Correctievoorschrift HAVO

2022

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 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.

Superaarde?

1 maximumscore 3
uitkomst: $3{,}2 \cdot 10^3$ K

voorbeeld van een berekening:
Er geldt: $T = \dfrac{k_w}{\lambda_{max}} = \dfrac{2{,}898 \cdot 10^{-3}}{9{,}2 \cdot 10^{-7}} = 3{,}2 \cdot 10^3 \text{ K}.$

- inzicht dat de hoogste temperatuur volgt uit de kleinste gemeten waarde voor λ_{max} 1
- gebruik van $\lambda_{max} T = k_w$ 1
- completeren van de berekening 1

2 C

3 maximumscore 3
voorbeeld van een berekening:
Voor de oppervlakte van het cirkelvormige aanzicht van de planeet geldt:
$A_{GJ1214b} = 0{,}0150 \cdot 6{,}487 \cdot 10^{16} = 9{,}731 \cdot 10^{14} \text{ m}^2.$
Hieruit volgt voor de straal r van GJ1214b:

$$A_{GJ1214b} = \pi r^2 \rightarrow r_{GJ1214b} = \sqrt{\frac{A_{GJ1214b}}{\pi}} = \sqrt{\frac{9{,}731 \cdot 10^{14}}{\pi}} = 1{,}760 \cdot 10^7 \text{ m}.$$

Hieruit volgt $\dfrac{r_{GJ1214b}}{r_{aarde}} = \dfrac{1{,}760 \cdot 10^7}{6{,}371 \cdot 10^6} = 2{,}76.$

- juist gebruik van de factor 0,0150 1
- gebruik van $A = \pi r^2$ 1
- inzicht dat $\text{factor} = \dfrac{r_{GJ1214b}}{r_{aarde}}$ en completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

4 maximumscore 4

uitkomst: $g = 8{,}38\ \mathrm{m\,s^{-2}}$

voorbeeld van een antwoord:

– $F_z = F_g \rightarrow mg = G\dfrac{mM}{r^2} \rightarrow g = \dfrac{GM}{r^2}$.

– Er geldt:

$$g_{\mathrm{GJ1214b}} = \frac{GM_{\mathrm{GJ1214b}}}{r^2_{\mathrm{GJ1214b}}} = \frac{G \cdot 6{,}50 M_{\mathrm{aarde}}}{(2{,}76 r_{\mathrm{aarde}})^2} =$$

$$\frac{6{,}674 \cdot 10^{-11} \cdot 6{,}50 \cdot 5{,}972 \cdot 10^{24}}{(2{,}76 \cdot 6{,}371 \cdot 10^{6})^2} = 8{,}38\ \mathrm{m\,s^{-2}}.$$

- inzicht dat $mg = G\dfrac{mM}{r^2}$ 1
- inzicht dat $g_{\mathrm{GJ1214b}} = \dfrac{G \cdot 6{,}50 M_{\mathrm{aarde}}}{(2{,}76 r_{\mathrm{aarde}})^2}$ 1
- opzoeken van waardes voor G en M_{aarde} of inzicht $g_{\mathrm{GJ1214b}} = \dfrac{6{,}50}{2{,}76^2} g_{\mathrm{aarde}}$ 1
- completeren van de afleiding en de berekening en significantie 1

Opmerking
Afhankelijk van de gekozen methode volgt voor de uitkomst $g = 8{,}37\ \mathrm{m\,s^{-2}}$ *of* $g = 8{,}38\ \mathrm{m\ s^{-2}}$.

5 E

natuurkundeuitgelegd.nl

6 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

methode 1

Uranus is $\frac{86,8 \cdot 10^{24}}{5,972 \cdot 10^{24}} = 14,5\times$ zo zwaar als de aarde.

GJ1214b valt met $6,5M_{\text{aarde}}$ dus binnen de kwalificatie voor superaarde.

- inzicht dat de factor $\frac{M_{\text{Uranus}}}{M_{\text{aarde}}}$ berekend moet worden 1
- opzoeken M_{Uranus} 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

of

methode 2

Exoplaneet GJ1214b heeft een massa van $6,50 \cdot 5,972 \cdot 10^{24} = 38,8 \cdot 10^{24}$ kg. (Dit is groter dan de massa van de aarde). De massa van Uranus is $86,8 \cdot 10^{24}$kg en daarmee groter dan de massa van GJ1214b. GJ1214b valt dus binnen de kwalificatie voor superaarde.

- inzicht dat de massa van GJ1214b berekend moet worden 1
- opzoeken M_{Uranus} 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Opmerking
Wanneer de kandidaat hier dezelfde foutieve waarde voor M_{aarde} gebruikt als in vraag 4: niet opnieuw aanrekenen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Concertharp

7 maximumscore 2

	transversale golven	longitudinale golven
golven in de snaar	X	
golven in de lucht		X

- eerste rij juist 1
- tweede rij juist 1

8 maximumscore 3

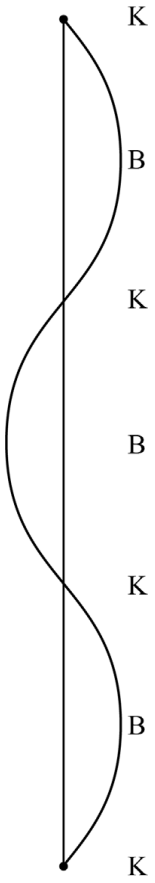
uitkomst: $v = 3{,}34 \cdot 10^2$ m s^{-1}

voorbeeld van een berekening:
De snaar trilt in de grondtoon, dus er geldt:
$\ell = \frac{1}{2}\lambda \rightarrow \lambda = 2 \cdot 0{,}379 = 0{,}758$ m.
Hieruit volgt:
$v = f\lambda = 440 \cdot 0{,}758 = 3{,}34 \cdot 10^2$ m s^{-1}.

- inzicht $\ell = \frac{1}{2}\lambda$ 1
- gebruik van $v = f\lambda$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

9 maximumscore 2



- een knoop aan beide uiteindes van de snaar 1
- resterende patroon van knopen en buiken correct 1

Opmerkingen
– *Wanneer het patroon alleen is getekend zonder aangeven van knopen K en buiken B: maximaal 1 punt toekennen.*
– *Wanneer de knopen en buiken niet gelijkmatig verdeeld zijn: dit niet aanrekenen.*

10 D

11 maximumscore 2
voorbeeld van een antwoord:
Door het intrappen van het pedaal wordt de trillende lengte ℓ van de snaar (en dus de bijpassende golflengte λ) korter. Bij gelijke golfsnelheid v wordt de frequentie f van de grondtoon dan hoger. De toon klinkt dan hoger.

- inzicht dat lengte ℓ korter wordt 1
- consequente conclusie over de hoogte van de toon 1

natuurkundeuitgelegd.nl

12 maximumscore 4

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

voorbeeld van een bepaling:

– Er zijn 4,0 trillingen gemaakt in $9{,}2 \cdot 2{,}0 \cdot 10^{-3} = 0{,}0184$ s. Hieruit volgt:

$$T = \frac{0{,}0184}{4{,}0} = 4{,}6 \cdot 10^{-3} \rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4{,}6 \cdot 10^{-3}} = 2{,}2 \cdot 10^2 \text{ Hz.}$$

- inzicht $T = \dfrac{\text{benodigde tijd}}{\text{aantal trillingen}}$ en gebruik $f = \dfrac{1}{T}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

voorbeeld van een antwoord:

– Op het scherm is geen zuivere sinus zichtbaar. Deze snaar brengt dus naast de grondtoon ook boventonen voort.

- inzicht dat er geen sprake is van een sinusoïde 1
- consequente conclusie 1

Wielrennen met een motor

13 maximumscore 4

uitkomst: $\Delta t = 33$ s

voorbeeld van een berekening:

De arbeid die geleverd moet worden is gelijk aan

$W = E_z = mgh = 80 \cdot 9{,}81 \cdot 64 = 5{,}02 \cdot 10^4$ J.

Zonder motor kost deze beklimming $t_z = \dfrac{W}{P} = \dfrac{5{,}02 \cdot 10^4}{4{,}0 \cdot 10^2} = 126$ s.

Met motor kost deze beklimming $t_m = \dfrac{W}{P} = \dfrac{5{,}02 \cdot 10^4}{(1{,}4 \cdot 10^2 + 4{,}0 \cdot 10^2)} = 93$ s.

De tijdswinst is $126 - 93 = 33$ s.

- gebruik van $E_z = mgh$ 1
- gebruik van $W = Pt$ 1
- inzicht $\Delta t = t_z - t_m$ 1
- completeren van de berekening en significantie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

14 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
NiCd levert maximaal 200 W kg^{-1}. De gegeven accu kan dus $200 \cdot 0{,}80 = 1{,}6 \cdot 10^{2}$ W vermogen leveren. Dat is onvoldoende voor de gebruikte motor. Dus het maximaal vermogen per kilogram maakt NiCd onbruikbaar.

- inzicht dat moet gelden: $P_{\text{accu}} \geq P_{\text{motor}}$ 1
- consequente conclusie 1

Opmerking
Bij een eventuele rekenfout de tweede deelscore niet toekennen.

15 maximumscore 3

uitkomst: $t = 0{,}88$ h ($= 3{,}2 \cdot 10^{3}$ s)

voorbeeld van een berekening:
De accu heeft een capaciteit van $220 \cdot 0{,}80 = 176$ Wh.
De motor kan hiermee gedurende $t = \frac{E}{P} = \frac{176}{2{,}0 \cdot 10^{2}} = 0{,}88$ h $(= 3{,}2 \cdot 10^{3}$ s) van energie worden voorzien.

- inzicht capaciteit $= m_{\text{accu}} \cdot$ energiedichtheid 1
- gebruik $E = Pt$ 1
- completeren van de berekening 1

16 maximumscore 5

uitkomst: $t = 4$ s

voorbeeld van een berekening:
De aluminium buis heeft een massa van
$m = \rho V = 2{,}70 \cdot 10^{3} \cdot 48 \cdot 10^{-6} = 0{,}130$ kg.
De motor levert $2{,}0 \cdot 10^{2} - 1{,}4 \cdot 10^{2} = 0{,}6 \cdot 10^{2}$ J s^{-1} aan warmte.

Voor de warmte die de aluminium buis moet opnemen geldt:

Binas: $Q = cm\Delta T = 0{,}88 \cdot 10^{3} \cdot 0{,}130 \cdot 2{,}0 = 228$ J.
De buis is daarmee in $t = \frac{Q}{P} = \frac{228}{0{,}6 \cdot 10^{2}} = 4$ s opgewarmd.

of

natuurkundeuitgelegd.nl

Sciencedata: $Q = cm\Delta T = 0{,}897 \cdot 10^3 \cdot 0{,}130 \cdot 2{,}0 = 233$ J.

De buis is daarmee in $t = \frac{Q}{P} = \frac{233}{0{,}6 \cdot 10^2} = 4$ s opgewarmd.

- gebruik van $\rho = \frac{m}{V}$ met opzoeken ρ 1
- gebruik van $Q = cm\Delta T$ met opzoeken c 1
- inzicht $P_{\text{warmte}} = P_{\text{elektrisch}} - P_{\text{mechanisch}}$ 1
- gebruik $t = \frac{Q}{P}$ 1
- completeren van de berekening en significantie 1

17 **A**

18 **maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

De medewerker zou op één wedstrijddag een equivalente dosis ontvangen van $D = \frac{E}{m} = \frac{0{,}72}{85} = 8{,}5 \cdot 10^{-3}$ Gy = 8,5 mGy. Dat is al bijna de helft van de jaarlijks toegestane equivalente dosis van 20 mGy.

- gebruik van $D = \frac{E}{m}$ 1
- completeren van de berekening 1
- inzicht dat $D_{1\text{ dag}}$ en D_{norm} in dezelfde orde van grootte liggen of dat D_{jaar} veel groter is dan D_{norm} 1

19 **maximumscore 2**

De fiets is **bestraald** tijdens de scan.

Het aluminium van het frame heeft een **grotere** halveringsdikte dan het materiaal waarvan de ketting is gemaakt.

Een buis met motor zou **donkerder** op de foto te zien zijn geweest dan een buis zonder motor.

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

natuurkundeuitgelegd.nl

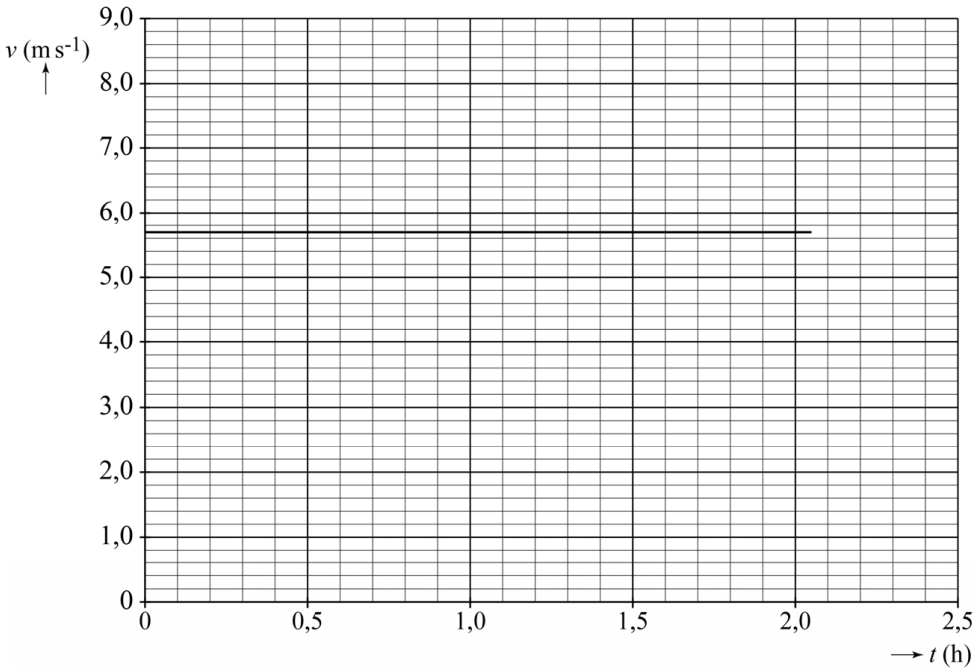
Marathon onder de twee uur

20 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Voor het record uit 2014 geldt $v_{gem} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{42195}{7377} = 5{,}720\ \text{m s}^{-1}$.

In het (s,t)-diagram is te zien dat deze snelheid constant is. Hieruit volgt het (v,t)-diagram van het record uit 2014:



- gebruik van $v_{gem} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 1
- completeren van de berekening van de waarde van v_{gem} 1
- consequent tekenen van de (v,t)-grafiek met een horizontale lijn op $v = v_{gem}$ tot $t = t_{eind}$ met een marge van $0{,}1\ \text{m s}^{-1}$ en $0{,}05$ h 1

natuurkundeuitgelegd.nl

21 maximumscore 2

In het (v,t)-diagram voor de lopers die onder de twee uur wilden lopen:
- is de looptijd **korter dan** die van het oude wereldrecord.
- is de gemiddelde snelheid **hoger dan** die van het oude wereldrecord.
- is de oppervlakte onder de grafiek **gelijk aan** de oppervlakte onder de (v,t)-grafiek van het oude wereldrecord.

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

22 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
Beide rechte stukken zijn even lang. De lagere snelheid tegen de wind in moet dus langer worden volgehouden dan de hogere snelheid met wind mee. De gemiddelde snelheid is dus niet het gemiddelde van de twee snelheden, maar deze valt lager uit. De looptijd voor een hele ronde wordt daarmee langer, Bert heeft gelijk.

• inzicht dat langer gelopen moet worden met de lagere snelheid en/of korter met de hogere snelheid	1
• consequente keuze voor Bert	1

23 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
Een haas heeft een grotere luchtweerstand F_w dan Kipchoge. De snelheid v van de haas is gelijk aan die van Kipchoge. Uit $P = F_w v$ volgt dat de haas dus met een groter vermogen loopt dan Kipchoge.

• inzicht dat geldt $P = F_w v$	1
• inzicht dat v voor een haas en Kipchoge hetzelfde is	1
• inzicht dat F_w voor een haas groter is dan voor Kipchoge	1

natuurkundeuitgelegd.nl

24 maximumscore 4

uitkomst: segment ea

voorbeeld van een antwoord:
Kipchoge had 25 s te veel nodig. In deze tijd heeft hij een afstand afgelegd van $s = vt = 5{,}84 \cdot 25 = 1{,}5 \cdot 10^2$ m.

Ieder segment van het circuit is $\frac{2{,}4 \cdot 10^3}{5} = 4{,}8 \cdot 10^2$ m lang.

Kipchoge was dus (al) in segment ea.

- gebruik van $s = vt$ 1
- berekenen van de lengte van één segment of inzicht dat $s < s_{\text{segment}}$ 1
- completeren van de berekening 1
- consequente keuze voor het segment 1

Theaterverlichting

25 maximumscore 4

uitkomst: $F_{\text{II}} = 3{,}7 \cdot 10^2$ N

voorbeeld van een antwoord:
Voor de hefboom geldt:

$$F_1 r_1 = F_2 r_2 \rightarrow F_{\text{II}} = \frac{r_z}{r_{\text{II}}} F_z = \frac{22}{134} \cdot (230 \cdot 9{,}81) = \frac{22}{134} \cdot 2256 = 3{,}7 \cdot 10^2 \text{ N}.$$

- gebruik van $F_1 r_1 = F_2 r_2$ 1
- gebruik van $F_z = mg$ 1
- bepalen van r_z en r_{II} (met een marge van 2 mm) 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

26 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
De draad moet zo ver mogelijk uitrekken als de staalkabel uitrekt. De draad in de sensor moet dus in dezelfde richting staan als de staalkabel. Dat is het geval bij methode 1.

- inzicht dat de draad moet mee rekken met het uitrekken van de staalkabel 1
- consequente keuze voor methode 1 1

natuurkundeuitgelegd.nl

27 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
De weerstand van de rekstrook wordt groter met het uitrekken.
In een serieschakeling neemt de spanning over een weerstand toe met het toenemen van die weerstand (ten opzichte van de andere weerstand).
De spanning wordt dus gemeten over de rekstrook.

- inzicht dat de weerstand van de rekstrook toeneemt met de rek 1
- inzicht dat in een serieschakeling de spanningen zich verhouden zoals de weerstanden 1
- consequente conclusie 1

28 maximumscore 4

voorbeeld van een bepaling:
Bij een sensorspanning van 2,520 V is ε = 0,081 %. Voor de staalkabel geldt dan:
Binas: $\sigma = \varepsilon E = 8{,}1 \cdot 10^{-4} \cdot 0{,}20 \cdot 10^{12} = 1{,}6 \cdot 10^{8}$ N m^{-2}.
of
Sciencedata: $\sigma = \varepsilon E = 8{,}1 \cdot 10^{-4} \cdot 210 \cdot 10^{9} = 1{,}7 \cdot 10^{8}$ N m^{-2}.

De hoogst belaste kabel zit nog onder de maximaal toegelaten belasting.
Beide staalkabels zitten dus nog in het veilige gebied.

- aflezen van ε bij U = 2,520 V met een marge van 0,001 % 1
- gebruik van $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ met opzoeken van E 1
- completeren van de bepaling 1
- inzicht dat de hoogste elektrische spanning bepalend is voor de veilige belasting en consequente conclusie 1

Opmerkingen
– *Als een kandidaat met Sciencedata heeft gerekend met* $E = 195 \cdot 10^{9}$ Pa *(roestvrij staal): dit niet aanrekenen.*
– *Als een kandidaat voor ε de waarde 0,08% noteert: dit niet aanrekenen.*

5 Aanleveren scores

Verwerk de scores van alle kandidaten per examinator in de applicatie Wolf.
Accordeer deze gegevens voor Cito uiterlijk op 11 juli.

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