Correctievoorschrift HAVO

2021

tijdvak 3

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.

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.

Lutetium-177

1 maximumscore 3

antwoord:

$^{177}_{71}\text{Lu} \rightarrow {}^{177}_{72}\text{Hf} + {}^{0}_{-1}\text{e} + \gamma$ of $^{177}\text{Lu} \rightarrow {}^{177}\text{Hf} + \beta^- + \gamma$

- 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: $\lambda = 2{,}82 \cdot 10^{-12}$ m

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt $E = hf$. Invullen geeft $7{,}05 \cdot 10^{-14} = 6{,}626 \cdot 10^{-34} \cdot f$ zodat

$f = \dfrac{7{,}05 \cdot 10^{-14}}{6{,}626 \cdot 10^{-34}} = 1{,}06 \cdot 10^{20}$ Hz. De golflengte van de straling is dan

$\lambda = \dfrac{c}{f} = \dfrac{2{,}998 \cdot 10^{8}}{1{,}06 \cdot 10^{20}} = 2{,}82 \cdot 10^{-12}$ m.

- gebruik van $E = hf$ 1
- gebruik van $\lambda = \dfrac{c}{f}$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

4 maximumscore 3

uitkomst: 67 (dagen)

voorbeeld van een antwoord:
Als de activiteit is afgenomen tot 0,001 van de oorspronkelijke activiteit, geldt $\left(\frac{1}{2}\right)^n = 0{,}001$ 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

natuurkundeuitgelegd.nl

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 $E_f = 0,05$ 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 $I = 16,7$ A.
De capaciteit van de boormachine is 1,3 Ah. De boormachine kan dan $\frac{1,3}{16,7} = 0,078$ h $= 4,7$ 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

natuurkundeuitgelegd.nl

9 maximumscore 3

uitkomst: $v = 0{,}79$ (m s^{-1})

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt $v = \frac{2\pi r}{T}$ met $T = \frac{60}{1500} = 0{,}040$ s dus $v = 2\pi \cdot \frac{5{,}0 \cdot 10^{-3}}{0{,}040} = 0{,}79$ m s^{-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: $F = 1{,}1 \cdot 10^3$ N

voorbeeld van een antwoord:

Voor deze boor geldt: $16 = F \cdot d$. Het boortje heeft een diameter 15 mm, invullen geeft: $F = \frac{16}{0{,}015} = 1{,}1 \cdot 10^3$ 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

natuurkundeuitgelegd.nl

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.

natuurkundeuitgelegd.nl

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

natuurkundeuitgelegd.nl

Mondharp

18 maximumscore 3

uitkomst: $f = 82$ Hz (met een marge van 5 Hz)

voorbeeld van een antwoord:
methode 1

Voor de frequentie geldt: $f = \frac{1}{T}$, waarin $T = \frac{0,295 - 0,198}{8} = 0,0121$ s.

Hieruit volgt dat $f = \frac{1}{0,0121} = 82$ 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 $0,295 - 0,198 = 0,097$ s. Hieruit volgt $f = \frac{8}{0,097} = 82$ 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: $m = 1,2 \cdot 10^{-3}$ kg

voorbeeld van een antwoord:
Voor de massa van het metaalplaatje geldt: $m = \rho V$. Hierin is $\rho = 7,8 \cdot 10^{3}$ kg m^{-3} en $V = 8,5 \cdot 10^{-2} \cdot 3,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,50 \cdot 10^{-3} = 1,49 \cdot 10^{-7}$ m^3.
Invullen geeft: $m = \rho V = 1,49 \cdot 10^{-7} \cdot 7,8 \cdot 10^{3} = 1,2 \cdot 10^{-3}$ kg.

- gebruik van $m = \rho V$ 1
- opzoeken van de dichtheid van staal 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

20 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

$[f_g]=[c]\frac{[v][d]}{[\ell\,]^2}$. Hieruit volgt dat $[c]=\frac{[f_g][\ell\,]^2}{[v][d]}=\frac{\mathrm{s^{-1}\ m^2}}{\mathrm{m\,s^{-1}m}}=1$.

- dimensie van f_g als $\mathrm{s^{-1}}$ 1
- dimensie van ℓ en v en d 1
- completeren van het antwoord 1

21 maximumscore 3

uitkomst: $f = 57$ Hz (Binas) of $f = 65$ 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 $c = 0{,}162$; $v_{staal} = 5{,}1\cdot10^3\ \mathrm{m\,s^{-1}}$; $d = 0{,}50\cdot10^{-3}$ m; $\ell = 8{,}5\cdot10^{-2}$ m.

Invullen geeft $f_g = c\frac{vd}{\ell^2} = 0{,}162\cdot\frac{5{,}1\cdot10^3\cdot0{,}50\cdot10^{-3}}{(8{,}5\cdot10^{-2})^2} = 57\,\mathrm{Hz}$.

of

methode 2 Sciencedata

Voor de frequentie van de grondtoon geldt: $f_g = c\frac{vd}{\ell^2}$.

Hierin is $c = 0{,}162$; $v_{staal} = 5790\,\mathrm{m\,s^{-1}}$; $d = 0{,}50\cdot10^{-3}$ m; $\ell = 8{,}5\cdot10^{-2}$ m.

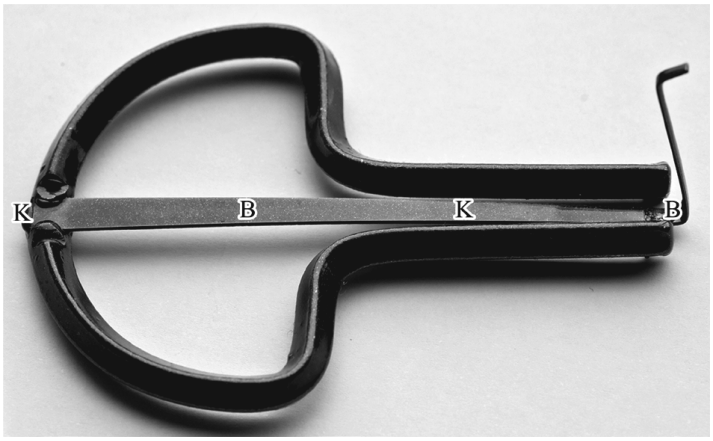
Invullen geeft $f_g = c\frac{vd}{\ell^2} = 0{,}162\cdot\frac{5790\cdot0{,}50\cdot10^{-3}}{(8{,}5\cdot10^{-2})^2} = 65\,\mathrm{Hz}$.

- gebruik van $f_g = c\frac{vd}{\ell^2}$ 1
- opzoeken van de geluidsnelheid/voortplantingssnelheid in staal 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

22 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:



- knoop uiterst links en buik uiterst rechts 1
- juiste verdeling en volgorde van knopen en buiken 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 λ.) 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 $f = \frac{v}{\lambda}$ 1
- completeren van de uitleg 1

24 maximumscore 3

uitkomst: $f = 5{,}2 \cdot 10^2$ Hz

voorbeeld van een antwoord:

De klankkast is 17 cm lang, dus 0,25 λ = 0,17 m. Hieruit volgt dat λ = 0,68 m. De geluidsnelheid bij 313 K is 354 m s^{-1} (Binas) of 355 m s^{-1} (Sciencedata).

De frequentie van de laagste toon is dan $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{354}{0{,}68} = 5{,}2 \cdot 10^2$ Hz.

- inzicht dat $\ell = 0{,}25\ \lambda$ 1
- opzoeken van de geluidsnelheid/voortplantingssnelheid bij 313 K 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Wereldrecord Usain Bolt

25 maximumscore 3

uitkomst: $v = 10$ m s^{-1}

voorbeeld van een antwoord:
Er geldt: $s = vt$ waarbij $s = 100$ m en $t = 9{,}6$ s. Invullen geeft: $100 = v \cdot 9{,}6$
zodat $v = \frac{100}{9{,}6} = 10{,}42$ m s^{-1} $= 10$ m s^{-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
$v = \frac{100-40}{9{,}6-4{,}7} = \frac{60}{4{,}9} = 12{,}24$ m s^{-1} $= 12{,}24 \cdot 3{,}6 = 44$ 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 m s^{-1} 1
- consequente conclusie 1

27 maximumscore 3

uitkomst: $P = 1{,}6 \cdot 10^3$ W

voorbeeld van een antwoord:
Bolt heeft na 2,86 s een $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 93 \cdot 10^2 = 4{,}65 \cdot 10^3$ J.
Het vermogen dat hij hiervoor moet leveren is dan
$P = \frac{\Delta E_k}{t} = \frac{4{,}65 \cdot 10^3}{2{,}86} = 1{,}6 \cdot 10^3$ 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

natuurkundeuitgelegd.nl

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 $\text{efficientie} = \frac{F_{\text{afzet, hor}}}{F_{\text{afzet}}}$ 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

natuurkundeuitgelegd.nl

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.

natuurkundeuitgelegd.nl

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 m en x = 100 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 m en deze doortrekt tot x = 0 m, mag de eerste deelscore worden toegekend. Als het antwoord dan uitkomt op t = 0,7 s (met een marge van 0,2 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.

natuurkundeuitgelegd.nl

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