Correctievoorschrift HAVO

2023

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 3.21, 3.24 en 3.25 van het Uitvoeringsbesluit WVO 2020.
Voorts heeft het College voor Toetsen en Examens op grond van artikel 2 lid 2d van de Wet College voor toetsen en examens de Regeling beoordelingsnormen en bijbehorende scores centraal examen vastgesteld.
Voor de beoordeling zijn de volgende aspecten van de artikelen 3.21 t/m 3.25 van het Uitvoeringsbesluit WVO 2020 van belang:
1 De directeur doet het gemaakte werk met een exemplaar van de opgaven, de beoordelingsnormen en het proces-verbaal van het examen toekomen aan de examinator. Deze kijkt het werk na en zendt het met zijn beoordeling aan de directeur. De examinator past de beoordelingsnormen en de regels voor het toekennen van scorepunten toe die zijn gegeven door het College voor Toetsen en Examens.
2 De directeur doet de van de examinator ontvangen stukken met een exemplaar van de opgaven, de beoordelingsnormen, het proces-verbaal en de regels voor het bepalen van de score onverwijld aan de directeur van de school van de gecommitteerde toekomen. Deze stelt het ter hand aan de gecommitteerde.

natuurkundeuitgelegd.nl

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

2 Algemene regels

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

natuurkundeuitgelegd.nl

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

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

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

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

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

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

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

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

natuurkundeuitgelegd.nl

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

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

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

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

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

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

natuurkundeuitgelegd.nl

3 Vakspecifieke regels

Voor dit examen zijn de volgende vakspecifieke regels vastgesteld:

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

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

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

natuurkundeuitgelegd.nl

4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores

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

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.

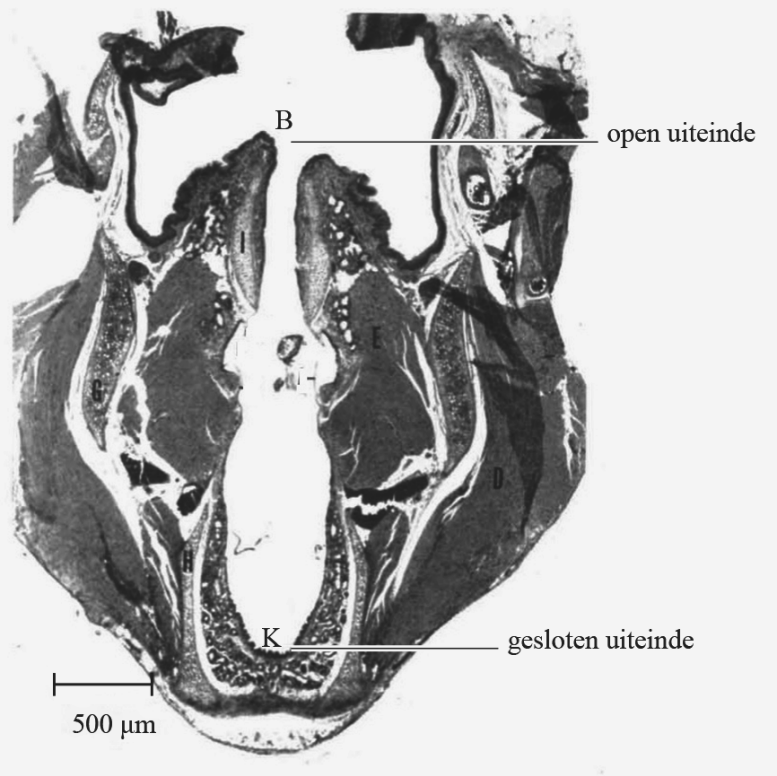
- inzicht dat in het (u,t)-diagram de frequentie afneemt 1
- consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

2 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

–



– Uit de opgemeten lengte van de luchtkolom en de schaal volgt:
$\ell = 5{,}1 \cdot 500 \cdot 10^{-6} = 2{,}55 \cdot 10^{-3}$ m
$\lambda = 4\ell = 4 \cdot 2{,}55 \cdot 10^{-3} = 1{,}02 \cdot 10^{-2}$ m

$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343}{1{,}02 \cdot 10^{-2}} = 34 \cdot 10^{3}$ 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 $0{,}2 \cdot 10^{-3}$ 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.*

natuurkundeuitgelegd.nl

3 maximumscore 3

uitkomst: $f_{\text{TE detetector}} = 14 \cdot 10^3$ Hz en $R = 5{,}9$

voorbeeld van een antwoord:

– Uit het (u,t)-diagram van de detector volgt:

$$T = \frac{212 \cdot 10^{-6}}{3} = 7{,}1 \cdot 10^{-5} \text{ s} \rightarrow f_{\text{TE detetector}} = \frac{1}{7{,}1 \cdot 10^{-5}} = 14 \cdot 10^3 \text{ Hz.}$$

– 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 $0{,}1 \cdot 10^{-5}$ s) 1
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- gebruik van formule (1) en completeren van de bepalingen 1

4 maximumscore 2

uitkomst: $\Delta f_{\text{instel}} = 25$ kHz (met een marge van 1 kHz)

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $\Delta f_{\text{instel}} = f_{\text{vleermuis}} - f_{\text{HD detector}} = 35 - 10 = 25$ 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 **groter** 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

natuurkundeuitgelegd.nl

Noodstroom voor de Arena

6 maximumscore 5

uitkomst: 13(%)

voorbeeld van een antwoord:

De zonnepanelen leveren in totaal een elektrisch vermogen van:

$P_{\text{zonnepanelen}} = 7,20 \cdot 10^3 \cdot 7,5 \cdot 10^2 \cdot 0,18 = 9,72 \cdot 10^5$ W = 972 kW.

Per jaar leveren de panelen dan een energie van:

$E = Pt = 972 \cdot 1,2 \cdot 10^3 = 1,17 \cdot 10^6$ 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 $\text{percentage} = \frac{E_{\text{zonnepanelen}}}{E_{\text{totaal}}} \cdot 100$ 1
- completeren van de berekening en significantie 1

7 maximumscore 4

uitkomst: $V = 1,3 \cdot 10^2$ (L)

voorbeeld van een antwoord:

– $E_{\text{ch}} = r_V V \rightarrow V = \frac{E_{\text{ch}}}{r_V} = \frac{1,3 \cdot 10^3 \cdot 3,6 \cdot 10^6}{36 \cdot 10^9} = 0,13 \text{ m}^2 = 1,3 \cdot 10^2$ 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

natuurkundeuitgelegd.nl

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.

natuurkundeuitgelegd.nl

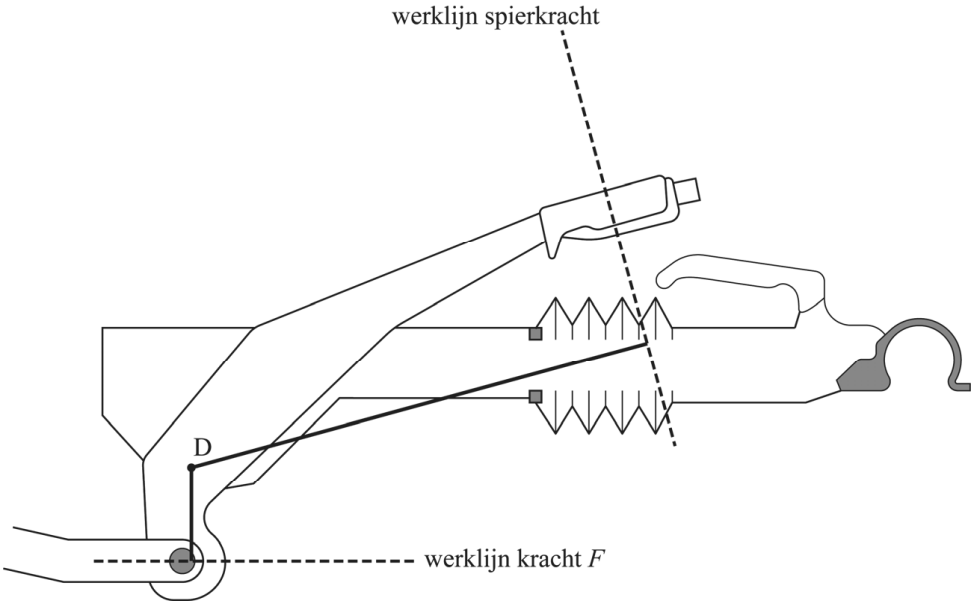
Caravanremmen

10 maximumscore 4

uitkomst: $F_{spier} = 6{,}9 \cdot 10^2$ N

voorbeeld van een antwoord:

–



– Uit de hefboomwet volgt:
$F_1 r_1 = F_2 r_2 \rightarrow 3{,}5 \cdot 10^3 \cdot 1{,}4 = F_{spier} \cdot 7{,}1 \rightarrow F_{spier} = 6{,}9 \cdot 10^2$ N.

- tekenen van beide armen 1
- gebruik van $F_1 r_1 = F_2 r_2$ 1
- bepalen van de lengte van beide getekende armen (met een marge van 2 mm) 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

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 $A = \frac{F}{\sigma} = \frac{3{,}5 \cdot 10^{3}}{410 \cdot 10^{6}} = 8{,}5 \cdot 10^{-6}$ m^2. 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

natuurkundeuitgelegd.nl

14 maximumscore 3

uitkomst: $F = (-)1{,}4 \cdot 10^3$ 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:
$F = ma = 3{,}0 \cdot 10^3 \cdot -0{,}45 = -1{,}4 \cdot 10^3$ 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: $P = 1{,}4 \cdot 10^3$ W

voorbeeld van een antwoord:
– De remmen hebben energie opgenomen in de vorm van warmte. Voor het opgewekte warmtevermogen geldt:
$P = \frac{E}{t} = \frac{cm\Delta T}{t} = \frac{0{,}46 \cdot 10^3 \cdot 5{,}2 \cdot (175 - 120)}{545 - 450} = 1{,}4 \cdot 10^3$ 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

natuurkundeuitgelegd.nl

Aluminium

16 maximumscore 3
uitkomst: 2,91:1,00

voorbeeld van een antwoord:
– IJzer heeft een dichtheid van $7{,}87(\cdot 10^3\ \mathrm{kg\,m^{-3}})$, aluminium een dichtheid van $2{,}70(\cdot 10^3\ \mathrm{kg\,m^{-3}})$. 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 dichtheden 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.

natuurkundeuitgelegd.nl

18 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

De halveringsdikte van aluminium bij 50 keV is 0,70 cm. Hieruit volgt voor de doorgelaten intensiteit:

$I = I_0 \cdot (\frac{1}{2})^{\frac{d}{d_{\frac{1}{2}}}} = I_0 \cdot (\frac{1}{2})^{\frac{1,4}{0,70}} = 0,25 \cdot I_0$

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 $I = I_0 \cdot (\frac{1}{2})^n$ 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:

$H = w_R \frac{E}{m} = 1 \cdot \frac{0,25 \cdot 1,5 \cdot 10^3}{0,50} = 8 \cdot 10^2$ 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

natuurkundeuitgelegd.nl

OSIRIS-REx

20 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Op het oppervlak van Bennu geldt:

$$F_z = F_g \rightarrow mg = \frac{GMm}{r^2} \rightarrow g = \frac{6{,}674 \cdot 10^{-11} \cdot 7{,}329 \cdot 10^{10}}{\left(2{,}45 \cdot 10^2\right)^2} = 8{,}14 \cdot 10^{-5} \text{ m s}^{-2}.$$

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

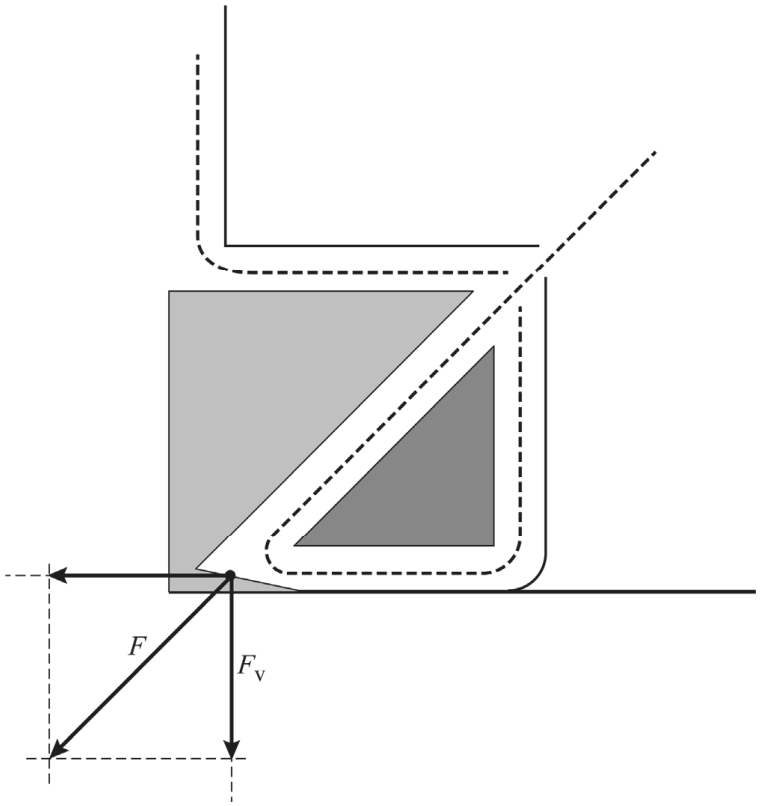
natuurkundeuitgelegd.nl

21 maximumscore 4

uitkomst: $F_v = 0,24$ N (met een marge van 0,02 N)

voorbeeld van een antwoord:

–



Uit de constructie en de schaal volgt $F_v = \frac{3,3 \cdot 10^{-1}}{3,6} \cdot 2,6 = 0,24$ 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

natuurkundeuitgelegd.nl

22 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Op de massa m werkt een middelpuntzoekende kracht, dus er geldt:

$$F_{arm} = F_{mpz} = \frac{mv^2}{r}$$

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 $F_{mpz} = \frac{mv^2}{r}$ 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

natuurkundeuitgelegd.nl

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

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