Correctievoorschrift HAVO

2021

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.

natuurkundeuitgelegd.nl

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

2 Algemene regels

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

natuurkundeuitgelegd.nl

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

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

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

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

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

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

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

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

natuurkundeuitgelegd.nl

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

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

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

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

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

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

natuurkundeuitgelegd.nl

3 Vakspecifieke regels

Voor dit examen zijn de volgende vakspecifieke regels vastgesteld:

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

2 Het laatste scorepunt, aangeduid met 'completeren van de berekening/bepaling', wordt niet toegekend als:
- een fout in de nauwkeurigheid van de uitkomst gemaakt is (zie punt 3),
- een of meer rekenfouten gemaakt zijn,
- de eenheid van een uitkomst niet of verkeerd vermeld is, tenzij gezien de vraagstelling het weergeven van de eenheid overbodig is, (In zo'n geval staat in het beoordelingsmodel de eenheid tussen haakjes.)
- antwoordelementen foutief met elkaar gecombineerd zijn,
- een onjuist antwoordelement een substantiële vereenvoudiging van de berekening/bepaling tot gevolg heeft.

3 De uitkomst van een berekening/bepaling mag één significant cijfer meer of minder bevatten dan op grond van de nauwkeurigheid van de vermelde gegevens verantwoord is, tenzij in de vraag is vermeld hoeveel significante cijfers de uitkomst dient te bevatten.

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

natuurkundeuitgelegd.nl

4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores

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: $t = 0{,}31$ 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:

$$Q = E = \eta Pt = \eta UIt$$

$$6{,}35 \cdot 10^{2} = 0{,}15 \cdot 0{,}20 \cdot 68 \cdot 10^{3} \cdot t \rightarrow t = \frac{6{,}35 \cdot 10^{2}}{2{,}04 \cdot 10^{3}} = 0{,}31\ \text{s}.$$

- 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.*

natuurkundeuitgelegd.nl

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: $F = 2{,}2 \cdot 10^4$ N

voorbeeld van een berekening:
Er geldt: $F = \sigma A = 3{,}5 \cdot 10^8 \cdot 6{,}4 \cdot 10^{-5} = 2{,}2 \cdot 10^4$ N.

- gebruik van $\sigma = \frac{F}{A}$ met $\sigma = 3{,}5 \cdot 10^8$ Pa 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

De maan Europa

8 maximumscore 3

uitkomst: $v = 1{,}374 \cdot 10^4$ m s^{-1}

voorbeeld van een berekening:
De omlooptijd van Europa is 3,551 · 24 · 3600 = 3,0681 · 10^5 s
(Binas-tabel 31 of Sciencedata-tabel 3.3a).

Er geldt: $v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \cdot 670{,}9 \cdot 10^6}{3{,}0681 \cdot 10^5} = 1{,}374 \cdot 10^4$ m s^{-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: $f = 1{,}79 \cdot 10^{13}$ Hz

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $\lambda_{max} T = k_W \rightarrow \lambda_{max} = \frac{2{,}898 \cdot 10^{-3}}{173} = 1{,}675 \cdot 10^{-5}$ m.

Dus: $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{2{,}998 \cdot 10^8}{1{,}675 \cdot 10^{-5}} = 1{,}79 \cdot 10^{13}$ 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

natuurkundeuitgelegd.nl

12 maximumscore 4

voorbeeld van een berekening:

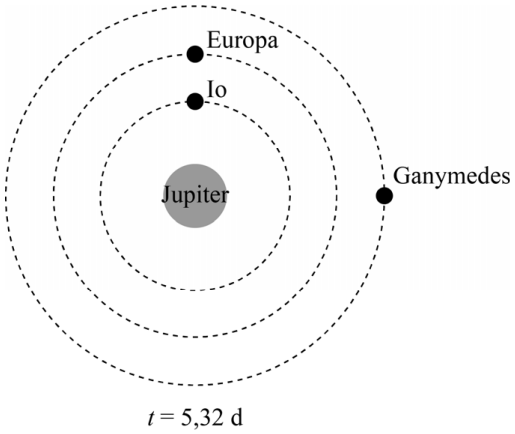
methode 1

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:

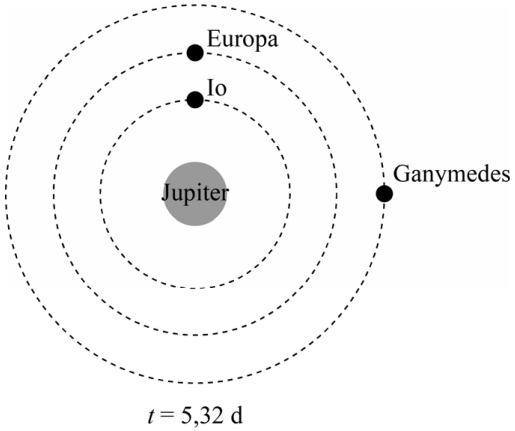


- inzicht dat $T_{maan} = \frac{3,55}{2,0} \cdot$ verhoudingsfactor 1
- inzicht dat aantal omwentelingen $= \frac{t}{T_{maan}}$ 1
- completeren van de berekening 1
- standen van de drie manen consequent en tegen de klok in ingetekend 1

of

natuurkundeuitgelegd.nl

methode 2
De omlooptijden T_{Io}, T_{Europa} en $T_{Ganymedes}$ 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* $T_{Io} : T_{Europa} : T_{Ganymedes} = f_{Io} : f_{Europa} : f_{Ganymedes}$: *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.*

natuurkundeuitgelegd.nl

Kitmarker

13 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

$^{3}_{1}\mathrm{H} \rightarrow {}^{3}_{2}\mathrm{He} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e}$

- bètadeeltje 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:

Er geldt: $f = \frac{E}{h} = \frac{2{,}5 \cdot 1{,}60 \cdot 10^{-19}}{6{,}63 \cdot 10^{-34}} = 6{,}0 \cdot 10^{14}$ 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

natuurkundeuitgelegd.nl

17 maximumscore 4

uitkomst: $d_{\frac{1}{2}} = 14$ 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 $1{,}43 \cdot 10 = 14$ 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.*

natuurkundeuitgelegd.nl

18 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

methode 1

Voor de energie die de bestraalde lichaamsmassa in een jaar absorbeert geldt:

$E_{totaal} = E_f \cdot A \cdot t = 1{,}6 \cdot 10^{-15} \cdot 1{,}25 \cdot 10^{3} \cdot (365 \cdot 8{,}0 \cdot 3600) = 2{,}10 \cdot 10^{-5}$ J.

Voor het jaarlijkse dosisequivalent geldt dan:

$H = w_R D = w_R \frac{E}{m} = 1 \cdot \frac{2{,}10 \cdot 10^{-5}}{0{,}15} = 1{,}4 \cdot 10^{-4}$ Sv (= 0,14 mSv).

Dit is minder dan de jaarlijkse equivalente dosislimiet.

- inzicht dat geldt $E_{totaal} = E_f \cdot A \cdot t$ 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:

$H_f = w_R D = w_R \frac{E_f}{m} = 1 \cdot \frac{1{,}6 \cdot 10^{-15}}{0{,}15} = 1{,}07 \cdot 10^{-14}$ Sv.

Voor het jaarlijkse dosisequivalent geldt dan:

$H_{totaal} = H_f \cdot A \cdot t = 1{,}07 \cdot 10^{-14} \cdot 1{,}25 \cdot 10^{3} \cdot (365 \cdot 8{,}0 \cdot 3600) = 1{,}4 \cdot 10^{-4}$ Sv (= 0,14 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 $H_{totaal} = H_f \cdot A \cdot t$ 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.*

natuurkundeuitgelegd.nl

Sprong van Luke Aikins

19 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

$$[k] = \frac{[F_w]}{[A][v^2]} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2(\text{m s}^{-1})^2} = \frac{\text{N s}^2}{\text{m}^4} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

- invullen van een correcte SI-eenheid voor F_w, A en v 1
- vereenvoudigen tot $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ 1

20 maximumscore 2

uitkomst: $k = 0{,}32\ (\text{kg m}^{-3})$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $F_w = (-)F_z$.

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 $F_w = (-)F_z$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als er een verkeerde eenheid is vermeld voor k: dit niet aanrekenen.

21 maximumscore 4

uitkomsten: t = 19 s en s = 25 m

voorbeeld van een berekening:

– $t = \frac{h}{v_v} = \frac{1{,}0 \cdot 10^3}{54} = 19\ \text{s}.$

– $s = v_h t_h = \left(\frac{4{,}9}{3{,}6}\right) \cdot 19 = 25\ \text{m}.$

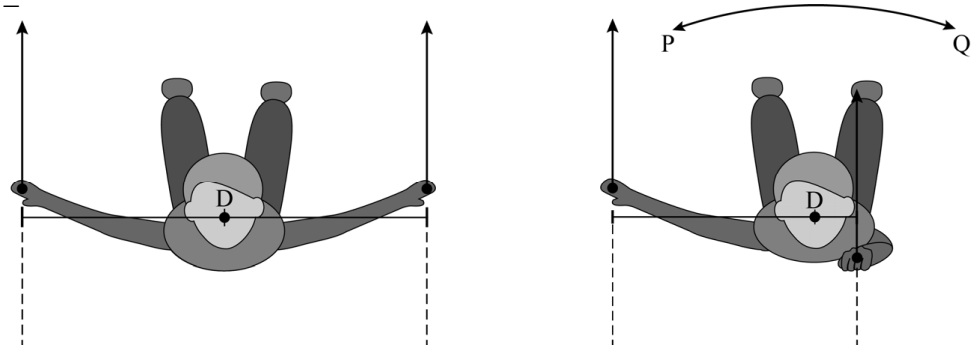
- gebruik van $s = v \cdot t$ 1
- inzicht dat t_h gelijk is aan de valtijd 1
- omrekenen van km h^{-1} naar m s^{-1} 1
- completeren van de berekeningen 1

natuurkundeuitgelegd.nl

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**.

- beide zinnen juist 1

Opmerking
Als de krachtvectoren naar beneden zijn getekend moet de kandidaat consequent hebben gekozen voor draairichting P.

natuurkundeuitgelegd.nl

23 maximumscore 4

uitkomst: $E_{net} = 1{,}4 \cdot 10^5$ J

voorbeeld van een berekening:
Er geldt:
$E_{net} = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$
$E_{net} = \frac{1}{2} \cdot 75 \cdot 54^2 + 75 \cdot 9{,}81 \cdot 37$
$E_{net} = 1{,}4 \cdot 10^5$ J

- inzicht dat $E_{net} = E_k + E_z$ 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

natuurkundeuitgelegd.nl

25 maximumscore 4

uitkomsten: $a = 54{,}5\ \text{m s}^{-2}$ (met een marge van $2\ \text{m s}^{-2}$)
$\Delta t = 0{,}72\ \text{s}$ (met een marge van 0,05 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:
$a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}} = \frac{60{,}0}{88{,}60 - 87{,}50} = 54{,}5\ \text{m s}^{-2}$.

De tijdsduur van deze vertraging is $88{,}44 - 87{,}72 = 0{,}72$ s.

– voorbeeld van een antwoord:
In het tweede diagram is te zien dat de maximale veilige vertraging bij 0,72 s gelijk is aan 93 m s^{-2} of dat de maximale vertraging van $54{,}5\ \text{m s}^{-2}$ veel langer mag duren dan 0,72 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-vrouwtje via een **lopende** golf in de lucht.
Deze golf is **longitudinaal.**

per juist alternatief 1

natuurkundeuitgelegd.nl

27 maximumscore 3

uitkomst: $f = 4{,}4 \cdot 10^2$ 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.

Hieruit volgt: $T = \frac{4{,}0 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{17{,}5} = 2{,}29 \cdot 10^{-3}$ s.

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2{,}29 \cdot 10^{-3}} = 4{,}4 \cdot 10^2$ Hz.

- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- bepalen van de trillingstijd binnen het interval 2,15 ms < T < 2,45 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 $f = \frac{17{,}5}{4{,}0 \cdot 10 \cdot 10^{-3}} = 4{,}4 \cdot 10^2$ Hz.

- inzicht dat geldt $f = \frac{\text{aantal periodes}}{\text{benodigde tijd}}$ 1
- bepalen van de frequentie binnen het interval $4{,}1 \cdot 10^2$ Hz < f < $4{,}7 \cdot 10^2$ Hz 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Als gebruikgemaakt is van T = 10 ms: maximaal 1 scorepunt toekennen.

28 maximumscore 1

resonantie/resoneren

29 D

natuurkundeuitgelegd.nl

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.
Hieruit volgt: $\lambda = 0{,}1\,\text{m} \rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{350}{0{,}1} = 4 \cdot 10^3$ Hz.

- schatten van de dikte van de boom tussen 8 en 15 cm 1
- gebruik van $v = f\lambda$ met $343\,\text{m s}^{-1} \leq v \leq 355\,\text{m s}^{-1}$ 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

natuurkundeuitgelegd.nl

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 8**, bij **vraag 11** moet antwoord **B** ook goed gerekend worden.

Toelichting:
In de stam van de vraag is beschreven dat de manen in een cirkelbaan bewegen. In figuur 4 en 5 zijn de banen als cirkels weergegeven. Uit deze informatie kan een kandidaat afleiden dat de middelpuntzoekende en dus de resulterende kracht op één maan overal gelijk moet zijn.

en

Op **pagina 15**, bij **vraag 22** moet

Opmerking
Als de krachtvectoren naar beneden zijn getekend moet de kandidaat consequent hebben gekozen voor draairichting P.

vervangen worden door:

Opmerking
Wanneer een kandidaat bij de laatste deelvraag heeft gekozen voor een andere dan de gegeven oplossing en deze is consequent met de getekende krachtvectoren uit de eerste deelvraag, mag de laatste deelscore worden toegekend.

en

natuurkundeuitgelegd.nl

Op **pagina 18**, bij **vraag 27** moet de volgende *Opmerking* worden toegevoegd:

Wanneer een kandidaat voor één periode van de klok heeft gerekend met 20 ms *in plaats van* 10 ms*, dit niet aanrekenen.*

Toelichting:
In de tekst wordt aangegeven dat de klok ‘om de 10 ms’ een piek geeft. Dit is ook te lezen als ‘iedere 20 ms een piek’.

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

natuurkundeuitgelegd.nl

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 17**, bij **vraag 25** moet

uitkomsten: $a = 54{,}5\ \text{m s}^{-2}$ (met een marge van $2\ \text{m s}^{-2}$)
$\Delta t = 0{,}72\ \text{s}$ (met een marge van 0,05 s)

vervangen worden door:

uitkomsten: $a = 54{,}5\ \text{m s}^{-2}$ (met een marge van $2\ \text{m s}^{-2}$)
$\Delta t = 0{,}72\ \text{s}$ (binnen het bereik $0{,}64\ \text{s} \leq \Delta t \leq 0{,}77\ \text{s}$)

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

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

natuurkundeuitgelegd.nl

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

Foton De nieuwe natuurkundemethode voor de bovenbouw
Theorie, oefenopgaven, antwoorden in één overzichtelijk boek inclusief SE-keuzeonderwerpen
Betaalbaar: € 35,- voor de complete stof. Meer info: natuurkundeuitgelegd.nl