Correctievoorschrift HAVO

2017

tijdvak 1

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 76 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.

Elektrische doorstroomverwarmer

1 maximumscore 1

voorbeelden van antwoorden:
Er gaat minder energie verloren aan de buitenlucht. / De waterleiding wordt minder verwarmd.

Opmerking
Een antwoord in de trant van "er is minder draad nodig" of "er is minder verlies" zonder fysisch correcte vermelding waaraan: geen scorepunt toekennen.

2 maximumscore 2

uitkomst: 25 K

voorbeeld van een berekening:
Er geldt $P = 70 \cdot \text{debiet} \cdot \Delta T$. Invullen geeft: $5000 = 70 \cdot 2{,}9 \cdot \Delta T$.
Hieruit volgt dat $\Delta T = \dfrac{5000}{70 \cdot 2{,}9} = 25$ K.

- gebruik van $P = 70 \cdot \text{debiet} \cdot \Delta T$ 1
- completeren van de berekening 1

3 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
De stroomsterkte $I = \dfrac{P}{U} = \dfrac{5000}{230} = 21{,}7$ (A), de zekering van 25 A is dan het meest geschikt.
Zekeringen tot en met 20 A branden allemaal door, de zekering van 40 A geeft te weinig bescherming bij overbelasting.

- gebruik van $P = UI$ 1
- inzicht dat te kleine zekeringen doorbranden en te grote te weinig bescherming bieden tegen overbelasting 1
- completeren en consequente conclusie 1

Opmerking
Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.

natuurkundeuitgelegd.nl

4 maximumscore 2

antwoord:

– de totale weerstand van de doorstroomverwarmer **afneemt**.
– de totale stroomsterkte door de weerstandsdraden samen daardoor **toeneemt**.
– het vermogen van de doorstroomverwarmer daardoor **toeneemt**.

- de eerste zin correct 1
- volgende twee zinnen beide consequent met de eerste zin 1

5 A

6 maximumscore 4

uitkomst: $I = 6{,}3 \cdot 10^{-6}$ A

voorbeeld van een berekening:

Voor de weerstand van de waterkolom geldt: $R = \rho \frac{\ell}{A}$,

waarbij $\rho = 1{,}3 \cdot 10^{5}$ Ωm; $\ell = 5{,}0 \cdot 10^{-2}$ m; $A = \pi r^2 = \pi \cdot (7{,}5 \cdot 10^{-3})^2$ m^2.

Invullen geeft $R = 3{,}68 \cdot 10^{7}$ Ω. De stroomsterkte door de waterkolom is dan

$I = \frac{U}{R} = \frac{230}{3{,}68 \cdot 10^{7}} = 6{,}3 \cdot 10^{-6}$ A.

- gebruik van $R = \rho \frac{\ell}{A}$ 1
- gebruik van $A = \pi r^2$ met $r = \frac{1}{2} \cdot 15$ mm of $A = \frac{1}{4} \pi d^2$ 1
- gebruik van $U = IR$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Molybdeen-99

7 maximumscore 3

antwoord:

$^{98}_{42}\text{Mo} + {}^{1}_{0}\text{n} \rightarrow {}^{99}_{42}\text{Mo}$

- atoomnummer van molybdeen correct 1
- massagetal en atoomnummer van het neutron correct 1
- voor de moederkern een consequente berekening van massagetal en atoomnummer en consequente notatie 1

Opmerking
Een kandidaat die het verkeerde atoomnummer bij Mo-99 vindt maar wel Mo-98 als moederkern noteert, mist de eerste deelscore, maar kan de derde deelscore nog wel behalen.

8 A

9 maximumscore 4

uitkomst: $\lambda = 8,79 \cdot 10^{-12}$ m

voorbeeld van een berekening:
Er geldt $E = hf$ met $E = 0,141\text{MeV} = 0,141 \cdot 10^{6} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}$ J en
$h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ Js.
Invullen geeft: $0,141 \cdot 10^{6} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} = 6,626 \cdot 10^{-34} \cdot f$.
Hieruit volgt dat $f = 3,409 \cdot 10^{19}$ Hz.
Ten slotte geldt: $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{2,998 \cdot 10^{8}}{3,409 \cdot 10^{19}} = 8,79 \cdot 10^{-12}$ m.

- inzicht dat geldt 1,000 MeV = $1,602 \cdot 10^{-13}$ J 1
- gebruik van $E = hf$ met correcte waarde voor h 1
- gebruik van $c = f\lambda$ met correcte waarde voor c 1
- completeren van de berekening 1

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

natuurkundeuitgelegd.nl

10 maximumscore 4

voorbeeld van een bepaling:

– Voor de activiteit geldt: $A = -\left(\frac{\Delta N}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}}$.

De helling van de grafiek aan de (N,t)-grafiek van Tc-99m op t = 3,0 uur is gelijk aan

$$-\left(\frac{\Delta N}{\Delta t}\right) = -\frac{0{,}40\cdot10^{12} - 0{,}80\cdot10^{12}}{(7{,}0-1{,}6)\cdot3600} = \frac{0{,}40\cdot10^{12}}{19{,}4\cdot10^{3}} = 2{,}1\cdot10^{7}\ \text{(Bq)}.$$

Dit is meer dan $2{,}0\cdot10^{7}$ (Bq).

- inzicht dat de helling van de grafiek gebruikt moet worden 1
- bepalen van de helling van de grafiek in het vervaldiagram van Tc-99m op $t = 3{,}0$ uur binnen het interval $(-)2{,}0\cdot10^{7}$ tot en met $(-)2{,}4\cdot10^{7}$ Bq 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie 1

voorbeeld van een antwoord:

– De helling van de grafiek op t = 3,0 uur is bij beide andere stoffen minder steil. (Dus de activiteit op t = 3,0 uur is lager, er is een grotere beginhoeveelheid nodig.)

- inzicht dat de helling van de grafieken op t = 3,0 uur bij beide andere stoffen minder steil is of de activiteit van beide andere stoffen op t = 3,0 uur kleiner is 1

Opmerking
Een antwoord waar het inzicht in de helling of activiteit niet uit blijkt: vierde deelscore niet toekennen.

11 maximumscore 1

voorbeelden van antwoorden:
Meer absorptie van straling. / Verspreiding over een grotere oppervlakte.

natuurkundeuitgelegd.nl

12 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
De intensiteit die detector p meet, is groter dan de intensiteit die q meet. De tracer bevindt zich dus in a of in b.

methode 1
De afstand bp = 12 cm; de intensiteit die p meet is $27\ \mu W\,m^{-2}$.
De afstand bq = 20 cm; de intensiteit die q meet is $7\ \mu W\,m^{-2}$.
$\frac{27}{7} = 3{,}9$ dus de tracer bevindt zich in b.

of

methode 2
De afstand ap = 8 cm; de intensiteit die p meet is $75\ \mu W\,m^{-2}$.
De afstand aq = 24 cm; de intensiteit die q meet is $4\ \mu W\,m^{-2}$.
$\frac{75}{4} = 19$ dus de tracer bevindt zich niet in a, maar in b.

- inzicht dat de tracer zich in a of in b moet bevinden 1
- bepalen van afstanden en intensiteiten van a of b tot een detector 1
- consequente conclusie 1

Opmerking
Een antwoord zonder uitleg: geen scorepunten toekennen.

Road-train

13 maximumscore 3

uitkomst: 3,3 (h)

voorbeeld van een bepaling:
De afstand van Port Augusta naar Port Lincoln is op de kaart van de uitwerkbijlage 5,0 cm. Dit komt overeen met een afstand van $5{,}0 \cdot 60 = 300$ km.
De road-train rijdt met 90 km h^{-1}, de reis duurt dus $\frac{300}{90} = 3{,}3$ (h).

- bepalen van de werkelijke afstand van Port Augusta naar Port Lincoln met een marge van 60 km 1
- gebruik van $s = vt$ 1
- completeren van de bepaling 1

natuurkundeuitgelegd.nl

14 maximumscore 4

uitkomst: $P = 7{,}9 \cdot 10^4$ W

voorbeeld van een berekening:
De hoogte van het wegdek stijgt over traject ab van 13,0 m naar 15,0 m.
De motor levert dan
$W = mg\Delta h = 160 \cdot 10^3 \cdot 9{,}81 \cdot (15{,}0 - 13{,}0) = 3{,}14 \cdot 10^6$ J extra arbeid.
De road-train legt hierbij 1000 m af met een snelheid van $\frac{90}{3{,}6} = 25\ \text{m s}^{-1}$.
Dit duurt $t = \frac{s}{v} = \frac{1000}{25} = 40$ s. Het vermogen dat de motor extra levert is
$P = \frac{W}{t} = \frac{3{,}14 \cdot 10^6}{40} = 7{,}9 \cdot 10^4$ W.

- inzicht dat geldt: $W = mg\Delta h$ 1
- bepalen van Δh = 2,0 m 1
- gebruik van $s = vt$ en $P = \frac{W}{t}$ 1
- completeren van de berekening 1

15 maximumscore 2

antwoorden:

bewering	juist	onjuist
Op traject ab is de zwaartekracht op de road-train het grootst.		X
De normaalkracht op de road-train is het grootst op traject bc.		X
De tijd die nodig is om traject cd af te leggen is het langst.		X

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

natuurkundeuitgelegd.nl

16 maximumscore 4

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Er geldt:

$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{7,09}{28,2} = 0,251\ \text{m s}^{-2}$.

$F = ma = 160 \cdot 10^3 \cdot 0,251 = 40,2 \cdot 10^3$ (N) $= 40,2$ (kN).

en:

$E_\text{k} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 160 \cdot 10^3 \cdot 7,09^2 = 4,02 \cdot 10^6$ (J) $= 4,02$ (MJ).

Dus:

bewering	juist	onjuist
De motor van de road-train van 160 ton levert over deze 100 m meer kracht dan de motor van de vrachtwagen van 40 ton.	X	
De road-train van 160 ton heeft na 100 m meer kinetische energie dan de vrachtwagen van 40 ton.	X	

- gebruik van $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ en $F = ma$ 1
- completeren en consequente conclusie bij bewering 1 1
- gebruik van $E_\text{k} = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- completeren en consequente conclusie bij bewering 2 1

of

natuurkundeuitgelegd.nl

methode 2
Er geldt:
$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\cdot 160\cdot 10^3 \cdot 7{,}09^2 = 4{,}02\cdot 10^6$ (J) $= 4{,}02$ (MJ).
en:
$$F = \frac{W}{s} = \frac{E_{kin}}{s} = \frac{4{,}02\cdot 10^6}{100} = 40{,}2\cdot 10^3 \text{ (N)} = 40{,}2 \text{ (kN)}.$$

Dus:

bewering	**juist**	**onjuist**
De motor van de road-train van 160 ton levert over deze 100 m meer kracht dan de motor van de vrachtwagen van 40 ton.	X	
De road-train van 160 ton heeft na 100 m meer kinetische energie dan de vrachtwagen van 40 ton.	X	

- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- completeren en consequente conclusie bij bewering 2 1
- inzicht dat geldt $E_k = Fs$ 1
- completeren en consequente conclusie bij bewering 1 1

Opmerkingen
– *Wanneer de massa verkeerd is omgerekend: maximaal 3 scorepunten toekennen.*
– *Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.*
– *Wanneer de massa op dezelfde manier fout is omgerekend als in vraag 14: niet opnieuw aanrekenen.*

natuurkundeuitgelegd.nl

17 maximumscore 3

uitkomst: $\Delta s_{rem} = 10$ m met een marge van 1,0 m

voorbeeld van een bepaling:
De remweg van een voertuig kan worden bepaald met de oppervlakte onder het (v,t)-diagram. Voor de vrachtwagen van 40 ton is dit $\frac{1}{2} \cdot 6,0 \cdot 16,7 = 50$ m. Voor de road-train van 160 ton is dit $\frac{1}{2} \cdot 7,2 \cdot 16,7 = 60$ m. Het verschil in remweg is dan 60 − 50 = 10 m.

- inzicht dat de remweg de oppervlakte onder het (v,t)-diagram is 1
- inzicht $\Delta s_{rem} = s_{160t} - s_{40t}$ 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking
Wanneer gerekend is met v_{max} in plaats van met v_{gem} vervalt de eerste deelscore, maar is de deelscore voor completeren nog wel te behalen.

Metaalmoeheid

18 maximumscore 3

uitkomst: $F = 5,00 \cdot 10^2$ N

voorbeeld van een berekening:
Voor de spanning geldt: $\sigma = \frac{F}{A}$.
Hierin is $A = 2,63 \text{ mm}^2 = 2,63 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$.
De spanning $\sigma = 190 \text{ MPa} = 190 \cdot 10^6$ Pa. Invullen geeft
$F = \sigma A = 190 \cdot 10^6 \cdot 2,63 \cdot 10^{-6} = 5,00 \cdot 10^2$ N.

- gebruik van $\sigma = \frac{F}{A}$. 1
- inzicht dat 1,0 mm^2 = 1,0·10^{-6} m^2 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

19 maximumscore 2

uitkomst: $\varepsilon = 9{,}5 \cdot 10^{-4}$ (Binas) of $\varepsilon = 9{,}74 \cdot 10^{-4}$ (Science Data)

voorbeeld van een berekening:
methode 1

Binas: Er geldt: $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ waarin $E = 0{,}20 \cdot 10^{12}$ Pa en $\sigma = 190$ MPa.

De relatieve rek van de spaak is dan $\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{190 \cdot 10^{6}}{0{,}20 \cdot 10^{12}} = 9{,}5 \cdot 10^{-4}$.

- gebruik van $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ met $E = 0{,}20 \cdot 10^{12}$ Pa 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking
In Binas wordt ook gewerkt met de waarde $E = 200 \cdot 10^{9}$ Pa *voor roestvast staal. De uitkomst is dan in 3 significante cijfers.*

of

methode 2

Science Data: Er geldt: $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ waarin $E = 195 \cdot 10^{9}$ Pa en $\sigma = 190$ MPa.

De relatieve rek van de spaak is dan $\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{190 \cdot 10^{6}}{195 \cdot 10^{9}} = 9{,}74 \cdot 10^{-4}$.

- gebruik van $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ met $E = 195 \cdot 10^{9}$ Pa 1
- completeren van de berekening 1

20 maximumscore 2

uitkomst: $f = 3{,}78$ Hz met een marge van 0,06 Hz

voorbeeld van een bepaling:
methode 1
Uit de figuur op de uitwerkbijlage is af te lezen dat de spaak 7 keer ronddraait in 1,85 s, dus $T = \frac{1{,}85}{7} = 0{,}264$ s.

Hieruit volgt $f = \frac{1}{0{,}264} = 3{,}78$ Hz.

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

of

natuurkundeuitgelegd.nl

methode 2
Uit de figuur op de uitwerkbijlage is af te lezen dat de spaak 7 keer ronddraait in 1,85 s, dus $f = \frac{7}{1,85} = 3,78$ Hz.

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

21 maximumscore 4
voorbeelden van een antwoord:
– De spanningsamplitude in dit onderzoek is gelijk aan $\frac{198-130}{2} = 34$ MPa.

- inzicht dat σ_{max} en σ_{min} bepaald moeten worden 1
- completeren van de berekening van σ_A (met een marge van 4 MPa) 1

– Bij een spanningsamplitude van 100 MPa zijn $1 \cdot 10^7$ wielomwentelingen te maken. De spanningsamplitude voor de spaak is lager, dus het wiel kan (minimaal) $1 \cdot 10^7$ wielomwentelingen maken.

- inzicht dat σ_A vergeleken moet worden met σ bij $N = 1 \cdot 10^7$ 1
- consequente conclusie 1

22 maximumscore 3
uitkomst: $6,6 \cdot 10^3$ (km)

voorbeeld van een bepaling:
Bij een spanningsamplitude van 120 MPa wordt de levensduur van de spaak $3,0 \cdot 10^6$ wielomwentelingen.
De diameter van het wiel is 70 cm, de omtrek is dan $2\pi \cdot \frac{1}{2} \cdot 70 = 220$ cm $= 2,2$ m.
De spaak zal dan na $3,0 \cdot 10^6 \cdot 2,2 = 6,6 \cdot 10^6$ m $= 6,6 \cdot 10^3$ km breken.

- aflezen van de levensduur bij 120 MPa 1
- gebruik van omtrek = $2\pi r$ met r = 35 cm of πd met d = 70 cm 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Naaldjes rond de aarde

23 maximumscore 3

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $m = \rho V = \rho \cdot \ell \cdot A$. De dichtheid van koper is $8{,}96 \cdot 10^3$ kg m^{-3}.

Invullen geeft: $40 \cdot 10^{-9} = 8{,}96 \cdot 10^3 \cdot 0{,}018 \cdot \frac{1}{4}\pi d^2$. Hieruit volgt dat

$d = 1{,}8 \cdot 10^{-5}$ m $= 18$ µm. Dit is minder dan de diameter van een mensenhaar.

- gebruik van $m = \rho V$ met $\rho = 8{,}96 \cdot 10^3$ kg m^{-3} 1
- omrekenen van µg naar kg 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Opmerking
Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.

24 maximumscore 3

uitkomst: $f = 8{,}3 \cdot 10^9$ Hz

voorbeeld van een berekening:

De golflengte van de microgolfstraling is gelijk aan $2 \cdot 1{,}8 = 3{,}6$ cm.

Voor de frequentie van deze straling geldt: $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3{,}00 \cdot 10^8}{0{,}036} = 8{,}3 \cdot 10^9$ Hz.

- inzicht dat $\lambda = 2 \cdot \ell_{\text{naaldje}}$ 1
- gebruik van $c = f\lambda$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

25 maximumscore 2

uitkomst: $t = 0,6$ (h)

voorbeeld van een berekening:

Er wordt $\frac{2,0 \cdot 10^4}{8} = 2500$ byte per seconde = $2,5 \cdot 10^{-3}$ megabyte per seconde verzonden.

Voor een foto van 5 megabyte is dan $\frac{5}{2,5 \cdot 10^{-3}} = 2 \cdot 10^3$ s $= 0,6$ h nodig.

- correct omrekenen van bits naar megabyte of omgekeerd 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking
Wanneer is gerekend met 1,000 MB = 1024 kB (=1,049·10^6 B), dit goed rekenen.

natuurkundeuitgelegd.nl

26 maximumscore 4

uitkomst: $T = 1{,}01 \cdot 10^4$ s

voorbeeld van een berekening:

Voor de snelheid van een naaldje geldt: $v = \sqrt{G\frac{M}{r}}$.

Hierin is $G = 6{,}674 \cdot 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2} en $M = 5{,}972 \cdot 10^{24}$ kg.

De straal van de cirkelbaan is gelijk aan

$r = h + r_{\text{aarde}} = 3{,}70 \cdot 10^6 + 6{,}371 \cdot 10^6 = 10{,}071 \cdot 10^6$ m.

Hieruit volgt dat $v = \sqrt{G\frac{M}{r}} = \sqrt{6{,}674 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5{,}972 \cdot 10^{24}}{10{,}071 \cdot 10^6}} = 6{,}291 \cdot 10^3$ m s^{-1}.

Uit $v = \frac{2\pi r}{T}$ volgt: $T = \frac{2\pi \cdot 10{,}071 \cdot 10^6}{6{,}291 \cdot 10^3} = 1{,}01 \cdot 10^4$ s.

- gebruik van $v = \sqrt{G\frac{M}{r}}$ met correcte waardes voor G en M 1
- inzicht dat $r = h + r_{\text{aarde}}$ met correcte waarde voor r_{aarde} 1
- gebruik van $v = \frac{2\pi r}{T}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen
- *Wanneer de straal van de aarde niet is meegerekend is het scorepunt voor completeren nog wel te behalen.*
- *Onder correcte waarde wordt verstaan: de waarde uit een tabellenboek. Fouten in de significantie vallen onder de vierde deelscore.*

27 maximumscore 2

antwoord:
- De naaldjes bevonden zich **lager dan** de geostationaire baan.
- De middelpuntzoekende kracht op een naaldje was **gelijk aan** de gravitatiekracht op een naaldje.

per correcte zin 1

natuurkundeuitgelegd.nl

28 maximumscore 3

uitkomst: $4,7$ (naaldjes per km^2)

voorbeeld van een berekening:
Het aardoppervlak is $4\pi r^2 = 4\pi(6,371 \cdot 10^3)^2 = 5,101 \cdot 10^8$ km^2.
Het gemiddelde aantal naaldjes per km^2 is $\frac{480 \cdot 10^6}{0,20 \cdot 5,101 \cdot 10^8} = 4,7$.

- gebruik van $A = 4\pi r^2$ 1
- correct gebruik van factor 20% 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen
- *Wanneer is gerekend met dezelfde foutieve waarde voor r_{aarde} als in vraag 26: niet opnieuw aanrekenen.*
- *Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.*
- *De antwoorden "4 (naaldjes per km^2)" of "5 (naaldjes per km^2)" ook goed rekenen.*

5 Aanleveren scores

Verwerk de scores van de alfabetisch eerste vijf kandidaten per examinator in de applicatie Wolf. Accordeer deze gegevens voor Cito uiterlijk op 30 mei.

Ook na 30 mei kunt u nog tot 14 juni gegevens voor Cito accorderen. Alle gegevens die vóór 14 juni zijn geaccordeerd, worden meegenomen bij het genereren van de groepsrapportage.

Na accordering voor Cito kunt u in de webbased versie van 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.

tweede tijdvak
Ook in het tweede tijdvak wordt de normering mede gebaseerd op door kandidaten behaalde scores. Wissel te zijner tijd ook voor al uw tweede-tijdvak-kandidaten de scores uit met Cito via Wolf. Dit geldt **niet** voor de aangewezen vakken.

natuurkundeuitgelegd.nl

natuurkunde havo

Centraal examen havo

Tijdvak 1

Correctievoorschrift

Aan de secretarissen van het eindexamen van de scholen voor havo

Bij het centraal examen natuurkunde havo:

Op **pagina 9**, bij **vraag 13** toevoegen:

Opmerking
Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.

en

Op **pagina 15**, bij **vraag 21**, bij het **eerste voorbeeldantwoord**, **tweede deelscore** toevoegen:

Opmerking
Bij de tweede deelscore hoeft geen rekening gehouden te worden met fouten in significantie of eenheid.

Toelichting:
34 MPa is een tussenantwoord.

en

Op **pagina 15**, bij **vraag 22** toevoegen:

Opmerking
Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.

en

natuurkundeuitgelegd.nl

Op **pagina 18**, bij **vraag 26** een **derde opmerking** toevoegen:

Als een kandidaat voor de straal van de aarde gebruik maakt van de waarde $6{,}378 \cdot 10^6$ m: dit ook goed rekenen.

Toelichting:
In Binas tabel 31 wordt zowel de polaire als de equatoriale straal van de aarde gegeven. ScienceData geeft alleen de waarde $6{,}371 \cdot 10^6$ m.

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