Correctievoorschrift HAVO

2017

tijdvak 2

natuurkunde

Het correctievoorschrift bestaat uit:
1 Regels voor de beoordeling
2 Algemene regels
3 Vakspecifieke regels
4 Beoordelingsmodel
5 Aanleveren scores

1 Regels voor de beoordeling

Het werk van de kandidaten wordt beoordeeld met inachtneming van de artikelen 41 en 42 van het Eindexamenbesluit VO.
Voorts heeft het College voor Toetsen en Examens op grond van artikel 2 lid 2d van de Wet College voor toetsen en examens de Regeling beoordelingsnormen en bijbehorende scores centraal examen vastgesteld.
Voor de beoordeling zijn de volgende aspecten van de artikelen 36, 41, 41a en 42 van het Eindexamenbesluit VO van belang:
1 De directeur doet het gemaakte werk met een exemplaar van de opgaven, de beoordelingsnormen en het proces-verbaal van het examen toekomen aan de examinator. Deze kijkt het werk na en zendt het met zijn beoordeling aan de directeur. De examinator past de beoordelingsnormen en de regels voor het toekennen van scorepunten toe die zijn gegeven door het College voor Toetsen en Examens.
2 De directeur doet de van de examinator ontvangen stukken met een exemplaar van de opgaven, de beoordelingsnormen, het proces-verbaal en de regels voor het bepalen van de score onverwijld aan de directeur van de school van de gecommitteerde toekomen. Deze stelt het ter hand aan de gecommitteerde.

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 het bij de toets behorende correctievoorschrift. Scorepunten zijn de getallen 0, 1, 2, ..., n, waarbij n het maximaal te behalen aantal scorepunten voor een vraag is. Andere scorepunten die geen gehele getallen zijn, of een score minder dan 0 zijn niet geoorloofd.
3 Scorepunten worden toegekend met inachtneming van de volgende regels:
3.1 indien een vraag volledig juist is beantwoord, wordt het maximaal te behalen aantal scorepunten toegekend;
3.2 indien een vraag gedeeltelijk juist is beantwoord, wordt een deel van de te behalen scorepunten toegekend in overeenstemming met het beoordelingsmodel;
3.3 indien een antwoord op een open vraag niet in het beoordelingsmodel voorkomt en dit antwoord op grond van aantoonbare, vakinhoudelijke argumenten als juist of gedeeltelijk juist aangemerkt kan worden, moeten scorepunten worden toegekend naar analogie of in de geest van het beoordelingsmodel;
3.4 indien slechts één voorbeeld, reden, uitwerking, citaat of andersoortig antwoord gevraagd wordt, wordt uitsluitend het eerstgegeven antwoord beoordeeld;
3.5 indien meer dan één voorbeeld, reden, uitwerking, citaat of andersoortig antwoord gevraagd wordt, worden uitsluitend de eerstgegeven antwoorden beoordeeld, tot maximaal het gevraagde aantal;
3.6 indien in een antwoord een gevraagde verklaring of uitleg of afleiding of berekening ontbreekt dan wel foutief is, worden 0 scorepunten toegekend tenzij in het beoordelingsmodel anders is aangegeven;

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. Voor een juist antwoord op een meerkeuzevraag wordt het in het beoordelingsmodel vermelde aantal scorepunten toegekend. Voor elk ander antwoord worden geen scorepunten toegekend. Indien meer dan één antwoord gegeven is, worden eveneens geen scorepunten toegekend.

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

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

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

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

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

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

NB2 Het aangeven van de onvolkomenheden op het werk en/of het noteren van de behaalde scores bij de vraag is toegestaan, maar niet verplicht.
Evenmin is er een standaardformulier voorgeschreven voor de vermelding van de scores van de kandidaten.
Het vermelden van het schoolexamencijfer is toegestaan, maar niet verplicht.
Binnen de ruimte die de regelgeving biedt, kunnen scholen afzonderlijk of in gezamenlijk overleg keuzes maken.

natuurkundeuitgelegd.nl

NB3 Als het College voor Toetsen en Examens vaststelt dat een centraal examen een onvolkomenheid bevat, kan het besluiten tot een aanvulling op het correctievoorschrift. Een aanvulling op het correctievoorschrift wordt zo spoedig mogelijk nadat de onvolkomenheid is vastgesteld via Examenblad.nl verstuurd aan de examensecretarissen.
Soms komt een onvolkomenheid pas geruime tijd na de afname aan het licht. In die gevallen vermeldt de aanvulling:

NB
Als het werk al naar de tweede corrector is gezonden, past de tweede corrector deze aanvulling op het correctievoorschrift toe.

Een onvolkomenheid kan ook op een tijdstip geconstateerd worden dat een aanvulling op het correctievoorschrift te laat zou komen.
In dat geval houdt het College voor Toetsen en Examens bij de vaststelling van de N-term rekening met de onvolkomenheid.

3 Vakspecifieke regels

Voor dit examen kunnen maximaal 75 scorepunten worden behaald.

Voor dit examen zijn de volgende vakspecifieke regels vastgesteld:

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

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

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

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

natuurkundeuitgelegd.nl

4 Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores

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

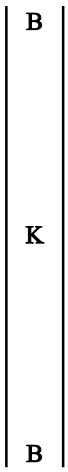
Panfluit

1 maximumscore 2

In de buis bevinden zich **longitudinale** geluidsgolven met verschillende **frequenties**.
Er treedt resonantie op zodra de **golflengte** van een golf in verhouding is met de lengte van de luchtkolom in de buis.

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

2 maximumscore 2



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

Opmerking
Wanneer een kandidaat een golfpatroon tekent: dit niet aanrekenen.

natuurkundeuitgelegd.nl

3 maximumscore 4

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

voorbeeld van een berekening:
Voor de lengte ℓ van de luchtkolom in de buis geldt:
$\ell = 18{,}8 - 1{,}0 = 17{,}8$ cm.
Dit invullen in de gegeven formule levert:
$\frac{1}{4}\lambda = 0{,}178 + 0{,}31 \cdot 1{,}8 \cdot 10^{-2} \rightarrow \lambda = 0{,}734$ m
Voor de frequentie geldt dan:
$v = f\lambda \rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343}{0{,}734} = 4{,}7 \cdot 10^2$ Hz.

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

Opmerking
Fouten in significantie niet aanrekenen.

4 maximumscore 2

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

voorbeeld van een bepaling:
methode 1
Er worden 10 trillingen geproduceerd in $2{,}0 \cdot 10^{-2}$ s,
dus $T = \frac{2{,}0 \cdot 10^{-2}}{10} = 2{,}0 \cdot 10^{-3}$ s.
Voor de frequentie geldt: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2{,}0 \cdot 10^{-3}} = 5{,}0 \cdot 10^2$ Hz.

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

of

natuurkundeuitgelegd.nl

methode 2
Uit de figuur is af te lezen dat er 10 trillingen worden geproduceerd in $2{,}0 \cdot 10^{-2}$ s, dus $f = \dfrac{10}{2{,}0 \cdot 10^{-2}\ \text{s}} = 5{,}0 \cdot 10^{2}$ Hz.

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

5 maximumscore 4
voorbeelden van antwoorden:
– Als de temperatuur stijgt, neemt de geluidssnelheid toe. Bij gelijkblijvende golflengte wordt de frequentie dan hoger. (Dus dat kan een oorzaak zijn.)

- inzicht dat de geluidssnelheid toeneemt bij stijgende temperatuur 1
- inzicht dat bij gelijkblijvende golflengte de frequentie dan stijgt 1

– Om bij een constante geluidssnelheid de frequentie lager te krijgen moet λ groter worden. (De luchtkolom moet langer worden.) De kurk moet dus minder diep in de buis steken.

- consequent inzicht voor het veranderen van λ 1
- consequente conclusie 1

Stretchsensor

6 maximumscore 2

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

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

natuurkundeuitgelegd.nl

7 maximumscore 3

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

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

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

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

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

8 maximumscore 3

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

voorbeeld van een bepaling:

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

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

9 maximumscore 2

De spanning over ab **neemt toe** als R_1 uitrekt.
De spanning over bc **neemt af** als R_1 uitrekt.
De spanning over ac **blijft gelijk** als R_1 uitrekt.

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

natuurkundeuitgelegd.nl

10 maximumscore 4

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

voorbeeld van een berekening:
Voor het maximale vermogen geldt: $P_{max} = UI_{max}$.
Voor de stroom in de schakeling geldt $I = \frac{U}{R_{totaal}}$, dus de stroom is maximaal als de waarde voor R_{totaal} minimaal is.
Hieruit volgt: $R_{totaal} = R_{1\,min} + R_2 = 1,0 \cdot 10^3 + 5,6 \cdot 10^3 = 6,6 \cdot 10^3$ Ω.

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

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

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

11 maximumscore 3

uitkomst: $t = 1,3$ (h)

voorbeeld van een berekening:

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

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

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

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

12 B

natuurkundeuitgelegd.nl

Powerskips

13 maximumscore 5

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

voorbeeld van een bepaling:
De normaalkracht op één Powerskip is de helft van de totale zwaartekracht:
$F_n = \frac{1}{2}F_z = \frac{1}{2}mg = \frac{1}{2} \cdot 65 \cdot 9{,}81 = 319$ N.
In deze situatie geldt:

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

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

14 A

15 maximumscore 3

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

voorbeeld van een antwoord:
Op 1,15 s geldt: $F_{res} = ma$.

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

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

16 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

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

(Deze twee eenheden zijn gelijk aan elkaar.)

- invullen van juiste eenheden voor E, C en u 1
- inzicht dat geldt J = N m 1

natuurkundeuitgelegd.nl

17 maximumscore 3

uitkomst: u = 0,12 m

voorbeelden van een bepaling:
methode 1

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

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

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

of

methode 2

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

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

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

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

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

natuurkundeuitgelegd.nl

18 maximumscore 3

voorbeelden van een schatting:

methode 1

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

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

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

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

of

methode 2

Voor de maximale spronghoogte geldt:

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

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

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

Opmerking

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

natuurkundeuitgelegd.nl

Dateren met Rb en Sr

19 **A**

20 **maximumscore 4**

voorbeeld van een berekening:

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

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

Uit de gegeven formule volgt dan:

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

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

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

Opmerkingen

– *Als de kandidaat de waarde 87 gebruikt als atoommassa: dit niet aanrekenen.*

– *Onder correcte waarde wordt verstaan: de waarde uit een tabellenboek.*

21 **maximumscore 3**

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

voorbeeld van een bepaling:

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

Er geldt:

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

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

natuurkundeuitgelegd.nl

22 maximumscore 1
(pijl) A

Meteoriet van Tsjeljabinsk

23 maximumscore 3
antwoord: $v_a = 3{,}0 \cdot 10^4\ \mathrm{m\,s^{-1}}$

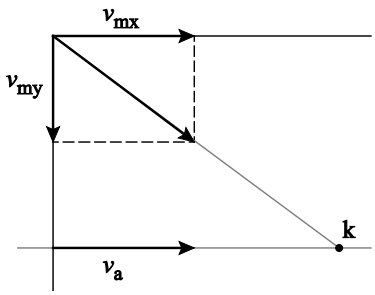
voorbeeld van een berekening:
Voor de baansnelheid van de aarde geldt:

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

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

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

24 maximumscore 2
voorbeeld van een antwoord:



De snelheidsvector v_m kan ontbonden worden in een vector v_{mx} parallel aan de snelheidsvector van de aarde en een vector v_{my} loodrecht daarop. De snelheid v_{mx} is (ongeveer) even groot als de snelheid van de aarde.
De meteoriet leek dus op de aarde af te komen met een snelheid v_{my} vanuit de richting van de zon.

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

25 D

natuurkundeuitgelegd.nl

26 maximumscore 3

voorbeeld van een bepaling:
Het spoor op de foto is 4,1 cm lang. Uit de schaal op de foto blijkt dat 1,6 cm op de foto overeenkomt met 100 km in werkelijkheid. In werkelijkheid is het spoor dus $\frac{4,1}{1,6}\cdot 100 = 256$ km lang.

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

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

27 maximumscore 4

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

voorbeeld van een berekening:
Voor de kinetische energie van de meteoriet geldt:
$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\cdot 9\cdot 10^6\cdot (20\cdot 10^3)^2 = 1,8\cdot 10^{15}$ J.

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

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

natuurkundeuitgelegd.nl

28 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:
Op de foto is een mens 11 cm lang. In werkelijkheid is die lengte ongeveer 1,8 m. Hieruit volgt dat 1 cm overeenkomt met 0,15 m.
Het volume van de meteoriet kan daarmee geschat worden op $0{,}6^3 = 0{,}22$ m^3. Uit de dichtheid volgt dan: $\rho = \frac{m}{V} = \frac{6 \cdot 10^2}{0{,}22} = 2{,}7 \cdot 10^3$ kg m^{-3}.
Dit ligt niet in de buurt van de dichtheid van ijzer (= $7{,}9 \cdot 10^3$ kg m^{-3}), dus het is geen ijzermeteoriet.

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

5 Aanleveren scores

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

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 13**, bij **vraag 21** moet het beoordelingsmodel vervangen worden door:

antwoord: $t = 4{,}6 \cdot 10^9$ jaar

voorbeeld van een bepaling:

De steilheid van de grafiek is $\frac{7{,}195 \cdot 10^8 - 6{,}905 \cdot 10^8}{4{,}5 \cdot 10^8} = 0{,}064.$

Er geldt:

$\text{steilheid} = \frac{0{,}693 \cdot t}{t_{\frac{1}{2}}} \rightarrow t = \frac{\text{steilheid} \cdot t_{\frac{1}{2}}}{0{,}693} = \frac{0{,}064 \cdot 4{,}9 \cdot 10^{10}}{0{,}693} = 4{,}6 \cdot 10^9$ jaar.

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

Opmerking
Als een kandidaat bij de bepaling voor vraag 21 uitgaat van de waardes uit figuur 3, hiervoor geen punten in mindering brengen.

Toelichting:
Er is sprake van een klein verschil in steilheid in de lijnen tussen figuren 2 en 3. In het oorspronkelijke correctievoorschrift is uitgegaan van de steilheid in figuur 3.

Ik verzoek u dit bericht door te geven aan de correctoren natuurkunde havo.
Het College voor Toetsen en Examens,

Namens deze, de voorzitter,

drs. P.J.J. Hendrikse

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