevens voor Cito uiterlijk op 26 juni.

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 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.

- 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;

- 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 gecommiteerde 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.

NB2 *T.a.v. het verkeer tussen examinator en gecommiteerde (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.

3 Vakspecifieke regels

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.

4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

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

Scheepsradar

1 maximumscore 3

uitkomst: $s = 3,9 \cdot 10^4 \text{ m}$

voorbeeld van een berekening:

Elektromagnetische golven bewegen met de lichtsnelheid. De afstand die het signaal heeft afgelegd is: $s_{\text{signaal}} = ct = 3,00 \cdot 10^8 \cdot 0,26 \cdot 10^{-3} = 7,8 \cdot 10^4 \text{ m}$.

Het signaal gaat heen en terug, dus de afstand s tot het voorwerp is:

$$\frac{1}{2} \cdot 7,8 \cdot 10^4 = 3,9 \cdot 10^4 \text{ m.}$$

- gebruik van $s = vt$ met $v = c$ 1
- inzicht $s = \frac{1}{2} s_{\text{signaal}}$ 1
- completeren van de berekening 1

2 maximumscore 2

uitkomst: $n = 938$

voorbeeld van een berekening:

De frequentie van de puls is 9,38 GHz. Eén puls duurt 0,100 μs . In één puls zitten dan: $9,38 \cdot 10^9 \cdot 0,100 \cdot 10^{-6} = 938$ golven.

- inzicht dat het aantal golven gelijk is aan $f \cdot \Delta t$ 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

3 maximumscore 3

uitkomst: $\ell = 3,2 \cdot 10^{-3}$ m

voorbeeld van een berekening:

$$\text{Voor de golflengte van de radar geldt: } \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{9,38 \cdot 10^9} = 3,20 \cdot 10^{-2} \text{ m.}$$

De minimale lengte van een voorwerp is dan: $0,10 \cdot 3,20 \cdot 10^{-2} = 3,2 \cdot 10^{-3}$ m.

- gebruik van $c = f\lambda$ 1
- juist gebruik van de factor 0,10 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Wanneer de kandidaat hier dezelfde foutieve waarde voor c gebruikt als in vraag 1: niet opnieuw aanrekenen.

4 maximumscore 2

uitkomst: $A = 30 \text{ m}^2$

voorbeeld van een berekening:

Voor de radar geldt: $\frac{r^4}{PA} = \text{constant}$. Bij een bereik van 30 km heeft het doel

een reflecterende oppervlakte van $6,0 \text{ m}^2$ dus:

$$\frac{(30 \cdot 10^3)^4}{P \cdot 6,0} = \frac{(45 \cdot 10^3)^4}{P \cdot A} \text{ zodat } A = \frac{6,0 \cdot (45 \cdot 10^3)^4}{(30 \cdot 10^3)^4} = 30 \text{ m}^2.$$

- inzicht dat $\left(\frac{r^4}{PA}\right)_{30 \text{ km}} = \left(\frac{r^4}{PA}\right)_{45 \text{ km}}$ met $P_{30 \text{ km}} = P_{45 \text{ km}}$ 1
- completeren van de berekening 1

5 maximumscore 2

antwoord:

Een radar met een lager vermogen heeft een **kleiner** bereik voor een doel met een bepaalde oppervlakte A .

De tijd tussen twee pulsen kan dan **korter** zijn.

De herhalingsfrequentie is dan **hoger**.

- eerste zin correct 1
- volgende twee zinnen beide consequent met de eerste zin 1

6 maximumscore 1

antwoord: frequentiemodulatie

7 maximumscore 2

uitkomst: $s = 25 \text{ km}$

voorbeelden van een bepaling:

methode 1

Voor de figuur op de uitwerkbijlage geldt dat het tijdsverschil Δt tussen het uitgezonden en het ontvangen signaal (ongeveer) gelijk is aan $0,33T$. Bij een maximaal tijdsverschil ($\Delta t = T$) hoort een bereik van 75 km. Als het tijdsverschil $0,33T$ is, is de afstand tot het reflecterende doel $0,33 \cdot 75 = 25 \text{ km}$.

- bepalen van $\frac{\Delta t}{T} = 0,33$ (met een marge van 0,03) 1
- completeren van de bepaling 1

methode 2

Voor de figuur op de uitwerkbijlage geldt dat het frequentieverschil Δf tussen het uitgezonden en het ontvangen signaal (ongeveer) gelijk is aan $0,33f$. Bij een maximaal frequentieverschil hoort een bereik van 75 km. Als het tijdsverschil $0,33f$ is, is de afstand tot het reflecterende doel $0,33 \cdot 75 = 25 \text{ km}$.

- bepalen van $\frac{\Delta f}{f} = 0,33$ (met een marge van 0,03) 1
- completeren van de bepaling 1

Operatiedeken

8 maximumscore 3

uitkomst: $\rho = 1,4 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

voorbeeld van een berekening:

Het volume van de draad is $V = \ell \cdot A = 8,8 \cdot 10^3 \cdot 3,85 \cdot 10^{-9} = 3,39 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$.

De massa van de draad is $47 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$. De dichtheid is dan

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{47 \cdot 10^{-3}}{3,39 \cdot 10^{-5}} = 1,4 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}.$$

- inzicht dat $V = \ell \cdot A$ 1
- gebruik van $\rho = \frac{m}{V}$ 1
- completeren van de berekening 1

9 maximumscore 4

uitkomst: 23(%) (met een marge van 1(%))

voorbeeld van een bepaling:

De weerstand van 1,00 m draad is 250 Ω . De doorsnede van deze draad is gelijk aan $A = \pi r^2 = \pi (20 \cdot 10^{-6})^2 = 1,26 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2$. De soortelijke weerstand

$$\text{van deze draad is dan: } \rho = \frac{RA}{\ell} = \frac{250 \cdot 1,26 \cdot 10^{-9}}{1,00} = 3,1 \cdot 10^{-7} \Omega \text{ m.}$$

In figuur 3 is dan af te lezen dat het massapercentage nikkel voor deze draad 23% is.

- gebruik van $\rho = \frac{RA}{\ell}$ 1
- gebruik van $A = \pi r^2$ met $r = \frac{1}{2}d$ of $A = \frac{1}{4}\pi d^2$ 1
- completeren van de berekening van ρ 1
- consequente bepaling van het massapercentage 1

Opmerkingen

- Voor de derde deelscore hoeft geen rekening gehouden te worden met de significantie.
- Wanneer de eenheid van ρ niet vermeld is: dit niet aanrekenen.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

10 maximumscore 3

voorbeeld van een berekening:

$$\text{De geleidbaarheid van vijf draden parallel is: } G = 5 \cdot \frac{1}{R} = \frac{5}{3,6} = 1,39 \text{ S.}$$

$$\text{De weerstand van deze vijf draden samen is dan } R = \frac{1}{1,39} = 0,72 \Omega.$$

In deze deken zijn twee van deze groepjes draden in serie aangesloten.

De totale weerstand van de deken is dan $R_{\text{totaal}} = 0,72 + 0,72 = 1,44 = 1,4 \Omega$.

- inzicht dat $G_{\text{parallel}} = 5G_{\text{draad}}$ of $\frac{1}{R_{\text{parallel}}} = \frac{5}{R_{\text{draad}}}$ 1
- inzicht dat R_{totaal} gelijk is aan de som van de weerstanden van de twee groepen van vijf draden 1
- completeren van het antwoord 1

Opmerkingen

- Voor de laatste deelscore hoeft geen rekening gehouden te worden met de significantie.
- Wanneer de eenheid niet vermeld is: dit niet aanrekenen.

11 maximumscore 3

$$\text{uitkomst: } P = 1,0 \cdot 10^2 \text{ W}$$

voorbeeld van een berekening:

Voor het elektrisch vermogen geldt: $P = UI$. Hierin is $U = 12,0 \text{ V}$ en

$$I = \frac{U}{R_{\text{totaal}}} = \frac{12,0}{1,4} = 8,57 \text{ A. Het elektrisch vermogen van de deken is dan}$$

$$P = UI = 12,0 \cdot 8,57 = 1,0 \cdot 10^2 \text{ W.}$$

- gebruik van $P = UI$ 1
- gebruik van $U = IR$ of $I = GU$ 1
- completeren van de berekening 1

12 maximumscore 3

antwoord:

Als de deken te warm is, zal het vermogen P van de deken **kleiner** moeten worden.

De stroomsterkte I in de deken moet dan **kleiner** worden.

De weerstand R van de verwarmingsdraden moet dan met het oplopen van de temperatuur **groter** worden.

Deze verwarmingsdraden moeten dan van **PTC**-materiaal gemaakt zijn.

- keuze P kleiner 1
- keuze voor I en R beide consequent met de keuze voor P 1
- consequente materiaalkeuze passend bij de keuze voor R 1

SpaceShipOne

13 maximumscore 1

voorbeelden van een antwoord:

- De (verticale) snelheid verandert van richting.
- De (verticale) snelheid is gelijk aan nul.

Opmerking

Een antwoord als “dat staat in de figuur in de opgave”: geen scorepunt toekennen.

14 maximumscore 3

uitkomst: $a = (-)9,55 \text{ ms}^{-2}$ ($9,36 \text{ ms}^{-2} \leq |a| \leq 9,74 \text{ ms}^{-2}$)

voorbeeld van een bepaling:

Er geldt: $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$ waarin $\Delta v = (-)2100 \text{ ms}^{-1}$ en $\Delta t = 220 \text{ s}$.

Hieruit volgt dat: $a = \frac{(-)2100}{220} = (-)9,55 \text{ ms}^{-2}$.

- gebruik van $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$ in punt c 1
- aflezen van bij elkaar behorende waarden van Δv en Δt 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Voor de eerste deelscore hoeft de raaklijn niet expliciet getekend te zijn.

15 maximumscore 4

uitkomst: $g = 9,518 \text{ ms}^{-2}$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $g = \frac{GM}{r^2}$ waarin $G = 6,674 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$,

$$M = 5,972 \cdot 10^{24} \text{ kg} \text{ en } r = 6,371 \cdot 10^6 + 0,100 \cdot 10^6 = 6,471 \cdot 10^6 \text{ m.}$$

$$\text{Invullen levert: } g = \frac{6,674 \cdot 10^{-11} \cdot 5,972 \cdot 10^{24}}{(6,471 \cdot 10^6)^2} = 9,518 \text{ ms}^{-2}.$$

- gebruik van $g = \frac{GM}{r^2}$ 1
- opzoeken van M_{aarde} en G 1
- inzicht dat $r = r_{\text{aarde}} + 100 \cdot 10^3$ en opzoeken van r_{aarde} 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- De constanten moeten opgezocht worden met het aantal significante cijfers minimaal gelijk aan de significantie van het door de kandidaat gegeven antwoord.
- Als r_{aarde} niet is meegenomen in de berekening, vervallen de derde en vierde deelscore.
- Als er is geantwoord in twee significante cijfers: niet aanrekenen.

16 maximumscore 2

antwoord:

	wel gewichtloos	niet gewichtloos
traject ab		X
traject bc	X	
in punt c	X	
traject cd	X	(X)

indien vier antwoorden juist 2

indien twee of drie antwoorden juist 1

indien één of geen antwoord juist 0

Toelichting

Voor traject cd een kruisje in één van beide kolommen goed rekenen: Uit de vierde streep in de inleidende tekst blijkt dat vóór punt d ook al sprake moet zijn van luchtweerstand.

17 maximumscore 4

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

De afstand die het ruimteschip tussen b en c (in verticale richting) aflegt, is gelijk aan de oppervlakte onder de grafiek tussen t_b en t_c .

Deze oppervlakte is: $\frac{1}{2} \cdot 1100 \cdot (195 - 80) = 63 \cdot 10^3 \text{ m} = 63 \text{ km}$.

In punt c bevond het ruimteschip zich op een hoogte van $63 + 45 = 108 \text{ km} (> 100 \text{ km})$.

De inzittenden van het ruimteschip mogen zich dus astronaut noemen na deze vlucht.

- inzicht dat de afstand bepaald kan worden uit een oppervlakte onder de kromme 1
- bepalen van de afgelegde afstand s tussen t_b en t_c binnen het interval $60 \text{ km} \leq s \leq 65 \text{ km}$ 1
- inzicht dat hoogte = $s + 45 \text{ km}$ 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie 1

of

methode 2

(Op het traject bc is de luchtweerstand verwaarloosbaar.)

De maximale snelheid is volgens de grafiek 1100 m s^{-1} . (De minimale hoogte wordt bereikt bij de maximale waarde voor g op aarde.)

Uit de wet van behoud van energie volgt dan:

$$h = \frac{v_{\max}^2}{2g} = \frac{1100^2}{2 \cdot 9,81} = 61,6 \cdot 10^3 \text{ m} = 61,6 \text{ km}.$$

In punt c bevond het ruimteschip zich op een hoogte van $61,6 + 45 = 107 \text{ km} (> 100 \text{ km})$.

De inzittenden van het ruimteschip mogen zich dus astronaut noemen na deze vlucht.

- inzicht dat $h = \frac{v_{\max}^2}{2g}$ 1
- gebruik van $v_{\max} = 1100 \text{ m s}^{-1}$ en $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$ 1
- inzicht dat hoogte = $s + 45 \text{ km}$ 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie 1

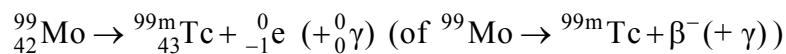
Opmerkingen

- Als voor g een waarde uit vraag 14 of 15 gebruikt wordt: goed rekenen.
- Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.

Verontreinigd technetium

18 maximumscore 3

antwoord:



- Tc-99m rechts van de pijl 1
- elektron (en γ) rechts van de pijl 1
- alleen Mo-99 links van de pijl 1

Opmerkingen

- Als rechts van de pijl nog andere vervalproducten zijn genoemd, vervalt de tweede deelscore.
- Als er Tc-99 is genoteerd: niet aanrekenen.

19 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De bron komt in de patiënt terecht, dus er is sprake van besmetting.

- inzicht dat een tracer inwendig gebruikt wordt 1
- consequente conclusie 1

20 maximumscore 3

uitkomst: $n = 1,6 \cdot 10^3$ (kernen)

voorbeeld van een berekening:

$$\text{Er geldt: } \frac{A(t)_{\text{Mo-99}}}{A(t)_{\text{Tc-99m}}} = \frac{t_{\frac{1}{2}\text{Tc-99m}} \cdot N(t)_{\text{Mo-99}}}{t_{\frac{1}{2}\text{Mo-99}} \cdot N(t)_{\text{Tc-99m}}}.$$

De halveringstijd van Mo-99 is 65,9 uur; de halveringstijd van Tc-99m is 6,0 uur.

De activiteit van Mo-99 is 0,15 kBq; de activiteit van Tc-99m is 1,0 MBq.

$$\text{Invullen geeft: } \frac{0,15 \cdot 10^3}{1,0 \cdot 10^6} = \frac{6,0 \cdot N(t)_{\text{Mo}}}{65,9 \cdot 1 \cdot 10^6}. \text{ Hieruit volgt dat het aantal kernen}$$

Mo-99 dat er maximaal mag voorkomen per miljoen Tc-99m-kernen gelijk is aan $1,6 \cdot 10^3$.

- opzoeken van de halveringstijden van Tc-99m en Mo-99 1
- gebruik van gelijke eenheden voor A 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.

21 maximumscore 1

voorbeelden van een antwoord:

Deze deeltjes dringen niet door het lood van de pot heen. / Het doordringend vermogen van de bètastraling is te laag.

22 maximumscore 3

antwoord:

	0,1 MeV	1,0 MeV
halveringsdikte in cm	0,011	0,86

intensiteit buiten de pot (%)	
Tc-99m	Mo-99
50-100	50-100
10-50	10-50
1-10	1-10
10^{-3} -1	10^{-3} -1
10^{-6} - 10^{-3}	10^{-6} - 10^{-3}
$<10^{-6}$	$<10^{-6}$

- correcte halveringsdiktes bij 0,1 MeV en bij 1,0 MeV 1
- consequente intensiteit Tc-99m 1
- consequente intensiteit Mo-99 1

Opmerking

De halveringsdikte bij 0,1 MeV is volgens Binas 0,0106 cm. Dit goed rekenen.

23 maximumscore 2

antwoord:

De halveringstijd van Tc-99m is **kleiner dan** de halveringstijd van Mo-99.

De activiteit van Tc-99m neemt daardoor **sneler** af dan de activiteit van Mo-99.

Voor de verhouding $\frac{A(t)_{\text{Mo-99}}}{A(t)_{\text{Tc-99m}}}$ geldt dan dat deze in de loop van de tijd

groter wordt.

- eerste zin correct 1
- volgende twee zinnen beide consequent met de eerste zin 1

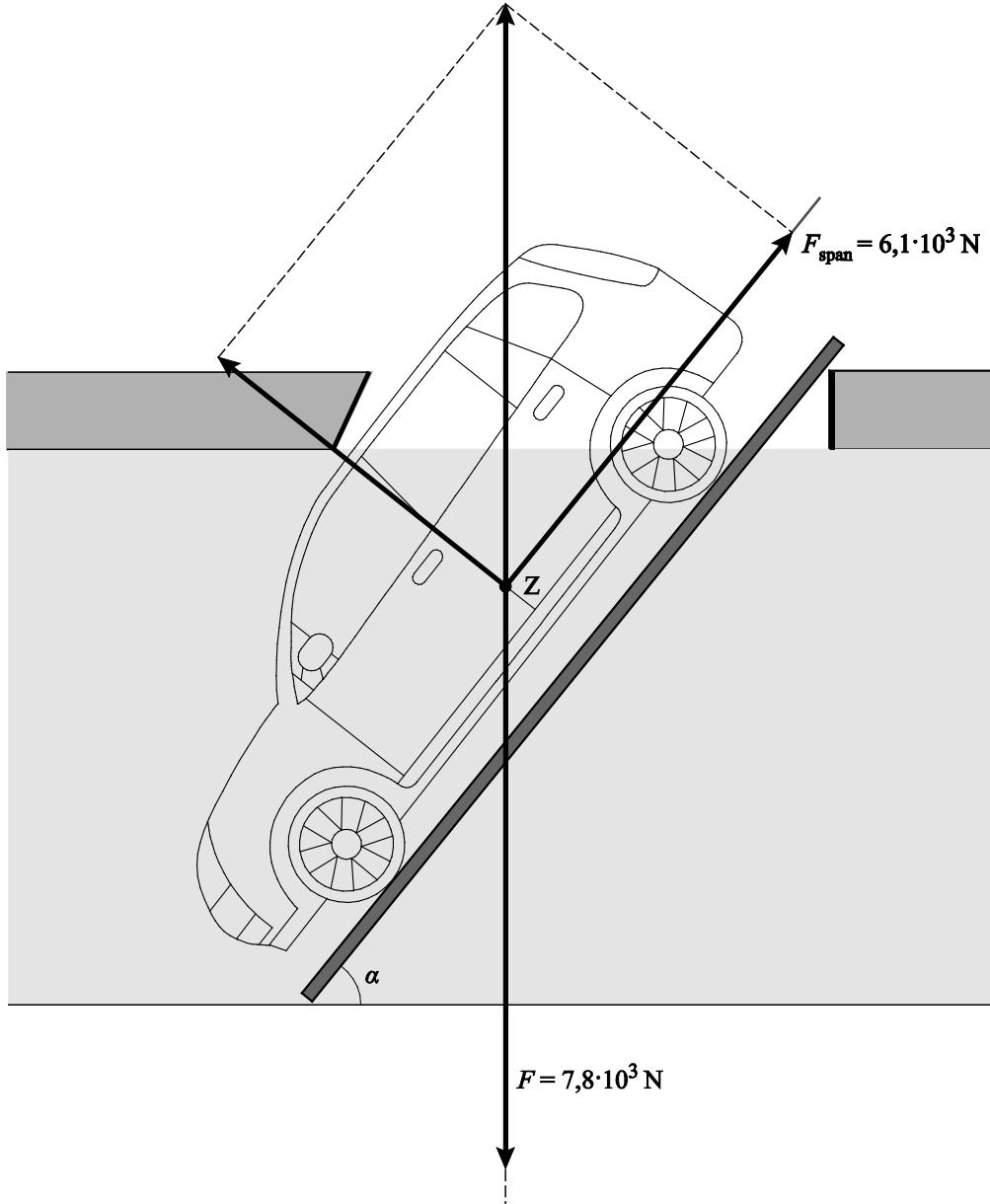
Auto uit het ijs

24 maximumscore 4

uitkomst: $F = 7,8 \cdot 10^3 \text{ N}$

voorbeeld van een bepaling:

—



- juiste constructie van de normaalkracht
- juiste constructie van F uit F_{span} en F naar beneden ingetekend

1
1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

- Uit de vector van de spankracht volgt de schaal: $1,0 \text{ cm} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ N}$.
Hieruit volgt voor de kracht F : $F = 7,8 \cdot 1,0 \cdot 10^3 = 7,8 \cdot 10^3 \text{ N}$.

- bepalen van de schaal met behulp van vector F_{span} 1
- completeren van de bepaling van F met een marge van $0,5 \cdot 10^3 \text{ N}$ 1

Opmerking

Wanneer F niet naar beneden is ingetekend, vervalt de tweede deelscore, maar is de vierde deelscore nog wel te behalen.

25 maximumscore 3

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

voorbeeld van een berekening:

In deze situatie geldt de hefboomwet: $F_1 r_1 = F_2 r_2$.

De balk is 5,0 m lang; de as heeft een diameter van 18 cm; de spankracht in de kabel is $6,1 \cdot 10^3 \text{ N}$. Invullen geeft:

$$F \cdot 5,0 = 6,1 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{2} \cdot 18 \cdot 10^{-2}. \text{ Hieruit volgt dat } F = 110 \text{ N} = 1,1 \cdot 10^2 \text{ N.}$$

- gebruik van $F_1 r_1 = F_2 r_2$ 1
- inzicht dat geldt: $r_2 = \frac{1}{2} d$ 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

26 maximumscore 4

uitkomst: $\Delta\ell = 5,7 \cdot 10^{-3}$ m

voorbeeld van een berekening:

$$\text{Voor de spanning in de kabel geldt } \sigma = \frac{F}{A} = \frac{6,1 \cdot 10^3}{80 \cdot 10^{-6}} = 7,63 \cdot 10^7 \text{ Nm}^{-2}.$$

De elasticiteitsmodulus van koolstofstaal is $0,20 \cdot 10^{12}$ Nm $^{-2}$. De relatieve rek in de kabel is dan gelijk aan $\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{7,63 \cdot 10^7}{0,20 \cdot 10^{12}} = 3,81 \cdot 10^{-4}$.

De lengteverandering van de kabel is dan

$$\Delta\ell = \varepsilon \cdot \ell_0 = 3,81 \cdot 10^{-4} \cdot 15 = 5,7 \cdot 10^{-3} \text{ m.}$$

- gebruik van $\sigma = \frac{F}{A}$ 1
- gebruik van $\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$ 1
- gebruik van $\varepsilon = \frac{\Delta\ell}{\ell_0}$ 1
- completeren van de berekening 1

27 A

28 Deze vraag moeten de kandidaten overslaan.

In Wolf is reeds voor alle kandidaten de maximale score ingevoerd bij deze vraag.

29 maximumscore 3

verandering in ontwerp	de kracht die één man aan het einde van de balk moet uitoefenen		
	wordt groter	wordt kleiner	blijft gelijk
langere dwarsbalk		X	
kleinere hellingshoek		X	
dikkere as	X		
langere kabel			X

- | | |
|-----------------------------------|---|
| indien vier antwoorden juist | 3 |
| indien drie antwoorden juist | 2 |
| indien twee antwoorden juist | 1 |
| indien één of geen antwoord juist | 0 |

5 Aanleveren scores

Verwerk de scores van de alfabetisch eerste vijf kandidaten per examinator in de applicatie Wolf. Accordeer deze gegevens voor Cito uiterlijk op 23 mei. Meteen aansluitend op deze datum start Cito met de analyse van de examens.

Ook na 23 mei kunt u nog tot en met 12 juni gegevens voor Cito accorderen. Deze gegevens worden niet meer meegenomen in hierboven genoemde analyses, maar worden wel meegenomen bij het genereren van de groepsrapportage.

Na accordering voor Cito kunt u in de webbased versie van 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

auto uit het ijs https://www.youtube.com/watch?v=c0_oKHARhXw

Correctievoorschrift HAVO

2018

tijdvak 2

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 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 onverwijd aan de directeur van de school van de gecommitteerde toekomen. Deze stelt het ter hand aan de gecommitteerde.

- 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;

- 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 gecommiteerde 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.

NB2 *T.a.v. het verkeer tussen examinator en gecommiteerde (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.

3 Vakspecifieke regels

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.

4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

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

Magische lamp

1 D

2 maximumscore 2

uitkomst: 2,0 cm

voorbeeld van een bepaling:

De weerstand R_{LDR} is dan gelijk aan 40Ω .

In figuur 4 is af te lezen dat de lichtintensiteit dan gelijk is aan $2,4 \text{ W m}^{-2}$.

In figuur 3 is af te lezen dat bij een lichtintensiteit van $2,4 \text{ W m}^{-2}$ de afstand dan gelijk is aan 2,0 cm.

- bepalen van de lichtintensiteit bij $R_{LDR} = 40 \Omega$ met een marge van $0,1 \text{ W m}^{-2}$ 1
- consequent bepalen van de afstand bij de bepaalde lichtintensiteit 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

3 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

In een serieschakeling is de stroomsterkte overal gelijk, dus wordt de spanning verdeeld: $U_{\text{LDR}} = U_{\text{bron}} - U_{\text{lampje}} = 3,6 - 1,9 = 1,7 \text{ V}$.

$$\text{Er geldt: } I_{\text{LDR}} = \frac{U_{\text{LDR}}}{R_{\text{LDR}}} = \frac{1,7}{40} = 0,0425 \text{ A.}$$

$$\text{Hieruit volgt: } P_{\text{LDR}} = U_{\text{LDR}} I_{\text{LDR}} = 1,7 \cdot 0,0425 = 0,072 \text{ W.}$$

Dit is minder dan 0,20 W, dus de LDR blijft heel.

- inzicht dat $U_{\text{LDR}} = U_{\text{bron}} - U_{\text{lampje}}$ 1
- gebruik van $R = \frac{U}{I}$ 1
- gebruik van $P = UI$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Opmerkingen

- Als de kandidaat uitgaat van $U_{\text{LDR}} = U_{\text{bron}}$ vervallen de eerste en de vierde deelscore.
- Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.

4 maximumscore 4

– voorbeeld van een uitleg:

Door het licht van de lucifer daalt de weerstand van de LDR. De spanning over de LDR neemt af/de stroomsterkte door de LDR neemt toe, de spanning over/de stroomsterkte door het lampje neemt toe. Het lampje gaat hierdoor licht geven.

- inzicht dat R_{LDR} daalt als er licht op valt 1
- inzicht dat daardoor de spanning over het lampje of de stroomsterkte door het lampje groter wordt 1

– voorbeeld van een uitleg:

Door het licht van het lampje blijft de waarde van R_{LDR} laag en de spanning over het lampje dus hoog.

- inzicht dat door het licht van het lampje R_{LDR} laag blijft 1

– voorbeeld van een uitleg:

Door het opzij bewegen valt er minder licht/geen licht meer op de LDR. De weerstand daarvan neemt toe, de spanning over/de stroomsterkte door het lampje neemt weer af.

- inzicht dat de weerstand van de LDR dan toeneemt waardoor de spanning over het lampje of de stroomsterkte door het lampje kleiner wordt 1

Heftruck

5 maximumscore 3

uitkomst: $m_{p,\max} = 4,3 \cdot 10^3 \text{ kg}$

voorbeeld van een bepaling:

De arm van $F_{Z\text{ truck}}$ is gelijk aan 4,0 cm.

De arm van $F_{Z\text{ pakket}}$ is gelijk aan 3,2 cm.

$$\text{Uit de hefboomwet volgt dan: } F_{p,\max} = \frac{3,4 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 4,0}{3,2} = 4,22 \cdot 10^4 \text{ N.}$$

$$\text{Hieruit volgt: } m_{p,\max} = \frac{4,22 \cdot 10^4}{9,81} = 4,3 \cdot 10^3 \text{ kg.}$$

- inzicht dat de hefboomwet geldt 1
- bepalen van de armen van $F_{Z\text{ truck}}$ en $F_{Z\text{ pakket}}$ met een marge van 2 mm 1
- completeren van de bepaling 1

6 A

7 maximumscore 1

voorbeelden van een antwoord:

- Bij de schuin geplaatste lift schuift het pakket niet alleen naar voren, maar ook omhoog, (deels) tegen de zwaartekracht in.
- De schuin geplaatste lift kan een grotere wrijvingskracht op het pakket uitoefenen.

8 maximumscore 5

uitkomst: $F_{\text{span}} = 4,8 \cdot 10^4 \text{ N}$

voorbeeld van een bepaling:

Er geldt: $F = \sigma A$ met $A = 4A_{\text{staalplaatje}} = 4 \cdot (4,0 \cdot 10^{-3} \cdot 11 \cdot 10^{-3}) = 1,76 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
en $\sigma = 275 \cdot 10^6 \text{ N m}^{-2}$.

$$\text{Hieruit volgt: } F_{\text{span}} = 275 \cdot 10^6 \cdot 1,76 \cdot 10^{-4} = 4,8 \cdot 10^4 \text{ N.}$$

- bepalen van $A_{\text{staalplaatje}}$ (met een marge van $0,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$) 1
- gebruik van factor 4 1
- inzicht dat $\sigma = 275 \cdot 10^6 \text{ N m}^{-2}$ 1
- gebruik van $\sigma = \frac{F}{A}$ 1
- completeren van de bepaling 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

9 maximumscore 3

uitkomst: $\eta = 0,78$ (of 78%)

voorbeelden van een berekening:

methode 1

$$\text{Er geldt: } \eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}} = \frac{F_z v}{P_e} = \frac{2,0 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 0,44}{11 \cdot 10^3} = \frac{8,63 \cdot 10^3}{11 \cdot 10^3} = 0,78.$$

(Dit komt overeen met 78%).)

- gebruik van $\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}}$

1

- gebruik van $P_{\text{nuttig}} = Fv$ met $F = mg$

1

- completeren van de berekening

1

of

methode 2

De pakketten worden opgetild over een afstand van:

$$s = v_g \cdot t = 0,44 \cdot 7,0 = 3,08 \text{ m.}$$

$$\text{Er geldt: } \eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}} = \frac{mgh}{P_e t} = \frac{2,0 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 3,08}{11 \cdot 10^3 \cdot 7,0} = \frac{6,04 \cdot 10^4}{7,70 \cdot 10^4} = 0,78.$$

(Dit komt overeen met 78%).)

- gebruik van $\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}}$ met $E_{\text{in}} = Pt$

1

- gebruik van $E_{\text{nuttig}} = mgh$

1

- completeren van de berekening

1

10 maximumscore 3

uitkomst: $t = 1,7 \text{ h}$

voorbeelden van een berekening:

methode 1

$$\text{De accu levert een stroomsterkte van: } I = \frac{P_{\text{motor}}}{U} = \frac{11 \cdot 10^3}{48} = 2,29 \cdot 10^2 \text{ A.}$$

De accu kan deze stroomsterkte $\frac{400 \text{ Ah}}{2,29 \cdot 10^2 \text{ A}} = 1,7 \text{ h}$ lang leveren.

- gebruik van $P = UI$ 1
- inzicht dat geldt $t = \frac{\text{accu capaciteit}}{I}$ 1
- completeren van de berekening 1

of

methode 2

Voor de energie in de accu geldt: $E = Pt = UIt = 400 \cdot 48 \cdot 3600 = 6,91 \cdot 10^7 \text{ J.}$

Het optillen van één pakket kost: $E = Pt = 11 \cdot 10^3 \cdot 7,0 = 7,70 \cdot 10^4 \text{ J.}$

De lift kan dan $\frac{6,91 \cdot 10^7}{7,70 \cdot 10^4} = 9,0 \cdot 10^2$ pakketten liften.

Dit duurt $9,0 \cdot 10^2 \cdot 7,0 = 6,3 \cdot 10^3 \text{ s} = 1,7 \text{ h.}$

- inzicht dat geldt $E_{\text{accu}} = UIt$ 1
- inzicht dat geldt $N = \frac{E_{\text{accu}}}{Pt}$ 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

11 maximumscore 2

uitkomst: $F_{\text{motor}} = 1,0 \cdot 10^4 \text{ N}$

voorbeeld van een berekening:

De kracht die de motor moet leveren is gelijk aan de component van de zwaartekracht parallel aan de helling.

$$\sin \alpha = \frac{F_{\text{motor}}}{F_z} \rightarrow F_{\text{motor}} = 5,3 \cdot 10^4 \cdot \sin 11 = 1,0 \cdot 10^4 \text{ N.}$$

- inzicht dat geldt $\sin \alpha = \frac{F_{\text{motor}}}{F_z}$ 1
- completeren van de berekening 1

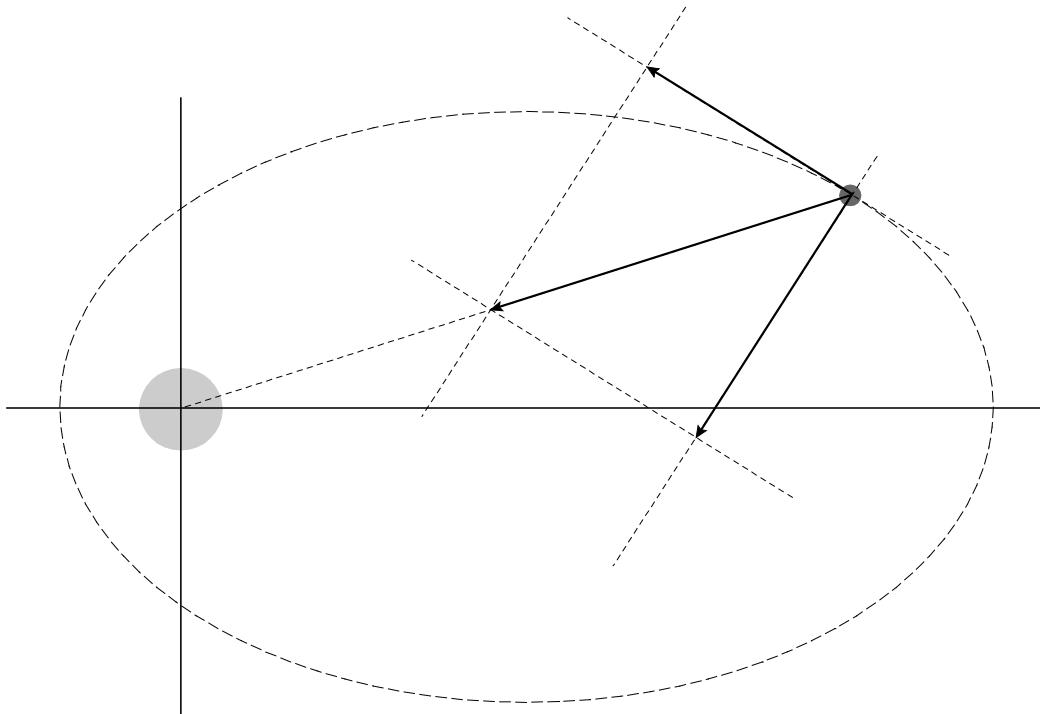
Opmerking

Als een kandidaat een antwoord heeft verkregen op basis van een constructie: geen scorepunten toekennen.

Rosetta

12 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:



Er werkt een resulterende kracht op de komeet. Een component hiervan werkt in de richting van de bewegingsrichting. De grootte van de snelheid van de komeet zal dus veranderen.

- tekenen van F_g in de richting van het zwaartepunt van de zon 1
- ontbinden van F_g in de twee componenten met een marge van 0,5 cm 1
- conclusie dat er een kracht(component) werkt in de richting van de snelheid van de komeet 1
- consequente conclusie over de snelheid 1

13 B

14 maximumscore 3

uitkomst: $v_{\text{gem}} = 21 \text{ (km s}^{-1}\text{)}$

voorbeeld van een berekening:

$$\text{Er geldt: } v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{6,5 \cdot 10^9}{10 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600} = \frac{6,5 \cdot 10^9}{3,15 \cdot 10^8} = 21 \text{ km s}^{-1}.$$

- gebruik van $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 1
- omrekenen van 10 jaar naar seconden 1
- completeren van de berekening 1

15 maximumscore 4

uitkomst: $v = 0,18 \text{ m s}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:

$$\text{Er geldt: } F_g = F_{\text{mpz}} \rightarrow \frac{GmM}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{r}}.$$

$$\text{Hieruit volgt: } v = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,0 \cdot 10^{13}}{20 \cdot 10^3}} = 0,18 \text{ m s}^{-1}.$$

- inzicht dat geldt $F_g = F_{\text{mpz}}$ 1
- gebruik van $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$ 1
- gebruik van $F_g = \frac{GmM}{r^2}$ met correcte waarde voor G 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- *Onder correcte waarde wordt verstaan: de waarde uit een tabellenboek.*
- *Fouten in de significantie vallen onder de vierde deelscore.*

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

16 maximumscore 3

antwoord: $T = -92$ ($^{\circ}\text{C}$)

voorbeeld van een berekening:

$$T = \frac{k_{\text{W}}}{\lambda_{\text{max}}} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{1,6 \cdot 10^{-5}} = 181 \text{ K}. \text{ Dit is } 181 - 273 = -92 \text{ } ^{\circ}\text{C}.$$

- gebruik van $\lambda_{\text{max}} \cdot T = k_{\text{W}}$ 1
- omrekenen van kelvin naar graden Celsius 1
- completeren van de berekening 1

17 maximumscore 3

uitkomst: 12%

voorbeeld van een berekening:

Voor het percentage geldt:

$$\frac{E_{\text{k na}}}{E_{\text{k voor}}} \cdot 100\% = \frac{\frac{1}{2}mv_{\text{na}}^2}{\frac{1}{2}mv_{\text{voor}}^2} \cdot 100\% = \frac{0,38^2}{1,1^2} \cdot 100\% = 12\%.$$

- inzicht dat geldt $\frac{E_{\text{k na}}}{E_{\text{k voor}}} \cdot 100\%$ 1
- gebruik van $E_{\text{k}} = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- completeren van de berekening 1

18 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Voor de ontsnappingssnelheid geldt:

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,0 \cdot 10^{13}}{2,9 \cdot 10^3}} = 0,68 \text{ ms}^{-1}.$$

De ontsnappingssnelheid is groter dan de snelheid van Philae na het opstuiten. Philae zal dus terugvallen op de komeet.

- invullen van $v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$ en completeren van de berekening 1
- vergelijken van de werkelijke snelheid van Philae met de ontsnappingssnelheid 1
- consequente conclusie 1

Renium-188

19 B

20 maximumscore 3

antwoord: $A = 5,3 \cdot 10^{10}$ Bq (met een marge van $1,0 \cdot 10^{10}$ Bq)

voorbeeld van een bepaling:

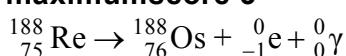
$$\text{Er geldt: } A = -\left(\frac{\Delta N}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}} = -\left(\frac{-430 \cdot 10^{15}}{94 \cdot 24 \cdot 3600}\right) = 5,3 \cdot 10^{10} \text{ Bq.}$$

- gebruik van $A = -\left(\frac{\Delta N}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}}$ 1
- tekenen van de raaklijn op $t = 0$ s en bepalen bijpassende ΔN en Δt 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Bij een antwoord buiten de marge vervalt de tweede deelscore, maar is de derde deelscore nog wel te behalen.

21 maximumscore 3



- elektron en γ -foton rechts van de pijl 1
- Os als vervalproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- het aantal nucleonen links en rechts van de pijl gelijk 1

22 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

β -straling, dit volgt uit de volgende argumenten:

- De β -deeltjes hebben meer energie dan de γ -fotonen.
- De β -deeltjes worden sterker geabsorbeerd door het bot.

- keuze voor β -straling 1
- eerste argument correct 1
- tweede argument correct 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

23 maximumscore 3

antwoord: $H = 8,4 \text{ mSv}$

voorbeeld van een berekening:

$$H = w_R D = 1 \cdot 0,070 \cdot 10^{-3} \cdot 120 = 8,4 \cdot 10^{-3} \text{ Sv.}$$

- gebruik van $H = w_R D$ met $w_R = 1$ 1
- inzicht dat geldt $D = 0,070 \cdot 10^{-3} \cdot 120$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

De eerste deelscore kan ook impliciet gescoord worden.

Elektrolarynx

24 maximumscore 3

uitkomst: $v = 2,6 \text{ m s}^{-1}$

voorbeeld van een bepaling:

Uit de fotoreeks is op te maken dat $T = 8,40 \cdot 10^{-3} \text{ s}$.

$$\text{Hieruit volgt: } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{8,40 \cdot 10^{-3}} = 119,0 \text{ Hz.}$$

$$v = f\lambda = 119,0 \cdot 0,022 = 2,6 \text{ ms}^{-1}$$

- bepalen van $T = 8,40 \cdot 10^{-3} \text{ s}$ 1
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ en $v = f\lambda$ 1
- completeren van de bepaling 1

25 maximumscore 2

voorbeeld van een uitleg:

$$\text{Voor een massa-veersysteem geldt: } T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}.$$

Hierin (blijft C constant en) neemt m toe. De trillingstijd T neemt toe, dus

uit $f = \frac{1}{T}$ volgt dat de frequentie f afneemt.

- inzicht dat (uit $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$ volgt dat) T toeneemt als m toeneemt 1
- consequente conclusie over f 1

26 maximumscore 3

uitkomst: $f = 1,8 \cdot 10^2$ Hz (met een marge van $0,2 \cdot 10^2$ Hz)

voorbeeld van een bepaling:

$$\text{Er geldt: } \frac{n_{\text{grondtoon}}}{f_{\text{grondtoon}}} = c = \frac{n_{\text{boventoon}}}{f_{\text{boventoon}}}.$$

Met behulp van figuur 3 kunnen f en n bepaald worden.

$$\text{Hieruit volgt: } \frac{1}{f_{\text{grondtoon}}} = \frac{3}{540} \rightarrow f_{\text{grondtoon}} = 1,8 \cdot 10^2 \text{ Hz.}$$

- inzicht dat $\frac{n_{\text{grondtoon}}}{f_{\text{grondtoon}}} = \frac{n_{\text{boventoon}}}{f_{\text{boventoon}}}$ 1
- bepalen van bij elkaar horende $n_{\text{boventoon}}$ en $f_{\text{boventoon}}$ 1
- completeren van de bepaling 1

27 maximumscore 3

grootheid	neemt toe	blijft gelijk	neemt af
trillingstijd		X	
voortplantingssnelheid			X
golf lengte			X

- eerste rij goed 1
- tweede rij goed 1
- derde rij consequent met de tweede 1

28 maximumscore 2

- De frequentie van de 5e boventoon is met de elektrolarynx **even hoog als** de frequentie van de natuurlijke stem 1
- De geluidssterkte van de 5e boventoon is met de elektrolarynx **groter dan** de geluidssterkte van de natuurlijke stem 1

5 Aanleveren scores

Verwerk de scores van alle kandidaten per examinator in de applicatie Wolf.
Accordeer deze gegevens voor Cito uiterlijk op 25 juni.

6 Bronvermeldingen

Rosetta figuur 2 en 3: ESA-C. Carreau/ATG medialab
Elektrolarynx met dank aan de Vereniging voor Stembandlozen NSvG

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 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.

- 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;

- 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 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.

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.

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.

4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

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

Walstroomb

1 maximumscore 3

voorbeeld van een berekening:

Voor het elektrisch vermogen van het schip geldt:

$$P = \frac{E}{t} = \frac{3000 \cdot 3,5 \cdot 10^3 \cdot 3,6 \cdot 10^6}{365 \cdot 24 \cdot 3600} = 1,2 \cdot 10^6 \text{ W.}$$

- gebruik van $E = Pt$ 1
- gebruik van de factor 3000 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- *Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.*
- *Als de eenheid niet vermeld is: dit niet aanrekenen.*

2 maximumscore 2

pijl I	chemische energie
pijl II	warmte
pijl III	elektrische energie

- | | |
|-----------------------------------|---|
| indien drie antwoorden juist | 2 |
| indien twee antwoorden juist | 1 |
| indien één of geen antwoord juist | 0 |

3 maximumscore 5

uitkomst: Binas: $V = 9,3 \text{ (m}^3\text{)}$

Sciencedata: $V = 9,5 \text{ (m}^3\text{)}$

voorbeeld van een berekening:

In 24 uur geldt voor de elektrische energie die de generator heeft geleverd:
 $E_{\text{elektrisch}} = Pt = 1,2 \cdot 10^6 \cdot 3600 \cdot 24 = 1,04 \cdot 10^{11} \text{ J.}$

Voor de energie die de dieselmotor aan de generator moet leveren geldt:

$$\eta = \frac{E_{\text{elektrisch}}}{E_{\text{motor}}} \rightarrow E_{\text{motor}} = \frac{E_{\text{elektrisch}}}{\eta} \rightarrow E_{\text{motor}} = \frac{1,04 \cdot 10^{11}}{0,80} = 1,30 \cdot 10^{11} \text{ J.}$$

Voor de energie die de stookolie moet leveren geldt:

$$\eta = \frac{E_{\text{motor}}}{E_{\text{stookolie}}} \rightarrow E_{\text{stookolie}} = \frac{E_{\text{motor}}}{\eta} \rightarrow E_{\text{stookolie}} = \frac{1,30 \cdot 10^{11}}{0,35} = 3,70 \cdot 10^{11} \text{ J.}$$

Voor de stookolie geldt dan:

$$E_{\text{stookolie}} = r_V V \rightarrow V = \frac{E_{\text{stookolie}}}{r_V} = \frac{3,70 \cdot 10^{11}}{40 \cdot 10^9} = 9,3 \text{ m}^3.$$

- gebruik van $P = \frac{E}{t}$ 1
- juist gebruik van de factoren 0,80 en 0,35 1
- gebruik $E_{\text{stookolie}} = r_V V$ 1
- opzoeken r_V van stookolie 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- Sciencedata geeft $r_V = 38,9 \cdot 10^9 \text{ J m}^{-3}$. Hieruit volgt $V_{\text{stookolie}} = 9,5 \text{ m}^3$.
- Wanneer een van de factoren voor het rendement niet onjuist is meegenomen, vervalt de tweede deelscore. Wanneer beide factoren niet of onjuist zijn meegenomen, vervallen de tweede en de vijfde deelscore.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

4 maximumscore 3

uitkomst: $I_{\text{kabel}} = 76 \text{ A}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de totale stroomsterkte in alle kabels geldt:

$$P_{\text{schip}} = UI_{\text{totaal}} \rightarrow I_{\text{totaal}} = \frac{P_{\text{schip}}}{U} = \frac{1,2 \cdot 10^6}{440} = 2727 \text{ A}.$$

De 36 kabels zijn parallel aangesloten, dus:

$$I_{\text{kabel}} = \frac{I_{\text{totaal}}}{36} = \frac{2727}{36} = 76 \text{ A}.$$

- gebruik $P = UI$ 1
- inzicht $I_{\text{kabel}} = \frac{I_{\text{totaal}}}{36}$ 1
- completeren van de berekening 1

5 maximumscore 3

uitkomst: Binas: $R = 8,8 \cdot 10^{-5} \Omega$

Sciencedata: $R = 8,7 \cdot 10^{-5} \Omega$

voorbeeld van een berekening:

Voor de weerstand van de koperen draad geldt:

$$R = \frac{\rho \ell}{A} = \frac{17 \cdot 10^{-9} \cdot 13}{25 \cdot 10^{-4}} = 8,8 \cdot 10^{-5} \Omega.$$

- gebruik van $\rho = \frac{RA}{\ell}$ 1
- opzoeken van de soortelijke weerstand van koper 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- Sciencedata geeft $\rho_{\text{koper}} = 16,8 \cdot 10^{-9} \Omega \text{m}$. Hieruit volgt $R = 8,7 \cdot 10^{-5} \Omega$.
- Wanneer een kandidaat rekent met een lengte van 26 m, dit niet aanrekenen.

6 maximumscore 2

De geleidbaarheid van de 6,6 kV kabel is

veel kleiner dan de geleidbaarheid van de 36 oude 440 V kabels samen.

De stroomsterkte door de 6,6 kV kabel is **veel kleiner dan** de stroomsterkte door de 36 oude 440 V kabels samen.

per juiste regel

1

Wereldrecord blobspringen

7 maximumscore 3

uitkomst: $v_{\text{groep}} = 11,8 \text{ m s}^{-1}$ (met een marge van $0,6 \text{ m s}^{-1}$)

voorbeeld van een bepaling:

De snelheid van de groep is te bepalen door op $t = 1,27 \text{ s}$ de helling van de raaklijn te bepalen.

$$\text{Er geldt: } v_{\text{groep}} = \frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{17,1}{1,45} = 11,8 \text{ m s}^{-1}.$$

- tekenen van de raaklijn op $t = 1,27 \text{ s}$ 1
- gebruik van $v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$ 1
- completeren van de bepaling 1

8 maximumscore 3

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Voor de snelheid van de drukgolf geldt:

$$v_{\text{drukgolf}} = \frac{s_{\text{blob}}}{t_{\text{drukgolf}}} = \frac{s_{\text{blob}}}{1,34 - 1,27}.$$

De afstand die de drukgolf door de blob reist moet geschat worden. Op de foto is de afstand tussen de groep en Zimmerli op de blob 2 cm. De groep valt van een hoogte van 9,9 m. Op de foto is dit een afstand van 2,8 cm.

Voor de afstand die de drukgolf aflegt geldt dan: $\frac{2}{2,8} \cdot 9,9 = 7 \text{ m}$.

$$\text{Ingevuld levert dit: } v_{\text{drukgolf}} = \frac{7}{1,34 - 1,27} = 1 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-1}.$$

Deze snelheid is lager dan de geluidssnelheid in lucht ($= 3,4 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-1}$).

of

methode 2

De lengte van een persoon op de foto is te schatten op 1,8 m. Dit komt overeen met 0,5 cm op de foto. De afstand tussen Zimmerli en de groep is 2 cm. Voor de afstand die de drukgolf aflegt geldt dan: $\frac{1,8}{0,5} \cdot 2 = 7$ m.

Ingevuld levert dit: $v_{\text{drukgolf}} = \frac{7}{1,34 - 1,27} = 1 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-1}$.

Deze snelheid is lager dan de geluidssnelheid in lucht ($= 3,4 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-1}$).

- gebruik van $s = vt$ met $t = 0,07$ s 1
- beredeneerd schatten van de afstand tussen de 4 en 9 m 1
- completeren en consequente conclusie 1

Opmerkingen

- *Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.*
- *Bij een schatting tussen 3,5 m en 9,4 m: dit goed rekenen.*

9 maximumscore 3

uitkomst: $F_{\text{blob}} = 1,5 \cdot 10^4 \text{ N}$

voorbeeld van een berekening:

Uit $F_{\text{res}} = F_{\text{blob}} - F_z$ volgt:

$$F_{\text{blob}} = F_{\text{res}} + F_z = ma + mg = 80 \cdot 1,78 \cdot 10^2 + 80 \cdot 9,81 = 1,5 \cdot 10^4 \text{ N.}$$

- gebruik van $F_{\text{res}} = ma$ 1
- inzicht dat geldt $F_{\text{blob}} = F_{\text{res}} + F_z$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als de kandidaat geen gebruik heeft gemaakt van $F_z = mg$ vervallen de tweede en de derde deelscore.

10 maximumscore 1

antwoord: IV

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

11 maximumscore 3

uitkomst: $\Delta h = 37 \text{ m}$

voorbeeld van een berekening:

Volgens het behoud van energie geldt:

$$m_{\text{groep}} g \Delta h_{\text{groep}} = m_{\text{Zimmerli}} g \Delta h_{\text{Zimmerli}} \rightarrow \Delta h_{\text{Zimmerli}} = \frac{m_{\text{groep}} \Delta h_{\text{groep}}}{m_{\text{Zimmerli}}} \rightarrow$$

$$\Delta h_{\text{Zimmerli}} = \frac{300 \cdot 9,9}{80} = 37 \text{ m.}$$

- inzicht in het behoud van zwaarte-energie 1
- gebruik $E_z = mgh$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Wanneer een kandidaat de snelheid van de groep heeft gebruikt, vervalt de eerste deelscore.

12 maximumscore 2

mogelijke verklaringen	juist	onjuist
De blob neemt energie op.	X	
De zwaartekracht remt Zimmerli af.		X
Zimmerli schiet schuin omhoog weg.	X	

indien drie antwoorden juist 2

indien twee antwoorden juist 1

indien één of geen antwoord juist 0

Kookstenen

13 maximumscore 3

uitkomst: $\lambda_{\max} = 4,41 \cdot 10^{-6}$ m

voorbeeld van een berekening:

$$\lambda_{\max} T = k_W \rightarrow \lambda_{\max} = \frac{k_W}{T} = \frac{2,8978 \cdot 10^{-3}}{(384 + 273)} = 4,41 \cdot 10^{-6} \text{ m.}$$

- gebruik van $\lambda_{\max} T = k_W$ 1
- omrekenen van $^{\circ}\text{C}$ naar K 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als de tweede deelscore niet is gehaald, kan de derde deelscore nog wel worden behaald.

14 maximumscore 4

uitkomst: $m = 1,6$ kg

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $Q_{\text{graniet}} = Q_{\text{water}} \rightarrow c_{\text{graniet}} m_{\text{graniet}} \Delta T_{\text{graniet}} = c_{\text{water}} m_{\text{water}} \Delta T_{\text{water}}$.

Hieruit volgt:

$$m_{\text{water}} = \frac{c_{\text{graniet}} m_{\text{graniet}} \Delta T_{\text{graniet}}}{c_{\text{water}} \Delta T_{\text{water}}} = \frac{0,82 \cdot 10^3 \cdot 2,3 \cdot (384 - 100)}{4,18 \cdot 10^3 \cdot (100 - 18)} = 1,6 \text{ kg water.}$$

- inzicht $Q_{\text{graniet}} = Q_{\text{water}}$ 1
- gebruik van $Q = cm\Delta T$ 1
- opzoeken c_{graniet} en c_{water} 1
- completeren van de berekening 1

15 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Basalt heeft een grotere soortelijke warmte. Er is dus een kleinere massa basalt nodig om dezelfde hoeveelheid water op te warmen.

- inzicht dat basalt een grotere soortelijke warmte heeft 1
- consequente conclusie 1

Opmerking

Een antwoord gebaseerd op dichtheid: geen scorepunten toekennen.

16 maximumscore 3

situatie	opwarmtijd water wordt langer	opwarmtijd water wordt korter
De kooksteen heeft een groter oppervlak bij gelijke massa.		X
De kooksteen heeft een hogere begintemperatuur.		X
De houten pot wordt afgedekt met een deksel.		X
De houten pot is breder en minder diep. De pot is gevuld met dezelfde hoeveelheid water.	X	
De bodem waar de houten pot op staat is bevroren.	X	

- indien vijf antwoorden juist 3
 indien vier antwoorden juist 2
 indien drie antwoorden juist 1
 indien minder dan drie antwoorden juist 0

17 maximumscore 3

uitkomst: $P = 1 \cdot 10^2 \text{ W}$

voorbeeld van een berekening:

$$\text{Invullen geeft: } P = \frac{\lambda A \Delta T}{d} \rightarrow P = \frac{0,4 \cdot 0,1 \cdot (100 - 20)}{3 \cdot 10^{-2}} = 1 \cdot 10^2 \text{ W.}$$

- gebruik van $P = \frac{\lambda A \Delta T}{d}$ 1
- omrekenen van cm^2 naar m^2 en van cm naar m 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Wanneer gerekend met een waarde voor λ tussen 0,3 en 0,5 $\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$ (Binas), dit niet aanrekenen.

Oude horloges

18 maximumscore 1

eigenfrequentie/resonantiefrequentie/grondtoon/grondfrequentie

Opmerking

Alleen resonantie: geen scorepunt toekennen.

19 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

methode 1

$$T = \frac{8,4 \cdot 10^{-3}}{3} = 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ s.}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2,8 \cdot 10^{-3}} = 3,6 \cdot 10^2 \text{ Hz. Dit ligt in het hoorbare gebied.}$$

- bepalen van T met een marge van $0,1 \cdot 10^{-3}$ s 1
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie 1

of

methode 2

$$f = \frac{3}{8,4 \cdot 10^{-3}} = 3,6 \cdot 10^2 \text{ Hz. Dit ligt in het hoorbare gebied.}$$

- inzicht dat geldt $f = \frac{\text{aantal trillingen}}{\text{benodigde tijd}}$ 1
- bepalen van een aantal trillingen en de daarvoor benodigde tijd met een marge van $0,1 \cdot 10^{-3}$ s 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie 1

Opmerking

Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

20 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

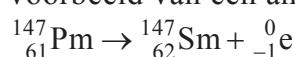
In een massa-veersysteem (met een bepaalde C) hangt T alleen af van m . Hierin is m onafhankelijk van de plaats. Dus T is dan overal hetzelfde; de NASA hoeft geen rekening te houden met een andere T in de ruimte.

- inzicht dat m onafhankelijk is van de plaats
- consequente conclusie over T

1
1

21 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



- alleen bêtadeeltje als vervaldeeltje rechts van de pijl
- Sm rechts van de pijl (mits verkregen via kloppende atoomnummers)
- aantal nucleonen links en rechts gelijk

1
1
1

22 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

β -straling komt (blijkbaar) niet of nauwelijks door de behuizing heen. Röntgenstraling komt er door het grote doordringende vermogen wel doorheen.

- inzicht dat röntgenstraling wel door de wand van het horloge doordringt en β -straling niet
- inzicht dat dit komt doordat het doordringend vermogen van β -straling kleiner is dan dat van röntgenstraling

1
1

23 maximumscore 3

uitkomst: 0 tot 20%

voorbeelden van een antwoord:

methode 1 (Binas)

De halveringsdikte van ijzer bij 0,05 MeV is 0,049 cm.

Er is dus $\frac{0,147}{0,049} = 3,0$ maal gehalveerd.

Dus $100 \cdot (\frac{1}{2})^3 = 12,5\%$ van de röntgenstraling dringt door de achterzijde van het horloge, dus 0 tot 20%.

of

methode 2 (Sciencedata)

De halveringsdikte van ijzer bij 0,05 MeV is 0,045 cm.

Voor 3 keer halveren is een ijzerdikte van $3 \cdot 0,045 = 0,135$ cm = 1,35 mm nodig. Dan zou 12,5% van de röntgenstraling overblijven.

De achterkant van het horloge is nog dikker, dus er blijft nog minder over, dus 0 tot 20%.

- opzoeken halveringsdikte van ijzer 1
- inzicht dat geldt $\frac{\text{dikte horlogewand}}{\text{halveringsdikte}} = \text{aantal halveringen}$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Opmerkingen

- Bij een juist antwoord waarbij dit niet is omcirkeld in de tabel, dit niet aanrekenen.
- Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

24 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

Per seconde ontvangt de pols een energie van
 $E = 25 \cdot 0,05 = 1,25$ MeV.

Dit komt overeen met $1,25 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} = 2,0 \cdot 10^{-13}$ J.

$$D = \frac{E}{m} = \frac{2,0 \cdot 10^{-13}}{0,075} = 2,7 \cdot 10^{-12} \text{ Gy per seconde.}$$

Uit $H = w_R D$ volgt per jaar: $H = 365 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 1 \cdot 2,7 \cdot 10^{-12} = 8 \cdot 10^{-5}$ Sv.

Het dragen van het horloge blijft dus (ruimschoots) onder de limiet van $50 \cdot 10^{-3}$ Sv.

- inzicht dat E gelijk is aan het aantal geabsorbeerde fotonen maal de energie van een foton 1
- omrekenen van MeV naar J 1
- gebruik van $D = \frac{E}{m}$ en gebruik van $H = w_R D$ 1
- omrekenen van seconde naar jaar of omgekeerd 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Opmerkingen

- Het gebruik van $H = w_R D$ mag ook impliciet.
- Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

Elysium

25 A

26 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

De afstand r van de geostationaire baan tot het middelpunt van de aarde is gelijk aan $6,371 \cdot 10^6 + 36 \cdot 10^6 = 42 \cdot 10^6$ m.

Er geldt:

$$\frac{r^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2} \rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM} = \frac{4\pi^2 \cdot (42 \cdot 10^6)^3}{6,674 \cdot 10^{-11} \cdot 5,972 \cdot 10^{24}} = 7,53 \cdot 10^9 \rightarrow T = 8,7 \cdot 10^4 \text{ s.}$$

Dit (komt overeen met $\frac{8,6 \cdot 10^4}{3,60 \cdot 10^3} = 24$ h en) is de tijd waarin de aarde één keer rond zijn as draait.

- gebruik van $\frac{r^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2}$ met opzoeken van G en M 1
- inzicht dat geldt $r = R_A + h_{\text{geostationair}}$ met opzoeken van R_A 1
- inzicht dat de omlooptijd in een geostationaire baan gelijk is aan de rotatietijd van de aarde 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- *Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.*
- *Als geen rekening is gehouden met R_A , vervallen de tweede en vierde deelscore.*

27 maximumscore 2

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Als Elysium even groot lijkt als de maan, moeten de twee gegeven driehoeken gelijkvormig zijn.

Er geldt dan voor de hoogte waarop Elysium zich moet bevinden:

$$\frac{D_M}{D_{\text{Elysium}}} = \frac{h_M}{h_{\text{Elysium}}} \rightarrow \frac{3,5 \cdot 10^6}{64 \cdot 10^3} = \frac{3,8 \cdot 10^8}{h_{\text{Elysium}}} \rightarrow$$

$$h_{\text{Elysium}} = 6,9 \cdot 10^6 \text{ m} (= 6,9 \cdot 10^3 \text{ km}).$$

Dit is lager dan de geostationaire baan.

- inzicht dat geldt $\frac{D_M}{D_{\text{Elysium}}} = \frac{h_M}{h_{\text{Elysium}}}$ 1
- completeren en consequente conclusie 1

of

methode 2

Voor de hoek waaronder je de maan ziet geldt:

$$\tan \alpha = \frac{3,5 \cdot 10^6}{3,8 \cdot 10^8} \rightarrow \alpha = 0,53^\circ.$$

Voor de hoek waaronder je Elysium ziet als deze zich in de geostationaire baan zou bevinden geldt:

$$\tan \alpha = \frac{64 \cdot 10^3}{36 \cdot 10^6} \rightarrow \alpha = 0,10^\circ.$$

Deze hoeken zijn niet hetzelfde, Elysium kan zich dus niet in de geostationaire baan bevinden.

- inzicht dat geldt $\tan \alpha = \frac{\text{diameter}}{\text{afstand tot aardoppervlak}}$ 1
- completeren en consequente conclusie 1

Opmerkingen

- *Wanneer is gerekend met de sinus (kleine hoekenbenadering), dit niet aanrekenen.*
- *Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.*

28 maximumscore 1

antwoord: II

29 maximumscore 3

voorbeeld van een berekening:

$$\text{Er geldt: } v = \frac{2\pi r}{T} \text{ met } T = \frac{360}{3,0} \cdot 3,2 = 384 \text{ s.}$$

$$\text{Dus } v = \frac{2\pi \cdot 32 \cdot 10^3}{384} = 5,2 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}.$$

Dit is minder dan de benodigde snelheid.

- gebruik van $v = \frac{2\pi r}{T}$ 1
- inzicht dat geldt $T = \frac{360}{3,0} \cdot 3,2$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Opmerking

Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

5 Aanleveren scores

Verwerk de scores van de alfabetisch eerste vijf kandidaten per examinator in de applicatie Wolf. Accordeer deze gegevens voor Cito uiterlijk op 24 mei.

Meteen aansluitend op deze datum start Cito met de analyse van de examens.

Ook na 24 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

Walstroom

naar: magazines.defensie.nl/allehens/2015/01/06_walvoeding

Kookstenen figuur 2

University Leiden, Faculty of Archaeology, Laboratory for Artefact Studies

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.

- 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;

- 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 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.

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.

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.

4 Beoordelingsmodel

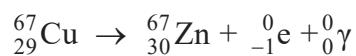
Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

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

Koper-67

1 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



- β en γ rechts van de pijl 1
- Zn als vervalproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- het aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

2 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De γ -straling heeft een groot doordringend vermogen waardoor de straling gemakkelijk het lichaam kan verlaten. De straling is daarmee geschikt voor beeldvorming.

De β - en/of γ -straling heeft/hebben ioniserend vermogen en is/zijn daarmee geschikt om het tumorweefsel te behandelen.

- inzicht dat de γ -straling geschikt is voor beeldvorming (vanwege het doordringend vermogen) 1
- inzicht dat de β - en/of γ -straling geschikt is/zijn voor behandeling (vanwege het ioniserend vermogen) 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

3 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Bij de reactie komt een deeltje vrij bestaande uit 4 nucleonen waarvan 2 protonen. Dit komt overeen met ${}^4_2\text{He}$ (of α).

- inzicht dat $\Delta A = 4$ en $\Delta Z = 2$ 1
- consequente naam bij het deeltje 1

Opmerking

Aan het antwoord: ${}^4_2\text{He}$ of α zonder uitleg: geen scorepunten toekennen.

4 maximumscore 3

uitkomst: $v = 5,4 \cdot 10^7 \text{ ms}^{-1}$

voorbeeld van een bepaling:

De kans is het grootste bij een kinetische energie van $15 \text{ MeV} = 15 \cdot 1,60 \cdot 10^{-13} = 2,40 \cdot 10^{-12} \text{ J}$.

Voor de snelheid geldt:

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,40 \cdot 10^{-12}}{1,67 \cdot 10^{-27}}} = 5,4 \cdot 10^7 \text{ ms}^{-1}.$$

- aflezen van E_k met een marge van 1 MeV en omrekenen naar J 1
- inzicht dat $E_k = \frac{1}{2}m_p v^2$ met opzoeken m_p 1
- completeren van de bepaling 1

5 maximumscore 3

uitkomst: $n = 2,1 \cdot 10^4$

voorbeeld van een berekening:

De protonen-stroomsterkte is $43 \mu\text{A} = 43 \cdot 10^{-6} \text{ Cs}^{-1}$. Dat komt neer op

$$\frac{43 \cdot 10^{-6}}{1,60 \cdot 10^{-19}} = 2,69 \cdot 10^{14} \text{ protonen per seconde.}$$

Voor de productie zijn $2,69 \cdot 10^{14} \cdot (70 \cdot 3600) = 6,77 \cdot 10^{19}$ protonen afgeschoten per $3,2 \cdot 10^{15}$ koperkernen. Dat is $2,1 \cdot 10^4$ protonen per koperkern.

- inzicht $\frac{I}{e_{\text{proton}}} = n$ protonen per seconde 1
- inzicht dat voor het aantal protonen en het aantal koperkernen dezelfde tijdsperiode moet worden gebruikt 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Er hoeft geen rekening gehouden te worden met de significantie.

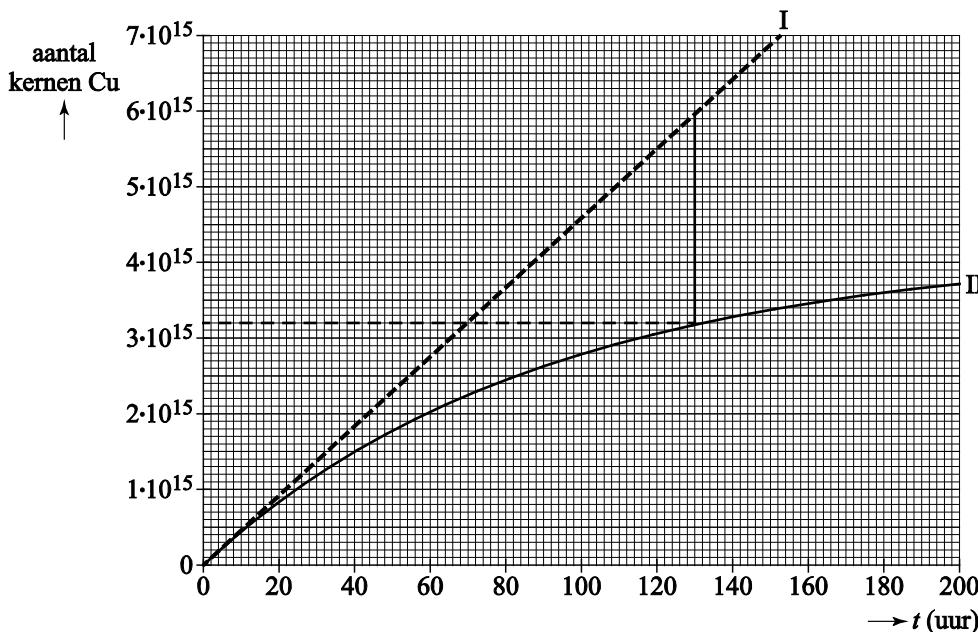
6 maximumscore 3

antwoord:

- $t = 130$ uur (met een marge van 4 uur)
- Binnen de marge aflezen van de grafiek op $n = 3,2 \cdot 10^{15}$ 1

voorbeeld van een bepaling:

- Het aantal kernen dat tijdens de productie vervallen is, is het verschil in aantal kernen tussen lijn I en lijn II op $t = 130$ uur. Hiervoor geldt:
 $\Delta n = 6,0 \cdot 10^{15} - 3,2 \cdot 10^{15} = 2,8 \cdot 10^{15}$ kernen.



- inzicht dat de onderlinge afstand tussen de twee grafieklijnen het aantal vervallen kernen weergeeft 1
- consequente bepaling van het aantal kernen op het eerder afgelezen tijdstip (met een marge van $0,2 \cdot 10^{15}$ kernen) 1

Buisisolatie

7 maximumscore 4

uitkomst: $U_{\text{bron}} = 23 \text{ V}$

voorbeeld van een antwoord:

- Er geldt: $P = UI$ en $U = IR$.

$$\text{Hieruit volgt: } P = U \cdot \left(\frac{U}{R} \right). \text{ (En dus } P = \frac{U^2}{R}.)$$

- inzicht dat $P = UI$ en $U = IR$ gebruikt moeten worden

1

- inzicht dat daaruit volgt dat $P = U \cdot \left(\frac{U}{R} \right)$

1

voorbeeld van een berekening:

- Door de parallelschakeling staat over iedere weerstand een spanning gelijk aan de bronspanning. Voor deze spanning over een weerstand geldt:

$$P = \frac{U^2}{R} \rightarrow 20 = \frac{U^2}{27} \rightarrow U = \sqrt{20 \cdot 27} = 23 \text{ V}.$$

- gebruik van $P = \frac{U^2}{R}$ met (impliciet) het inzicht dat $U_{\text{bron}} = U_1 = U_2$

1

- completeren van de berekening

1

8 maximumscore 4

uitkomst: $t = 1,5 \cdot 10^2 \text{ s}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de warmte die aan het water wordt toegevoerd geldt:

$$Q = cm\Delta T = 4,18 \cdot 10^3 \cdot 26 \cdot 10^{-3} \cdot (75 - 18) = 6,19 \cdot 10^3 \text{ J}.$$

Voor de benodigde tijd geldt dan:

$$Q = Pt \rightarrow 6,19 \cdot 10^3 = (2 \cdot 20)t \rightarrow t = 1,5 \cdot 10^2 \text{ s}.$$

- gebruik van $Q = cm\Delta T$ met opzoeken c_{water}

1

- gebruik van $E = Pt$ met inzicht dat $E = Q$

1

- inzicht dat $\Delta T = 75 - 18$

1

- toepassen factor 2 en completeren van de berekening

1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

9 maximumscore 1

voorbeelden van een antwoord:

Er wordt minder water opgewarmd. / Het opgewarmde water bereikt de thermometer eerder dan wanneer de weerstanden verder onderin de buis zouden zitten.

Opmerking

Het antwoord moet (impliciet) verwijzen naar de hogere plaatsing van de weerstanden.

10 maximumscore 2

antwoord:

tijdstip	$P_{\text{elektrisch}} > P_{\text{verlies}}$	$P_{\text{elektrisch}} = P_{\text{verlies}}$	$P_{\text{elektrisch}} < P_{\text{verlies}}$
t_1	X		
t_2	X		
t_3		X	

- | | |
|--------------------------------|---|
| indien drie regels juist | 2 |
| indien twee regels juist | 1 |
| indien één of geen regel juist | 0 |

11 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De warmtegeleidingscoëfficiënt λ van koper is veel groter dan die van ijzer.
(Alle overige variabelen zijn constant.) Uit de formule volgt dat de warmtestroom P voor koper groter is dan voor ijzer.

- inzicht dat $\lambda_{\text{koper}} > \lambda_{\text{ijzer}}$ 1
- consequente conclusie 1

12 maximumscore 3

uitkomst: $n = 3,3$

voorbeeld van een berekening:

De warmtestroom door de wand van de geïsoleerde buis is gelijk aan

$$P = \lambda A \frac{\Delta T}{d} = 0,038 \cdot 4,9 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{57}{13 \cdot 10^{-3}} = 8,2 \text{ W.}$$

Zonder isolatie is deze warmtestroom 27 W.

P_{verlies} is dus $\frac{27}{8,2} = 3,3$ keer zo klein geworden door het gebruik van buisisolatie.

- gebruik van $P = \lambda A \frac{\Delta T}{d}$ met $\lambda = 0,038 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 1
- inzicht $n = \frac{P_{\text{verlies ongeïsoleerd}}}{P_{\text{verlies geïsoleerd}}}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Wanneer de kandidaat aangeeft dat P_{verlies} met een factor 0,30 vergroot wordt: dit goed rekenen.

Hyperloop

13 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

In deel II is geen motor in gebruik, maar de snelheid vermindert wel. (Er is een resulterende kracht.) Dus er is wel sprake van wrijving.

- inzicht dat de snelheid in deel II afneemt 1
- conclusie dat er rekening is gehouden met wrijving 1

Opmerking

Als een kandidaat uitgaat van een redenering op basis van deel I of deel III: geen scorepunten toekennen.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

14 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De totale afstand die de pod aflegt wordt gegeven door de oppervlakte onder de grafiek. Hiervoor geldt:

$$s = \left(\frac{1}{2} \cdot 125 \cdot 4,0 \right)_{\text{I}} + \left(\frac{125+120}{2} \cdot (12,0 - 4,0) \right)_{\text{II}} + \left(\frac{1}{2} \cdot 120 \cdot (18,0 - 12,0) \right)_{\text{III}} = \\ 1,6 \cdot 10^3 \text{ m.}$$

Het testtraject is dus lang genoeg.

- inzicht dat de oppervlakte onder de grafiek bepaald moet worden 1
- bepalen van de afstand volgens $1,55 \cdot 10^3 \text{ m} \leq s \leq 1,64 \cdot 10^3 \text{ m}$ 1
- consequente conclusie 1

15 maximumscore 2

antwoorden:

- $1 \cdot 10^2$ keer zo groot
- $1 \cdot 10^3$ keer zo klein zijn

per goed antwoord 1

16 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

- De baansnelheid van een massa aan de rand van het wiel is $1,2 \cdot 10^3 \text{ km h}^{-1} = 3,33 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}$. Voor de middelpuntzoekende kracht

$$\text{op één massa geldt: } F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r} = \frac{2,5 \cdot (3,33 \cdot 10^2)^2}{0,225} = 1,23 \cdot 10^6 \text{ N.}$$

- Er geldt: $\sigma = \frac{F}{A} = \frac{1,23 \cdot 10^6}{15 \cdot 10^{-4}} = 8,2 \cdot 10^8 \text{ N m}^{-2}$.

De treksterkte van aluminium is $0,4 \cdot 10^8$ tot $0,5 \cdot 10^8 \text{ Pa}$ (Binas tabel 8 of Sciencedata blz 40), dus de spaak is niet sterk genoeg.

- gebruik van $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$ 1
- gebruik van $\sigma = \frac{F}{A}$ 1
- completeren van de berekeningen 1
- vergelijken met de treksterkte van aluminium en consequente conclusie 1

Opmerking

Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

17 maximumscore 3

uitkomst: $C = 1,6 \cdot 10^5 \text{ N m}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:

Door de belading van $1,30 \cdot 10^3 - 0,80 \cdot 10^3 = 0,50 \cdot 10^3 \text{ kg}$ zakt de pod 3,0 cm.

$$\text{Hieruit volgt: } C = \frac{F}{u} = \frac{0,50 \cdot 10^3 \cdot 9,81}{3,0 \cdot 10^{-2}} = 1,6 \cdot 10^5 \text{ N m}^{-1}.$$

- inzicht dat $F_z = m_{\text{belading}} g$ met $m_{\text{belading}} = m_{\text{pod beladen}} - m_{\text{pod leeg}}$ 1
- gebruik van $F_v = Cu$ 1
- completeren van de berekening 1

18 maximumscore 3

uitkomst: $\Delta t = 5,5 \text{ h}$

voorbeeld van een bepaling:

Het pod-traject van San Francisco naar Los Angeles heeft op de kaart een lengte van ongeveer 6,0 cm. Uit de schaal volgt dat 1 cm gelijk staat aan 100 km, dus de afstand is $6,0 \cdot 10^2 \text{ km}$. De hyperloop legt deze afstand af in

$$t = \frac{s}{v} = \frac{6,0 \cdot 10^2}{1,2 \cdot 10^3} = 0,50 \text{ uur.}$$

De tijdswinst is daarmee $6,0 - 0,50 = 5,5 \text{ h}$.

- bepalen van de werkelijke afstand van San Francisco naar Los Angeles met een marge van $1,0 \cdot 10^2 \text{ km}$ 1
- gebruik van $s = vt$ 1
- inzicht Δt en completeren van de bepaling 1

Opmerking

Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

PWM

19 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De led brandt fel als weerstand R_1 is ingeschakeld en zwak als R_2 is ingeschakeld. De spanning U is dus hoog over R_1 en laag over R_2 .

In de serieschakeling geldt: $I_1 = I_3 \rightarrow \frac{U}{R_1} = \frac{U_3}{R_3}$.

Hieruit volgt dat in een serieschakeling over een grotere weerstand een hogere spanning staat. (Weerstand R_3 is constant.) Weerstand R_1 is dus groter dan weerstand R_2 .

- inzicht dat in stand 1 spanning U hoog is of dat in stand 2 spanning U laag is 1
- inzicht dat in een serieschakeling over een hogere weerstand een grotere spanning staat 1
- consequente conclusie 1

20 maximumscore 3

uitkomst: $\eta = 0,17 (= 17\%)$

voorbeeld van een berekening:

(Het nuttig vermogen is het vermogen dat de schakeling aan de led levert.)

Voor het rendement van de schakeling geldt dus:

$$\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}} = \frac{P_{\text{nuttig}}}{UI} = \frac{0,52}{8,4 \cdot 0,375} = \frac{0,52}{3,15} = 0,17 (= 17\%).$$

- gebruik van $\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}}$ 1
- inzicht dat $P_{\text{in}} = UI$ 1
- completeren van de berekening 1

21 maximumscore 3

uitkomst: $f = 1,2 \cdot 10^3$ Hz

voorbeeld van een bepaling:

Uit figuur 5 blijkt dat de led 23 keer heeft geknippert van ‘uit’ naar ‘aan’ en terug. Hieruit volgt:

$$T = \frac{20 \cdot 10^{-3}}{23} = 8,70 \cdot 10^{-4} \text{ s} \rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{8,70 \cdot 10^{-4}} = 1,2 \cdot 10^3 \text{ Hz.}$$

- inzicht dat $T = \frac{\text{totale tijd}}{\text{aantal flitsen}}$ en $f = \frac{1}{T}$ of $f = \frac{\text{aantal flitsen}}{\text{totale tijd}}$ 1
- bepalen van het aantal flitsen n volgens $21 \leq n < 25$ 1
- completeren van de bepaling 1

22 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De accu heeft aan de PWM-schakeling gedurende 1 periode een energie geleverd van $E = Pt = 4,7 \cdot 3,0 \cdot 10^{-3} = 1,4 \cdot 10^{-2} \text{ J}$.

In de andere schakeling heeft de accu in dezelfde tijd een energie geleverd van $E = Pt = 3,2 \cdot 9,0 \cdot 10^{-3} = 2,9 \cdot 10^{-2} \text{ J}$.

(Daan heeft dus gelijk,) de PWM-schakeling heeft minder energie nodig.

- inzicht dat de oppervlaktes onder de grafieken vergeleken moeten worden voor één of meer periodes 1
- consequente conclusie 1

Proxima b

23 maximumscore 2

uitkomst: $T = 12$ dagen met een marge van 1 dag

voorbeeld van een bepaling:

Er zijn 3,5 omlopen geweest in $63,5 - 22,5 = 41,0$ dagen. Hieruit volgt voor de periode $T = \frac{41,0}{3,5} = 12$ dagen.

- bepalen van de benodigde tijd voor een of meer trillingen 1
- completeren van de bepaling 1

24 A

25 maximumscore 4

uitkomst: $g_b = 0,90g_{\text{aarde}}$

voorbeeld van een berekening:

methode 1

Voor de valversnelling g geldt: $F_z = F_g$. Hieruit volgt:

$$mg = G \frac{mM}{r^2} \rightarrow g_b = G \frac{M_b}{r_b^2} = 6,674 \cdot 10^{-11} \frac{1,3 \cdot 5,972 \cdot 10^{24}}{(1,2 \cdot 6,371 \cdot 10^6)^2} = 8,86 \text{ ms}^{-2}.$$

Dus: $g_b = \left(\frac{8,86}{9,81} \right) g_{\text{aarde}} = 0,90g_{\text{aarde}}$.

- inzicht dat $F_z = F_g$ 1
- gebruik van $F_g = G \frac{mM}{r^2}$ en $F_z = mg$ 1
- opzoeken van waardes voor G , M_{aarde} en r_{aarde} 1
- completeren van de berekening 1

of

methode 2

Voor de valversnelling g geldt: $F_z = F_g$. Hieruit volgt:

$$mg = G \frac{mM}{r^2} \rightarrow g_b = \frac{GM_b}{r_b^2} = \frac{G \cdot 1,3 \cdot M_{\text{aarde}}}{(1,2 \cdot r_{\text{aarde}})^2} = \frac{1,3}{1,44} \cdot \frac{GM_{\text{aarde}}}{r_{\text{aarde}}^2} = 0,90g_{\text{aarde}}.$$

- inzicht dat $F_z = F_g$ 1
- gebruik van $F_g = G \frac{mM}{r^2}$ met $M_b = 1,3M_{\text{aarde}}$ en $r_b = 1,2r_{\text{aarde}}$ 1
- inzicht dat $\frac{GM_{\text{aarde}}}{r_{\text{aarde}}^2} = g_{\text{aarde}}$ 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

26 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

- Uit de wet van Wien volgt dat bij een grotere waarde van λ_{\max} een lagere temperatuur T hoort. Volgens Binas tabel 32B of Sciencedata 3.3d is de temperatuur van de zon $5,8 \cdot 10^3$ K. Dit is hoger dan de temperatuur van Proxima Centauri. Figuur 5 hoort bij Proxima Centauri.
- inzicht dat bij een hogere waarde voor λ_{\max} een lagere temperatuur T hoort of vice versa 1
- vergelijken T_{zon} met T_{Centauri} en consequente conclusie 1
- In figuur 5 is af te lezen dat relatief meer rood licht dan blauw licht wordt uitgezonden. Dus Proxima Centauri is roder dan de zon.
- inzicht dat de ster uit figuur 5 relatief veel rood licht uitzendt 1
- consequente conclusie 1

27 maximumscore 3

uitkomst: $t = 28$ (jaar)

voorbeeld van een berekening:

methode 1

De afstand vanaf de aarde is 4,22 lichtjaar. Dit komt overeen met $4,22 \cdot 9,461 \cdot 10^{15} = 3,99 \cdot 10^{16}$ m. Met 15% van de lichtsnelheid duurt dat

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{v_{\text{gem}}} = \frac{3,99 \cdot 10^{16}}{0,15 \cdot 3,00 \cdot 10^8} = 8,87 \cdot 10^8 \text{ s.} \quad \text{Dit komt overeen met 28 jaar.}$$

- gebruik van $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 1
- omrekenen van lichtjaar naar m of km 1
- completeren van de berekening 1

of

methode 2

Licht legt de totale afstand af in 4,22 jaar met een snelheid c . Het ruimteschip legt dezelfde afstand af met een snelheid $0,15c$.

Hieruit volgt:

$$ct_{\text{licht}} = vt_{\text{ruimteschip}} \rightarrow t_{\text{ruimteschip}} = \frac{ct_{\text{licht}}}{v} = \frac{c \cdot 4,22}{0,15c} = 28 \text{ jaar.}$$

- inzicht dat licht deze afstand in 4,22 jaar aflegt 1
- inzicht dat $t_{\text{ruimteschip}} = \frac{ct_{\text{licht}}}{v}$ 1
- completeren van de berekening 1

5 Aanleveren scores

Verwerk de scores van alle kandidaten per examinator in de applicatie Wolf.
Accordeer deze gegevens voor Cito uiterlijk op 24 juni.

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 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 onverwijd aan de directeur van de school van de gecommitteerde toekomen. Deze stelt het ter hand aan de gecommitteerde.

- 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;

- 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.

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.

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.

4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

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

Lassen

1 C

2 maximumscore 3

voorbeeld van een berekening:

Voor de elektrische weerstand geldt:

$$R = \frac{\rho\ell}{A} = \frac{1,05 \cdot 10^{-7} \cdot 1,8 \cdot 10^{-3}}{6,4 \cdot 10^{-5}} = 2,95 \cdot 10^{-6} \Omega.$$

Hieruit volgt:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{0,20}{2,95 \cdot 10^{-6}} = 6,8 \cdot 10^4 \text{ A} (= 68 \text{ kA}).$$

- gebruik van $\rho = \frac{RA}{\ell}$ met $\rho = 1,05 \cdot 10^{-7} \Omega \text{m}$ 1
- gebruik van $U = IR$ 1
- completeren van de berekening 1

3 maximumscore 5

uitkomst: $t = 0,31 \text{ s}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de warmte die het ijzer heeft opgenomen geldt:

$$Q = cm\Delta T = 0,46 \cdot 10^3 \cdot 9,1 \cdot 10^{-4} \cdot (1811 - 293) = 6,35 \cdot 10^2 \text{ J}.$$

Voor de warmte die de elektroden leveren geldt:

$$Q = E = \eta Pt = \eta UI t$$

$$6,35 \cdot 10^2 = 0,15 \cdot 0,20 \cdot 68 \cdot 10^3 \cdot t \rightarrow t = \frac{6,35 \cdot 10^2}{2,04 \cdot 10^3} = 0,31 \text{ s}.$$

- gebruik van $Q = cm\Delta T$ met $c = 0,46 \cdot 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 1
- inzicht dat geldt $\Delta T = 1811 \text{ K} - 293 \text{ K}$ 1
- gebruik van $E = Pt$ en $P = UI$ 1
- juist gebruik van de factor 0,15 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als er verkeerd is omgerekend van °C naar K vervalt de tweede deelscore en is de laatste deelscore nog wel te behalen.

4 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Met iedere extra las wordt de geleidbaarheid G tussen de plaatjes groter. Er geldt $I = GU$. De stroom I neemt toe (bij een gelijke spanning U).

- inzicht dat G toeneemt (of R afneemt) bij meerdere lassen 1
- consequente conclusie over de stroomsterkte door de elektroden 1

5 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Tijdens het toenemen van de lastijd neemt de temperatuur in de las toe.

Volgens de figuur neemt de weerstand van het materiaal dan ook toe. Dit is een eigenschap van PTC-materiaal.

- inzicht dat de temperatuur én de weerstand toenemen gedurende de lastijd 1
- consequente conclusie 1

6 maximumscore 2

Het heet worden van de elektroden wordt veroorzaakt door:	waar	niet waar
het hoge smeltpunt van het koper van de elektroden		X
de elektrische weerstand van de koperen elektroden	X	
de grote kracht die de elektroden uitoefenen op de ijzeren platen		X

- indien drie antwoorden goed 2
- indien twee antwoorden goed 1
- indien één of geen antwoord goed 0

7 maximumscore 2

uitkomst: $F = 2,2 \cdot 10^4 \text{ N}$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $F = \sigma A = 3,5 \cdot 10^8 \cdot 6,4 \cdot 10^{-5} = 2,2 \cdot 10^4 \text{ N}$.

- gebruik van $\sigma = \frac{F}{A}$ met $\sigma = 3,5 \cdot 10^8 \text{ Pa}$ 1
- completeren van de berekening 1

De maan Europa

8 maximumscore 3

uitkomst: $v = 1,374 \cdot 10^4 \text{ ms}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:

De omlooptijd van Europa is $3,551 \cdot 24 \cdot 3600 = 3,0681 \cdot 10^5 \text{ s}$
(Binas-tabel 31 of Sciencedata-tabel 3.3a).

$$\text{Er geldt: } v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \cdot 670,9 \cdot 10^6}{3,0681 \cdot 10^5} = 1,374 \cdot 10^4 \text{ ms}^{-1}.$$

- opzoeken van de omlooptijd van Europa 1
- gebruik van $v = \frac{2\pi r}{T}$ 1
- completeren van de berekening 1

9 maximumscore 3

uitkomst: $f = 1,79 \cdot 10^{13} \text{ Hz}$

voorbeeld van een berekening:

$$\text{Er geldt: } \lambda_{\max} T = k_W \rightarrow \lambda_{\max} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{173} = 1,675 \cdot 10^{-5} \text{ m.}$$

$$\text{Dus: } f = \frac{c}{\lambda} = \frac{2,998 \cdot 10^8}{1,675 \cdot 10^{-5}} = 1,79 \cdot 10^{13} \text{ Hz.}$$

- gebruik van $\lambda_{\max} T = k_W$ met opzoeken van k_W 1
- gebruik van $c = f\lambda$ met opzoeken van c 1
- completeren van de berekening 1

10 maximumscore 2

uitkomst: figuur II

voorbeeld van een antwoord:

Voor de gravitatiekracht geldt: $F_g = G \frac{Mm}{r^2}$. De gravitatiekracht op een massa m wordt dus kleiner als de afstand r tot Jupiter groter wordt. (Europa wordt dus harder aangetrokken in punt a dan in punt b.) Dit komt het best overeen met figuur II.

- inzicht dat F_g kleiner wordt als r groter wordt of omgekeerd 1
- consequente keuze voor de figuur 1

11 A

12 maximumscore 4

voorbeeld van een berekening:

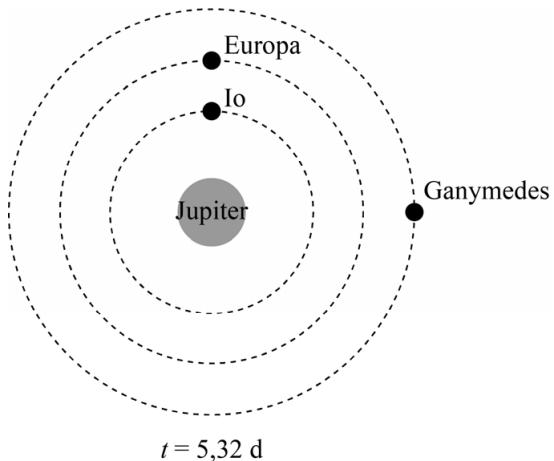
methode 1

De omlooptijd van Io is $\frac{3,55}{2,0} = 1,78$ d. Hieruit volgt voor Europa een omlooptijd van $2 \cdot 1,78 = 3,55$ d en voor Ganymedes $4 \cdot 1,78 = 7,10$ d.

Voor het aantal omwentelingen op $t = 5,32$ d geldt dan voor Io $\frac{5,32}{1,78} = 3,0$;

voor Europa $\frac{5,32}{3,55} = 1,5$ en voor Ganymedes $\frac{5,32}{7,10} = 0,75$.

Tegen de klok in draaiend levert dat:



- inzicht dat $T_{\text{maan}} = \frac{3,55}{2,0} \cdot \text{verhoudingsfactor}$ 1
- inzicht dat aantal omwentelingen = $\frac{t}{T_{\text{maan}}}$ 1
- completeren van de berekening 1
- standen van de drie manen consequent en tegen de klok in ingetekend 1

of

methode 2

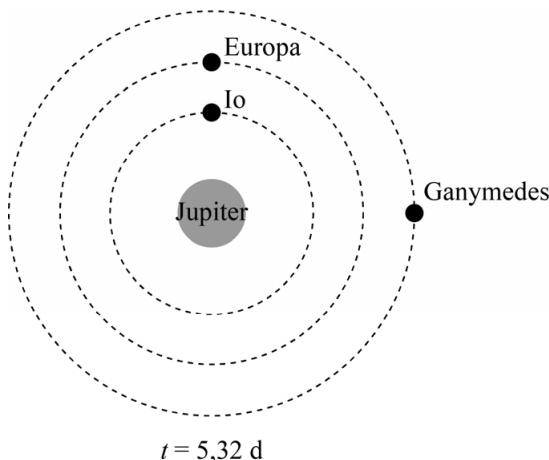
De omlooptijden T_{Io} , T_{Europa} en $T_{\text{Ganymedes}}$ hebben de verhouding 1:2:4. Dat betekent dat het aantal omwentelingen in een bepaalde tijd de omgekeerde verhouding 4:2:1 heeft.

Na 3,55 d heeft Io 2,0 omwentelingen gemaakt, dus tussen 3,55 d en 5,32 d is dat nog 1,0 omwenteling extra.

In diezelfde tijd heeft Europa nog $\frac{1,0}{2} = 0,5$ omwenteling extra gemaakt en

Ganymedes $\frac{1,0}{4} = 0,25$ omwenteling extra.

Tegen de klok in draaiend levert dat:



- inzicht dat de verhouding in omloopfrequentie omgekeerd evenredig is aan de verhouding in omlooptijd 1
- inzicht dat vanuit het aantal omlopen van Io (of Europa) het aantal omlopen van de andere manen kan worden berekend 1
- completeren van de berekening 1
- standen van de drie manen consequent en tegen de klok in ingetekend 1

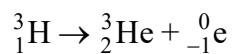
Opmerkingen

- *Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.*
- *Als wordt uitgegaan van $T_{\text{Io}} : T_{\text{Europa}} : T_{\text{Ganymedes}} = f_{\text{Io}} : f_{\text{Europa}} : f_{\text{Ganymedes}}$: maximaal 2 scorepunten toekennen.*
- *Als voor vraag 8 een verkeerde waarde is gebruikt voor de omlooptijd van Europa en er hier mee is verder gerekend: niet opnieuw aanrekenen.*

Kitmarker

13 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



- bétadeeltje rechts van de pijl 1
- He als vervalproduct, mits verkregen via kloppende atoomnummers 1
- aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

14 maximumscore 3

uitkomst: $f = 6,0 \cdot 10^{14}$ Hz

voorbeeld van een berekening:

$$\text{Er geldt: } f = \frac{E}{h} = \frac{2,5 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19}}{6,63 \cdot 10^{-34}} = 6,0 \cdot 10^{14} \text{ Hz.}$$

- gebruik van $E_f = hf$ met opzoeken van h 1
- omrekenen van eV naar J 1
- completeren van de berekening 1

15 D**16 B**

17 maximumscore 4

uitkomst: $d_{\frac{1}{2}} = 14 \text{ mm}$

voorbeeld van een bepaling:

Zonder aluminium is de intensiteit van de kitmarker gelijk aan
 $6,00 \cdot 10^3 - 1,00 \cdot 10^3 = 5,00 \cdot 10^3$ pulsen per minuut. Na een halvering is dat
 $\frac{5,00 \cdot 10^3}{2} = 2,50 \cdot 10^3$ pulsen per minuut.

Het diagram moet afgelezen worden bij

$2,50 \cdot 10^3 + 1,0 \cdot 10^3 = 3,50 \cdot 10^3$ pulsen per minuut. Hieruit volgt dat de halveringsdikte voor aluminium gelijk is aan 1,43 mm.

De halveringsdikte voor menselijk weefsel is dan gelijk aan
 $1,43 \cdot 10 = 14 \text{ mm}$.

- inzicht dat de achtergrondstraling twee keer juist verrekend moet worden 1
- consequent bepalen van $d_{\frac{1}{2}}$ van aluminium (met een marge van 0,1 mm) 1
- juist gebruik van de factor 10 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerkingen

- Als de achtergrondstraling eenmaal juist wordt toegepast vervalt alleen de eerste deelscore.
- Als er geen rekening wordt gehouden met de achtergrondstraling of als deze twee keer onjuist wordt verrekend vervallen de eerste en de laatste deelscore.
- Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

18 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

methode 1

Voor de energie die de bestraalde lichaamsmassa in een jaar absorbeert geldt:

$$E_{\text{totaal}} = E_f \cdot A \cdot t = 1,6 \cdot 10^{-15} \cdot 1,25 \cdot 10^3 \cdot (365 \cdot 8,0 \cdot 3600) = 2,10 \cdot 10^{-5} \text{ J.}$$

Voor het jaarlijkse dosisequivalent geldt dan:

$$H = w_R D = w_R \frac{E}{m} = 1 \cdot \frac{2,10 \cdot 10^{-5}}{0,15} = 1,4 \cdot 10^{-4} \text{ Sv} (= 0,14 \text{ mSv}).$$

Dit is minder dan de jaarlijkse equivalente dosislimiet.

- inzicht dat geldt $E_{\text{totaal}} = E_f \cdot A \cdot t$ 1
- gebruik van $H = w_R D$ en $D = \frac{E}{m}$ 1
- completeren van de berekening 1
- consequente conclusie 1

of

methode 2

Voor het dosisequivalent van een foton geldt:

$$H_f = w_R D = w_R \frac{E_f}{m} = 1 \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-15}}{0,15} = 1,07 \cdot 10^{-14} \text{ Sv.}$$

Voor het jaarlijkse dosisequivalent geldt dan:

$$H_{\text{totaal}} = H_f \cdot A \cdot t = 1,07 \cdot 10^{-14} \cdot 1,25 \cdot 10^3 \cdot (365 \cdot 8,0 \cdot 3600) = 1,4 \cdot 10^{-4} \text{ Sv} (= 0,14 \text{ mSv}).$$

Dit is minder dan de jaarlijkse equivalente dosislimiet.

- gebruik van $H_f = w_R D$ en $D = \frac{E_f}{m}$ 1
- inzicht dat geldt $H_{\text{totaal}} = H_f \cdot A \cdot t$ 1
- completeren van de berekening 1
- consequente conclusie 1

Opmerkingen

- Het gebruik van $H = w_R D$ mag ook impliciet.
- Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

Sprong van Luke Aikins

19 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

$$[k] = \frac{[F_w]}{[A][v^2]} = \frac{N}{m^2(ms^{-1})^2} = \frac{Ns^2}{m^4} = \frac{kg}{m^3}.$$

- invullen van een correcte SI-eenheid voor F_w , A en v
- vereenvoudigen tot $\frac{kg}{m^3}$

1

1

20 maximumscore 2

uitkomst: $k = 0,32 (\text{kg m}^{-3})$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $F_w = (-)F_z$.

$$\text{Hieruit volgt: } k = \frac{mg}{Av^2} = \frac{75 \cdot 9,81}{0,80 \cdot 54^2} = 0,32 (\text{kg m}^{-3}).$$

- inzicht dat $F_w = (-)F_z$
- completeren van de berekening

1

1

Opmerking

Als er een verkeerde eenheid is vermeld voor k : dit niet aanrekenen.

21 maximumscore 4

uitkomsten: $t = 19 \text{ s}$ en $s = 25 \text{ m}$

voorbeeld van een berekening:

$$\begin{aligned} - \quad t &= \frac{h}{v_v} = \frac{1,0 \cdot 10^3}{54} = 19 \text{ s.} \\ - \quad s &= v_h t_h = \left(\frac{4,9}{3,6} \right) \cdot 19 = 25 \text{ m.} \end{aligned}$$

- gebruik van $s = v \cdot t$
- inzicht dat t_h gelijk is aan de valtijd
- omrekenen van km h^{-1} naar m s^{-1}
- completeren van de berekeningen

1

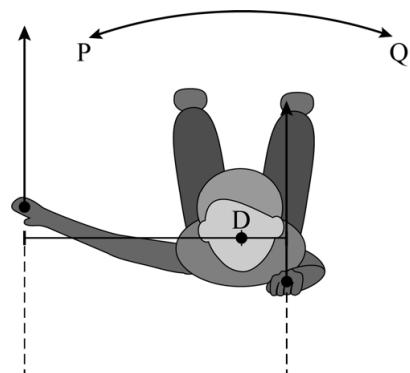
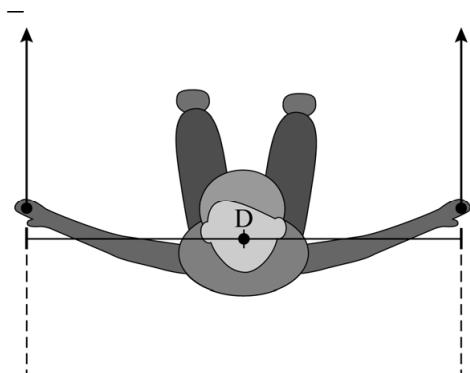
1

1

1

22 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:



- inzicht dat alle krachtvectoren vanuit de handen recht naar boven gericht zijn 1
- inzicht dat alle krachtvectoren even lang zijn 1
- inzicht dat iedere arm de kortste afstand tussen D en werklijn is 1
- Doordat Aikins één hand naar zich toe buigt, wordt het moment van de luchtweerstandskracht op die hand **kleiner**.
Aikins begint hierdoor te draaien in de richting van **Q**. 1
- beide zinnen juist 1

Opmerking

Als de krachtvectoren naar beneden zijn getekend moet de kandidaat consequent hebben gekozen voor draairichting P.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

23 maximumscore 4

uitkomst: $E_{\text{net}} = 1,4 \cdot 10^5 \text{ J}$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt:

$$E_{\text{net}} = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$$

$$E_{\text{net}} = \frac{1}{2} \cdot 75 \cdot 54^2 + 75 \cdot 9,81 \cdot 37$$

$$E_{\text{net}} = 1,4 \cdot 10^5 \text{ J}$$

- inzicht dat $E_{\text{net}} = E_k + E_z$ 1
- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- gebruik van $E_z = mgh$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als het inzicht, genoemd in de eerste deelscore, ontbreekt, vervalt ook de laatste deelscore.

24 maximumscore 2

oplossing in ontwerp	natuurkundig concept
Het net is hoog opgehangen.	remafstand
Het net scheurt niet.	treksterkte
Het net veert niet terug.	plastische vervorming

indien drie antwoorden juist 2

indien twee of één antwoord(en) juist 1

indien geen antwoorden juist 0

25 maximumscore 4

uitkomsten: $a = 54,5 \text{ ms}^{-2}$ (met een marge van 2 ms^{-2})

$$\Delta t = 0,72 \text{ s} \text{ (met een marge van } 0,05 \text{ s)}$$

- voorbeeld van een bepaling:

Met behulp van een raaklijn in het steilste deel van de (v,t) -grafiek kan de grootte en de duur van de vertraging bepaald worden. Hiervoor geldt:

$$a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}} = \frac{60,0}{88,60 - 87,50} = 54,5 \text{ ms}^{-2}.$$

De tijdsduur van deze vertraging is $88,44 - 87,72 = 0,72 \text{ s}$.

- voorbeeld van een antwoord:

In het tweede diagram is te zien dat de maximale veilige vertraging bij $0,72 \text{ s}$ gelijk is aan 93 ms^{-2} of dat de maximale vertraging van $54,5 \text{ ms}^{-2}$ veel langer mag duren dan $0,72 \text{ s}$. Het afremmen van Aikins was dus veilig voor hem.

- gebruik van $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$ 1
- inzicht dat de tijdsduur van het steile, rechte deel van het (v,t) -diagram bepaald moet worden 1
- completeren van beide bepalingen 1
- consequente conclusie met behulp van het tweede diagram 1

Opmerking

Er hoeft voor de derde deelscore geen rekening gehouden te worden met significantie.

Cicaden

26 maximumscore 2

Het geluid gaat van een cicade-mannetje naar een cicade-vrouwje via een **lopende** golf in de lucht.

Deze golf is **longitudinaal**.

per juist alternatief

1

27 maximumscore 3

uitkomst: $f = 4,4 \cdot 10^2 \text{ Hz}$

voorbeeld van een bepaling:

methode 1

In de tijd van 4,0 periodes op de klok worden 17,5 periodes van de uit-klik gemaakt.

$$\text{Hieruit volgt: } T = \frac{4,0 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{17,5} = 2,29 \cdot 10^{-3} \text{ s.}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2,29 \cdot 10^{-3}} = 4,4 \cdot 10^2 \text{ Hz.}$$

- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- bepalen van de trillingstijd binnen het interval $2,15 \text{ ms} < T < 2,45 \text{ ms}$ 1
- completeren van de bepaling 1

of

methode 2

In de tijd van 4,0 periodes op de klok worden 17,5 periodes van de uit-klik gemaakt, dus $f = \frac{17,5}{4,0 \cdot 10 \cdot 10^{-3}} = 4,4 \cdot 10^2 \text{ Hz.}$

- inzicht dat geldt $f = \frac{\text{aantal periodes}}{\text{benodigde tijd}}$ 1
- bepalen van de frequentie binnen het interval $4,1 \cdot 10^2 \text{ Hz} < f < 4,7 \cdot 10^2 \text{ Hz}$ 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Als gebruikgemaakt is van $T = 10 \text{ ms}$: maximaal 1 scorepunt toekennen.

28 maximumscore 1

resonantie/resoneren

29 D

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

30 maximumscore 3

uitkomst: $f = 4 \cdot 10^3$ Hz

voorbeeld van een bepaling:

Met figuur 2 kan de lengte van deze cicade met vleugels bepaald worden op 4,8 cm. De diameter van de boom kan daarmee geschat worden op 10 cm.

$$\text{Hieruit volgt: } \lambda = 0,1 \text{ m} \rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{350}{0,1} = 4 \cdot 10^3 \text{ Hz.}$$

- schatten van de dikte van de boom tussen 8 en 15 cm 1
- gebruik van $v = f\lambda$ met $343 \text{ ms}^{-1} \leq v \leq 355 \text{ ms}^{-1}$ 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

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 2 juni te accorderen.

Ook na 2 juni kunt u nog tot en met 9 juni gegevens voor Cito accorderen. Deze gegevens worden niet meer meegenomen in de hierboven genoemde analyses, maar worden wel meegenomen bij het genereren van de groepsrapportage.

Na accordering voor Cito kunt u in Wolf de gegevens nog wijzigen om ze vervolgens vrij te geven voor het overleg met de externe corrector. Deze optie is relevant als u Wolf ook gebruikt voor uitwisseling van de gegevens met de externe corrector.

6 Bronvermeldingen

Sprong van Luke Aikins foto's van Luke Aikins

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 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 onverwijd aan de directeur van de school van de gecommitteerde toekomen. Deze stelt het ter hand aan de gecommitteerde.

- 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;

- 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.

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.

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.

4 Beoordelingsmodel

Vraag

Antwoord

Scores

Zevenen op geluid

1 maximumscore 2

De golf in de lucht tussen de luidspreker en de reflector is een **longitudinale** golf.

De druppels zweven op een **staande** golf.

per juiste zin

1

2 maximumscore 3

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Op het scherm zijn in 9 hokjes 2,0 trillingen zichtbaar. De totale tijdsduur hiervoor is $90 \cdot 10^{-6}$ s. Hieruit volgt dat $T = \frac{90 \cdot 10^{-6}}{2,0} = 4,5 \cdot 10^{-5}$ s.

Dus: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4,5 \cdot 10^{-5}} = 22 \cdot 10^3$ Hz (= 22 kHz).

- bepalen van T met een marge van $0,1 \cdot 10^{-5}$ s
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$
- completeren van de bepaling

1

1

1

of

methode 2

Op het scherm zijn in 9 hokjes 2,0 trillingen zichtbaar. De totale tijdsduur hiervoor is $90 \cdot 10^{-6}$ s.

Hieruit volgt: $f = \frac{2,0}{90 \cdot 10^{-6}} = 22 \cdot 10^3$ Hz (= 22 kHz).

- inzicht dat geldt $f = \frac{\text{aantal trillingen}}{\text{benodigde tijd}}$
- bepalen van een aantal trillingen en de daarvoor benodigde tijd met een marge van $0,1 \cdot 10^{-5}$ s
- completeren van de bepaling

1

1

1

3 maximumscore 4

uitkomst: $\Delta x = 3,9 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

voorbeeld van een berekening:

In totaal zitten er 2,5 golven tussen de eerste en de zesde druppel. Voor de

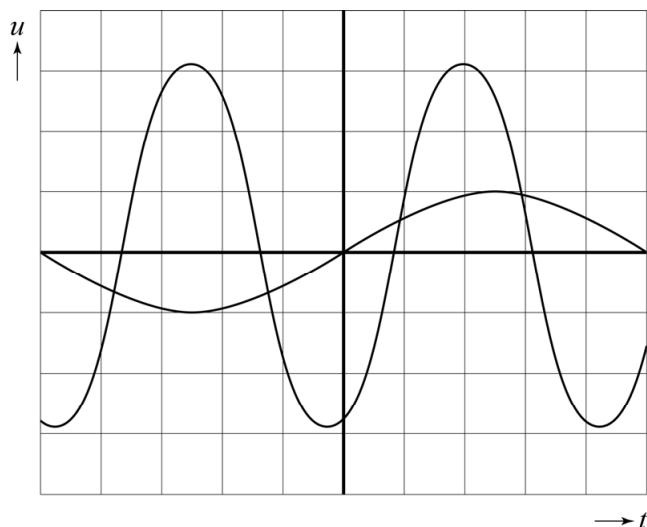
$$\text{golfleugte geldt: } v = f\lambda \rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{343}{22 \cdot 10^3} = 1,56 \cdot 10^{-2} \text{ m.}$$

De afstand tussen druppel 1 en 6 is $2,5 \cdot 1,56 \cdot 10^{-2} = 3,9 \cdot 10^{-2} \text{ m.}$

- inzicht dat er 2,5 golven tussen druppel 1 en 6 zitten 1
- gebruik van $v = f\lambda$ met opzoeken van v_{geluid} bij de gegeven temperatuur 1
- inzicht dat $\Delta x = n_{\text{golven}} \cdot \lambda$ 1
- completeren van de berekening 1

4 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:



- het geschatte signaal heeft een kleinere amplitude 1
- het geschatte signaal heeft een lagere frequentie 1

Sirius

5 maximumscore 2

eigenschap	van ster P het grootst	van ster Q het grootst	voor ster P en Q gelijk
baanstraal		X	
baansnelheid		X	

- de eerste regel correct 1
- de tweede regel consequent met de eerste regel 1

6 maximumscore 3

uitkomst: $s = 4,1 \cdot 10^4$ m

voorbeeld van een berekening:

De onderlinge afstand tussen Sirius A en B is gelijk aan

$$20 \cdot 1,50 \cdot 10^{11} = 3,00 \cdot 10^{12} \text{ m.}$$

Sirius staat op een afstand van $8,7 \cdot 9,46 \cdot 10^{15} = 8,23 \cdot 10^{16}$ m.

Hieruit volgt:

$$\frac{3,00 \cdot 10^{12}}{8,23 \cdot 10^{16}} = \tan \alpha = \frac{1,5}{s_{\text{auto}}} \rightarrow s_{\text{auto}} = 4,1 \cdot 10^4 \text{ m.}$$

- opzoeken van waardes voor de afstand zon-aarde en lichtjaar 1
- gebruik van $\tan \alpha = \frac{\text{overstaand}}{\text{aanliggend}}$ of inzicht dat $\frac{s_{\text{Sirius A-B}}}{s_{\text{Sirius-aarde}}} = \frac{s_{\text{koplampen}}}{s_{\text{auto}}}$ 1
- completeren van de berekening 1

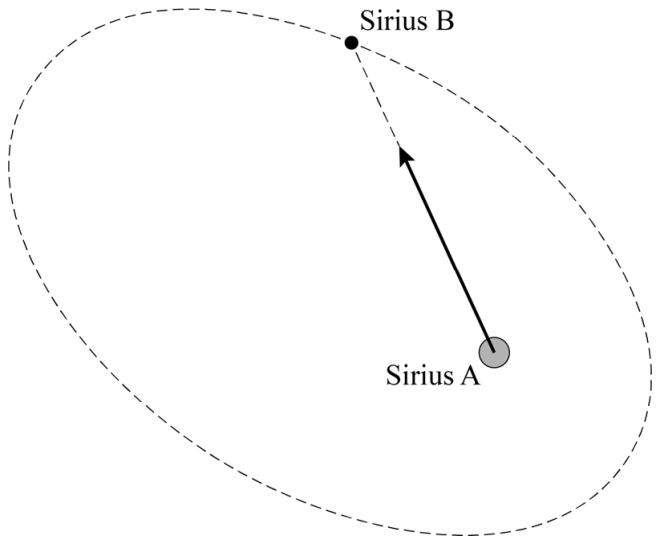
Opmerking

Wanneer sinus is gebruikt in plaats van tangens: dit niet aanrekenen.

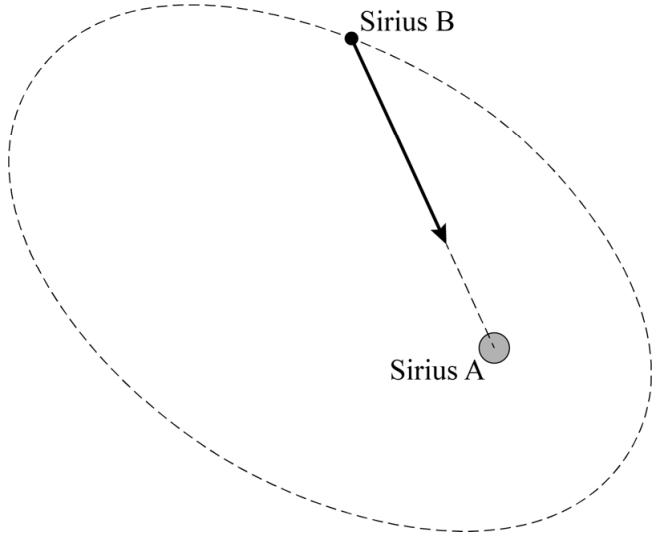
7 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

-



-



- De gravitatiekracht werkt (deels) met de bewegingsrichting van Sirius B mee. De snelheid van Sirius B neemt dus toe.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

- in de bovenste figuur tekenen van een vector van 3 cm van Sirius A richting Sirius B 1
- in de onderste figuur tekenen van een even lange vector van Sirius B richting Sirius A 1
- inzicht dat de gravitatiekracht (deels) meewerkt met de bewegingsrichting van Sirius B 1
- consequente conclusie over de snelheid 1

Opmerkingen

- Als in de bovenste figuur een vector getekend is van Sirius B naar Sirius A en in de onderste figuur een even lange vector van Sirius A naar Sirius B kan de tweede deelscore nog wel behaald worden.
- Als de vector niet aangrijpt in het midden van de ster: dit niet aanrekenen.

8 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Voor de dichtheid geldt: $\rho = \frac{m}{V}$.

Voor het volume V van een bol geldt: $V = \frac{4}{3}\pi r^3$.

De massa m van Sirius A is in orde van grootte vergelijkbaar met de massa van Sirius B. De straal (en daarmee het volume) van Sirius A is echter veel groter dan de straal van Sirius B. De dichtheid van Sirius B is dus (veel) groter dan de dichtheid van Sirius A.

- inzicht dat $\rho = \frac{m}{V}$ waarbij V toeneemt met r 1
- inzicht dat $m_{\text{Sirius A}} \approx m_{\text{Sirius B}}$ terwijl $R_{\text{Sirius A}} \gg R_{\text{Sirius B}}$ 1
- consequente conclusie 1

Opmerking

Als voor de redenering gebruik is gemaakt van een berekening waarin een rekenfout is gemaakt: maximaal twee scorepunten toekennen.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

9 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Uit de massa volgt dat Sirius B een witte dwerg of een rode reus is.

Voor de temperatuur geldt:

$$\lambda_{\max} T = k_W \rightarrow T = \frac{k_W}{\lambda_{\max}} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{117 \cdot 10^{-9}} = 2,48 \cdot 10^4 \text{ K.}$$

Uit de temperatuur volgt dat Sirius B een blauwe reus of een witte dwerg is.

Sirius B valt in de categorie witte dwerg.

- inzicht dat de massa van Sirius B vergeleken moet worden met de massa per categorie in figuur 5 1
- gebruik van $\lambda_{\max} T = k_W$ 1
- completeren van de berekening 1
- consequente conclusie 1

Opmerking

Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

Schommelsprong

10 maximumscore 3

uitkomst: $s = 4,8 \text{ m}$ (met een marge van $0,2 \text{ m}$)

voorbeelden van een bepaling:

methode 1

De afstand waarover de springer valt, is gelijk aan de oppervlakte onder de (v,t) -grafiek tot $t = 1,0 \text{ s}$. De afstand van de val is dan gelijk aan

$$s = \frac{1}{2} \cdot 1,0 \cdot 9,6 = 4,8 \text{ m.}$$

- inzicht dat een oppervlakte onder de (v,t) -grafiek bepaald moet worden 1
- gebruik van een correcte methode om de oppervlakte te bepalen onder het rechte deel van de (v,t) -grafiek 1
- completeren van de bepaling 1

of

methode 2

De afstand waarover de springer valt, is uit te rekenen met $s = vt$ met

$$v = v_{\text{gem}} = \left(\frac{9,6 + 0}{2} \right) = 4,8 \text{ ms}^{-1}. \text{ De vrije val duurt } t_v = 1,0 \text{ s, dus:}$$

$$s = vt = 4,8 \cdot 1,0 = 4,8 \text{ m.}$$

- inzicht dat geldt $s = vt$ met $v = v_{\text{gem}}$ 1
- bepalen van t_v en v_{gem} voor het rechte deel van de grafiek 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Als gerekend is met $s = vt$ waarin voor v niet de gemiddelde snelheid is ingevuld: geen scorepunten toekennen.

11 maximumscore 3

uitkomst: $F_{mpz} = 9,4 \cdot 10^2 \text{ N}$

voorbeeld van een berekening:

- Er geldt: $F_{mpz} = \frac{mv^2}{r} = \frac{60 \cdot (16,8)^2}{18} = 9,4 \cdot 10^2 \text{ N.}$

voorbeeld van een antwoord:

- Er geldt: $F_{s\ max} = F_z + F_{mpz} = mg + F_{mpz} = 60 \cdot 9,81 + 9,4 \cdot 10^2 = 1,5 \cdot 10^3 \text{ N.}$

- gebruik van $F_{mpz} = \frac{mv^2}{r}$ 1
- gebruik van $F_{s\ max} = F_z + F_{mpz}$ met $F_z = mg$ 1
- completeren van beide berekeningen 1

Opmerking

Als de middelpuntzoekende kracht niet is uitgerekend met behulp van de snelheid, vervallen de eerste en laatste deelscores.

12 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

De spankracht in het touw is (maximaal) $1,5 \cdot 10^3 \text{ N}$. De oppervlakte van de doorsnede van het touw is $A = \pi r^2 = \pi \cdot (5,0 \cdot 10^{-3})^2 = 7,85 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$.

Voor de spanning σ geldt: $\sigma = \frac{F}{A} = \frac{1,5 \cdot 10^3}{7,85 \cdot 10^{-5}} = 1,9 \cdot 10^7 \text{ N m}^{-2}$.

De toegelaten spanning is $0,20 \cdot 2,4 \cdot 10^8 = 4,8 \cdot 10^7 \text{ N m}^{-2}$.

De belasting van het touw blijft in het veilige gebied, dit touw is dus sterk genoeg.

- gebruik van $\sigma = \frac{F}{A}$ 1
- gebruik van $A = \pi r^2$ met $r = \frac{1}{2}d$ 1
- juist toepassen van de factor 0,20 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Opmerking

Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

13 maximumscore 1

antwoord: optie IV

14 maximumscore 4

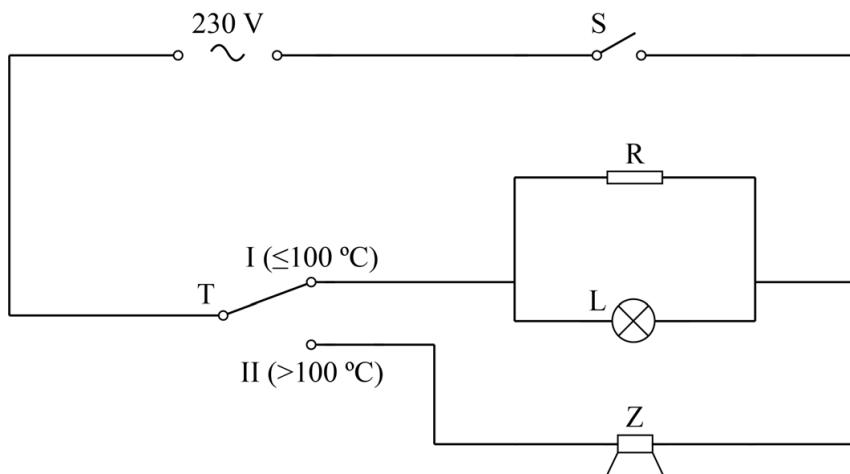
$$\text{uitkomst: } W = 1,7 \cdot 10^3 \text{ J}$$

voorbeeld van een bepaling:

Voor de arbeid die de weerstand heeft verricht geldt:

$$W = \Delta E_k = \frac{1}{2}mv_p^2 - \frac{1}{2}mv_q^2 = \frac{1}{2} \cdot 60 \cdot ((-12,5)^2 - 10,0^2) = 1,7 \cdot 10^3 \text{ J.}$$

- inzicht dat $W = E_{kp} - E_{kq}$ 1
- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- bepalen van v_p en v_q met een marge van $0,4 \text{ ms}^{-1}$ 1
- completeren van de bepaling 1

Elektrische eierkoker**15 maximumscore 4**

- schakelaar S staat in serie met de overige componenten 1
- R en L zijn beide aangesloten op I 1
- R en L zijn parallel op elkaar aangesloten 1
- Z is aangesloten op II 1

Opmerking

Als een niet naar behoren werkende schakeling is getekend, bijvoorbeeld door extra verbindingen: maximaal 3 scorepunten toekennen.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

16 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

(De eierkoker schakelt uit als de temperatuur boven 100 °C komt.) Het uitschakelen gebeurt pas als al het water verdamp/verdwenen is. Door het condenseren en teruglopen van het water duurt dit met deksel langer dan zonder deksel.

- inzicht dat de eierkoker pas uitschakelt als al het water verdamp/verdwenen is 1
- inzicht dat het door het condenseren langer duurt voor al het water verdamp/verdwenen is 1

17 maximumscore 2

aanpassing ontwerp	de werktijd neemt af	de werktijd neemt toe
een verwarmingselement met een grotere weerstand R		X
een groter gat in het deksel	X	
warmte-isolatie rondom het deksel	X	

- indien drie antwoorden juist 2
- indien twee antwoorden juist 1
- indien één of geen antwoord juist 0

18 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De werktijd t_7 voor het koken van 7 eieren in één kookbeurt is veel korter dan 7 keer de werktijd t_1 bij 1 ei. Uit $E_{\text{elektrisch}} = Pt$ volgt dat de eierkoker voor 7 eieren dus minder elektrische energie nodig heeft dan voor het koken van zeven keer 1 ei. (De zeven eieren nemen in beide gevallen evenveel energie op.) Het rendement voor het koken van 7 eieren is dus hoger dan voor het koken van 1 ei.

- inzicht dat de werktijd bij 7 eieren relatief kort is ten opzichte van de werktijd bij 1 ei 1
- inzicht dat de elektrische energie toeneemt met de werktijd 1
- consequente conclusie 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

19 maximumscore 3

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Met 52 gram water en zonder ei is het verwarmingselement $5,18 \cdot 10^2$ s aan.

Met 1 ei en 52 gram water is dat $5,80 \cdot 10^2$ s. Het element staat dus 62 s langer aan om het ei te verwarmen. Hieruit volgt voor de energie voor 1 ei:

$$E_{\text{ei}} (= E_{\text{verwarming}}) = Pt = 320 \cdot 62 = 20 \cdot 10^3 \text{ J} = 20 \text{ kJ.}$$

Dit is meer dan 14 kJ, dus de stelling kan kloppen.

- gebruik van $E = Pt$ 1
- bepalen van Δt binnen het bereik: $60\text{s} \leq \Delta t \leq 70\text{s}$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

of

methode 2

Als een ei 14 kJ aan energie opneemt, moet de eierkoker hier

$E = Pt \rightarrow t_{1 \text{ ei theorie}} = \frac{E}{P} = \frac{14 \cdot 10^3}{320} = 44 \text{ s}$ extra voor aanstaan ten opzichte van de werktijd voor alleen 52 gram water. Deze extra tijd $t_{1 \text{ ei gemeten}}$ is in werkelijkheid $5,80 \cdot 10^2 - 5,18 \cdot 10^2 = 62 \text{ s}$. Er is meer energie door de eierkoker afgegeven dan volgens de stelling nodig is. De stelling kan dus kloppen.

- gebruik van $E = Pt$ 1
- inzicht dat $t_{1 \text{ ei theorie}} < t_{1 \text{ ei gemeten}}$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Opmerking

Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

20 maximumscore 3

voorbeelden van een berekening:

methode 1

Binas: voor het Gronings aardgas geldt:

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{14 \cdot 10^{-3}}{0,833} = 1,68 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3.$$

$$E_{\text{ch}} = r_V V = 8,9 \cdot 1,68 \cdot 10^{-2} = 0,15 \text{ kWh.}$$

Dit is meer dan er aan elektrische energie nodig is, dus de elektrische eierkoker is zuiniger.

- gebruik van $E_{\text{ch}} = r_V V$ met opzoeken van r_V aardgas 1
- gebruik van $\rho = \frac{m}{V}$ met opzoeken van ρ_{aardgas} 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

of

methode 2

Sciendata: voor het gemiddelde aardgas geldt:

$$E_{\text{ch}} = r_m m = 54,0 \cdot 10^6 \cdot 14 \cdot 10^{-3} = 7,56 \cdot 10^5 \text{ J.}$$

$$\text{Dit komt overeen met } \frac{7,56 \cdot 10^5}{3,6 \cdot 10^6} = 0,21 \text{ kWh.}$$

Dit is meer dan er aan elektrische energie nodig is, dus de elektrische eierkoker is zuiniger.

- gebruik van $E_{\text{ch}} = r_m m$ met opzoeken van r_m aardgas 1
- omrekenen van J naar kWh of vice versa 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

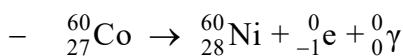
Opmerking

Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

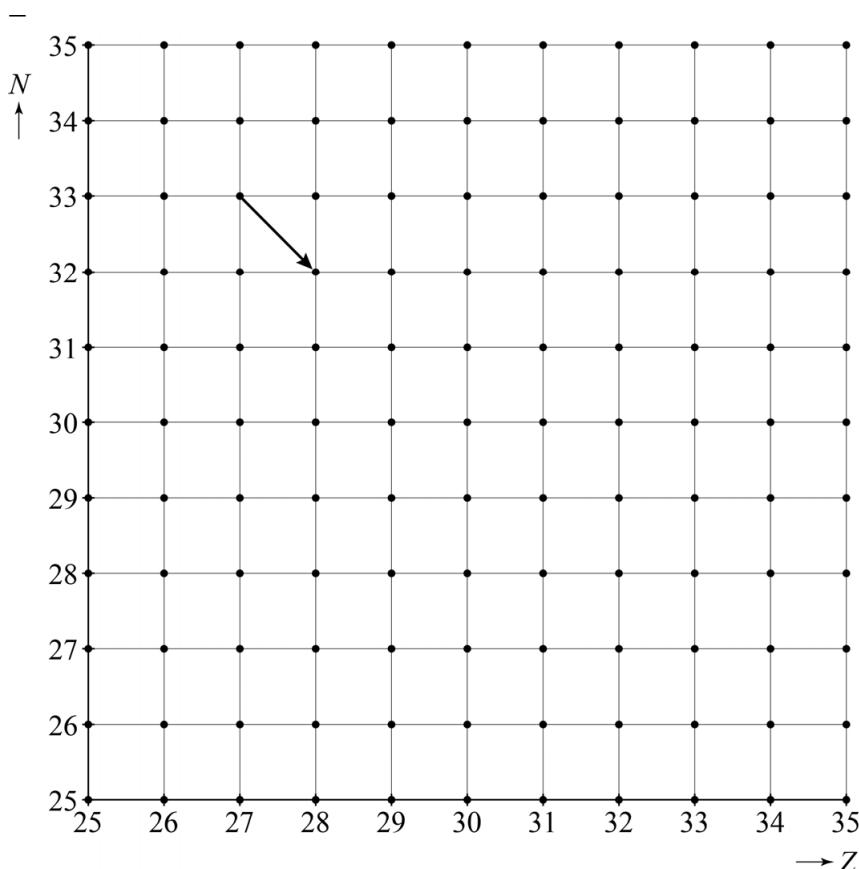
Stralingsdetectie

21 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:



- alleen Co-60 links van de pijl, β en γ rechts van de pijl 1
- Ni als vervalproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- het aantal nucleonen links en rechts gelijk 1



- consequente pijl 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

22 maximumscore 3

uitkomst: 13(%)

voorbeeld van een berekening:

- De halveringsdikte van lood voor deze γ -fotonen is 0,061 cm.

$$\text{Hieruit volgt: } I = I_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{d}{d_{\frac{1}{2}}}} = I_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{0,183}{0,061}} \rightarrow \frac{I}{I_0} = 0,13 = 13\%.$$

voorbeeld van een antwoord:

- Een grotere halveringsdikte betekent dat er een grotere laagdikte nodig is om een gelijk percentage straling tegen te houden. (De plaatjes zijn even dik.) Er komt dus een groter percentage γ -fotonen door het karton.

- gebruik van $I = I_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n$ met $n = \frac{d}{d_{\frac{1}{2}}}$ 1
- inzicht in de relatie tussen verschillen in halveringsdiktes en de verschillen in hoeveelheid doorgelaten (of geabsorbeerde) straling 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Opmerking

Voor de tweede deelscore is een antwoord in de trant van "karton laat meer straling door dan lood" niet voldoende. De derde deelscore kan dan nog wel behaald worden.

23 maximumscore 1

γ	α
----------	----------

Opmerking

Het scorepunt alleen toekennen wanneer beide kolommen juist zijn.

24 maximumscore 2

deeltjes	bewegen naar de minpool van de telbuis	bewegen naar de pluspool van de telbuis	bewegen niet in een vaste richting
elektronen		X	
ionen	X		
gasatomen			X

- regel 1 en regel 3 juist 1
- regel 2 consequent met regel 1 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

25 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Door het ioniseren van het gas neemt de weerstand van de telbuis af. De spanning over de telbuis neemt hierdoor ook af. In een serieschakeling geldt $U_{\text{tot}} = U_{\text{telbuis}} + U_R$. Hieruit volgt dat de spanning U over weerstand R toeneemt.

- inzicht dat de weerstand van / de spanning over de telbuis afneemt 1
- consequente conclusie over de spanning U over weerstand R 1

26 maximumscore 3

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

De GMT geeft $0,12 \mu\text{Sv h}^{-1} = 0,12 \cdot 10^{-6} \text{ Sv h}^{-1}$.

De jaarlijkse dosislimiet voor een werknemer ouder dan 18 jaar is $20 \text{ mSv} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ Sv}$. Hieruit volgt dat de werknemer na

$\frac{20 \cdot 10^{-3}}{0,12 \cdot 10^{-6}} = 1,7 \cdot 10^5 \text{ h}$ over de limiet zou gaan. Dat zijn meer uren dan er in een jaar zitten, dus er is geen risico om over de jaarlijkse limiet te gaan.

- inzicht dat $\frac{H_{\text{max}}}{H_{\text{uur}}} = t$ 1
- completeren van de berekening 1
- consequente conclusie 1

of

methode 2

De medewerker ontvangt $0,12 \cdot 10^{-6} \text{ Sv}$ per uur. Per jaar is dat $0,12 \cdot 10^{-6} \cdot 365 \cdot 24 = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ Sv}$. Dit ligt al ver onder de jaarlijkse dosislimiet voor werknemers (en is in praktijk nog lager, omdat niet ieder uur van het jaar gewerkt wordt).

- inzicht dat $H = H_{\text{uur}} \cdot t_{\text{jaar}}$ 1
- completeren van de berekening 1
- consequente conclusie 1

Opmerking

Er hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

27 maximumscore 1

voorbeelden van een antwoord:

De GMT kan op ieder moment worden afgelezen (en de badge alleen achteraf). / De GMT levert een meting met een nauwkeurig getal (en de badge alleen een verkleuring).

5 Aanleveren scores

Verwerk per examinator in de applicatie Wolf:

- de scores van de alfabetische eerste vijf kandidaten voor wie het tweede-tijdvak-examen de eerste afname is én
- de scores van alle herkansende kandidaten.

Cito gebruikt beide gegevens voor de analyse van de examens. Om de gegevens voor dit doel met Cito uit te wisselen dient u ze uiterlijk op 25 juni te accorderen.

Ook na 25 juni kunt u nog tot en met 1 juli 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.

derde tijdvak

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

6 Bronvermeldingen

Zweven op geluid

figuur 1 copyright President and Fellows Harvard College

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.

- 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;

- 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.

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.

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.

4 Beoordelingsmodel

Vraag

Antwoord

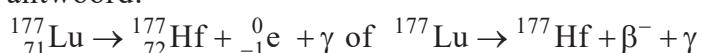
Scores

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

Lutetium-177

1 maximumscore 3

antwoord:



- elektron **en** gammafoton rechts van de pijl 1
- Hf als vervalproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

2 D

3 maximumscore 3

uitkomst: $\lambda = 2,82 \cdot 10^{-12} \text{ m}$

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt $E = hf$. Invullen geeft $7,05 \cdot 10^{-14} = 6,626 \cdot 10^{-34} \cdot f$ zodat

$$f = \frac{7,05 \cdot 10^{-14}}{6,626 \cdot 10^{-34}} = 1,06 \cdot 10^{20} \text{ Hz. De golflengte van de straling is dan}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{2,998 \cdot 10^8}{1,06 \cdot 10^{20}} = 2,82 \cdot 10^{-12} \text{ m.}$$

- gebruik van $E = hf$ 1
- gebruik van $\lambda = \frac{c}{f}$ 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

4 maximumscore 3

uitkomst: 67 (dagen)

voorbeeld van een antwoord:

Als de activiteit is afgenummer tot 0,001 van de oorspronkelijke activiteit,

$$\text{geldt } \left(\frac{1}{2}\right)^n = 0,001 \text{ waarbij } n = \frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}.$$

Als $\left(\frac{1}{2}\right)^n = 0,001$ is $n = 10$. Er moeten dus minstens 10 halveringstijden verstreken zijn voor de volgende afspraak; dit komt overeen met $10 \cdot 6,7 = 67$ dagen.

- inzicht dat $\left(\frac{1}{2}\right)^n = 0,001$ 1
- inzicht dat geldt $t = n \cdot t_{\frac{1}{2}}$ 1
- consequente conclusie 1

Opmerking

Als voor de redenering gebruik is gemaakt van een berekening waarin een rekenfout is gemaakt: maximaal twee scorepunten toekennen.

5 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De intensiteit van de γ -straling is omgekeerd kwadratisch evenredig met de afstand (of $I = \frac{\text{constante}}{r^2}$).

Dit betekent dat als de afstand tot de patiënt wordt verdubbeld, de intensiteit van de stralingsenergie vier keer zo klein wordt.

- inzicht in $I = \frac{\text{constante}}{r^2}$ 1
- completeren van het antwoord 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

6 maximumscore 3

uitkomst: $6 \cdot 10^{-3} \%$

voorbeeld van een antwoord:

De halveringsdikte van beton voor γ -straling met een energie van 0,05 MeV is 0,75 cm (Binas tabel 28 F of Science Data tabel 5.9)

Een betonnen muur van 10,5 cm is $\frac{10,5}{0,75} = 14$ halveringsdiktes dik.

Er komt dan nog $\left(\frac{1}{2}\right)^{14} \cdot 100\% = 6 \cdot 10^{-3} \%$ van de straling door de muur heen.

- opzoeken van de halveringsdikte van beton bij $E_f = 0,05 \text{ MeV}$ 1
- vergelijken van de dikte van de muur met de halveringsdikte $d_{\frac{1}{2}}$ 1
- completeren van de berekening 1

Accuboormachine

7 maximumscore 3

uitkomst: 4,7 (minuten)

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $P = UI$. Invullen geeft $180 = 10,8 \cdot I$ zodat $I = 16,7 \text{ A}$.

De capaciteit van de boormachine is 1,3 Ah. De boormachine kan dan $\frac{1,3}{16,7} = 0,078 \text{ h} = 4,7 \text{ minuten}$ werken.

- gebruik van: $P = UI$ 1
- gebruik van $It = 1,3$ 1
- completeren van de berekening 1

8 maximumscore 3

schakeling I	wel
schakeling II	niet
schakeling III	niet
schakeling IV	niet
schakeling V	niet

indien vijf juiste antwoorden 3

indien vier juiste antwoorden 2

indien drie juiste antwoorden 1

indien twee, één of geen juiste antwoorden 0

9 maximumscore 3

uitkomst: $v = 0,79 \text{ (m s}^{-1}\text{)}$

voorbeeld van een antwoord:

$$\text{Er geldt } v = \frac{2\pi r}{T} \text{ met } T = \frac{60}{1500} = 0,040 \text{ s dus } v = 2\pi \cdot \frac{5,0 \cdot 10^{-3}}{0,040} = 0,79 \text{ ms}^{-1}.$$

- gebruik van $v = \frac{2\pi r}{T}$ 1
- inzicht dat $T = \frac{60}{\text{toerental}}$ 1
- completeren van de berekening 1

10 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Als er harder hout wordt gebruikt, moet er een grotere kracht F op het materiaal worden uitgeoefend om een gat te boren. Als het vermogen P constant is en de kracht F groter is, is de snelheid v kleiner en wordt het toerental minder.

- inzicht dat er een grotere kracht wordt uitgeoefend 1
- inzicht dat de snelheid van het boortje en dus het toerental afnemen 1

11 maximumscore 2

uitkomst: $F = 1,1 \cdot 10^3 \text{ N}$

voorbeeld van een antwoord:

Voor deze boor geldt: $16 = F \cdot d$. Het boortje heeft een diameter 15 mm, invullen geeft: $F = \frac{16}{0,015} = 1,1 \cdot 10^3 \text{ N}$.

- inzicht dat koppel = $F \cdot d$ 1
- completeren van de berekening 1

12 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Als het koppel constant is, is bij een grotere afstand d de kracht F minder. De bewering klopt niet.

- inzicht dat de kracht kleiner wordt bij een grotere diameter 1
- consequente conclusie 1

Solderen

13 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

methode 1 Binas

Het smeltpunt van messing is 1170 K; het smeltpunt van zacht soldeer is 490 K. De temperatuur van de punt van de soldeerbout moet hoger zijn dan 490 K omdat het zacht soldeer moet smelten maar lager dan 1170 K omdat het messing niet mag smelten.

of

methode 2 Sciencedata

Het smeltpunt van messing is 1233 K; het smeltpunt van zacht soldeer is 456 K. De temperatuur van de punt van de soldeerbout moet hoger zijn dan 456 K omdat het zacht soldeer moet smelten maar lager dan 1233 K omdat het messing niet mag smelten.

- opzoeken van de smeltpunten van zacht soldeer en messing 1
- inzicht dat de temperatuur van de punt van de soldeerbout tussen de smeltpunten van zacht soldeer en messing moet liggen 1

14 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Het vermogen in de punt is 90 W, de stroomsterkte is 15 A.

De spanning U over de punt is dan: $U = \frac{P}{I} = \frac{90}{15} = 6,0$ V.

Het apparaat is aangesloten op 230 V, de spanning over de punt is 6,0 V.
In het soldeerapparaat zit dus een transformator.

- gebruik van $P = UI$ 1
- inzicht in de eigenschappen van een transformator 1
- completeren van het antwoord 1

15 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

Als de transformator warm wordt, gaat er energie verloren. Deze energie is wel geleverd door het stopcontact, maar wordt niet gebruikt om te solderen.
Het stopcontact levert dus meer dan 90 W.

16 maximumscore 4

uitkomst: $t = 82$ s (Binas) of $t = 81$ s (Sciencedata)

voorbeeld van een antwoord:

methode 1 Binas

Om de koperen punt van de soldeerbout op te warmen van 20 °C naar 400 °C is $Q = cm\Delta T = 387 \cdot 50 \cdot 10^{-3} \cdot (400 - 20)$ J = $7,35 \cdot 10^3$ J nodig.

Het vermogen van de soldeerbout is 90 W, dus het duurt

$$t = \frac{Q}{P} = \frac{7,35 \cdot 10^3}{90} = 82 \text{ s.}$$

of

methode 2 Sciencedata

Om de koperen punt van de soldeerbout op te warmen van 20 °C naar 400 °C is $Q = cm\Delta T = 385 \cdot 50 \cdot 10^{-3} \cdot (400 - 20)$ J = $7,32 \cdot 10^3$ J nodig.

Het vermogen van de soldeerbout is 90 W, dus het duurt

$$t = \frac{Q}{P} = \frac{7,32 \cdot 10^3}{90} = 81 \text{ s.}$$

- gebruik van $Q = cm\Delta T$ 1
- opzoeken van de soortelijke warmte van koper 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- completeren van de berekening 1

17 maximumscore 2

- De warmtegeleidingscoëfficiënt van het materiaal van de punt van de tang **moet groot zijn** 1
- De soortelijke weerstand van het materiaal van de punt van de tang **is niet van belang** 1

Mondharp

18 maximumscore 3

uitkomst: $f = 82 \text{ Hz}$ (met een marge van 5 Hz)

voorbeeld van een antwoord:

methode 1

Voor de frequentie geldt: $f = \frac{1}{T}$, waarin $T = \frac{0,295 - 0,198}{8} = 0,0121 \text{ s}$.

Hieruit volgt dat $f = \frac{1}{0,0121} = 82 \text{ Hz}$.

- bepalen van T met meer dan 5 trillingen 1
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- completeren van de bepaling 1

of

methode 2

Uit de figuur is af te lezen dat er 8 trillingen gemaakt worden in

$0,295 - 0,198 = 0,097 \text{ s}$. Hieruit volgt $f = \frac{8}{0,097} = 82 \text{ Hz}$.

- inzicht dat geldt $f = \frac{\text{aantal trillingen}}{\text{benodigde tijd}}$ 1
- bepalen van de benodigde tijd voor minimaal 5 trillingen 1
- completeren van de bepaling 1

19 maximumscore 3

uitkomst: $m = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$

voorbeeld van een antwoord:

Voor de massa van het metaalplaatje geldt: $m = \rho V$. Hierin is

$\rho = 7,8 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ en $V = 8,5 \cdot 10^{-2} \cdot 3,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,50 \cdot 10^{-3} = 1,49 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3$.

Invullen geeft: $m = \rho V = 1,49 \cdot 10^{-7} \cdot 7,8 \cdot 10^3 = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$.

- gebruik van $m = \rho V$ 1
- opzoeken van de dichtheid van staal 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

20 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

$$[f_g] = [c] \frac{[v][d]}{[\ell]^2}. \text{ Hieruit volgt dat } [c] = \frac{[f_g][\ell]^2}{[v][d]} = \frac{\text{s}^{-1} \text{ m}^2}{\text{m s}^{-1} \text{ m}} = 1.$$

- dimensie van f_g als s^{-1} 1
- dimensie van ℓ en v en d 1
- completeren van het antwoord 1

21 maximumscore 3

uitkomst: $f = 57 \text{ Hz}$ (Binas) of $f = 65 \text{ Hz}$ (Sciencedata)

voorbeeld van een antwoord:

methode 1 Binas

Voor de frequentie van de grondtoon geldt: $f_g = c \frac{vd}{\ell^2}$.

Hierin is $c = 0,162$; $v_{\text{staal}} = 5,1 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$; $d = 0,50 \cdot 10^{-3} \text{ m}$; $\ell = 8,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$.

Invullen geeft $f_g = c \frac{vd}{\ell^2} = 0,162 \cdot \frac{5,1 \cdot 10^3 \cdot 0,50 \cdot 10^{-3}}{(8,5 \cdot 10^{-2})^2} = 57 \text{ Hz}$.

of

methode 2 Sciencedata

Voor de frequentie van de grondtoon geldt: $f_g = c \frac{vd}{\ell^2}$.

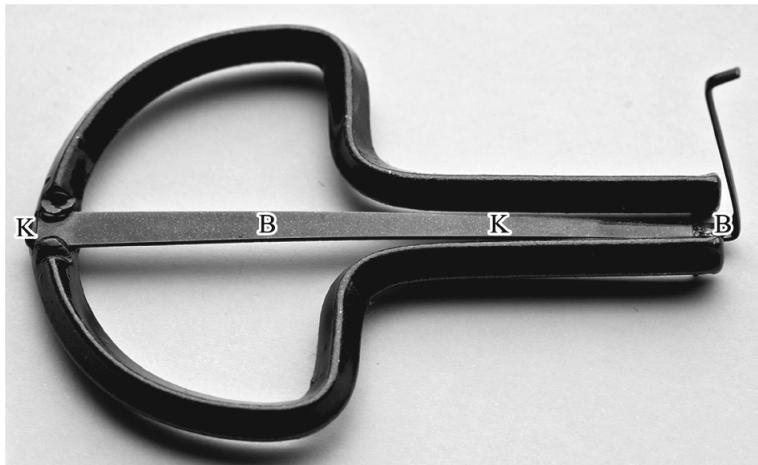
Hierin is $c = 0,162$; $v_{\text{staal}} = 5790 \text{ ms}^{-1}$; $d = 0,50 \cdot 10^{-3} \text{ m}$; $\ell = 8,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$.

Invullen geeft $f_g = c \frac{vd}{\ell^2} = 0,162 \cdot \frac{5790 \cdot 0,50 \cdot 10^{-3}}{(8,5 \cdot 10^{-2})^2} = 65 \text{ Hz}$.

- gebruik van $f_g = c \frac{vd}{\ell^2}$ 1
- opzoeken van de geluidsnelheid/voortplantingssnelheid in staal 1
- completeren van de berekening 1

22 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:



- knoop uiterst links en buik uiterst rechts
- juiste verdeling en volgorde van knopen en buiken

1
1**23 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

De laagst mogelijke toon heeft een langere golflengte, want $f = \frac{v}{\lambda}$.

(In beide holtes past $0,25 \lambda$.) In beide holtes is de geluidssnelheid hetzelfde, dus de laagste toon heeft de langste golflengte en dus de langste klankkast. De figuur 4A zal dus de lagere toon laten horen.

- (impliciet) gebruik van $f = \frac{v}{\lambda}$
- completeren van de uitleg

1
1**24 maximumscore 3**uitkomst: $f = 5,2 \cdot 10^2 \text{ Hz}$

voorbeeld van een antwoord:

De klankkast is 17 cm lang, dus $0,25 \lambda = 0,17 \text{ m}$. Hieruit volgt dat $\lambda = 0,68 \text{ m}$. De geluidssnelheid bij 313 K is 354 m s^{-1} (Binas) of 355 m s^{-1} (Sciencedata).

De frequentie van de laagste toon is dan $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{354}{0,68} = 5,2 \cdot 10^2 \text{ Hz}$.

- inzicht dat $\lambda = 0,25 \lambda$
- opzoeken van de geluidssnelheid/voortplantingssnelheid bij 313 K
- completeren van de berekening

1
1
1

Wereldrecord Usain Bolt

25 maximumscore 3

uitkomst: $v = 10 \text{ m s}^{-1}$

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $s = vt$ waarbij $s = 100 \text{ m}$ en $t = 9,6 \text{ s}$. Invullen geeft: $100 = v \cdot 9,6$

$$\text{zodat } v = \frac{100}{9,6} = 10,42 \text{ ms}^{-1} = 10 \text{ ms}^{-1}.$$

- gebruik van $s = vt$ 1
- bepalen van de eindtijd met een marge van 0,1 s 1
- completeren van de berekening 1

26 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Bolt haalt zijn maximale snelheid vanaf 40 m. De snelheid is daar

$$v = \frac{100 - 40}{9,6 - 4,7} = \frac{60}{4,9} = 12,24 \text{ ms}^{-1} = 12,24 \cdot 3,6 = 44 \text{ km h}^{-1}.$$

Dit is bijna 45 km h^{-1} .

- gebruik van $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 1
- inzicht dat steilheid vanaf 40 m bepaald moet worden 1
- bepalen van de steilheid met een marge van $0,5 \text{ ms}^{-1}$ 1
- consequente conclusie 1

27 maximumscore 3

uitkomst: $P = 1,6 \cdot 10^3 \text{ W}$

voorbeeld van een antwoord:

Bolt heeft na 2,86 s een $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 93 \cdot 10^2 = 4,65 \cdot 10^3 \text{ J}$.

Het vermogen dat hij hiervoor moet leveren is dan

$$P = \frac{\Delta E_k}{t} = \frac{4,65 \cdot 10^3}{2,86} = 1,6 \cdot 10^3 \text{ W}.$$

- gebruik van $P = \frac{\Delta E_k}{t}$ 1
- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- completeren van de berekening 1

28 maximumscore 4

uitkomst: 0,84

voorbeeld van een antwoord:



De horizontale component van de vector van de afzetkracht is 3,2 cm lang;
de vector van de afzetkracht is 3,8 cm. De efficiënte is dan $\frac{3,2}{3,8} = 0,84$.

- gebruik van efficientie $= \frac{F_{\text{afzet, hor}}}{F_{\text{afzet}}}$ 1
- construeren van de horizontale component van de afzetkracht 1
- opmeten van de lengtes van beide vectoren met een marge van 1 mm 1
- completeren van de bepaling 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

29 maximumscore 2

uitkomst: 1,5 s (met een marge van 0,2 s)

voorbeeld van een antwoord:

Als Usain Bolt niet vanuit stilstand hoeft te vertrekken, kan hij het met een snelheid die hij vanaf 40 m en verder heeft, beginnen. De grafiek in figuur 1 vanaf 40 m kan dan doorgetrokken worden tot $x = 0$.

Het snijpunt met de t -as geeft de tijdwinst. Dit is 1,5 sec.

- inzicht dat de lijn vanaf 60 m doorgetrokken moet worden tot $x = 0$ 1
- bepalen van het snijpunt met de t -as 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.

natuurkunde havo**Centraal examen havo**

Tijdvak 3

Correctievoorschrift

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

Bij het centraal examen natuurkunde havo:

Op pagina 15, bij vraag 26, moet de volgende opmerking worden toegevoegd:

Opmerking

Voor het behalen van de tweede deelscore mag ieder stuk van de grafiek tussen $x = 40\text{ m}$ en $x = 100\text{ m}$ gebruikt worden.

en

Op pagina 17, bij vraag 29, moet in het voorbeeld van een antwoord:

40 m

vervangen worden door:

60 m

en moet de volgende opmerking worden toegevoegd:

Opmerking

Wanneer een kandidaat een raaklijn heeft getrokken aan de grafiek op $x = 10\text{ m}$ en deze doortrekt tot $x = 0\text{ m}$, mag de eerste deelscore worden toegekend. Als het antwoord dan uitkomt op $t = 0,7\text{ s}$ (met een marge van $0,2\text{ s}$), mag ook de tweede deelscore worden toegekend.

Toelichting:

Het aanloopvak bij een hardloopestafette heeft een lengte van 10 m.

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

Namens het College voor Toetsen en Examens,

drs. P.J.J. Hendrikse,
voorzitter

Correctievoorschrift HAVO

2022

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 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.

- 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;

- 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.

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.

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.

4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

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

Muziekdoos

1 maximumscore 3

uitkomst: $v = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m s}^{-1}$

voorbeeld van een antwoord:

In de figuur is te zien dat de diameter van de rol ongeveer gelijk is aan de dikte van een vinger. De straal van de rol kan hiermee geschat worden op 1 cm. Voor de baansnelheid geldt dan:

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \cdot 1 \cdot 10^{-2}}{15} = \frac{6,3 \cdot 10^{-2}}{15} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ ms}^{-1}.$$

- gebruik van $v = \frac{2\pi r}{T}$ 1
- beredeneerde schatting van de straal van de rol tussen 0,6 en 1,5 cm of de diameter van de rol tussen 1,2 en 3,0 cm 1
- completeren van de schatting 1

2 C

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

3 maximumscore 3

uitkomst: $f = 3,5 \cdot 10^2 \text{ Hz}$ (met een marge van $0,1 \cdot 10^2 \text{ Hz}$)

voorbeeld van een antwoord:

methode 1

- Er worden 3 trillingen geproduceerd in $8,6 \cdot 10^{-3} \text{ s}$,
dus $T = \frac{8,6 \cdot 10^{-3}}{3} = 2,87 \cdot 10^{-3} \text{ s}$.

Voor de frequentie geldt: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2,87 \cdot 10^{-3}} = 3,5 \cdot 10^2 \text{ Hz}$.

- f1 of f'

- inzicht dat geldt $T = \frac{\text{benodigde tijd}}{\text{aantal trillingen}}$ en $f = \frac{1}{T}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1
- consequente keuze voor de muzieknoot 1

of

methode 2

- Er worden 3 trillingen geproduceerd in $8,6 \cdot 10^{-3} \text{ s}$,

$$\text{dus } f = \frac{3}{8,6 \cdot 10^{-3}} = 3,5 \cdot 10^2 \text{ Hz.}$$

- f1 of f'

- inzicht dat geldt $f = \frac{\text{aantal trillingen}}{\text{benodigde tijd}}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1
- consequente keuze voor de muzieknoot 1

4 maximumscore 2

Om de tijdsduur van één volledige trilling van de strip met een fotocamera te bepalen, is **meer dan** één foto per trilling nodig.

De beeldfrequentie van de camera moet dan **hoger zijn dan** de frequentie van de trillende strip.

- eerste zin goed 1
- tweede zin consequent met de eerste 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

5 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De frequentie van de toon van ‘London Bridge’ is lager, de trillingstijd T is dan hoger. Uit $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$ volgt dat (bij gelijke C) de massa m dan groter is.

- inzicht dat de lagere toon een kleinere frequentie of grotere trillingstijd heeft 1
- een uit de formule van een massa-veersysteem volgende consequente conclusie over de massa 1

Opmerking

Wanneer alleen is aangegeven dat een zwaardere strip een lagere toon geeft, geen scorepunten toekennen.

New Horizons

6 maximumscore 1

Op positie 1.

7 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

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

Hieruit volgt:

$$\text{Binas: } v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6,674 \cdot 10^{-11} \cdot 0,0131 \cdot 10^{24}}{12,5 \cdot 10^6}} = 2,64 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}.$$

$$\text{Sciencedata: } v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6,674 \cdot 10^{-11} \cdot 0,0130 \cdot 10^{24}}{12,5 \cdot 10^6}} = 2,63 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}.$$

(Dit klopt met de snelheid die de ontwerpers hebben gevonden.)

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

Opmerkingen

- Wanneer de eenheid niet vermeld is, dit niet aanrekenen.
- De eerste deelscore niet toekennen voor $F_z = F_{\text{mpz}}$.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

8 maximumscore 4

uitkomst: $m = 3,5 \cdot 10^4 \text{ kg}$

voorbeeld van een antwoord:

- Voor de arbeid die de raketmotor moet leveren geldt:

$$W_{\text{motor}} = \Delta E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m(v_e^2 - v_b^2) = \frac{1}{2} \cdot 465 \cdot ((2,6 \cdot 10^2)^2 - (1,2 \cdot 10^4)^2) = (-)3,35 \cdot 10^{10} \text{ J.}$$

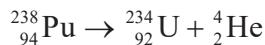
Hiervoor is $\frac{3,35 \cdot 10^{10}}{0,95 \cdot 10^6} = 3,5 \cdot 10^4 \text{ kg}$ hydrazine nodig.

- Door de brandstof is de totale massa bij het begin van het afremmen van NH veel groter dan 465 kg.

- inzicht dat $W_{\text{motor}} = \Delta E_{\text{kin}}$ met $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} mv^2$ 1
- inzicht dat $m_{\text{hydrazine}} = \frac{W_{\text{motor}}}{0,95 \cdot 10^6}$ 1
- completeren van de berekening 1
- inzicht dat de totale massa van NH door de brandstof groter is 1

9 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



- Pu-238 links en alleen een alfadeeltje als vervaldeeltje rechts van de pijl 1
- U rechts van de pijl (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

10 maximumscore 4

uitkomst: $\Delta t = 120$ jaar

$$m_b = 9,0 \text{ kg}$$

voorbeeld van een antwoord:

- Uit het snijpunt van de raaklijn met de horizontale as volgt dat $\Delta t = 120$ jaar.
- De activiteit bij de lancering is gelijk aan $6,0 \cdot 10^{15}$ Bq. Als deze activiteit constant zou zijn over de tijd, zouden alle Pu-238-deeltjes in 120 jaar volledig zijn omgezet. Hieruit volgt:

$$\Delta N = (-)6,0 \cdot 10^{15} \cdot (120 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600) = 2,27 \cdot 10^{25} \text{ deeltjes.}$$
Dit komt overeen met een massa van

$$m_{\text{tot}} = \Delta N \cdot m_{\text{Pu-238}} = 2,27 \cdot 10^{25} \cdot 3,95 \cdot 10^{-25} = 9,0 \text{ kg.}$$

- aflezen van Δt (met een marge van 5 jaar) en significantie 1
- inzicht dat $\Delta N = A \cdot \Delta t$ 1
- inzicht dat $m_{\text{tot}} = \Delta N \cdot m_{\text{Pu-238}}$ 1
- completeren van de berekening 1

11 maximumscore 3

uitkomst: $\eta = 0,046$ of 4,6%

voorbeeld van een antwoord:

Het plutonium levert bij de start een vermogen van:

$$P_{\text{Pu-238}} = A \cdot E_{\text{verval}} = 6,0 \cdot 10^{15} \cdot 5,59 \cdot 10^6 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} = 5,37 \cdot 10^3 \text{ W.}$$

Het rendement van de generator is dan:

$$\eta = \frac{P_{\text{elektrisch}}}{P_{\text{Pu-238}}} = \frac{248}{5,37 \cdot 10^3} = 0,046 (= 4,6\%).$$

- inzicht dat $P_{\text{Pu-238}} = A \cdot E_{\text{verval}}$ 1
- inzicht dat $\eta = \frac{P_{\text{elektrisch}}}{P_{\text{Pu-238}}}$ 1
- completeren van de berekening en significantie 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

12 maximumscore 3

uitkomst: $t = 2,6 \cdot 10^2$ jaar (met een marge van $0,1 \cdot 10^2$ jaar)

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Uit de grafiek is te bepalen dat de halveringstijd van Pu-238 gelijk is aan 88 jaar. Het vermogen van de generator halveert met het verstrijken van een halveringstijd. Na 3 halveringstijden is het vermogen gedaald tot 31 W. Dat is na $3 \cdot 88 = 2,6 \cdot 10^2$ jaar.

- inzicht dat $t_{\frac{1}{2}}$ bepaald moet worden 1
- inzicht dat het vermogen van de generator halveert per halveringstijd 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

of

methode 2

Het elektrische vermogen van de energiebron is recht evenredig met de activiteit van de bron en dus het aantal deeltjes in de bron. Als de generator stopt met functioneren is het vermogen van de bron gedaald tot $\frac{31}{248} \cdot 100\% = 12,5\%$ van het vermogen van de bron bij het begin.

Hieruit volgt dat ook het resterende percentage Pu-238 gelijk is aan 12,5%. Aflezen in de grafiek levert $t = 2,6 \cdot 10^2$ jaar.

- inzicht dat P_{bron} recht evenredig is met het resterende percentage Pu-238 1
- inzicht dat de verhouding $\frac{P_e}{P_b}$ berekend moet worden 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

Lithografie

13 C

14 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De begintemperatuur van het tin is hoger dan het smeltpunt. Het tin gaat dus van vloeibaar naar gasvormig. Er is dus sprake van verdampen.

- inzicht dat het tin bij aanvang vloeibaar is 1
- consequente vermelding van de faseovergang 1

Opmerking

Voor een antwoord zonder toelichting geen scorepunten toekennen.

15 maximumscore 3

uitkomst: $t = 0,13 \text{ s}$

voorbeeld van een antwoord:

Er zijn $\frac{E_{\text{totaal}}}{E_{\text{puls}}} = \frac{2,5}{1,5 \cdot 10^{-4}} = 1,67 \cdot 10^4$ pulsen nodig. Eén puls duurt $8,0 \cdot 10^{-6} \text{ s}$.

De totale tijd van belichten is dan $1,67 \cdot 10^4 \cdot 8,0 \cdot 10^{-6} = 0,13 \text{ s}$.

- inzicht dat $\frac{E_{\text{totaal}}}{E_{\text{puls}}} = n_{\text{pulsen}}$ 1
- inzicht dat $t = n_{\text{pulsen}} \cdot t_{\text{puls}}$ met $t_{\text{puls}} = 8,0 \cdot 10^{-6} \text{ s}$ 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Wanneer een kandidaat voor t_{puls} de waarde $8 \cdot 10^{-6} \text{ s}$ noteert, dit niet aanrekenen.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

16 maximumscore 4

uitkomst: $\ell = 1,8 \text{ nm} = 1,8 \cdot 10^{-9} \text{ m}$

voorbeeld van een antwoord:

De golflengte van de nieuwe fotonen is:

$$f = \frac{E_f}{h} = \frac{1,47 \cdot 10^{-17}}{6,63 \cdot 10^{-34}} = 2,22 \cdot 10^{16} \text{ Hz.}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{2,22 \cdot 10^{16}} = 1,35 \cdot 10^{-8} \text{ m.}$$

Voor de minimale breedte van een draad die met het nieuwe proces gemaakt kan worden, geldt:

$$\ell_{\text{nieuw}} = \frac{1,35 \cdot 10^{-8}}{193 \cdot 10^{-9}} \cdot 25 \cdot 10^{-9} = 1,8 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 1,8 \text{ nm.}$$

- gebruik van $E_f = hf$ met opzoeken van h 1
- gebruik van $c = f\lambda$ met opzoeken van c 1
- inzicht dat $\ell_{\text{nieuw}} = \frac{\lambda_{\text{nieuw}}}{\lambda_{\text{oud}}} \cdot \ell_{\text{oud}}$ 1
- completeren van de berekening 1

Stunt in Dubai

17 maximumscore 4

uitkomst: $\eta = 0,8$ of $8 \cdot 10^1 \%$

voorbeeld van een antwoord:

$$\text{Er geldt: } \eta = \frac{E_{\text{McD}}}{E_{\text{blok}}} = \frac{\frac{1}{2}m_{\text{McD}}v^2 + m_{\text{McD}}gh_{\text{McD}}}{m_{\text{blok}}gh_{\text{blok}}}$$

Hieruit volgt:

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} \cdot 85 \cdot 59^2 + 85 \cdot 9,81 \cdot 34}{2,75 \cdot 10^4 \cdot 9,81 \cdot 0,8} = \frac{1,48 \cdot 10^5 + 2,84 \cdot 10^4}{2,2 \cdot 10^5} = 0,8 (= 8 \cdot 10^1 \%)$$

- inzicht dat geldt $\eta = \frac{E_{\text{McD}}}{E_{\text{blok}}}$ en $E_{\text{McD}} = E_k + E_z$ 1
- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- gebruik van $E_z = mgh$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als niet is voldaan aan de eerste deelscore, de laatste deelscore voor completeren ook niet toekennen.

18 maximumscore 2

fase	punt in de grafiek
McDougall komt los van de katapult.	b
McDougall bereikt het hoogste punt.	d
McDougall opent zijn parachute.	e

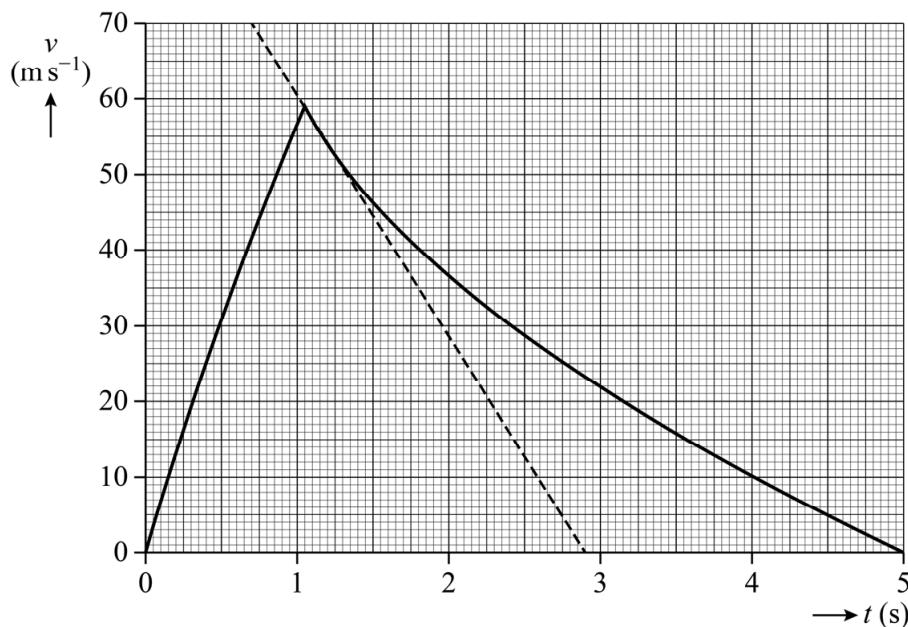
- | | |
|-----------------------------------|---|
| indien drie antwoorden juist | 2 |
| indien twee antwoorden juist | 1 |
| indien één of geen antwoord juist | 0 |

19 maximumscore 4

uitkomst: $a = (-)32 \text{ ms}^{-2}$ ($28 \text{ ms}^{-2} \leq |a| \leq 46 \text{ ms}^{-2}$)

voorbeeld van een antwoord:

- De versnelling kan bepaald worden met behulp van de raaklijn aan de grafiek, direct na het loskomen van het platform op $t = 1,05 \text{ s}$:



Hieruit volgt:

$$a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}} = (-) \frac{70}{2,90 - 0,70} = (-)32 \text{ ms}^{-2}.$$

- tekenen van de raaklijn direct na $t = 1,05 \text{ s}$ / aangeven van een relevant recht deel van de grafiek 1
- gebruik van $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1
- voorbeeld van een antwoord:
- Er werkt (behalve de zwaartekracht ook) luchtweerstand. 1

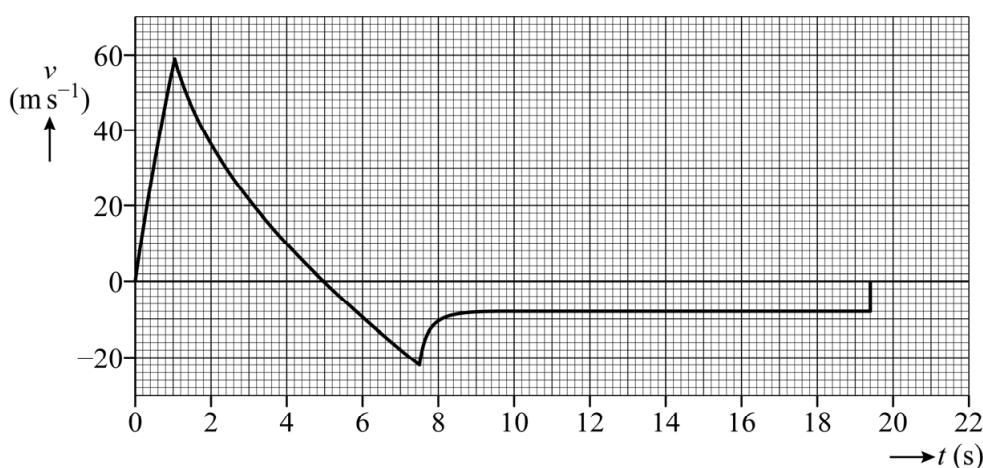
20 maximumscore 5

uitkomst: $s_{5 \rightarrow 10} = 50 \text{ m}$ ($45 \text{ m} \leq s < 55 \text{ m}$)

voorbeeld van een antwoord:

- De afstand kan bepaald worden door het bepalen van het aantal hokjes tussen de grafiek en de t -as. Hieruit volgt dat de afgelegde afstand tussen 5,0 s en 10 s gelijk is aan 50 m.
- McDougall viel met constante snelheid van $(-)8,0 \text{ m s}^{-1}$ over een afstand van $125 - 50 = 75 \text{ m}$. Deze val duurde $t_{\text{resterend}} = \frac{s}{v} = \frac{75}{8,0} = 9,4 \text{ s}$.

Hieruit volgt voor de grafiek:



- inzicht dat de afstand bepaald kan worden uit de oppervlakte tussen de grafiek en de t -as 1
- completeren van de bepaling van de afstand 1
- inzicht dat $s_{\text{resterend}} = 125 - s_{5 \rightarrow 10}$ 1
- inzicht dat $s_{\text{resterend}} = vt_{\text{resterend}}$ met $7,5 \text{ m s}^{-1} \leq v < 8,5 \text{ m s}^{-1}$ 1
- completeren van de bepaling van $t_{\text{resterend}}$ en consequent intekenen van een horizontale lijn tot $t_{\text{eind}} = 10 + t_{\text{resterend}}$ (met een marge van 0,5 s) 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

21 maximumscore 3

fase	De resulterende kracht is:		
McDougall wordt versneld door de katapult.	naar boven gericht		
McDougall is op het hoogste punt.			naar beneden gericht
McDougall daalt met constante snelheid.		gelijk aan 0 N	
McDougall wordt afgeremd door de grond.	naar boven gericht		

- | | |
|-----------------------------------|---|
| indien vier antwoorden juist | 3 |
| indien drie antwoorden juist | 2 |
| indien twee antwoorden juist | 1 |
| indien één of geen antwoord juist | 0 |

Exploderende draad

22 maximumscore 4

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Voor de oppervlakte van de doorsnede van de draad geldt:

$$A_{\text{draad}} = \frac{\rho \ell}{R} = \frac{17 \cdot 10^{-9} \cdot 80}{35} = 3,89 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2.$$

Hieruit volgt: $A_{\text{draad}} = 3,89 \cdot 10^{-8} = \pi r^2 \rightarrow r_{\text{draad}} = 1,11 \cdot 10^{-4} \text{ m}$.

De diameter van de draad is $2 \cdot 1,11 \cdot 10^{-4} = 2,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}$. Dit is dikker dan een mensenhaar.

of

methode 2

Voor de oppervlakte van de doorsnede van de draad geldt:

$$A_{\text{draad}} = \frac{\rho \ell}{R} = \frac{17 \cdot 10^{-9} \cdot 80}{35} = 3,89 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2.$$

Voor de oppervlakte van de doorsnede van de haar geldt:

$$r_{\text{haar}} = \frac{60 \cdot 10^{-6}}{2} = 30 \cdot 10^{-6} \text{ m} \rightarrow A_{\text{haar}} = \pi r_{\text{haar}}^2 = 2,8 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2.$$

De draad is dus dikker dan een mensenhaar.

- gebruik van $\rho = \frac{RA}{\ell}$ 1
- opzoeken van de soortelijke weerstand van koper 1
- gebruik van $A = \pi r^2$ en juist gebruik van factor 2 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Opmerkingen

- In Sciencedata is $\rho_{\text{koper}} = 16,8 \cdot 10^{-9} \Omega \text{m}$.
- Het gebruik van de factor 2 mag ook impliciet.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

23 maximumscore 3

uitkomst: $U = 5,0 \cdot 10^5 \text{ V}$

voorbeeld van een antwoord:

- Omschrijven van $U = IR$ naar $I = \frac{U}{R}$ en dit invullen in $P = UI$ levert:

$$P = \left(\frac{U}{R} \right) U = \frac{U^2}{R}.$$

- Voor deze spanning over de draad geldt:

$$P = \frac{U^2}{R} \rightarrow 7,1 \cdot 10^9 = \frac{U^2}{35} \rightarrow U = \sqrt{7,1 \cdot 10^9 \cdot 35} = 5,0 \cdot 10^5 \text{ V}.$$

- gebruik van $P = UI$ en $U = IR$ 1
- completeren van de afleiding 1
- gebruik van $P = \frac{U^2}{R}$ en completeren van de berekening 1

24 D

25 maximumscore 4

uitkomst: 2 keer

voorbeeld van een antwoord:

De benodigde energie voor de bliksem is gelijk aan

$$E_{\text{bliksem}} = Pt = 7,1 \cdot 10^9 \cdot 1,4 \cdot 10^{-5} = 9,94 \cdot 10^4 \text{ J}.$$

Voor het opladen van de accu is $E_{\text{accu}} = 9,88 \cdot 10^{-3} \text{ kWh} = 3,56 \cdot 10^4 \text{ J}$ nodig.

$$\frac{E_{\text{bliksem}}}{E_{\text{accu}}} = \frac{9,94 \cdot 10^4}{3,56 \cdot 10^4} = 2,8. \text{ Dus de accu kan 2 keer opgeladen worden.}$$

- gebruik van $E = Pt$ 1
- omrekenen van (k)Wh naar J of omgekeerd 1
- inzicht dat voor het aantal keer opladen geldt $\frac{E_{\text{bliksem}}}{E_{\text{accu}}}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als de uitkomst is gegeven als 2,8 keer of 3 keer opladen, dit goed rekenen.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

26 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

- Toenemen van de temperatuur betekent dat de deeltjes sneller gingen trillen/bewegen.
- De koperdeeltjes kwamen los uit het rooster. / De koperdeeltjes verloren hun onderlinge vaste positie.
- inzicht in de relatie tussen temperatuur en snelheid van de deeltjes 1
- inzicht dat bij deze faseovergang de koperdeeltjes hun vaste plek ten opzichte van elkaar verliezen 1

27 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De druppels leggen een afstand af van $s = vt = 0,9 \cdot 10^3 \cdot 1,0 \cdot 10^{-4} = 0,09$ m.

Op de foto is te zien dat het publiek op veel grotere afstand dan 0,09 m van de draad af stond, dus de druppels konden het publiek niet bereiken.

- gebruik van $s = vt$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

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 25 mei te accorderen.

Ook na 25 mei kunt u nog tot en met 8 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.

6 Bronvermeldingen

Lithografie

- figuur 1 bron: Shutterstock stockillustratie-id: 142357873, fotograaf DeSerg
figuur 2 bron: Shutterstock stockillustratie-id: 429155548, fotograaf luchschenF
figuur 3 bron: Shutterstock stockillustratie-id: 727445440, fotograaf MS Mikel

Stunt in Dubai

- figuur 1 bron: Shutterstock stockillustratie-id:423627184, fotograaf successo images
figuur 2 en 3 bron: fotograaf Jimmy Pouchinotti en stuntman Chris McDougall

Exploderende draad

- figuur 1 en 2 bron: Bart van Overbeeke Fotografie

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 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.

- 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;

- 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.

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.

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.

4 Beoordelingsmodel

Vraag

Antwoord

Scores

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

Straling tijdens vliegen

1 maximumscore 4

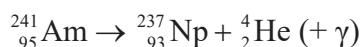
uitkomst: $E_f = 0,99 \text{ (MeV)}$

voorbeeld van een antwoord:

- Voor de fotonenergie geldt: $E_f = hf = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 2,4 \cdot 10^{20} = 1,59 \cdot 10^{-13} \text{ J}$. Dit komt overeen met $E_f = 0,99 \cdot 10^6 \text{ eV} = 0,99 \text{ MeV}$.
 - De halveringsdikte van aluminium voor gammastraling met een fotonenergie van 0,99 MeV is ongeveer 4,2 cm. Dit is veel groter dan de dikte van de wand van een vliegtuig. De meeste gammastraling zal de aluminium wand passeren, de wand biedt dus niet veel bescherming.
- gebruik van $E_f = hf$ met opzoeken van h 1
 - completeren van de berekening 1
 - inzicht dat $d_{1/2} >> d_{\text{wand}}$ 1
 - consequente conclusie 1

2 maximumscore 3

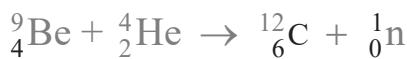
voorbeeld van een antwoord:



- Am-241 links en alfadeeltje rechts van de pijl 1
- Np rechts van de pijl (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

3 maximumscore 3

antwoord:



- atoomnummer van Beryllium correct 1
- massagetal en ‘atoomnummer’ van het neutron correct 1
- voor de dochterkern een consequente berekening van het atoomnummer en consequente notatie 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

4 maximumscore 4

uitkomst: $H = 2,0 \cdot 10^{-6} \text{ Sv}$

voorbeeld van een antwoord:

In het vliegtuig zijn 6 extra bubbels gevormd. De extra dosis als gevolg van het vliegen is dan $\frac{6}{3} \cdot 5,0 \cdot 10^{-8} = 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ Gy}$.

Hieruit volgt voor de extra equivalente dosis:

$$H = w_R D = 20 \cdot 1,0 \cdot 10^{-7} = 2,0 \cdot 10^{-6} \text{ Sv.}$$

- inzicht dat er 6 extra bubbels gevormd worden door het vliegen 1
- inzicht $D = \frac{n_{\text{bubbels}}}{3} \cdot 5,0 \cdot 10^{-8}$ 1
- gebruik van $H = w_R D$ met opzoeken of bepalen van w_R 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

In Sciencedata moet de stralingsweegfactor uit het diagram bepaald worden binnen het bereik $19 \leq w_R \leq 21$.

Ruimtepuin

5 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

Voor een satelliet in een cirkelbaan om de aarde geldt:

$$F_{\text{mpz}} = F_g \rightarrow \frac{mv^2}{r} = G \frac{mM}{r^2}$$

Hieruit volgt voor de baanstraal:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} \rightarrow 7,75 \cdot 10^3 = \sqrt{\frac{6,674 \cdot 10^{-11} \cdot 5,972 \cdot 10^{24}}{r}} \rightarrow r = 6,636 \cdot 10^6 \text{ m.}$$

En voor de hoogte boven het aardoppervlak:

$$h = r - R_A = 6,636 \cdot 10^6 - 6,371 \cdot 10^6 = 0,265 \cdot 10^6 \text{ m.}$$

Dit ligt binnen de grenzen die de kunstenaar heeft aangeduid.

- inzicht dat $F_{\text{mpz}} = F_g$ 1
- gebruik van $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$ 1
- gebruik van $F_g = G \frac{mM}{r^2}$ met opzoeken van G en M_{aarde} 1
- inzicht dat $h = r - R_A$ met opzoeken van R_A 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

6 maximumscore 5

uitkomst: $m = 0,56 \text{ (kg)}$

voorbeeld van een antwoord:

- Uit het rendement volgt voor de totaal benodigde (chemische) energie:

$$\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}} \rightarrow E_{\text{in}} = \frac{E_{\text{nuttig}}}{\eta} = \frac{7,0 \cdot 10^6}{0,64} = 1,09 \cdot 10^7 \text{ J.}$$

Dus:

$$E_{\text{ch}} = r_m m \rightarrow m = \frac{E_{\text{ch}}}{r_m} = \frac{1,09 \cdot 10^7}{19,4 \cdot 10^6} = 0,56 \text{ kg.}$$

- De massa van de brandstof is laag ten opzichte van de massa van de satelliet, dus het is een haalbare mogelijkheid.

- gebruik van $\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}}$ 1
- gebruik van $E_{\text{ch}} = r_m m$ 1
- completeren van de berekening 1
- inzicht dat de massa's van brandstof en satelliet met elkaar vergeleken moeten worden 1
- consequente conclusie over de haalbaarheid 1

7 B

8 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor de verandering in kinetische energie van het brokstuk geldt:

$$\Delta E_k = \frac{1}{2} m v_v^2 - \frac{1}{2} m v_n^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot ((7,6 \cdot 10^3)^2 - (7,5 \cdot 10^3)^2) = 1,51 \cdot 10^6 \text{ J.}$$

Voor de totale arbeid die de lasers samen leveren, geldt:

$$W = Pt = 1 \cdot 10^2 \cdot 6 \cdot 10^1 = 6 \cdot 10^3 \text{ J.}$$

Deze lasers verrichten dus niet genoeg arbeid.

- gebruik van $E_k = \frac{1}{2} m v^2$ 1
- gebruik van $W = \Delta E_k$ 1
- gebruik van $W = P \cdot t$ of $E = P \cdot t$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Kreukelzone

9 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Jeroen moet een grotere kracht op de krachtsensor uitoefenen dan de zwaartekracht op de 25 gewichten samen. Volgens de hefboomwet moet de arm van de kracht op de gewichten dan langer zijn dan de arm van de kracht op de krachtmeter. Opstelling II voldoet hieraan.

- inzicht dat er een grotere kracht uitgeoefend moet worden op de sensor dan de gewichten samen kunnen uitoefenen 1
- inzicht dat uit de hefboomwet volgt dat $r_{\text{gewichten}}$ groter moet zijn dan $r_{\text{krachtsensor}}$ 1
- consequente keuze voor een opstelling 1

Opmerking

Als voor de berekening gebruik is gemaakt van een berekening waarin een fout is gemaakt: maximaal 2 scorepunten toekennen.

10 maximumscore 4

uitkomst: $R_1 = 3,7 \cdot 10^3 \Omega$

voorbeeld van een antwoord:

Bij een kracht van 15 N is U_{sensor} gelijk aan 3,0 V.

Er geldt:

$$I_{R1} = I_{R2} = \frac{U_{\text{sensor}}}{R_2} = \frac{3,0}{5,6 \cdot 10^3} = 5,36 \cdot 10^{-4} \text{ A.}$$

$$U_{R1} = 5,0 - 3,0 = 2,0 \text{ V.}$$

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{2,0}{5,36 \cdot 10^{-4}} = 3,7 \cdot 10^3 \Omega.$$

- bepalen van U_{sensor} (met een marge van 0,05 V) 1
- gebruik van $U = IR$ 1
- inzicht dat geldt: $5,0 = U_{R1} + U_{R2}$ en $I_{R1} = I_{R2}$ 1
- completeren van de bepaling 1

11 maximumscore 2

Als de krachtgevoelige weerstand R_1 toeneemt, neemt de spanning over deze weerstand R_1 toe.

De sensorspanning U_{sensor} over weerstand R_2 neemt dan af.

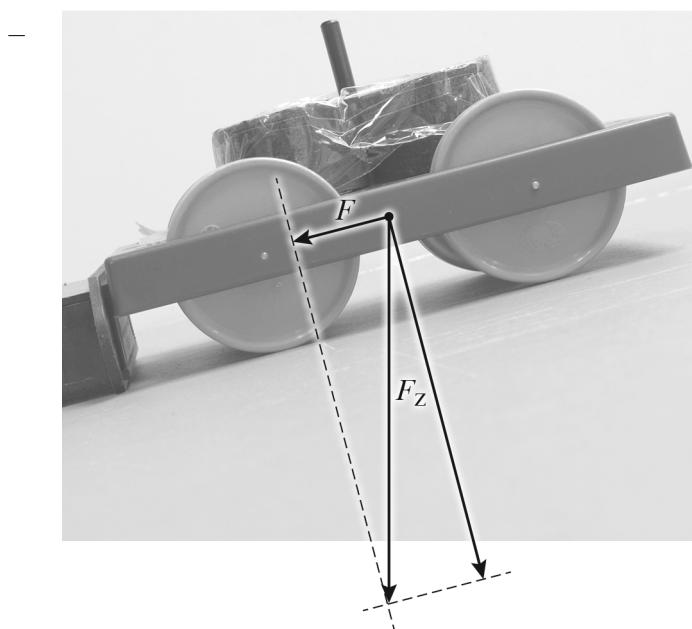
Om de sensorspanning U_{sensor} op 0 V uit te laten komen moet de krachtgevoelige weerstand R_1 oneindig groot worden.

- eerste zin correct 1
- tweede en derde zin consequent met de eerste zin 1

12 maximumscore 5

uitkomst: $U_A = 0,5 \text{ V}$

voorbeeld van een antwoord:

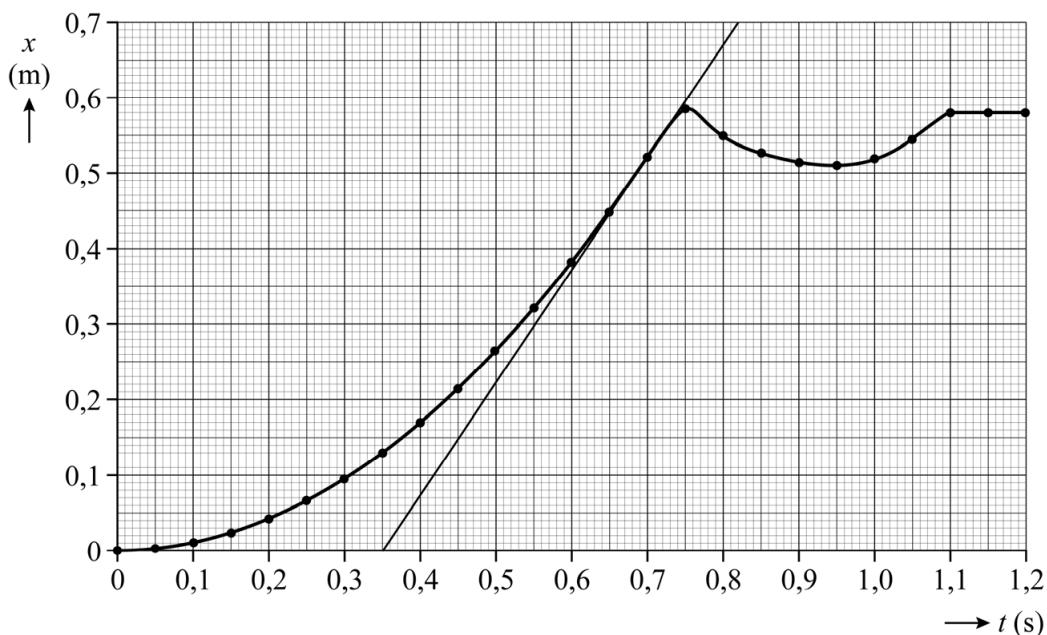


- Voor de zwaartekracht geldt: $F_z = mg = 0,26 \cdot 9,81 = 2,55 \text{ N}$.
Uit de lengte van de vector F_z kan de schaal bepaald worden:
 $1 \text{ cm} \hat{=} 0,5 \text{ N}$.
Uit de lengte van de vector F volgt: $F = 0,6 \text{ N}$.
De bijpassende waarde voor U_A kan bepaald worden uit het diagram: $U_A = 0,5 \text{ V}$

- construeren van F parallel aan de helling 1
- gebruik van $F_z = mg$ 1
- gebruik van de schaalfactor 1
- bepalen van de waarde van F binnen het bereik $0,50 \text{ N} \leq F \leq 0,70 \text{ N}$ 1
- consequent aflezen van U_A (met een marge van 0,1 V) 1

13 maximumscore 4uitkomst: $E_k = 0,29 \text{ J}$ ($0,20 \text{ J} \leq E_k \leq 0,36 \text{ J}$)

voorbeeld van een antwoord:



De snelheid vlak voor de eerste botsing is te bepalen met een raaklijn aan de grafiek op $t = 0,70 \text{ s}$.

$$\text{Hieruit volgt: } v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}} = \frac{0,70}{0,82 - 0,35} = 1,49 \text{ m s}^{-1}.$$

Voor de kinetische energie geldt: $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,26 \cdot 1,49^2 = 0,29 \text{ J}$.

- tekenen van een raaklijn aan de grafiek/aangeven van een recht deel van de grafiek 1
- gebruik van $v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$ voor een tijdstip vlak voor de eerste botsing 1
- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

14 maximumscore 3

uitkomst: $E = 0,110 \text{ J}$ (met een marge van $0,002 \text{ J}$)

voorbeeld van een antwoord:

Zonder kruikzone heeft de sensor een arbeid verricht van

$$\frac{(0,502 - 0,480)}{2} \cdot 24,0 = 0,264 \text{ J}.$$

Met kruikzone heeft de sensor een arbeid verricht van

$$\frac{(0,508 - 0,480)}{2} \cdot 11,0 = 0,154 \text{ J}.$$

De kruikzone heeft $0,264 - 0,154 = 0,110 \text{ J}$ energie geabsorbeerd.

- toepassen van een juiste methode om de oppervlakte onder een grafiek te bepalen 1
- inzicht dat $E_{\text{kruikzone}} = W_{\text{zonder}} - W_{\text{met}}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

Opmerking

Als een kandidaat voor de botsing zonder kruikzone de (foutieve) uitkomst gebruikt van vraag 13: dit niet aanrekenen.

15 maximumscore 2

Conclusie Jeroen	juist	onjuist
De afgelegde afstand is tijdens een botsing met kruikzone groter dan tijdens een botsing met hetzelfde snelheidsverschil zonder kruikzone.	X	
De tijdsduur van een botsing met kruikzone is even lang als de tijdsduur van een botsing met hetzelfde snelheidsverschil zonder kruikzone.		X
De maximale kracht op het karretje is tijdens een botsing met kruikzone gelijk aan de maximale kracht op het karretje tijdens een botsing met hetzelfde snelheidsverschil zonder kruikzone.		X

indien drie antwoorden juist

2

indien twee antwoorden juist

1

indien één of geen antwoord juist

0

Ocarina

16 maximumscore 2

uitkomst: $f = 6,3 \cdot 10^2 \text{ Hz}$ (met een marge van $0,1 \cdot 10^2 \text{ Hz}$)

voorbeeld van een antwoord:

Er zijn 17 trillingen in 27 ms. Hieruit volgt:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{\frac{27 \cdot 10^{-3}}{17}} = 6,3 \cdot 10^2 \text{ Hz}$$

- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ en $T = \frac{\text{benodigde tijd}}{\text{aantal trillingen}}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

17 maximumscore 3

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

voorbeeld van een antwoord:

Voor de massa van de lucht in de hals geldt:

$$m = \rho V = 1,29 \cdot 1,9 \cdot 10^{-5} = 2,45 \cdot 10^{-5} \text{ kg.}$$

Hieruit volgt:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}} \rightarrow 2,5 \cdot 10^{-3} = 2\pi\sqrt{\frac{2,45 \cdot 10^{-5}}{C}} \rightarrow C = 1,5 \cdot 10^2 \text{ N m}^{-1}.$$

- gebruik van $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$ 1
- gebruik van $\rho = \frac{m}{V}$ met opzoeken van ρ_{lucht} 1
- completeren van de berekening en significantie 1

18 maximumscore 4

uitkomst: $f = 2 \cdot 10^3$ Hz

voorbeeld van een antwoord:

- Het instrument in figuur 2 heeft ongeveer dezelfde lengte als een hand, dus $\ell = \lambda = 15$ cm. Hieruit volgt:
- $$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343}{0,15} = 2 \cdot 10^3 \text{ Hz.}$$
- De golflengte kan ook groter zijn dan de lengte van het instrument. Uit $v = \lambda f$ volgt dat (bij gelijke geluidssnelheid) een grotere golflengte een lagere frequentie oplevert. Het is dus de hoogste toon die de ocarina kan produceren.

- beredeneerd schatten van de lengte van het instrument tussen 5 en 20 cm 1
- gebruik van $v = f\lambda$ met v binnen het bereik $300 \text{ ms}^{-1} \leq v \leq 400 \text{ ms}^{-1}$ 1
- inzicht dat als de golflengte groter wordt, de frequentie kleiner wordt 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

19 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

- Uit de formule (1) volgt dat bij het afnemen van V de trillingstijd T afneemt. Uit $f = \frac{1}{T}$ volgt dat f toeneemt. De toon wordt dus hoger.
 - Om T gelijk te houden als V afneemt, moet A kleiner worden. Een gat moet dus kleiner gemaakt worden na het bakken.
- inzicht dat bij het afnemen van V de trillingstijd T afneemt 1
 - consequente conclusie over de verandering van de toonhoogte 1
 - inzicht dat als V afneemt A kleiner moet worden 1
 - consequente conclusie 1

Koffiepercolator

20 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Voor de stroomsterkte door de percolator geldt:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{1,5 \cdot 10^3}{230} = 6,5 \text{ A.}$$

Deze stroom is hoger dan de 4,4 A die door het opgerolde verlengsnoer mag, dus het verlengsnoer moet afgerold worden.

- gebruik van $P = UI$ 1
- inzicht dat de benodigde stroomsterkte voor de percolator vergeleken moet worden met 4,4 A 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

21 maximumscore 4

uitkomst: $\eta = 0,44 (= 44\%)$ (met een marge van 3%)

voorbeeld van een antwoord:

Voor de warmte die de koffie heeft opgenomen, geldt:

$$Q = cm\Delta T = 4,18 \cdot 10^3 \cdot 3,0 \cdot (94 - 15) = 9,91 \cdot 10^5 \text{ J.}$$

Voor de elektrische energie die de percolator heeft opgenomen, geldt:

$$E = Pt = 1,5 \cdot 10^3 \cdot 25 \cdot 60 = 2,25 \cdot 10^6 \text{ J.}$$

Voor het rendement volgt:

$$\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}} = \frac{Q}{E_e} = \frac{9,91 \cdot 10^5}{2,25 \cdot 10^6} = 0,44 (= 44\%).$$

- gebruik van $Q = cm\Delta T$ met opzoeken van c_{water} 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- gebruik van $\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

22 maximumscore 2

	$P_{\text{elektrisch}} > P_{\text{verlies}}$	$P_{\text{elektrisch}} = P_{\text{verlies}}$	$P_{\text{elektrisch}} < P_{\text{verlies}}$
Op $t = 10 \text{ min}$ geldt:	X		
Op $t = 100 \text{ min}$ geldt:			X
Op $t = 500 \text{ min}$ geldt:		X	

- indien drie antwoorden juist 2
 indien twee antwoorden juist 1
 indien één of geen antwoord juist 0

23 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

- Voor een groot elektrisch vermogen is een grote stroomsterkte nodig.
Voor een grote stroomsterkte moet de totale weerstand klein zijn.
- (Om tijdens fase I een kleine totale weerstand/grote stroomsterkte te krijgen moet de vervangingsweerstand van R_2 , R_3 en S zo klein mogelijk zijn.) Schakelaar S moet gesloten zijn tijdens fase I.
- inzicht dat voor een groot elektrisch vermogen een grote stroomsterkte nodig is 1
- consequente conclusie over de grootte van de totale weerstand 1
- consequente conclusie over de stand van schakelaar S tijdens fase I 1

Opmerking

Als voor de uitleg gebruik is gemaakt van een berekening waarin een fout is gemaakt: maximaal 2 scorepunten toekennen.

24 maximumscore 1

geleiding

1

Opmerking

Als (ook) straling of stroming is genoemd: geen scorepunt toekennen

5 Aanleveren scores

Verwerk per examinator in de applicatie Wolf:

- de scores van de alfabetische eerste vijf kandidaten voor wie het tweede-tijdvak-examen de eerste afname is én
- de scores van alle herkansende kandidaten.

Cito gebruikt beide gegevens voor de analyse van de examens. Om de gegevens voor dit doel met Cito uit te wisselen dient u ze uiterlijk op 22 juni te accorderen.

Ook na 22 juni kunt u nog tot en met 30 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.

derde tijdvak

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

6 Bronvermeldingen

Ruimtepuin

figuur 1 Shutterstock Id stockfoto 1518795350 (bewerkt)

Ocarina

figuur 1 Shutterstock Id stockfoto 364396826

figuur 2 Shutterstock Id stockfoto 688667047

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.

- 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;

- 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.

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.

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.

4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

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

Superaarde?

1 maximumscore 3

uitkomst: $3,2 \cdot 10^3$ K

voorbeeld van een berekening:

$$\text{Er geldt: } T = \frac{k_w}{\lambda_{\max}} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{9,2 \cdot 10^{-7}} = 3,2 \cdot 10^3 \text{ K.}$$

- inzicht dat de hoogste temperatuur volgt uit de kleinste gemeten waarde voor λ_{\max}
- gebruik van $\lambda_{\max}T = k_w$
- completeren van de berekening

1
1
1

2 C

3 maximumscore 3

voorbeeld van een berekening:

Voor de oppervlakte van het cirkelvormige aanzicht van de planeet geldt:

$$A_{\text{GJ1214b}} = 0,0150 \cdot 6,487 \cdot 10^{16} = 9,731 \cdot 10^{14} \text{ m}^2.$$

Hieruit volgt voor de straal r van GJ1214b:

$$A_{\text{GJ1214b}} = \pi r^2 \rightarrow r_{\text{GJ1214b}} = \sqrt{\frac{A_{\text{GJ1214b}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{9,731 \cdot 10^{14}}{\pi}} = 1,760 \cdot 10^7 \text{ m.}$$

$$\text{Hieruit volgt } \frac{r_{\text{GJ1214b}}}{r_{\text{aarde}}} = \frac{1,760 \cdot 10^7}{6,371 \cdot 10^6} = 2,76.$$

- juist gebruik van de factor 0,0150
- gebruik van $A = \pi r^2$
- inzicht dat factor $= \frac{r_{\text{GJ1214b}}}{r_{\text{aarde}}}$ en completeren van de berekening

1
1
1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

4 maximumscore 4

uitkomst: $g = 8,38 \text{ ms}^{-2}$

voorbeeld van een antwoord:

- $F_z = F_g \rightarrow mg = G \frac{mM}{r^2} \rightarrow g = \frac{GM}{r^2}.$

- Er geldt:

$$g_{\text{GJ1214b}} = \frac{GM_{\text{GJ1214b}}}{r_{\text{GJ1214b}}^2} = \frac{G \cdot 6,50M_{\text{aarde}}}{(2,76r_{\text{aarde}})^2} = \frac{6,674 \cdot 10^{-11} \cdot 6,50 \cdot 5,972 \cdot 10^{24}}{(2,76 \cdot 6,371 \cdot 10^6)^2} = 8,38 \text{ ms}^{-2}.$$

- inzicht dat $mg = G \frac{mM}{r^2}$ 1
- inzicht dat $g_{\text{GJ1214b}} = \frac{G \cdot 6,50M_{\text{aarde}}}{(2,76r_{\text{aarde}})^2}$ 1
- opzoeken van waardes voor G en M_{aarde} of inzicht $g_{\text{GJ1214b}} = \frac{6,50}{2,76^2} g_{\text{aarde}}$ 1
- completeren van de afleiding en de berekening en significantie 1

Opmerking

Afhankelijk van de gekozen methode volgt voor de uitkomst $g = 8,37 \text{ ms}^{-2}$ of $g = 8,38 \text{ m s}^{-2}$.

5 E

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

6 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

methode 1

Uranus is $\frac{86,8 \cdot 10^{24}}{5,972 \cdot 10^{24}} = 14,5 \times$ zo zwaar als de aarde.

GJ1214b valt met $6,5M_{\text{aarde}}$ dus binnen de kwalificatie voor superaarde.

- inzicht dat de factor $\frac{M_{\text{Uranus}}}{M_{\text{aarde}}}$ berekend moet worden 1
- opzoeken M_{Uranus} 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

of

methode 2

Exoplaneet GJ1214b heeft een massa van $6,50 \cdot 5,972 \cdot 10^{24} = 38,8 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.

(Dit is groter dan de massa van de aarde). De massa van Uranus is $86,8 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ en daarmee groter dan de massa van GJ1214b. GJ1214b valt dus binnen de kwalificatie voor superaarde.

- inzicht dat de massa van GJ1214b berekend moet worden 1
- opzoeken M_{Uranus} 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Opmerking

Wanneer de kandidaat hier dezelfde foutieve waarde voor M_{aarde} gebruikt als in vraag 4: niet opnieuw aanrekenen.

Concertharp

7 maximumscore 2

	transversale golven	longitudinale golven
golven in de snaar	X	
golven in de lucht		X

- eerste rij juist 1
- tweede rij juist 1

8 maximumscore 3

uitkomst: $v = 3,34 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:

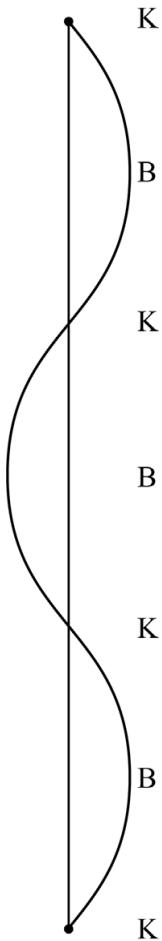
De snaar trilt in de grondtoon, dus er geldt:

$$\ell = \frac{1}{2}\lambda \rightarrow \lambda = 2 \cdot 0,379 = 0,758 \text{ m.}$$

Hieruit volgt:

$$v = f\lambda = 440 \cdot 0,758 = 3,34 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}.$$

- inzicht $\ell = \frac{1}{2}\lambda$ 1
- gebruik van $v = f\lambda$ 1
- completeren van de berekening 1

9 maximumscore 2

- een knoop aan beide uiteinden van de snaar 1
- resterende patroon van knopen en buiken correct 1

Opmerkingen

- *Wanneer het patroon alleen is getekend zonder aangeven van knopen K en buiken B: maximaal 1 punt toeekennen.*
- *Wanneer de knopen en buiken niet gelijkmatig verdeeld zijn: dit niet aanrekenen.*

10 D**11 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Door het intrappen van het pedaal wordt de trillende lengte ℓ van de snaar (en dus de bijpassende golflengte λ) korter. Bij gelijke golfsnelheid v wordt de frequentie f van de grondtoon dan hoger. De toon klinkt dan hoger.

- inzicht dat lengte ℓ korter wordt 1
- consequente conclusie over de hoogte van de toon 1

12 maximumscore 4

uitkomst: $f = 2,2 \cdot 10^2 \text{ Hz}$ (met een marge van $0,1 \cdot 10^2 \text{ Hz}$)

voorbeeld van een bepaling:

- Er zijn 4,0 trillingen gemaakt in $9,2 \cdot 2,0 \cdot 10^{-3} = 0,0184 \text{ s}$. Hieruit volgt:

$$T = \frac{0,0184}{4,0} = 4,6 \cdot 10^{-3} \rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4,6 \cdot 10^{-3}} = 2,2 \cdot 10^2 \text{ Hz.}$$

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

voorbeeld van een antwoord:

- Op het scherm is geen zuivere sinus zichtbaar. Deze snaar brengt dus naast de grondtoon ook boventonen voort.

- inzicht dat er geen sprake is van een sinusoïde 1
- consequente conclusie 1

Wielrennen met een motor

13 maximumscore 4

uitkomst: $\Delta t = 33 \text{ s}$

voorbeeld van een berekening:

De arbeid die geleverd moet worden is gelijk aan

$$W = E_z = mgh = 80 \cdot 9,81 \cdot 64 = 5,02 \cdot 10^4 \text{ J.}$$

Zonder motor kost deze beklimming $t_z = \frac{W}{P} = \frac{5,02 \cdot 10^4}{4,0 \cdot 10^2} = 126 \text{ s.}$

Met motor kost deze beklimming $t_m = \frac{W}{P} = \frac{5,02 \cdot 10^4}{(1,4 \cdot 10^2 + 4,0 \cdot 10^2)} = 93 \text{ s.}$

De tijdswinst is $126 - 93 = 33 \text{ s.}$

- gebruik van $E_z = mgh$ 1
- gebruik van $W = Pt$ 1
- inzicht $\Delta t = t_z - t_m$ 1
- completeren van de berekening en significantie 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

14 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

NiCd levert maximaal 200 W kg^{-1} . De gegeven accu kan dus $200 \cdot 0,80 = 1,6 \cdot 10^2 \text{ W}$ vermogen leveren. Dat is onvoldoende voor de gebruikte motor. Dus het maximaal vermogen per kilogram maakt NiCd onbruikbaar.

- inzicht dat moet gelden: $P_{\text{accu}} \geq P_{\text{motor}}$
- consequente conclusie

1
1

Opmerking

Bij een eventuele rekenfout de tweede deelscore niet toekennen.

15 maximumscore 3

uitkomst: $t = 0,88 \text{ h} (= 3,2 \cdot 10^3 \text{ s})$

voorbeeld van een berekening:

De accu heeft een capaciteit van $220 \cdot 0,80 = 176 \text{ Wh}$.

De motor kan hiermee gedurende $t = \frac{E}{P} = \frac{176}{2,0 \cdot 10^2} = 0,88 \text{ h} (= 3,2 \cdot 10^3 \text{ s})$ van energie worden voorzien.

- inzicht capaciteit = $m_{\text{accu}} \cdot \text{energiedichtheid}$
- gebruik $E = Pt$
- completeren van de berekening

1
1
1

16 maximumscore 5

uitkomst: $t = 4 \text{ s}$

voorbeeld van een berekening:

De aluminium buis heeft een massa van $m = \rho V = 2,70 \cdot 10^3 \cdot 48 \cdot 10^{-6} = 0,130 \text{ kg}$.

De motor levert $2,0 \cdot 10^2 - 1,4 \cdot 10^2 = 0,6 \cdot 10^2 \text{ Js}^{-1}$ aan warmte.

Voor de warmte die de aluminium buis moet opnemen geldt:

Binas: $Q = cm\Delta T = 0,88 \cdot 10^3 \cdot 0,130 \cdot 2,0 = 228 \text{ J}$.

De buis is daarmee in $t = \frac{Q}{P} = \frac{228}{0,6 \cdot 10^2} = 4 \text{ s}$ opgewarmd.

of

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

Sciencedata: $Q = cm\Delta T = 0,897 \cdot 10^3 \cdot 0,130 \cdot 2,0 = 233 \text{ J}$.

De buis is daarmee in $t = \frac{Q}{P} = \frac{233}{0,6 \cdot 10^2} = 4 \text{ s}$ opgewarmd.

- gebruik van $\rho = \frac{m}{V}$ met opzoeken ρ 1
- gebruik van $Q = cm\Delta T$ met opzoeken c 1
- inzicht $P_{\text{warmte}} = P_{\text{elektrisch}} - P_{\text{mechanisch}}$ 1
- gebruik $t = \frac{Q}{P}$ 1
- completeren van de berekening en significantie 1

17 A

18 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De medewerker zou op één wedstrijddag een equivalente dosis ontvangen van $D = \frac{E}{m} = \frac{0,72}{85} = 8,5 \cdot 10^{-3} \text{ Gy} = 8,5 \text{ mGy}$. Dat is al bijna de helft van de jaarlijks toegestane equivalente dosis van 20 mGy.

- gebruik van $D = \frac{E}{m}$ 1
- completeren van de berekening 1
- inzicht dat $D_{1 \text{ dag}}$ en D_{norm} in dezelfde orde van grootte liggen of dat D_{jaar} veel groter is dan D_{norm} 1

19 maximumscore 2

De fiets is **bestraald** tijdens de scan.

Het aluminium van het frame heeft een **grotere** halveringsdikte dan het materiaal waarvan de ketting is gemaakt.

Een buis met motor zou **donkerder** op de foto te zien zijn geweest dan een buis zonder motor.

- indien drie antwoorden juist 2
- indien twee antwoorden juist 1
- indien één of geen antwoord juist 0

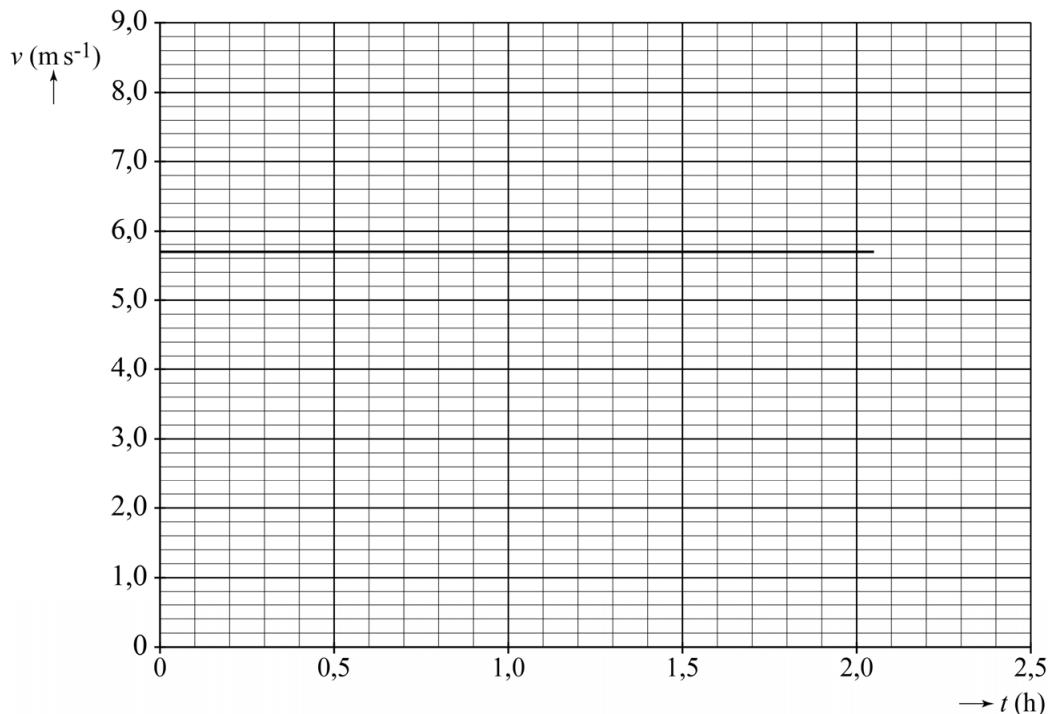
Marathon onder de twee uur

20 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

$$\text{Voor het record uit 2014 geldt } v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{42195}{7377} = 5,720 \text{ m s}^{-1}.$$

In het (s,t) -diagram is te zien dat deze snelheid constant is. Hieruit volgt het (v,t) -diagram van het record uit 2014:



- gebruik van $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 1
- completeren van de berekening van de waarde van v_{gem} 1
- consequent tekenen van de (v,t) -grafiek met een horizontale lijn op $v = v_{\text{gem}}$ tot $t = t_{\text{eind}}$ met een marge van $0,1 \text{ m s}^{-1}$ en $0,05 \text{ h}$ 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

21 maximumscore 2

In het (v,t) -diagram voor de lopers die onder de twee uur wilden lopen:

- is de looptijd **korter dan** die van het oude wereldrecord.
- is de gemiddelde snelheid **hoger dan** die van het oude wereldrecord.
- is de oppervlakte onder de grafiek **gelijk aan** de oppervlakte onder de (v,t) -grafiek van het oude wereldrecord.

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

22 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Beide rechte stukken zijn even lang. De lagere snelheid tegen de wind in moet dus langer worden volgehouden dan de hogere snelheid met wind mee. De gemiddelde snelheid is dus niet het gemiddelde van de twee snelheden, maar deze valt lager uit. De looptijd voor een hele ronde wordt daarmee langer, Bert heeft gelijk.

- inzicht dat langer gelopen moet worden met de lagere snelheid en/of korter met de hogere snelheid
- consequente keuze voor Bert

1
1

23 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Een haas heeft een grotere luchtweerstand F_w dan Kipchoge. De snelheid v van de haas is gelijk aan die van Kipchoge. Uit $P = F_w v$ volgt dat de haas dus met een groter vermogen loopt dan Kipchoge.

- inzicht dat geldt $P = F_w v$
- inzicht dat v voor een haas en Kipchoge hetzelfde is
- inzicht dat F_w voor een haas groter is dan voor Kipchoge

1
1
1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

24 maximumscore 4

uitkomst: segment ea

voorbeeld van een antwoord:

Kipchoge had 25 s te veel nodig. In deze tijd heeft hij een afstand afgelegd van $s = vt = 5,84 \cdot 25 = 1,5 \cdot 10^2$ m.

Ieder segment van het circuit is $\frac{2,4 \cdot 10^3}{5} = 4,8 \cdot 10^2$ m lang.

Kipchoge was dus (al) in segment ea.

- gebruik van $s = vt$ 1
- berekenen van de lengte van één segment of inzicht dat $s < s_{\text{segment}}$ 1
- completeren van de berekening 1
- consequente keuze voor het segment 1

Theaterverlichting

25 maximumscore 4

uitkomst: $F_{\text{II}} = 3,7 \cdot 10^2$ N

voorbeeld van een antwoord:

Voor de hefboom geldt:

$$F_1 r_1 = F_2 r_2 \rightarrow F_{\text{II}} = \frac{r_z}{r_{\text{II}}} F_z = \frac{22}{134} \cdot (230 \cdot 9,81) = \frac{22}{134} \cdot 2256 = 3,7 \cdot 10^2 \text{ N.}$$

- gebruik van $F_1 r_1 = F_2 r_2$ 1
- gebruik van $F_z = mg$ 1
- bepalen van r_z en r_{II} (met een marge van 2 mm) 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

26 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De draad moet zo ver mogelijk uitrekken als de staalkabel uitrekt. De draad in de sensor moet dus in dezelfde richting staan als de staalkabel. Dat is het geval bij methode 1.

- inzicht dat de draad moet mee rekken met het uitrekken van de staalkabel 1
- consequente keuze voor methode 1 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

27 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De weerstand van de rekstrook wordt groter met het uitrekken.

In een serieschakeling neemt de spanning over een weerstand toe met het toenemen van die weerstand (ten opzichte van de andere weerstand).

De spanning wordt dus gemeten over de rekstrook.

- inzicht dat de weerstand van de rekstrook toeneemt met de rek 1
- inzicht dat in een serieschakeling de spanningen zich verhouden zoals de weerstanden 1
- consequente conclusie 1

28 maximumscore 4

voorbeeld van een bepaling:

Bij een sensorspanning van 2,520 V is $\varepsilon = 0,081\%$. Voor de staalkabel geldt dan:

$$\text{Binas: } \sigma = \varepsilon E = 8,1 \cdot 10^{-4} \cdot 0,20 \cdot 10^{12} = 1,6 \cdot 10^8 \text{ N m}^{-2}.$$

of

$$\text{Sciencedata: } \sigma = \varepsilon E = 8,1 \cdot 10^{-4} \cdot 210 \cdot 10^9 = 1,7 \cdot 10^8 \text{ N m}^{-2}.$$

De hoogst belaste kabel zit nog onder de maximaal toegelaten belasting.

Beide staalkabels zitten dus nog in het veilige gebied.

- aflezen van ε bij $U = 2,520$ V met een marge van 0,001 % 1
- gebruik van $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ met opzoeken van E 1
- completeren van de bepaling 1
- inzicht dat de hoogste elektrische spanning bepalend is voor de veilige belasting en consequente conclusie 1

Opmerkingen

- Als een kandidaat met Sciencedata heeft gerekend met $E = 195 \cdot 10^9$ Pa (roestvrij staal): dit niet aanrekenen.
- Als een kandidaat voor ε de waarde 0,08% noteert: dit niet aanrekenen.

5 Aanleveren scores

Verwerk de scores van alle kandidaten per examinator in de applicatie Wolf.
Accordeer deze gegevens voor Cito uiterlijk op 11 juli.

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.

- 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;

- 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.

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.

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.

4 Beoordelingsmodel

Vraag

Antwoord

Scores

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

Gasniveau meten

1 maximumscore 4

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

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $E_{\text{ch}} = r_m m = 13,8 \cdot 6,1 = 84,2 \text{ kWh}$.

De tijd dat de barbecue hier op kan branden is

$$t = \frac{E}{P} = \frac{84,2}{15} = 5,6 \text{ h} (= 2,0 \cdot 10^4 \text{ s}).$$

- gebruik van $E_{\text{ch}} = r_m m$ 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

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

4 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Er passen 2 golflengtes op de omtrek van de fles.

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

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

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

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

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

$$T = \frac{20,0 \cdot 10^{-3} - 4,0 \cdot 10^{-3}}{20,5} = 7,80 \cdot 10^{-4} \text{ s.}$$

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

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

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: $s = v_{\text{gem}} t$. De gemiddelde snelheid is te bepalen uit de grafiek. Dit levert $17,5 \text{ m s}^{-1}$.

Dus voor de lengte geldt: $s = 17,5 \cdot 9,0 = 1,6 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-1}$.

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

Opmerking

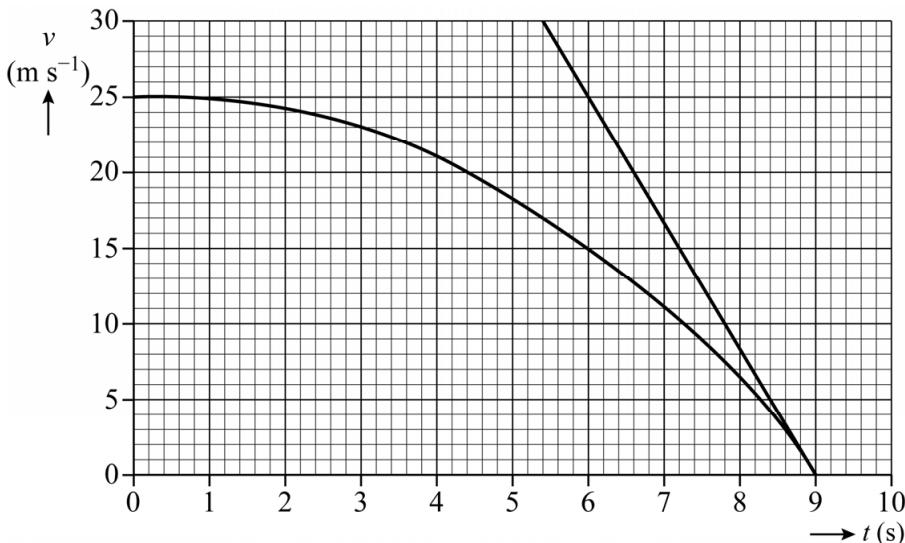
Aan een antwoord uitgaande van $s = v_{\text{begin}} t$ geen scorepunten toekennen.

7 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

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

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



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

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

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

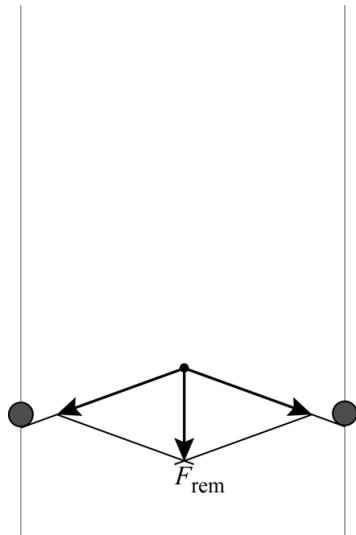
- de schets begint bij $v = 25 \text{ m s}^{-1}$ en toont een in de tijd voortdurend toenemende vertraging en langere remtijd 1
- uit de schets blijkt het inzicht dat de oppervlakte onder de grafiek groter is dan die van de oorspronkelijke grafiek 1

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 getekend, maar vector F_{rem} is niet getekend, de eerste deelscore niet toekennen.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

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.

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

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 $A = \text{breedte band} \cdot \text{dikte band}$ 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 afgerekend 1
- inzicht dat minder trommels voor een kleinere F_{rem} door het eerste vangnet zorgen 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

12 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

De vrachtwagen heeft een kinetische energie van

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 60 \cdot 10^3 \cdot 24^2 = 1,73 \cdot 10^7 \text{ J.}$$

Eén trommel kan een arbeid verrichten van

$$W = Fs = 2,0 \cdot 10^4 \cdot 61 = 1,22 \cdot 10^6 \text{ J.}$$

Hieruit volgt: $n_{\text{trommels}} = \frac{1,73 \cdot 10^7}{1,22 \cdot 10^6} = 14,2$. 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 $n_{\text{trommels}} = \frac{E_k}{W_{\text{trommel}}}$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

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

16 maximumscore 4

uitkomst: periode 2

voorbeeld van een antwoord:

methode 1

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

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

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:

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

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

- inzicht dat $s_{\text{lichtjaar}} = \frac{s_m}{9,461 \cdot 10^{15}}$ 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

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

$$m_{\text{totaal Po}} = N \cdot m_{\text{Po}} = 2 \cdot 10^5 \cdot 210 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} = 7,0 \cdot 10^{-20} \text{ kg.}$$

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

- 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

Zelfbouw zaklamp

20 maximumscore 4

uitkomst: 3 accu's

voorbeeld van een antwoord:

- Voor de spanning over de led geldt:

$$U = \frac{P}{I} = \frac{1,0 \cdot 10^2}{3,0} = 33,3 \text{ V.}$$

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:

$$t_{\text{led}} = \frac{\text{capaciteit}}{I_{\text{led}}} = \frac{5,0}{3,0} = 1,67 \text{ h.}$$

Voor 8 leds geldt:

$$t = \frac{t_{\text{led}}}{8} = \frac{1,67}{8} = 0,21 \text{ h.}$$

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

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

22 maximumscore 5

uitkomst: $t = 32 \text{ s}$

voorbeeld van een antwoord:

Voor de warmte die het water in één koelblok heeft opgenomen zodra het kookt geldt:

$$Q = cm\Delta T = 4,18 \cdot 10^3 \cdot 25 \cdot 10^{-3} \cdot (100 - 20) = 8,36 \cdot 10^3 \text{ J.}$$

De 4 leds op een koelblok leveren per seconde een warmte van:

$$P_{\text{warmte}} = 4 \cdot (1,00 - 0,35) \cdot 1,0 \cdot 10^2 = 2,60 \cdot 10^2 \text{ W.}$$

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

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.

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

natuurkunde havo

Centraal examen havo

Tijdvak 1

Correctievoorschrift

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

Bij het centraal examen natuurkunde havo:

Op **pagina 9**, bij **vraag 6** moet in methode 2 in het voorbeeld van een antwoord

$$s = 17,5 \cdot 9,0 = 1,6 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}$$

vervangen worden door:

$$s = 17,5 \cdot 9,0 = 1,6 \cdot 10^2 \text{ m}$$

en

Op **pagina 16**, bij **vraag 19** moet

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 |

vervangen worden door:

Volgens formule (1) is Po-210 in de longen zo gevaarlijk omdat:

- 1 De α -straling een grote weegfactor heeft.
- 2 De bestraalde massa klein is.
- 3 De tijd van het bestralen lang is.

- | | |
|---|---|
| • inzicht dat α -straling een (relatief) grote weegfactor w_R heeft | 1 |
| • inzicht dat (door de hotspots) de bestraalde massa m klein is | 1 |
| • inzicht dat (door het vastplakken) de tijd van het bestralen Δt lang is | 1 |

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

Namens het College voor Toetsen en Examens,

drs. J.H. van der Vegt,
voorzitter

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.

- 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;

- 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.

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.

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.

4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

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

Vleermuisdetector

1 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

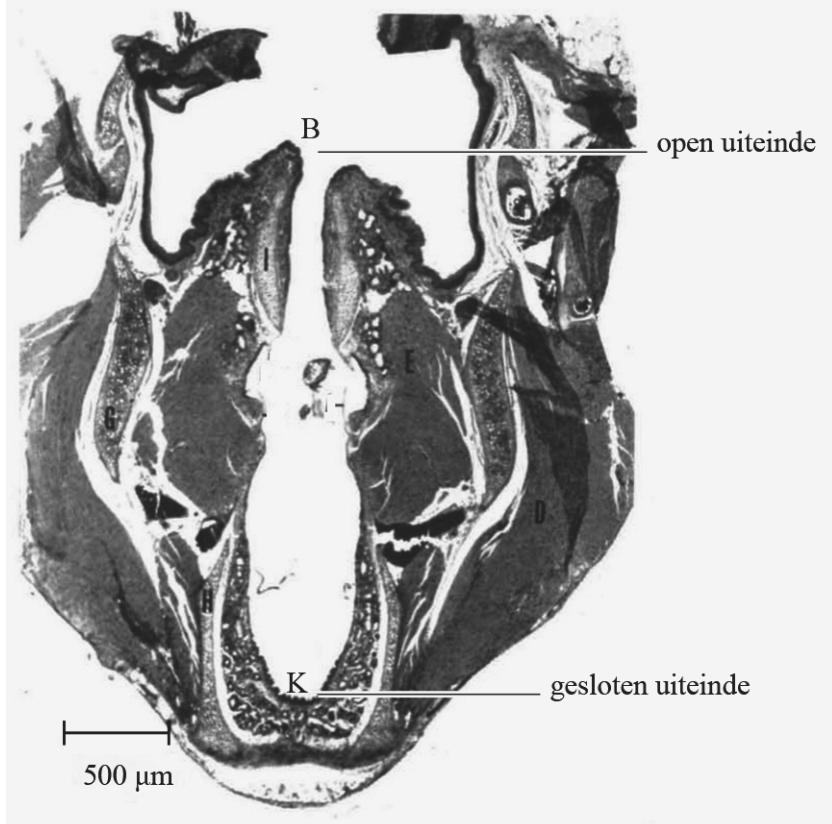
Uit het (u,t) -diagram blijkt dat de periode van de trilling aan het einde van de puls groter wordt en de frequentie dus afneemt. Uit het sonogram volgt dat alleen de dwergvleermuis een afnemende frequentie heeft.

- inzicht dat in het (u,t) -diagram de frequentie afneemt 1
- consequente conclusie 1

2 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

-



- Uit de opgemeten lengte van de luchtkolom en de schaal volgt:

$$\ell = 5,1 \cdot 500 \cdot 10^{-6} = 2,55 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\lambda = 4\ell = 4 \cdot 2,55 \cdot 10^{-3} = 1,02 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343}{1,02 \cdot 10^{-2}} = 34 \cdot 10^3 \text{ Hz}$. (Dit is hoger dan de hoogste toon die een mens kan horen.)

- aangeven van het juiste patroon van B en K 1
- bepalen van de echte lengte van de luchtkolom (met een marge van $0,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$) 1
- inzicht in het verband tussen λ en ℓ 1
- gebruik van $f = \frac{v}{\lambda}$ met opzoeken van v_{geluid} 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerkingen

- *Wanneer het patroon alleen is getekend zonder aangeven van knopen K en buiken B, vervalt de eerste deelscore.*
- *De derde deelscore kan alleen worden toegekend als deze consequent is met het patroon.*

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

3 maximumscore 3

uitkomst: $f_{\text{TE detector}} = 14 \cdot 10^3 \text{ Hz}$ en $R = 5,9$

voorbeeld van een antwoord:

- Uit het (u,t) -diagram van de detector volgt:

$$T = \frac{212 \cdot 10^{-6}}{3} = 7,1 \cdot 10^{-5} \text{ s} \rightarrow f_{\text{TE detector}} = \frac{1}{7,1 \cdot 10^{-5}} = 14 \cdot 10^3 \text{ Hz}.$$

- Uit formule (1) volgt:

$$R = \frac{f_{\text{vleermuis}}}{f_{\text{TE detector}}} = \frac{83 \cdot 10^3}{14 \cdot 10^3} = 5,9.$$

- bepalen van de trillingstijd (met een marge van $0,1 \cdot 10^{-5} \text{ s}$) 1
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- gebruik van formule (1) en completeren van de bepalingen 1

4 maximumscore 2

uitkomst: $\Delta f_{\text{instel}} = 25 \text{ kHz}$ (met een marge van 1 kHz)

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $\Delta f_{\text{instel}} = f_{\text{vleermuis}} - f_{\text{HD detector}} = 35 - 10 = 25 \text{ kHz}$.

- inzicht dat het verschil tussen de twee weergeven frequentiegebieden bepaald moet worden 1
- completeren van de bepaling 1

5 maximumscore 3

Het geluid van de dwergvleermuis bevat frequenties van 29 kHz tot 90 kHz.

Het verschil tussen de hoogste en laagste frequentie van de roep van de dwergvleermuis is **grooter** dan het verschil tussen de hoogste en laagste frequentie van het hoorbare gebied.

Om de roep van de dwergvleermuis volledig hoorbaar te maken, kunnen de frequenties dus **verkleind** worden.

Om de roep van de dwergvleermuis volledig hoorbaar te maken
is alleen de TE-detector geschikt.

- bepalen van de frequenties (met een marge van 2 kHz) 1
- tweede zin consequent met het bereik 1
- derde en vierde zin consequent met de tweede 1

Noodstroom voor de Arena

6 maximumscore 5

uitkomst: 13(%)

voorbeeld van een antwoord:

De zonnepanelen leveren in totaal een elektrisch vermogen van:

$$P_{\text{zonnepanelen}} = 7,20 \cdot 10^3 \cdot 7,5 \cdot 10^2 \cdot 0,18 = 9,72 \cdot 10^5 \text{ W} = 972 \text{ kW}$$

Per jaar leveren de panelen dan een energie van:

$$E = Pt = 972 \cdot 1,2 \cdot 10^3 = 1,17 \cdot 10^6 \text{ kWh}$$

Dit komt overeen met $\frac{1,17 \cdot 10^6}{9,0 \cdot 10^6} \cdot 100 = 13\%$.

- inzicht dat $P_{\text{zonnepanelen}} = A_{\text{zonnepanelen}} \cdot I_{\text{zon}}$ 1
- juist gebruik van de factor 0,18 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- inzicht dat percentage $= \frac{E_{\text{zonnepanelen}}}{E_{\text{totaal}}} \cdot 100$ 1
- completeren van de berekening en significantie 1

7 maximumscore 4

uitkomst: $V = 1,3 \cdot 10^2 (\text{L})$

voorbeeld van een antwoord:

- $E_{\text{ch}} = r_V V \rightarrow V = \frac{E_{\text{ch}}}{r_V} = \frac{1,3 \cdot 10^3 \cdot 3,6 \cdot 10^6}{36 \cdot 10^9} = 0,13 \text{ m}^2 = 1,3 \cdot 10^2 \text{ L}$

- Er is nog geen rekening gehouden met het rendement van de generatoren/er gaat energie verloren in andere vormen.

- gebruik van $E_{\text{ch}} = r_V V$ 1
- omrekenen van kWh naar J 1
- completeren van de berekening 1
- geven van een correcte reden voor het hogere dieselverbruik 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

8 maximumscore 3

De totale weerstand van de schakeling (zie figuur 2) **neemt toe** wanneer de accu wordt overgeplaatst van de auto naar de superbatterij.

De stroomsterkte in deze schakeling **neemt dan af**.

De spanning over R_{int} in deze schakeling **neemt dan af**.

De warmteontwikkeling in R_{int} **neemt dan af**.

- eerste zin goed 1
- tweede zin consequent met de eerste zin 1
- derde en vierde zin consequent met de tweede zin 1

9 maximumscore 4

uitkomsten: $E_{accu} = 18 \text{ kWh}$ en $n = 1,6 \cdot 10^2$

voorbeelden van antwoorden:

- Er geldt: $3,0 \text{ V} \cdot 31 \text{ Ah} = 93 \text{ Wh} = 0,093 \text{ kWh}$. Voor de autoaccu is de opslag dan gelijk aan $192 \cdot 0,093 = 18 \text{ kWh}$.
- Voor de Arena zijn dan in totaal $\frac{2,8 \cdot 10^3}{18} = 1,6 \cdot 10^2$ accu's nodig.

- inzicht dat $E_{cel} = U \cdot I \cdot t$ 1
- inzicht dat $E_{accu} = 192 \cdot E_{cel}$ 1
- inzicht dat $n = \frac{E_{Arena}}{E_{accu}}$ 1
- completeren van beide berekeningen 1

Opmerking

Als een kandidaat de factor 192 niet of niet juist toepast, kan deelscore vier nog wel behaald worden.

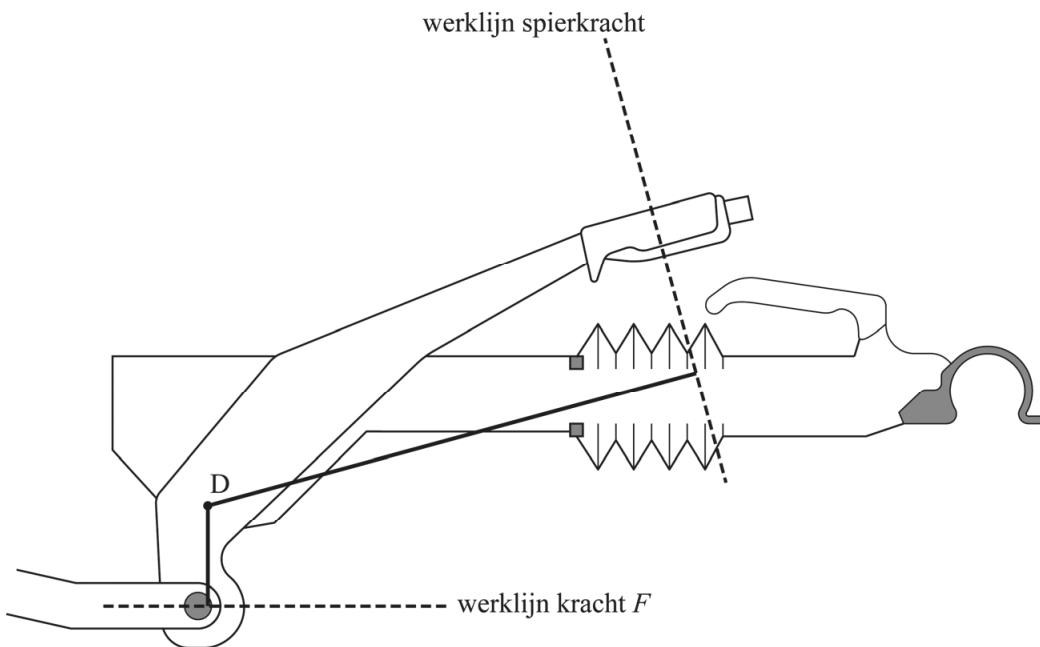
Caravanremmen

10 maximumscore 4

uitkomst: $F_{\text{spier}} = 6,9 \cdot 10^2 \text{ N}$

voorbeeld van een antwoord:

—



- Uit de hefboomwet volgt:

$$F_1r_1 = F_2r_2 \rightarrow 3,5 \cdot 10^3 \cdot 1,4 = F_{\text{spier}} \cdot 7,1 \rightarrow F_{\text{spier}} = 6,9 \cdot 10^2 \text{ N.}$$

- tekenen van beide armen 1
- gebruik van $F_1r_1 = F_2r_2$ 1
- bepalen van de lengte van beide getekende armen (met een marge van 2 mm) 1
- completeren van de bepaling 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

11 maximumscore 4

uitkomst: $d = 3,3 \cdot 10^{-3}$ m

voorbeeld van een antwoord:

Uit het diagram volgt dat de kabel breekt bij een spanning $\sigma = 410 \cdot 10^6$ N m⁻². De staalkabel moet een doorsnede hebben met een oppervlakte $A = \frac{F}{\sigma} = \frac{3,5 \cdot 10^3}{410 \cdot 10^6} = 8,5 \cdot 10^{-6}$ m². De kabel heeft een diameter $d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8,5 \cdot 10^{-6}}{\pi}} = 3,3 \cdot 10^{-3}$ m.

- inzicht dat $\sigma = 410 \cdot 10^6$ N m⁻² 1
- gebruik van $\sigma = \frac{F}{A}$ 1
- gebruik van $A = \frac{1}{4}\pi d^2$ of $A = \pi r^2$ met $d = 2r$ 1
- completeren van de bepaling 1

12 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

De afstand is te bepalen door de oppervlakte onder de grafiek te bepalen.

- inzicht dat de oppervlakte onder de grafiek bepaald moet worden 1

13 maximumscore 5

uitkomst: $F = 2,5 \cdot 10^3$ N

voorbeeld van een antwoord:

Uit de wet van behoud van arbeid en energie volgt:

$$E_{\text{tot, in}} = E_{\text{tot, uit}} \rightarrow mgh = Fs \rightarrow F = \frac{3,0 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 370}{4,3 \cdot 10^3} = 2,5 \cdot 10^3 \text{ N.}$$

- inzicht dat $E_z = Q$ of $W_z + W_{\text{rem}} = 0$ 1
- gebruik van $E_z = mgh$ 1
- inzicht dat $Q = Fs$ of $W_{\text{rem}} = -Fs$ 1
- completeren van de berekening 1
- significantie 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

14 maximumscore 3

uitkomst: $F = (-)1,4 \cdot 10^3 \text{ N}$

voorbeeld van een antwoord:

Uit de helling van de grafiek tussen 550 s en 570 s volgt:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - 9,0}{570 - 550} = (-)0,45 \text{ m s}^{-2}.$$

Voor de remkracht geldt dan:

$$F = ma = 3,0 \cdot 10^3 \cdot -0,45 = -1,4 \cdot 10^3 \text{ N.}$$

- gebruik van $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$ 1
- gebruik van $F = ma$ 1
- completeren van de bepaling 1

15 maximumscore 5

uitkomst: $P = 1,4 \cdot 10^3 \text{ W}$

voorbeeld van een antwoord:

- De remmen hebben energie opgenomen in de vorm van warmte. Voor het opgewekte warmtevermogen geldt:

$$P = \frac{E}{t} = \frac{cm\Delta T}{t} = \frac{0,46 \cdot 10^3 \cdot 5,2 \cdot (175 - 120)}{545 - 450} = 1,4 \cdot 10^3 \text{ W.}$$

- In werkelijkheid is er tijdens het remmen ook warmte afgestaan aan de omgeving.

- gebruik van $P = \frac{E}{t}$ 1
- gebruik van $Q = cm\Delta T$ met opzoeken van c 1
- completeren van de berekening 1
- significantie 1
- inzicht dat er warmte is afgestaan aan de omgeving van de remmen 1

Aluminium

16 maximumscore 3

uitkomst: 2,91:1,00

voorbeeld van een antwoord:

- IJzer heeft een dichtheid van $7,87(\cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3})$, aluminium een dichtheid van $2,70(\cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3})$. Hieruit volgt de verhouding $7,87 : 2,70 \rightarrow 2,91 : 1,00$.

- De treksterkte van aluminium is veel lager dan van ijzer.

- opzoeken van dichthesden van ijzer en aluminium 1
- completeren van de berekening 1
- inzicht dat de treksterkte van aluminium verschilt van die van ijzer 1

17 maximumscore 3

Bij een gegeven temperatuur van de elektronica hangt de hoeveelheid warmte die het koellichaam per seconde afstaat aan de omgeving af van de **warmtegeleidingscoëfficiënt** van het gebruikte materiaal.

De waarde van deze stofeigenschap is voor aluminium **kleiner** dan voor koper.

Een elektrisch onderdeel in een computer bereikt daardoor een lagere temperatuur als het wordt gekoeld met een koellichaam van **koper**.

- eerste zin goed 1
- tweede zin consequent met de eerste zin 1
- derde zin consequent met de tweede zin 1

Opmerking

Bij een fout in de eerste zin komt ook de derde deelscore te vervallen.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

18 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

De halveringsdikte van aluminium bij 50 keV is 0,70 cm. Hieruit volgt voor de doorgelaten intensiteit:

$$I = I_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{d}{d_{\frac{1}{2}}}} = I_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1,4}{0,70}} = 0,25 \cdot I_0$$

Aluminium zou 25% van de straling doorlaten. Omdat er slechts 17% wordt doorgelaten, is het geen aluminium en moet het dus niet worden weggeblazen.

- gebruik van $I = I_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^n$ en $n = \frac{d}{d_{\frac{1}{2}}}$ 1
- opzoeken van $d_{\frac{1}{2}}$ van aluminium bij $E = 50$ keV 1
- completeren van de berekening 1
- consequente conclusie 1

19 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

De straling levert een energie van $E = Pt = 15 \cdot 10^3 \cdot 0,1 = 1,5 \cdot 10^3$ J. Hiervan wordt 25% geabsorbeerd.

Uit $H = w_R D$ en $D = \frac{E}{m}$ volgt:

$$H = w_R \frac{E}{m} = 1 \cdot \frac{0,25 \cdot 1,5 \cdot 10^3}{0,50} = 8 \cdot 10^2 \text{ Sv. (Deze waarde ligt ver boven de jaarlijkse beschermingsnorm).}$$

- gebruik van $D = \frac{E}{m}$ en $H = w_R \cdot D$ met $w_R = 1$ 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- juist toepassen van de factor 0,25 1
- completeren van de berekening 1

OSIRIS-REx

20 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Op het oppervlak van Bennu geldt:

$$F_z = F_g \rightarrow mg = \frac{GMm}{r^2} \rightarrow g = \frac{6,674 \cdot 10^{-11} \cdot 7,329 \cdot 10^{10}}{(2,45 \cdot 10^2)^2} = 8,14 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-2}.$$

Dus:

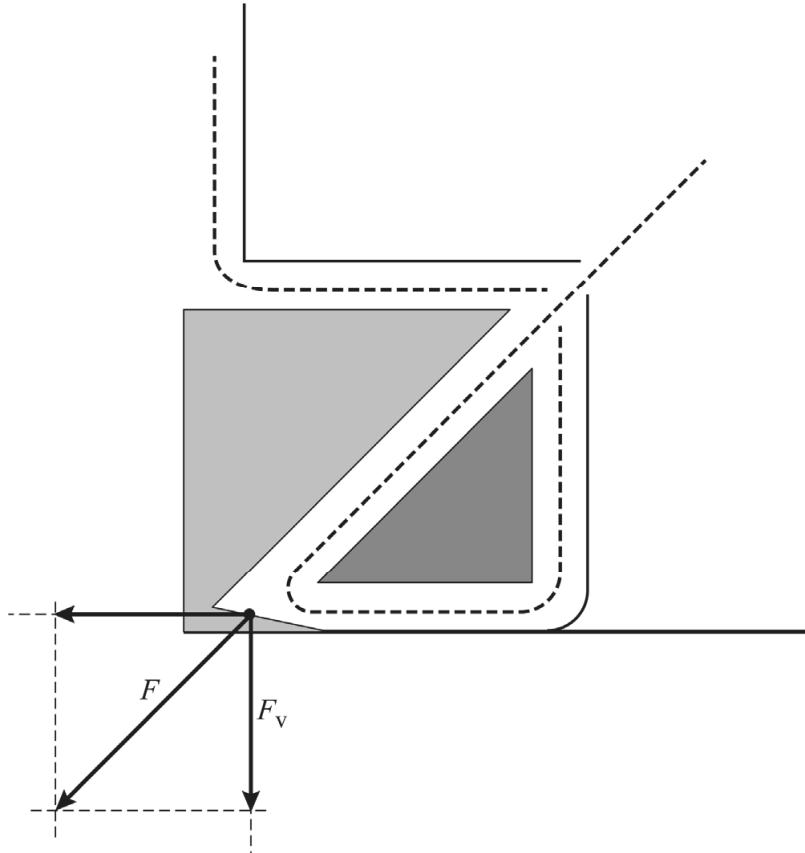
$$\frac{g}{g_B} = \frac{9,81}{8,14 \cdot 10^{-5}} = 1,2 \cdot 10^5$$

- gebruik van $F_g = G \frac{Mm}{r^2}$ met opzoeken van G 1
- inzicht dat $g = \frac{F_g}{m}$ 1
- completeren van de berekening 1

21 maximumscore 4uitkomst: $F_v = 0,24 \text{ N}$ (met een marge van 0,02 N)

voorbeeld van een antwoord:

-



Uit de constructie en de schaal volgt $F_v = \frac{3,3 \cdot 10^{-1}}{3,6} \cdot 2,6 = 0,24 \text{ N}$.

- Uit (de symmetrie in) figuur 2 volgt dat de gasstromen links en rechts even groot zijn, maar niet in dezelfde richting staan. De krachten in horizontale richting zijn links en rechts even groot, maar tegengesteld gericht. De nettokracht in horizontale richting (en dus de versnelling) is dan gelijk aan 0.
- gebruik van een juiste methode om de kracht te ontbinden 1
- completeren van de bepaling 1
- inzicht dat de horizontale krachten tegengesteld gericht zijn 1
- inzicht dat de nettokracht in horizontale richting gelijk is aan 0 1

22 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Op de massa m werkt een middelpuntzoekende kracht, dus er geldt:

$$F_{\text{arm}} = F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$$

De staal r is bekend en constant en de massa m moet worden bepaald, dus baansnelheid v (of omlooptijd T) moet worden gemeten.

- gebruik van $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$ 1
- inzicht dat de baansnelheid of omlooptijd moet worden gemeten 1

23 maximumscore 2

eigenschap	zo groot mogelijk	zo klein mogelijk
dikte van het hitteschild	X	
oppervlak van het hitteschild		X
warmtegeleidingscoëfficiënt van het materiaal		X

- indien drie antwoorden goed 2
- indien twee antwoorden goed 1
- indien één of geen antwoord goed 0

5 Aanleveren scores

Verwerk de scores van alle kandidaten per examinator in de applicatie Wolf.
Accordeer deze gegevens voor Cito uiterlijk op 26 juni.

6 Bronvermeldingen

Vleermuisdetector

figuur 3 Suthers and Fattu, 1973

figuur 4 Wikipedia door Nbentall

Noodstroom voor de Arena

figuur 3 Shutterstock 744766768 door petrmalinak

Aluminium

figuur 1 Shutterstock 1160082190 door MMXeon

OSIRIS-REx

figuur 1 NASA

figuur 3 Shutterstock 1159098589 door Raymon Cassel

Alle overige figuren: Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2023

natuurkunde havo

Centraal examen havo

Tijdvak 2

Correctievoorschrift

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

Bij het centraal examen natuurkunde havo:

Op pagina 13, bij vraag 14 moet
uitkomst: $F = (-)1,4 \cdot 10^3 \text{ N}$

voorbeeld van een antwoord:

Uit de helling van de grafiek tussen 550 s en 570 s volgt:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - 9,0}{570 - 550} = (-)0,45 \text{ m s}^{-2}.$$

Voor de remkracht geldt dan:

$$F = ma = 3,0 \cdot 10^3 \cdot -0,45 = -1,4 \cdot 10^3 \text{ N.}$$

vervangen worden door:

$$\text{uitkomst: } F = (-)2,7 \cdot 10^3 \text{ N}$$

voorbeeld van een antwoord:

Uit de helling van de grafiek tussen 550 s en 560 s volgt:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - 9,0}{560 - 550} = (-)0,90 \text{ m s}^{-2}.$$

Voor de remkracht geldt dan:

$$F = ma = 3,0 \cdot 10^3 \cdot -0,90 = -2,7 \cdot 10^3 \text{ N.}$$

en moet de volgende *Opmerking* worden toegevoegd:

Opmerking

Als een kandidaat rekent met $\Delta v = 9,0 \text{ m s}^{-1}$ en $\Delta t = 20 \text{ s}$, dit goed rekenen.

Toelichting:

De gegevens in de stam van vraag 14 en in figuur 6 zijn niet met elkaar in overeenstemming. De vraag verwijst naar het bepalen met behulp van figuur 6. Uit die figuur blijkt dat er gedurende 10 s is afgeremd en niet gedurende de 20 s die de stam suggereert.

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

Namens het College voor Toetsen en Examens,

drs. J.H. van der Vegt,
voorzitter

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 onverwijd aan de directeur van de school van de gecommitteerde toekomen. Deze stelt het ter hand aan de gecommitteerde.

- 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;

- 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.

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.

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.

4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

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

Schip uit koers

1 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor de kinetische energie van het schip vóór het afremmen geldt:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,55 \cdot 10^8 \cdot 7,1^2 = 3,91 \cdot 10^9 \text{ J.}$$

Het schip heeft afgeremd over een afstand van $0,50 \cdot 366 = 183 \text{ m}$.

Hieruit volgt voor de wrijvingskracht:

$$(E_k =) W = F_w s \rightarrow F_w = \frac{W}{s} = \frac{3,91 \cdot 10^9}{183} = 2,1 \cdot 10^7 \text{ (N).}$$

- gebruik van $W = \Delta E_k$ met $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- inzicht dat $s = 0,50 \cdot \ell_{\text{schip}}$ 1
- gebruik van $W = Fs$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als de eenheid niet vermeld is, dit niet aanrekenen.

2 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt:

$$P_{\text{motor,max}} = F_{\text{motor,max}} v_{\text{max}} \rightarrow 7,2 \cdot 10^7 = F_{\text{motor,max}} \cdot \frac{46}{3,6} \rightarrow F_{\text{motor,max}} = 5,6 \cdot 10^6 \text{ N.}$$

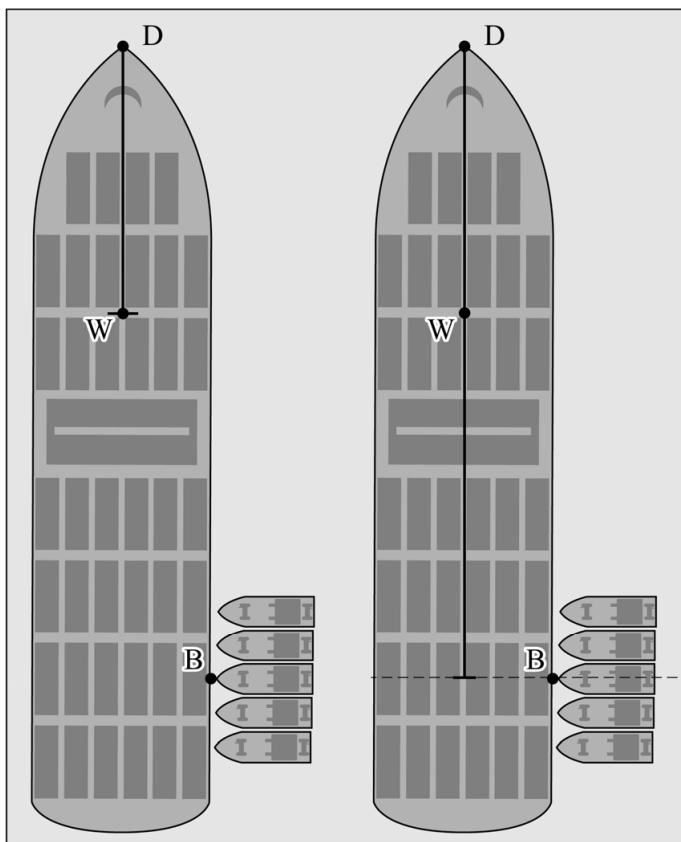
Deze motorkracht is kleiner dan de wrijvingskracht op het schip.

- gebruik van $P = Fv$ 1
- completeren van de berekening 1
- inzicht dat de motorkracht vergeleken moet worden met de wrijvingskracht op het schip 1

3 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

-

Arm van F_W :Arm van $F_{duwboten}$:

- De arm van de kracht van de duwboten is langer dan de arm van de wrijvingskracht. De momenten zijn gelijk, dus uit de hefboomwet volgt dan dat de totale duwkracht van de duwboten kleiner was dan de wrijvingskracht.
- intekenen van de armen van de krachten 1
- inzicht dat de arm van de duwkracht groter is dan de arm van de wrijvingskracht 1
- gebruik van de hefboomwet en consequente conclusie 1

Opmerking

Als de kandidaat één of twee armen verkeerd heeft ingetekend, maar deze armen consequent heeft gebruikt bij de beantwoording van de tweede deelvraag, kan de derde deelscore nog wel worden behaald.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

4 maximumscore 2

De zwaartekracht op het schip	bleef gelijk.
De normaalkracht van de oever op het schip	werd kleiner.
De kracht die de duwboten moesten uitoefenen om de wrijvingskracht te overwinnen	werd kleiner.

- de eerste twee regels juist 1
- de derde regel consequent met de tweede 1

Kampeerbrander op hout

5 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor het opwarmen van het water is nodig:

$$Q = cm\Delta T = 4,18 \cdot 10^3 \cdot 0,400 \cdot (100 - 10) = 1,50 \cdot 10^5 \text{ J.}$$

Voor de energie van het verbranden van het hout en het rendement geldt:

Binas:

$$E_{\text{ch}} = r_m m = 16 \cdot 10^6 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 2,88 \cdot 10^5 \text{ J.}$$

$$\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}} \cdot 100\% = \frac{1,50 \cdot 10^5}{2,88 \cdot 10^5} \cdot 100\% = 52\%.$$

Sciencedata:

$$E_{\text{ch}} = r_m m = 18,9 \cdot 10^6 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 3,40 \cdot 10^5 \text{ J.}$$

$$\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}} \cdot 100\% = \frac{1,50 \cdot 10^5}{3,40 \cdot 10^5} \cdot 100\% = 44\%.$$

De brander voldoet dus aan de eerste ontwerpeis.

- gebruik van $Q = cm\Delta T$ met opzoeken van c_{water} 1
- gebruik van $E_{\text{ch}} = r_m m$ met opzoeken van r_m hout 1
- gebruik van $\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}}$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

6 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Een stof met een hoge warmtegeleidingscoëfficiënt is in staat om veel warmte per tijdseenheid te geleiden. Koper heeft een hogere warmtegeleidingscoëfficiënt dan aluminium. Koper is dus de beste keuze.

- inzicht dat een grotere warmtegeleidingscoëfficiënt tot een sneller warmtetransport leidt 1
- consequente conclusie 1

Opmerking

Als de kandidaat heeft geredeneerd vanuit gelijkblijvende massa van het koellichaam en daarmee op aluminium uitkomt, dit goed rekenen.

7 maximumscore 2

uitkomst: VK^{-1} of $\text{V}^\circ\text{C}^{-1}$

voorbeeld van een antwoord:

$$[U] = [C][\Delta T] \rightarrow [C] = \frac{[U]}{[\Delta T]} = \text{VK}^{-1} \text{ of } \text{V}^\circ\text{C}^{-1}$$

- invullen van correcte eenheden voor U en ΔT 1
- completeren van het antwoord 1

8 maximumscore 3

uitkomst: $\Delta T = 1,7 \cdot 10^2 \text{ K}$

voorbeeld van een antwoord:

$$U = C\Delta T \rightarrow C = \frac{U}{\Delta T} = \frac{2,8}{(160 - 63)} = 0,0289 \left(\frac{\text{V}}{\text{K}} \right)$$

$$U = C\Delta T \rightarrow \Delta T = \frac{U}{C} = \frac{5,0}{0,0289} = 1,7 \cdot 10^2 \text{ K} = 1,7 \cdot 10^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

- gebruik van $U = C\Delta T$ 1
- inzicht dat de waarde van C volgt uit de meting bij 2,8 V / inzicht
dat $\frac{U_1}{U_2} = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}$ 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

9 maximumscore 4

uitkomst: $R_l = 1,0 \cdot 10^3 \Omega$ (binnen het bereik $7,8 \cdot 10^2 \Omega \leq R_l \leq 1,4 \cdot 10^3 \Omega$)

voorbeeld van een antwoord:

Over deze weerstand staat een spanning van

$$U_R = U_{\text{pelt}} - U_{\text{led}} = 5,0 - 1,5 = 3,5 \text{ V}.$$

Uit het (I, U) -diagram volgt dat bij een spanning van 1,5 V een stroom van $3,5 \cdot 10^{-3} \text{ A}$ door de schakeling gaat.

$$\text{Voor de weerstand geldt: } R_l = \frac{U_R}{I} = \frac{3,5}{3,5 \cdot 10^{-3}} = 1,0 \cdot 10^3 \Omega.$$

- gebruik van $U_{\text{tot}} = U_1 + U_2$ 1
- gebruik van $R = \frac{U}{I}$ 1
- inzicht dat I uit figuur 4 afgelezen moet worden bij $U = 1,5 \text{ V}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

Opmerking

Als niet is voldaan aan de eerste deelscore, de laatste deelscore voor completeren ook niet toekennen.

10 maximumscore 4

uitkomst: $t = 24 \text{ h}$

voorbeeld van een antwoord:

- Voor de laadstroom van de accu geldt:

$$I_{\text{accu}} = I_{\text{pelt}} - I_{\text{ventilator}} = 0,41 - 0,30 = 0,11 \text{ A}.$$

$$\text{Hieruit volgt voor de tijd: } t = \frac{\text{capaciteit}}{I} = \frac{2,6}{0,11} = 24 \text{ h}.$$

- Een laadtijd van 24 h is veel langer dan het koken van een maaltijd duurt. Ze hebben hun vierde ontwerpeis dus niet gehaald.

- gebruik van $I_{\text{tot}} = I_1 + I_2$ 1
- inzicht dat $t = \frac{\text{capaciteit}}{I}$ 1
- completeren van de berekening 1
- inzicht dat de berekende laadtijd met de kooktijd van een maaltijd vergeleken moet worden en consequente conclusie 1

Falcon heavy

11 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

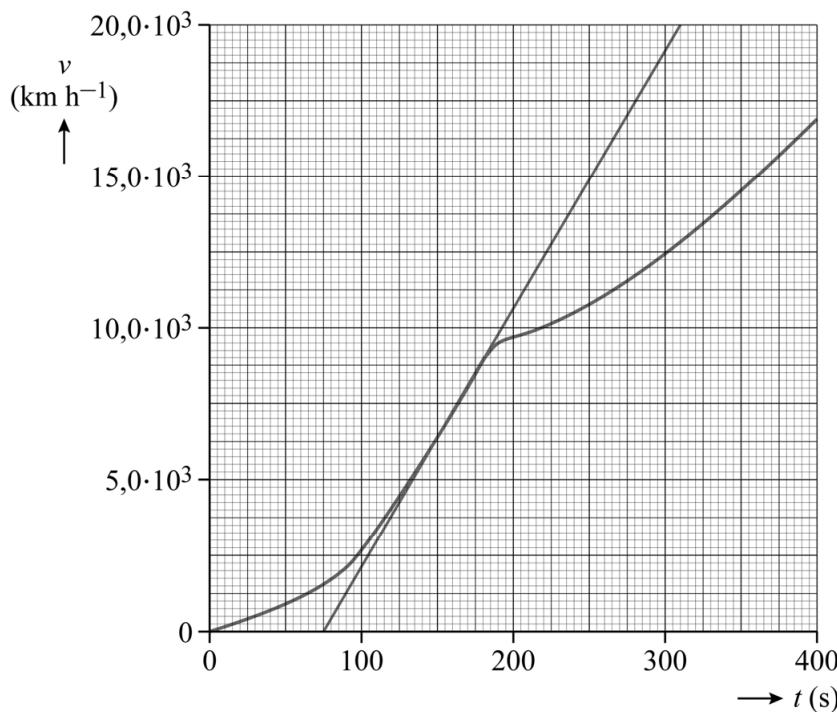
- Voor de baansnelheid geldt $v = \frac{2\pi r}{T}$. De periode van de rotatie van de aarde is altijd 24 uur. Op de evenaar is de afstand r tot de aardas het grootst, dus de baansnelheid v ook.
- Uit $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ volgt dat bij een grotere snelheid v_L er meer kinetische energie bij de start is. (De raketmotoren hoeven dan minder brandstof te verbranden.)

- gebruik van $v = \frac{2\pi r}{T}$ of $v = \frac{s}{t}$ met $s = 2\pi r$ 1
- inzicht dat T constant is en dat r het grootst is op de evenaar 1
- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- inzicht dat er bij een start vanaf de evenaar meer kinetische energie aanwezig is 1

12 maximumscore 4

uitkomst: $a = 23,6 \text{ ms}^{-2}$ (binnen het bereik $20,0 \text{ ms}^{-2} \leq a \leq 25,0 \text{ ms}^{-2}$)

voorbeeld van een antwoord:



$$\text{Uit de raaklijn volgt: } a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(20,0 \cdot 10^3 / 3,6)}{(310 - 75)} = 23,6 \text{ ms}^{-2}.$$

- tekenen van de raaklijn op $t = 180 \text{ s}$ / aangeven van een relevant rechtdeel in de grafiek 1
- gebruik van $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$ 1
- omrekenen van km h^{-1} naar ms^{-1} 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

13 maximumscore 5

uitkomst: $v = 7,80 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$

voorbeeld van een antwoord:

Voor een satellietbaan met een constante hoogte geldt:

$$\frac{mv^2}{r} = G \frac{mM}{r^2} \rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6,674 \cdot 10^{-11} \cdot 5,972 \cdot 10^{24}}{6,371 \cdot 10^6 + 1,80 \cdot 10^5}} = 7,80 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}.$$

- inzicht dat $\frac{mv^2}{r} = G \frac{mM}{r^2}$ 1
- opzoeken van waardes voor G en M 1
- bepalen van h (met een marge van 5 km) 1
- inzicht dat $r = R_A + h$ met opzoeken van R_A 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

Opmerking

Als gebruik is gemaakt van $R_A = 6,378 \cdot 10^6 \text{ m}$, dit goed rekenen.

14 maximumscore 3

uitkomst: $v = 8,50 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$

voorbeeld van een antwoord:

- Uit de stelling van Pythagoras volgt:

$$s = \sqrt{\Delta h^2 + \Delta x^2} = \sqrt{(9,21 \cdot 10^6)^2 + (4,38 \cdot 10^6)^2} = 1,02 \cdot 10^7 \text{ m}.$$

- Tussen foto 1 en 2 zat een tijd van 20,0 minuten. Hieruit volgt:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{1,02 \cdot 10^7}{20,0 \cdot 60} = 8,50 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}.$$

- inzicht dat $s = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta h^2}$ 1
- gebruik van $s = vt$ 1
- completeren van de berekeningen 1

Sarcoïde

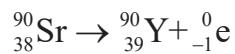
15 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

- De activiteit van de isotoop moet in relatief korte tijd afnemen.
Hiervoor is een korte halveringstijd nodig. De isotoop Au-198 heeft de kortste halveringstijd, dus capsule I.
 - De dracht van β -straling in weefsel is heel klein.
-
- inzicht dat er sprake moet zijn van een korte halveringstijd 1
 - consequente conclusie 1
 - inzicht dat de dracht van β -straling klein is 1

16 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



- alleen Sr-90 links van de pijl, β rechts van de pijl 1
- Y rechts van de pijl (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

Opmerking

Als rechts van de pijl ook γ is genoteerd, vervalt de eerste deelscore.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

17 maximumscore 5

uitkomst: $t = 1,1 \cdot 10^3$ s

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Voor de behandeling is een totale energie nodig van:

$$D = \frac{E}{m} \rightarrow E = 20 \cdot 7,9 \cdot 10^{-5} = 1,58 \cdot 10^{-3} \text{ J.}$$

Per vervalreactie wordt $2,9 \cdot 1,60 \cdot 10^{-13} = 4,64 \cdot 10^{-13}$ J door het weefsel opgenomen.

In totaal zijn er dan $\frac{E}{E_{\text{verval}}} = \frac{1,58 \cdot 10^{-3}}{4,64 \cdot 10^{-13}} = 3,41 \cdot 10^9$ vervalreacties nodig.

Hiervoor is een tijd nodig van $\frac{3,41 \cdot 10^9}{3,1 \cdot 10^6} = 1,1 \cdot 10^3$ s.

- gebruik van $D = \frac{E}{m}$ 1
- omrekenen van MeV naar J 1
- inzicht dat $n_{\text{vervalreacties}} = \frac{E_{\text{totaal}}}{E_{\text{vervalreactie}}}$ 1
- inzicht dat $t = \frac{n_{\text{vervalreacties}}}{A}$ 1
- completeren van de berekening 1

of

methode 2

Voor de behandeling is een totale energie nodig van:

$$D = \frac{E}{m} \rightarrow E = 20 \cdot 7,9 \cdot 10^{-5} = 1,58 \cdot 10^{-3} \text{ J.}$$

Per vervalreactie wordt $2,9 \cdot 1,60 \cdot 10^{-13} = 4,64 \cdot 10^{-13}$ J door het weefsel opgenomen.

Er geldt: $P = A \cdot E_{\text{vervalreactie}} = 3,1 \cdot 10^6 \cdot 4,64 \cdot 10^{-13} = 1,44 \cdot 10^{-6} \text{ Js}^{-1}$.

De behandeling duurt $t = \frac{E}{P} = \frac{1,58 \cdot 10^{-3}}{1,44 \cdot 10^{-6}} = 1,1 \cdot 10^3$ s.

- gebruik van $D = \frac{E}{m}$ 1
- omrekenen van MeV naar J 1
- inzicht dat $P = A \cdot E_{\text{vervalreactie}}$ 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- completeren van de berekening 1

18 maximumscore 5

uitkomst: $t = 37 \text{ s}$

voorbeeld van een antwoord:

Voor de energie van een foton geldt:

$$E = hf = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 2,45 \cdot 10^9 = 1,62 \cdot 10^{-24} \text{ J}.$$

Hieruit volgt voor het vermogen van de stralingsbron:

$$P = 6,2 \cdot 10^{25} \cdot 1,62 \cdot 10^{-24} = 1,01 \cdot 10^2 \text{ Js}^{-1}.$$

$$\text{Het opwarmen duurt } t_{\text{opw}} = \frac{E}{P} = \frac{7,2 \cdot 10^2}{1,01 \cdot 10^2} = 7,1 \text{ s}.$$

De minimale totale tijd voor de behandeling is $t_{\text{totaal}} = 30 + 7,1 = 37 \text{ s}$.

- gebruik van $E_f = hf$ 1
- inzicht dat $P = 6,2 \cdot 10^{25} \cdot E_f$ 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- inzicht dat $t_{\text{totaal}} = 30 + t_{\text{opw}}$ 1
- completeren van de berekening 1

19 maximumscore 2

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

De temperatuur van 42°C kan bereikt worden tot een diepte van $5,7 \text{ mm}$ in het weefsel. De huiddikte van het paard is $4,5 \text{ mm}$. Hyperthermie is dus voor de hele dikte van de huid geschikt.

- vergelijken van de doordringdiepte bij 42°C met de huiddikte 1
- consequente conclusie 1

of

methode 2

De huiddikte van het paard is $4,5 \text{ mm}$. De temperatuur die op deze diepte bereikt kan worden is $43,5^\circ\text{C}$. Dit is hoger dan de benodigde 42°C .

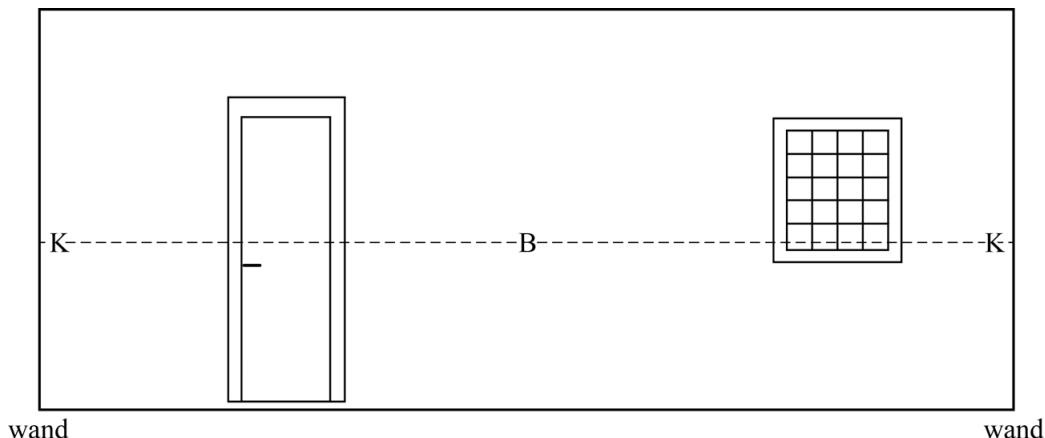
Hyperthermie is dus voor de hele dikte van de huid geschikt.

- vergelijken van de temperatuur bij $4,5 \text{ mm}$ met de benodigde temperatuur 1
- consequente conclusie 1

Infrasone trillingen

20 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:



- Voor de golflengte in de ruimte geldt:
 $\lambda = 2L \rightarrow \lambda = 2 \cdot 11,0 = 22,0 \text{ m.}$

$v = f\lambda \rightarrow f = \frac{343}{22,0} = 15,6$ Hz. (Deze frequentie ligt onder de frequentie van hoorbaar geluid.)

- aangeven van een buik in het midden en twee knopen bij de wanden 1
 - inzicht dat $\lambda = 2L$ 1
 - gebruik van $v = f\lambda$ met $v = 343 \text{ ms}^{-1}$ 1
 - completeren van de berekening 1

Opmerking

Als het patroon alleen is getekend zonder aangeven van knopen K en buiken B, vervalt de eerste deelscore.

21 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Uit figuur 3 blijkt dat een deel van de verdiepingen weinig tot geen klachten kende en een deel juist heel veel. Dit patroon past het best bij een staande golf, waar een deel niet in trilling is en een deel voortdurend in trilling is.

- inzicht dat de klachten niet gelijkmataig over het gebouw verdeeld waren 1
 - consequente conclusie 1

22 maximumscore 1

resonantie/resoneren

23 D

24 **maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

De glaswasinstallatie is een massa-veersysteem waarvoor geldt:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{C}} = 2\pi \sqrt{\frac{350}{2,2 \cdot 10^5}} = 0,251 \text{ s.}$$

Hieruit volgt voor de frequentie:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,251} = 4,0 \text{ Hz. (De frequentie van deze infrasone trillingen is}$$

gelijk aan de eigenfrequentie van de bureaus.)

- gebruik van $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{C}}$ 1
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- completeren van de berekening 1

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 30 mei te accorderen.

Ook na 30 mei kunt u nog tot en met 12 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

Schip uit koers

figuur 1 Shutterstock, afbeelding 705979063 door Peter Braakmann

Kampeerbrander op hout

figuur 1 Shutterstock, afbeelding 727285984 door Sean Thomforde

Falcon heavy

figuur 1 Shutterstock, afbeelding 1366865402

Infrasone trillingen

bron 1 Infrasone trillingen: Riksgebouwendienst, Ministerie van Binnenlandse Zaken,
Onderzoeksrapport Trillingen Westraven, 18 september 2012

figuur 2 Shutterstock, afbeelding 1056409958 door www.hollandfoto.net

Alle overige figuren: Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2024

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.

- 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;

- 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.

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.

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.

4 Beoordelingsmodel

Vraag

Antwoord

Scores

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

Kunstmatige meteoroïden

1 maximumscore 4

uitkomst: $s_{\max} = 85 \text{ km}$

voorbeeld van een antwoord:

De maximale lengte van de baan wordt bereikt bij de maximale snelheid.

$$\text{Hieruit volgt: } s_{\max} = v_{\max} t = \left(\frac{2,5 \cdot 10^5}{3,6} \right) \cdot 1,22 = 8,5 \cdot 10^4 \text{ m} = 85 \text{ km.}$$

- inzicht dat de maximale snelheid gebruikt moet worden 1
- gebruik van $s = vt$ 1
- completeren van de berekening 1
- significantie 1

2 maximumscore 3

uitkomst: $T = 2,81 \cdot 10^3 (\text{°C})$

voorbeeld van een antwoord:

$$\text{Uit de wet van Wien volgt: } T = \frac{k_w}{\lambda_{\max}} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{940 \cdot 10^{-9}} = 3,083 \cdot 10^3 \text{ K.}$$

Dit komt overeen met $3,083 \cdot 10^3 - 273 = 2,81 \cdot 10^3 \text{ °C}$.

- gebruik van $\lambda_{\max} T = k_w$ 1
- omrekenen van K naar °C 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

3 maximumscore 4

uitkomst: $v = 7,7 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$.

voorbeeld van een antwoord:

Voor de baansnelheid van de satelliet geldt:

$$F_{\text{mpz}} = F_g \rightarrow \frac{mv^2}{r} = \frac{GMm}{r^2}$$

$$\rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,972 \cdot 10^{24}}{(6,371 \cdot 10^6 + 4,0 \cdot 10^5)}} = 7,7 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$$

- inzicht dat $F_{\text{mpz}} = F_g$ 1
- gebruik van $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$ en $F_g = G \frac{Mm}{r^2}$ 1
- inzicht dat $r = R_A + h$ 1
- completeren van de berekening 1

4 C

5 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $\frac{1}{2}mv_v^2 + mgh_v = \frac{1}{2}mv_n^2 + mgh_n$

$$\rightarrow \frac{1}{2}(7,5 \cdot 10^3)^2 + 9,8 \cdot 4,0 \cdot 10^5 = \frac{1}{2}v_n^2 + 9,8 \cdot 1,0 \cdot 10^5$$

Hieruit volgt: $v_n = 7,9 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$. Dit komt overeen met

$v = 2,8 \cdot 10^4 \text{ km h}^{-1}$. (Deze snelheid is lager dan van een echte meteoroïde).

- inzicht dat $E_{k \text{ voor}} + E_{z \text{ voor}} = E_{k \text{ na}} + E_{z \text{ na}}$ 1
- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ en $E_z = mgh$ 1
- omrekenen van ms^{-1} naar km h^{-1} of vice versa 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

6 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt voor de straal van het cirkelvormige gebied:

$$\tan\left(\frac{77}{2}\right) = \frac{r}{100} \rightarrow r = 80 \text{ km. Het gebied heeft dus een diameter van}$$

$1,6 \cdot 10^2$ km. Dit komt in orde van grootte overeen met gebied III, op autoafstand.

- inzicht dat $\tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{r}{h}$ 1
- completeren van de berekening 1
- consequente conclusie 1

Knakworstenverwarmer

7 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De stroommeter moet in serie zijn aangesloten met de knakworst. Dat is meter II.

- inzicht dat een stroommeter in serie moet worden aangesloten 1
- consequente keuze voor meter II 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

8 maximumscore 6

uitkomst: $R = 2,6 \cdot 10^2 \Omega$ (met een marge van $0,1 \cdot 10^2 \Omega$)

voorbeeld van een antwoord:

- Er geldt: $R = \frac{U}{I} = \frac{20,0}{0,076} = 2,6 \cdot 10^2 \Omega$.
- De knakworst heeft een doorsnede met een oppervlakte van $A = \pi r^2 = \pi(7,5 \cdot 10^{-3})^2 = 1,77 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$.

$$\text{Hieruit volgt: } \rho = \frac{RA}{\ell} = \frac{2,6 \cdot 10^2 \cdot 1,77 \cdot 10^{-4}}{8,0 \cdot 10^{-2}} = 0,58 \Omega \text{m.}$$

Dat is niet hetzelfde als de soortelijke weerstand van zout water.

- gebruik van $U = IR$ 1
- aflezen van een bij elkaar passende U en I 1
- gebruik van $\rho = \frac{RA}{\ell}$ 1
- gebruik van $A = \pi r^2$ of $A = \frac{1}{4}\pi d^2$ met $r = \frac{1}{2}d$ 1
- completeren van de bepaling en de berekening en significantie 1
- consequente conclusie 1

9 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Tijdens het opwarmen neemt de stroomsterkte toe. De weerstand neemt dus af (omdat de spanning constant blijft). Dit is een eigenschap van een NTC.

- inzicht dat de stroomsterkte toeneemt 1
- inzicht in het verband tussen de stroomsterkte en de weerstand van de knakworst 1
- consequente conclusie 1

10 maximumscore 4

uitkomst: $\eta = 0,70 (= 70\%)$

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt:

$$Q = cm\Delta T = 3,0 \cdot 10^3 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot (60 - 22) = 2,28 \cdot 10^3 \text{ J.}$$

En voor de benodigde elektrische energie:

$$E = Pt = 3,9 \cdot (14 \cdot 60) = 3,28 \cdot 10^3 \text{ J.}$$

Dus:

$$\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}} = \frac{2,28 \cdot 10^3}{3,28 \cdot 10^3} = 0,70 (= 70\%).$$

- gebruik van $Q = cm\Delta T$ 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- gebruik van $\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}}$ of $\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}}$ 1
- completeren van de berekening 1

11 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Uit figuren 2 en 3 volgt dat één knakworst is aangesloten op een stroomsterkte van ongeveer 0,1 A bij een spanning van ongeveer 30 V.

De voeding kan geen veelvoud van deze spanning leveren, maar wel een veelvoud van deze stroomsterkte. Dat kan alleen als de worsten parallel op de voeding worden aangesloten.

- inzicht dat figuren 2 en 3 gebruikt moeten worden om de stroomsterkte door en de spanning over 1 knakworst te bepalen 1
- inzicht dat bij serieschakeling de maximale spanning wordt overschreden / dat de totale stroomsterkte moet toenemen 1
- consequente conclusie 1

Boombrommer

12 maximumscore 2

tijdstip (s):	de motorkracht verricht arbeid	de remkracht verricht arbeid	er wordt geen arbeid verricht
7			X
23	X		
36		X	

indien drie antwoorden juist 2

indien twee antwoorden juist 1

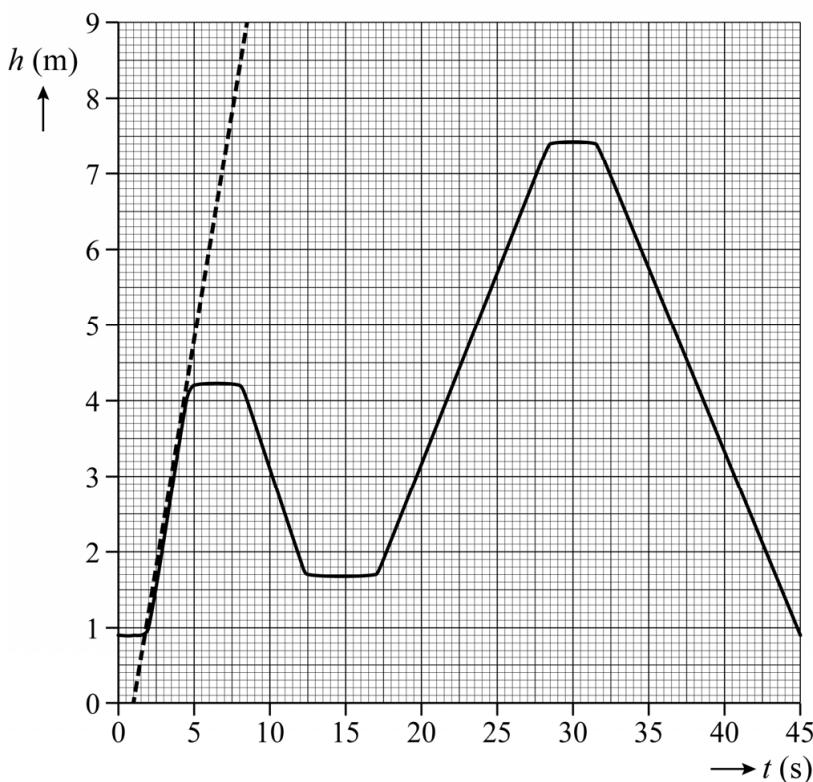
indien één of geen antwoord juist 0

13 maximumscore 4

uitkomst: $v = 1,2 \text{ ms}^{-1}$ (met een marge van $0,1 \text{ ms}^{-1}$)

voorbeeld van een antwoord:

De maximale snelheid wordt bereikt in het steilste deel van de grafiek, tussen 2,0 s en 4,5 s.



Hieruit volgt:

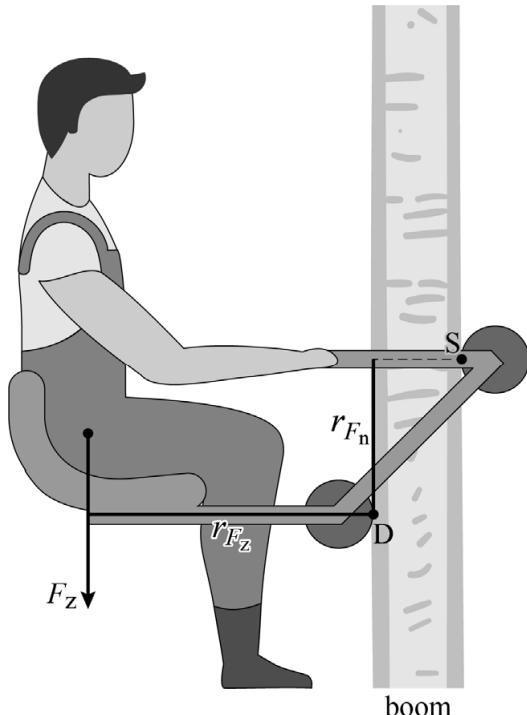
$$v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}} = \left(\frac{9,0 - 0}{8,5 - 1,0} \right) = 1,2 \text{ ms}^{-1}.$$

- inzicht dat de steilheid bepaald moet worden in het steilste deel van de grafiek 1
- tekenen van een raaklijn aan de grafiek of gebruik van een relevant deel van de grafiek 1
- gebruik van $v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

14 maximumscore 4uitkomst: $F_n = 1,9 \cdot 10^3 \text{ N}$

voorbeeld van een antwoord:

-



- Uit de hefboomwet volgt:

$$F_1 r_1 = F_2 r_2 \rightarrow F_n = \frac{(104 \cdot 9,81) \cdot 3,8}{2,0} = 1,9 \cdot 10^3 \text{ N.}$$

- intekenen van de arm van de zwaartekracht 1
- gebruik van de hefboomwet 1
- bepalen van de lengtes van de getekende armen (met een marge van 2,0 mm) 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

Opmerking

Als de kandidaat de arm verkeerd heeft ingetekend, maar deze arm consequent heeft gebruikt bij de beantwoording van de tweede deelvraag, kunnen de tweede, derde en vierde deelscore nog wel worden behaald.

15 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De arm r_{F_n} neemt af als de afstand SD kleiner wordt. Het moment M van de normaalkracht blijft gelijk, dus bij de afname van de afstand r_{F_n} zal de normaalkracht F_n groter worden.

- inzicht dat de arm r_{F_n} kleiner wordt 1
- inzicht dat het moment van de normaalkracht gelijk blijft 1
- consequente conclusie 1

16 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

methode 1

De brommer gebruikt 1,5 liter benzine. Dit levert een chemische energie van $E_{ch} = r_V V = 33 \cdot 10^9 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} = 4,95 \cdot 10^7$ J.

De verbrandingsmotor kan dan een nuttige energie leveren van

$$E_{nuttig} = \eta E_{in} = \frac{18}{100} \cdot 4,95 \cdot 10^7 = 8,91 \cdot 10^6 \text{ J.}$$

Om een boom te beklimmen is een energie nodig van

$$E_z = mgh = 104 \cdot 9,81 \cdot 30 = 3,06 \cdot 10^4 \text{ J.}$$

Met de brommer kunnen dan $\frac{8,91 \cdot 10^6}{3,06 \cdot 10^4} = 2,9 \cdot 10^2$ bomen worden

beklommen. Dat is meer dan de bewering van de uitvinder, dus de bewering kan kloppen.

- gebruik van $E_{ch} = r_V V$ met opzoeken van r_V 1
- gebruik van $E_z = mgh$ 1
- gebruik van $\eta = \frac{E_{nuttig}}{E_{in}}$ en de factor 100 1
- inzicht dat $n_{bomen} = \frac{E_{nuttig}}{E_{z\ boom}}$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

of

methode 2

De brommer gebruikt 1,5 L benzine. Dit levert een chemische energie van $E_{\text{ch}} = r_V V = 33 \cdot 10^9 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} = 4,95 \cdot 10^7 \text{ J}$.

Om alle bomen te beklimmen is een totale energie nodig van $E_z = mgh = 104 \cdot 9,81 \cdot (135 \cdot 30) = 4,13 \cdot 10^6 \text{ J}$.

Het rendement dat hier uit volgt is gelijk aan

$$\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}} \cdot 100 = \frac{E_z}{E_{\text{ch}}} \cdot 100 = \frac{4,13 \cdot 10^6}{4,95 \cdot 10^7} \cdot 100 = 8,3\%.$$

Dit rendement is lager

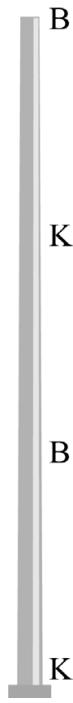
dan het rendement van de benzinemotor, dus de bewering van de uitvinder kan kloppen.

- gebruik van $E_{\text{ch}} = r_V V$ met opzoeken van r_V 1
- gebruik van $E_z = mgh$ 1
- gebruik van $\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}}$ 1
- toepassen van de factor 135 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Wiebelgenerator

17 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:



- knoop bij de basis en buik aan het uiteinde 1
- afwisseling van buiken en knopen met in totaal twee buiken en twee knopen 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

18 maximumscore 4

uitkomst: $v = 98 \text{ ms}^{-1}$

voorbeeld van een antwoord:

In figuur 2 is af te lezen dat er 16 trillingen in 8,2 s gemaakt zijn. Hieruit

volgt dat de frequentie van de toon gelijk is aan $f = \frac{16}{8,2} = 1,95 \text{ Hz}$.

Uit figuur 1 volgt: $\frac{1}{4}\lambda = 12,5 \text{ m} \rightarrow \lambda = 50,0 \text{ m}$.

Dus: $v = \lambda f = 50,0 \cdot 1,95 = 98 \text{ ms}^{-1}$.

- gebruik van $v = \lambda f$ 1
- bepalen van de frequentie (met een marge van 0,1 Hz) 1
- inzicht dat $\lambda = 4\ell$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

19 maximumscore 2

Wanneer de windsnelheid en dus de frequentie f_w afneemt, moet de trillingstijd van de paal **toenemen**.

De veerconstante moet dan **verlaagd** worden.

- eerste zin correct 1
- tweede zin consequent met de eerste zin 1

20 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Voor het vermogen dat de wind overdraagt op de generator geldt:

$$P_{\text{wind}} = 0,30 \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \rightarrow P_{\text{wind}} = 0,30 \cdot 1,293 \cdot 1,2 \cdot 12^3 = 804 \text{ W}$$

Het rendement van de generator is dan:

$$\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}} = \frac{100}{804} = 0,12 (= 12\%)$$

Het rendement is dus lager dan het rendement van de reguliere windmolen.

- gebruik van $P_{\text{wind}} = 0,30 \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$ met opzoeken van ρ_{lucht} 1
- gebruik van $\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}}$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Gebitsfoto

21 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor de frequentie van de gebruikte fotonen geldt:

$$f = \frac{E_f}{h} = \frac{85 \cdot 10^3 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19}}{6,63 \cdot 10^{-34}} = \frac{1,36 \cdot 10^{-14}}{6,63 \cdot 10^{-34}} = 2,05 \cdot 10^{19} \text{ Hz.}$$

En voor de golflengte:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{2,05 \cdot 10^{19}} = 1,46 \cdot 10^{-11} \text{ m} = 0,015 \text{ nm.}$$

(Deze waarde ligt binnen het gegeven golflengtegebied).

- omrekenen van eV naar J 1
- gebruik van $E_f = hf$ 1
- gebruik van $c = f\lambda$ 1
- completeren van de berekening 1

22 maximumscore 3

uitkomst: $n_{\text{fotonen}} = 3,8 \cdot 10^{14}$ (fotonen per seconde)

voorbeeld van een berekening:

De stroomsterkte is gelijk aan $6,0 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 6,0 \cdot 10^{-3} \text{ C s}^{-1}$, dus:

$$n_{\text{elektronen}} = \frac{I}{e} = \frac{6,0 \cdot 10^{-3}}{1,60 \cdot 10^{-19}} = 3,75 \cdot 10^{16} \text{ elektronen per seconde.}$$

Per 100 elektronen wordt er 1 foton vrijgemaakt, dus

$$n_{\text{fotonen}} = \frac{3,75 \cdot 10^{16}}{100} = 3,8 \cdot 10^{14} \text{ photonen per seconde.}$$

- inzicht dat $n_{\text{elektronen}} = \frac{I}{e}$ 1
- toepassen van de factor 100 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

23 maximumscore 3

uitkomst: $D = 2,9 \cdot 10^{-3}$ Gy

voorbeeld van een berekening:

Tijdens de scan ontvangt de pop een totale energie van

$$E = Pt = 2,6 \cdot 10^{-4} \cdot 16,7 = 4,34 \cdot 10^{-3} \text{ J.}$$

De pop ontvangt hierdoor een dosis van

$$D = \frac{E}{m} = \frac{4,34 \cdot 10^{-3}}{1,5} = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ Gy.}$$

- gebruik van $E = Pt$ 1
- gebruik van $D = \frac{E}{m}$ 1
- completeren van de berekening 1

24 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De scan is lichter van kleur op de plek van het implantaat, dus het implantaat heeft meer straling geabsorbeerd dan de originele kies. Gezien de gelijke dikte heeft het implantaat dus een kleinere halveringsdikte dan de originele kies.

- inzicht dat het implantaat meer straling absorbeert/minder straling doorlaat dan de originele kies 1
- consequente conclusie 1

5 Aanleveren scores

Verwerk de scores van alle kandidaten per examinator in de applicatie Wolf. Accordeer deze gegevens voor Cito uiterlijk op 26 juni.

6 Bronvermeldingen

Kunstmatige meteoroïden

figuur 1 Shutterstock 1172443615 door Jasmine_K
figuur 2 Shutterstock 1158434647 door NicoEINino

Boombrommer

figuur 1 Shutterstock 865445 door Hashim Pudiyapura
figuur 2 <https://www.youtube.com/watch?v=7hr0z3vFJIA>, Discover Agriculture -
2-11-2020

Gebitsfoto

figuur 3 Shutterstock 1286263486 door Kira Yan

Alle overige figuren: Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2024