Correctievoorschrift HAVO

2022

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 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.

Straling tijdens vliegen

1 maximumscore 4

uitkomst: $E_f = 0,99$ (MeV)

voorbeeld van een antwoord:

– Voor de fotonenergie geldt: $E_f = hf = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 2,4 \cdot 10^{20} = 1,59 \cdot 10^{-13}$ J.
Dit komt overeen met $E_f = 0,99 \cdot 10^6$ eV = 0,99 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 $d_{1/2} >> d_{wand}$ 1
- consequente conclusie 1

2 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

$^{241}_{95}\text{Am} \rightarrow {}^{237}_{93}\text{Np} + {}^{4}_{2}\text{He}\ (+\gamma)$

- 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:

$$^{9}_{4}\text{Be} + {}^{4}_{2}\text{He} \rightarrow {}^{12}_{6}\text{C} + {}^{1}_{0}\text{n}$$

- 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

natuurkundeuitgelegd.nl

4 maximumscore 4

uitkomst: $H = 2{,}0 \cdot 10^{-6}$ Sv

voorbeeld van een antwoord:
In het vliegtuig zijn 6 extra bubbels gevormd. De extra dosis als gevolg van het vliegen is dan $\frac{6}{3} \cdot 5{,}0 \cdot 10^{-8} = 1{,}0 \cdot 10^{-7}$ Gy.
Hieruit volgt voor de extra equivalente dosis:
$H = w_R D = 20 \cdot 1{,}0 \cdot 10^{-7} = 2{,}0 \cdot 10^{-6}$ 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:
$h = r - R_A = 6{,}636 \cdot 10^6 - 6{,}371 \cdot 10^6 = 0{,}265 \cdot 10^6$ 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

natuurkundeuitgelegd.nl

6 maximumscore 5

uitkomst: $m = 0{,}56$ (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:

$\Delta E_{\text{k}} = \frac{1}{2} m v_{\text{v}}^2 - \frac{1}{2} m v_{\text{n}}^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot ((7{,}6 \cdot 10^3)^2 - (7{,}5 \cdot 10^3)^2) = 1{,}51 \cdot 10^6$ J.

Voor de totale arbeid die de lasers samen leveren, geldt:

$W = Pt = 1 \cdot 10^2 \cdot 6 \cdot 10^1 = 6 \cdot 10^3$ J.

Deze lasers verrichten dus niet genoeg arbeid.

- gebruik van $E_{\text{k}} = \frac{1}{2} m v^2$ 1
- gebruik van $W = \Delta E_{\text{k}}$ 1
- gebruik van $W = P \cdot t$ of $E = P \cdot t$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

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 beredenering 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

natuurkundeuitgelegd.nl

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.

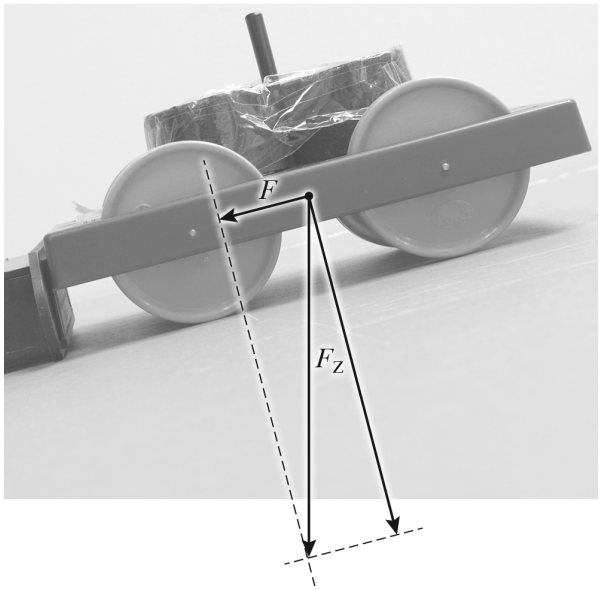
- eerste zin correct 1
- tweede en derde zin consequent met de eerste zin 1

12 maximumscore 5

uitkomst: $U_A = 0{,}5$ V

voorbeeld van een antwoord:

–



– Voor de zwaartekracht geldt: $F_z = mg = 0{,}26 \cdot 9{,}81 = 2{,}55$ N.
Uit de lengte van de vector F_z kan de schaal bepaald worden:
1 cm $\triangleq$ 0,5 N.
Uit de lengte van de vector F volgt: $F = 0{,}6$ N.
De bijpassende waarde voor U_A kan bepaald worden uit het diagram: $U_A = 0{,}5$ V

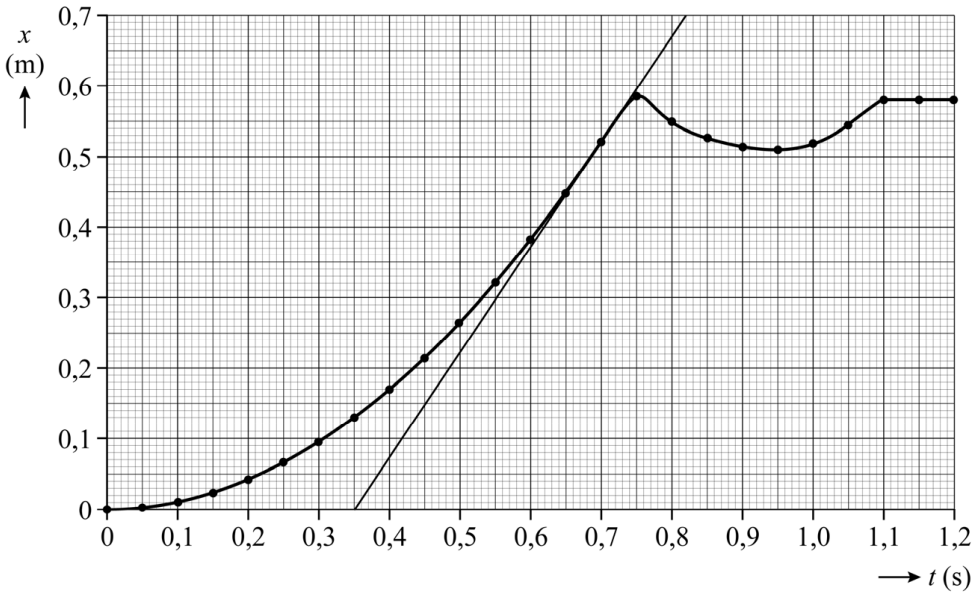
- construeren van F parallel aan de helling 1
- gebruik van $F_z = mg$ 1
- gebruik van de schaalfactor 1
- bepalen van de waarde van F binnen het bereik $0{,}50\,\text{N} \leq F \leq 0{,}70\,\text{N}$ 1
- consequent aflezen van U_A (met een marge van 0,1 V) 1

natuurkundeuitgelegd.nl

13 maximumscore 4

uitkomst: $E_k = 0,29\ \text{J}$ $(0,20\ \text{J} \leq E_k \leq 0,36\ \text{J})$

voorbeeld van een antwoord:



De snelheid vlak voor de eerste botsing is te bepalen met een raaklijn aan de grafiek op $t = 0,70$ s.

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

natuurkundeuitgelegd.nl

14 maximumscore 3

uitkomst: $E = 0{,}110$ J (met een marge van 0,002 J)

voorbeeld van een antwoord:
Zonder kreukelzone heeft de sensor een arbeid verricht van
$\frac{(0{,}502 - 0{,}480)}{2} \cdot 24{,}0 = 0{,}264$ J.
Met kreukelzone heeft de sensor een arbeid verricht van
$\frac{(0{,}508 - 0{,}480)}{2} \cdot 11{,}0 = 0{,}154$ J.
De kreukelzone heeft $0{,}264 - 0{,}154 = 0{,}110$ J energie geabsorbeerd.

- toepassen van een juiste methode om de oppervlakte onder een grafiek te bepalen 1
- inzicht dat $E_{\text{kreukelzone}} = W_{\text{zonder}} - W_{\text{met}}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

Opmerking
Als een kandidaat voor de botsing zonder kreukelzone 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 kreukelzone groter dan tijdens een botsing met hetzelfde snelheidsverschil zonder kreukelzone.	X	
De tijdsduur van een botsing met kreukelzone is even lang als de tijdsduur van een botsing met hetzelfde snelheidsverschil zonder kreukelzone.		X
De maximale kracht op het karretje is tijdens een botsing met kreukelzone gelijk aan de maximale kracht op het karretje tijdens een botsing met hetzelfde snelheidsverschil zonder kreukelzone.		X

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

natuurkundeuitgelegd.nl

Ocarina

16 maximumscore 2

uitkomst: $f = 6{,}3 \cdot 10^{2}$ Hz (met een marge van $0{,}1 \cdot 10^{2}$ Hz)

voorbeeld van een antwoord:
Er zijn 17 trillingen in 27 ms. Hieruit volgt:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{27 \cdot 10^{-3} / 17} = 6{,}3 \cdot 10^{2} \text{ Hz.}$$

- 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: $C = 1{,}5 \cdot 10^{2}$ 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

natuurkundeuitgelegd.nl

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:
$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343}{0{,}15} = 2 \cdot 10^3$ 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 $300\ \text{m s}^{-1} \leq v \leq 400\ \text{m s}^{-1}$ 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

natuurkundeuitgelegd.nl

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:

$$\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}} = \frac{Q}{E_{\text{e}}} = \frac{9{,}91 \cdot 10^5}{2{,}25 \cdot 10^6} = 0{,}44\ (= 44\%).$$

- 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

natuurkundeuitgelegd.nl

22 maximumscore 2

	$P_{elektrisch} > P_{verlies}$	$P_{elektrisch} = P_{verlies}$	$P_{elektrisch} < P_{verlies}$
Op t = 10 min geldt:	X		
Op t = 100 min geldt:			X
Op t = 500 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

natuurkundeuitgelegd.nl

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

natuurkundeuitgelegd.nl

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 12**, bij **vraag 14** moet

voorbeeld van een antwoord:
Zonder kreukelzone heeft de sensor een arbeid verricht van
$\frac{(0,502-0,480)}{2}\cdot 24,0 = 0,264$ J.
Met kreukelzone heeft de sensor een arbeid verricht van
$\frac{(0,508-0,480)}{2}\cdot 11,0 = 0,154$ J.

vervangen worden door:

voorbeeld van een antwoord:
Zonder kreukelzone heeft de sensor een arbeid verricht van
$\frac{(0,5020-0,4800)}{2}\cdot 24,0 = 0,264$ J.
Met kreukelzone heeft de sensor een arbeid verricht van
$\frac{(0,5080-0,4800)}{2}\cdot 11,0 = 0,154$ J.

Toelichting:
De grafieken zijn op vier decimalen af te lezen. Hieruit volgt dat een eindantwoord in drie significante cijfers terecht is. Als een leerling de afgelezen waardes in minder dan vier cijfers heeft genoteerd, kan dit wel alle scorepunten opleveren.

en

natuurkundeuitgelegd.nl

Op **pagina 14**, bij **vraag 19**

moeten altijd alle scorepunten worden toegekend, ongeacht of er wel of geen antwoord gegeven is, en ongeacht het gegeven antwoord.

Toelichting:
Er kan uit de tekst niet opgemaakt worden of A verandert tijdens het afbakken.

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