Correctievoorschrift HAVO

2024

tijdvak 1

natuurkunde

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

1 Regels voor de beoordeling

Het werk van de kandidaten wordt beoordeeld met inachtneming van de artikelen 3.21, 3.24 en 3.25 van het Uitvoeringsbesluit WVO 2020.
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 3.21 t/m 3.25 van het Uitvoeringsbesluit WVO 2020 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.

Schip uit koers

1 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor de kinetische energie van het schip vóór het afremmen geldt:

$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\cdot 1{,}55\cdot 10^8 \cdot 7{,}1^2 = 3{,}91\cdot 10^9$ J.

Het schip heeft afgeremd over een afstand van $0{,}50\cdot 366 = 183$ m.

Hieruit volgt voor de wrijvingskracht:

$$(E_k =) W = F_W s \rightarrow F_W = \frac{W}{s} = \frac{3{,}91\cdot 10^9}{183} = 2{,}1\cdot 10^7 \text{ (N)}.$$

- gebruik van $W = \Delta E_k$ met $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- inzicht dat $s = 0{,}50\cdot \ell_{schip}$ 1
- gebruik van $W = Fs$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als de eenheid niet vermeld is, dit niet aanrekenen.

2 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt:

$$P_{motor,max} = F_{motor,max} v_{max} \rightarrow 7{,}2\cdot 10^7 = F_{motor,max}\cdot \frac{46}{3{,}6} \rightarrow F_{motor,max} = 5{,}6\cdot 10^6 \text{ N}.$$

Deze motorkracht is kleiner dan de wrijvingskracht op het schip.

- gebruik van $P = Fv$ 1
- completeren van de berekening 1
- inzicht dat de motorkracht vergeleken moet worden met de wrijvingskracht op het schip 1

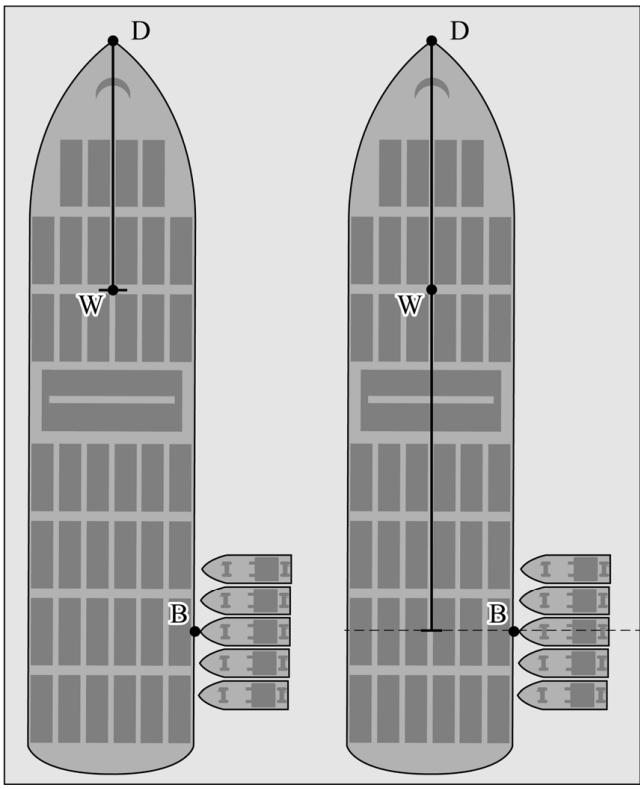
natuurkundeuitgelegd.nl

3 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

–

Arm van F_W: Arm van $F_{duwboten}$:



– De arm van de kracht van de duwboten is langer dan de arm van de wrijvingskracht. De momenten zijn gelijk, dus uit de hefboomwet volgt dan dat de totale duwkracht van de duwboten kleiner was dan de wrijvingskracht.

- intekenen van de armen van de krachten 1
- inzicht dat de arm van de duwkracht groter is dan de arm van de wrijvingskracht 1
- gebruik van de hefboomwet en consequente conclusie 1

Opmerking
Als de kandidaat één of twee armen verkeerd heeft ingetekend, maar deze armen consequent heeft gebruikt bij de beantwoording van de tweede deelvraag, kan de derde deelscore nog wel worden behaald.

natuurkundeuitgelegd.nl

4 maximumscore 2

De zwaartekracht op het schip	**bleef gelijk.**
De normaalkracht van de oever op het schip	**werd kleiner.**
De kracht die de duwboten moesten uitoefenen om de wrijvingskracht te overwinnen	**werd kleiner.**

- de eerste twee regels juist 1
- de derde regel consequent met de tweede 1

Kampeerbrander op hout

5 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:
Voor het opwarmen van het water is nodig:
$Q = cm\Delta T = 4{,}18 \cdot 10^3 \cdot 0{,}400 \cdot (100 - 10) = 1{,}50 \cdot 10^5$ J.

Voor de energie van het verbranden van het hout en het rendement geldt:
Binas:
$E_{\text{ch}} = r_m m = 16 \cdot 10^6 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 2{,}88 \cdot 10^5$ J.

$$\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}} \cdot 100\% = \frac{1{,}50 \cdot 10^5}{2{,}88 \cdot 10^5} \cdot 100\% = 52\%.$$

Sciencedata:
$E_{\text{ch}} = r_m m = 18{,}9 \cdot 10^6 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 3{,}40 \cdot 10^5$ J.

$$\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}} \cdot 100\% = \frac{1{,}50 \cdot 10^5}{3{,}40 \cdot 10^5} \cdot 100\% = 44\%.$$

De brander voldoet dus aan de eerste ontwerpeis.

- gebruik van $Q = cm\Delta T$ met opzoeken van c_{water} 1
- gebruik van $E_{\text{ch}} = r_m m$ met opzoeken van $r_{m\ \text{hout}}$ 1
- gebruik van $\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}}$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

6 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
Een stof met een hoge warmtegeleidingscoëfficiënt is in staat om veel warmte per tijdseenheid te geleiden. Koper heeft een hogere warmtegeleidingscoëfficiënt dan aluminium. Koper is dus de beste keuze.

- inzicht dat een grotere warmtegeleidingscoëfficiënt tot een sneller warmtetransport leidt 1
- consequente conclusie 1

Opmerking
Als de kandidaat heeft geredeneerd vanuit gelijkblijvende massa van het koellichaam en daarmee op aluminium uitkomt, dit goed rekenen.

7 maximumscore 2

uitkomst: $\mathrm{V\,K^{-1}}$ of $\mathrm{V\,°C^{-1}}$

voorbeeld van een antwoord:

$$[U] = [C][\Delta T] \rightarrow [C] = \frac{[U]}{[\Delta T]} = \mathrm{V\,K^{-1}} \text{ of } \mathrm{V\,°C^{-1}}$$

- invullen van correcte eenheden voor U en ΔT 1
- completeren van het antwoord 1

8 maximumscore 3

uitkomst: $\Delta T = 1{,}7 \cdot 10^2$ K

voorbeeld van een antwoord:

$$U = C\Delta T \rightarrow C = \frac{U}{\Delta T} = \frac{2{,}8}{(160 - 63)} = 0{,}0289\left(\frac{\mathrm{V}}{\mathrm{K}}\right)$$

$$U = C\Delta T \rightarrow \Delta T = \frac{U}{C} = \frac{5{,}0}{0{,}0289} = 1{,}7 \cdot 10^2 \text{ K} = 1{,}7 \cdot 10^2 \text{ °C}$$

- gebruik van $U = C\Delta T$ 1
- inzicht dat de waarde van C volgt uit de meting bij 2,8 V / inzicht dat $\frac{U_1}{U_2} = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

9 maximumscore 4

uitkomst: $R_l = 1{,}0 \cdot 10^3\ \Omega$ (binnen het bereik $7{,}8 \cdot 10^2 \Omega \leq R_l \leq 1{,}4 \cdot 10^3 \Omega$)

voorbeeld van een antwoord:
Over deze weerstand staat een spanning van
$U_R = U_{pelt} - U_{led} = 5{,}0 - 1{,}5 = 3{,}5$ V.
Uit het (I,U)-diagram volgt dat bij een spanning van 1,5 V een stroom van $3{,}5 \cdot 10^{-3}$ A door de schakeling gaat.
Voor de weerstand geldt: $R_l = \frac{U_R}{I} = \frac{3{,}5}{3{,}5 \cdot 10^{-3}} = 1{,}0 \cdot 10^3\ \Omega$.

- gebruik van $U_{tot} = U_1 + U_2$ 1
- gebruik van $R = \frac{U}{I}$ 1
- inzicht dat I uit figuur 4 afgelezen moet worden bij U = 1,5 V 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

Opmerking
Als niet is voldaan aan de eerste deelscore, de laatste deelscore voor completeren ook niet toekennen.

10 maximumscore 4

uitkomst: t = 24 h

voorbeeld van een antwoord:
– Voor de laadstroom van de accu geldt:
$I_{accu} = I_{pelt} - I_{ventilator} = 0{,}41 - 0{,}30 = 0{,}11$ A.
Hieruit volgt voor de tijd: $t = \frac{\text{capaciteit}}{I} = \frac{2{,}6}{0{,}11} = 24$ h.
– Een laadtijd van 24 h is veel langer dan het koken van een maaltijd duurt. Ze hebben hun vierde ontwerpeis dus niet gehaald.

- gebruik van $I_{tot} = I_1 + I_2$ 1
- inzicht dat $t = \frac{\text{capaciteit}}{I}$ 1
- completeren van de berekening 1
- inzicht dat de berekende laadtijd met de kooktijd van een maaltijd vergeleken moet worden en consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Falcon heavy

11 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

– Voor de baansnelheid geldt $v = \frac{2\pi r}{T}$. De periode van de rotatie van de aarde is altijd 24 uur. Op de evenaar is de afstand r tot de aardas het grootst, dus de baansnelheid v ook.

– Uit $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ volgt dat bij een grotere snelheid v_L er meer kinetische energie bij de start is. (De raketmotoren hoeven dan minder brandstof te verbranden.)

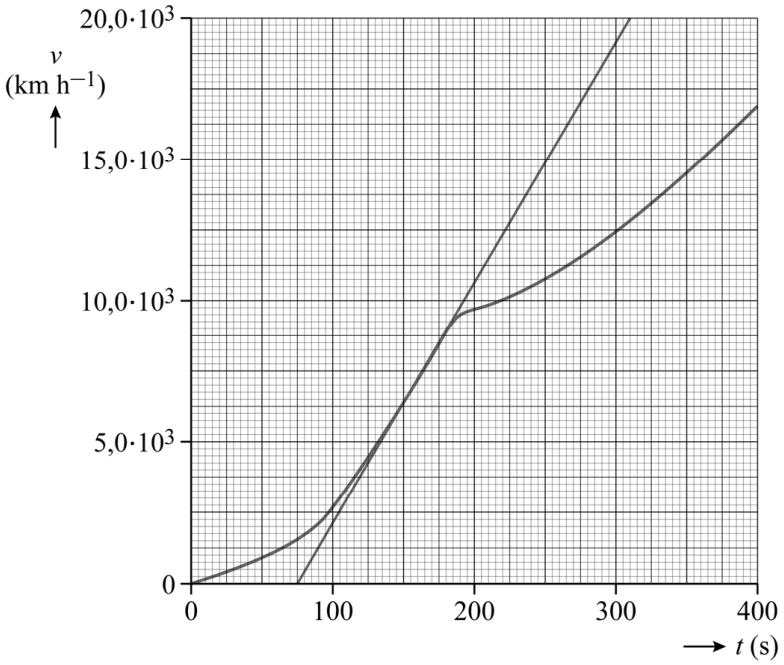
- gebruik van $v = \frac{2\pi r}{T}$ of $v = \frac{s}{t}$ met $s = 2\pi r$ 1
- inzicht dat T constant is en dat r het grootst is op de evenaar 1
- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- inzicht dat er bij een start vanaf de evenaar meer kinetische energie aanwezig is 1

natuurkundeuitgelegd.nl

12 maximumscore 4

uitkomst: $a = 23{,}6\ \text{m s}^{-2}$ (binnen het bereik $20{,}0\ \text{m s}^{-2} \leq a \leq 25{,}0\ \text{m s}^{-2}$)

voorbeeld van een antwoord:



Uit de raaklijn volgt: $a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{(20{,}0 \cdot 10^3 / 3{,}6)}{(310 - 75)} = 23{,}6\ \text{m s}^{-2}$.

- tekenen van de raaklijn op $t = 180$ s / aangeven van een relevant recht deel in de grafiek 1
- gebruik van $a = \left(\dfrac{\Delta v}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}}$ 1
- omrekenen van km h^{-1} naar m s^{-1} 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

13 maximumscore 5

uitkomst: $v = 7{,}80 \cdot 10^{3}\ \text{m s}^{-1}$

voorbeeld van een antwoord:
Voor een satellietbaan met een constante hoogte geldt:

$$\frac{mv^2}{r} = G\frac{mM}{r^2} \rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6{,}674 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}972 \cdot 10^{24}}{6{,}371 \cdot 10^{6} + 1{,}80 \cdot 10^{5}}} = 7{,}80 \cdot 10^{3}\ \text{m s}^{-1}.$$

- inzicht dat $\frac{mv^2}{r} = G\frac{mM}{r^2}$ 1
- opzoeken van waardes voor G en M 1
- bepalen van h (met een marge van 5 km) 1
- inzicht dat $r = R_A + h$ met opzoeken van R_A 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

Opmerking
Als gebruik is gemaakt van $R_A = 6{,}378 \cdot 10^{6}\ \text{m}$, *dit goed rekenen.*

14 maximumscore 3

uitkomst: $v = 8{,}50 \cdot 10^{3}\ \text{m s}^{-1}$

voorbeeld van een antwoord:
– Uit de stelling van Pythagoras volgt:
$s = \sqrt{\Delta h^2 + \Delta x^2} = \sqrt{(9{,}21 \cdot 10^{6})^2 + \left(4{,}38 \cdot 10^{6}\right)^2} = 1{,}02 \cdot 10^{7}\ \text{m}.$
– Tussen foto 1 en 2 zat een tijd van 20,0 minuten. Hieruit volgt:
$v = \frac{s}{t} = \frac{1{,}02 \cdot 10^{7}}{20{,}0 \cdot 60} = 8{,}50 \cdot 10^{3}\ \text{m s}^{-1}.$

- inzicht dat $s = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta h^2}$ 1
- gebruik van $s = vt$ 1
- completeren van de berekeningen 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Sarcoïde

15 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

– De activiteit van de isotoop moet in relatief korte tijd afnemen. Hiervoor is een korte halveringstijd nodig. De isotoop Au-198 heeft de kortste halveringstijd, dus capsule I.

– De dracht van β-straling in weefsel is heel klein.

- inzicht dat er sprake moet zijn van een korte halveringstijd 1
- consequente conclusie 1
- inzicht dat de dracht van β-straling klein is 1

16 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

$^{90}_{38}\mathrm{Sr} \rightarrow {}^{90}_{39}\mathrm{Y} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e}$

- alleen Sr-90 links van de pijl, β rechts van de pijl 1
- Y rechts van de pijl (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

Opmerking

Als rechts van de pijl ook γ is genoteerd, vervalt de eerste deelscore.

natuurkundeuitgelegd.nl

17 maximumscore 5

uitkomst: $t = 1{,}1 \cdot 10^{3}$ s

voorbeelden van een antwoord:
methode 1
Voor de behandeling is een totale energie nodig van:
$D = \frac{E}{m} \rightarrow E = 20 \cdot 7{,}9 \cdot 10^{-5} = 1{,}58 \cdot 10^{-3}$ J.
Per vervalreactie wordt $2{,}9 \cdot 1{,}60 \cdot 10^{-13} = 4{,}64 \cdot 10^{-13}$ J door het weefsel opgenomen.
In totaal zijn er dan $\frac{E}{E_{\text{verval}}} = \frac{1{,}58 \cdot 10^{-3}}{4{,}64 \cdot 10^{-13}} = 3{,}41 \cdot 10^{9}$ vervalreacties nodig.
Hiervoor is een tijd nodig van $\frac{3{,}41 \cdot 10^{9}}{3{,}1 \cdot 10^{6}} = 1{,}1 \cdot 10^{3}$ s.

- gebruik van $D = \frac{E}{m}$ 1
- omrekenen van MeV naar J 1
- inzicht dat $n_{\text{vervalreacties}} = \frac{E_{\text{totaal}}}{E_{\text{vervalreactie}}}$ 1
- inzicht dat $t = \frac{n_{\text{vervalreacties}}}{A}$ 1
- completeren van de berekening 1

of

methode 2
Voor de behandeling is een totale energie nodig van:
$D = \frac{E}{m} \rightarrow E = 20 \cdot 7{,}9 \cdot 10^{-5} = 1{,}58 \cdot 10^{-3}$ J.
Per vervalreactie wordt $2{,}9 \cdot 1{,}60 \cdot 10^{-13} = 4{,}64 \cdot 10^{-13}$ J door het weefsel opgenomen.
Er geldt: $P = A \cdot E_{\text{vervalreactie}} = 3{,}1 \cdot 10^{6} \cdot 4{,}64 \cdot 10^{-13} = 1{,}44 \cdot 10^{-6}$ Js^{-1}.
De behandeling duurt $t = \frac{E}{P} = \frac{1{,}58 \cdot 10^{-3}}{1{,}44 \cdot 10^{-6}} = 1{,}1 \cdot 10^{3}$ s.

- gebruik van $D = \frac{E}{m}$ 1
- omrekenen van MeV naar J 1
- inzicht dat $P = A \cdot E_{\text{vervalreactie}}$ 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

18 maximumscore 5

uitkomst: $t = 37$ s

voorbeeld van een antwoord:
Voor de energie van een foton geldt:
$E = hf = 6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 2{,}45 \cdot 10^{9} = 1{,}62 \cdot 10^{-24}$ J.
Hieruit volgt voor het vermogen van de stralingsbron:
$P = 6{,}2 \cdot 10^{25} \cdot 1{,}62 \cdot 10^{-24} = 1{,}01 \cdot 10^{2}$ J s^{-1}.
Het opwarmen duurt $t_{opw} = \frac{E}{P} = \frac{7{,}2 \cdot 10^{2}}{1{,}01 \cdot 10^{2}} = 7{,}1$ s.
De minimale totale tijd voor de behandeling is $t_{totaal} = 30 + 7{,}1 = 37$ s.

- gebruik van $E_f = hf$ 1
- inzicht dat $P = 6{,}2 \cdot 10^{25} \cdot E_f$ 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- inzicht dat $t_{totaal} = 30 + t_{opw}$ 1
- completeren van de berekening 1

19 maximumscore 2

voorbeelden van een antwoord:
methode 1
De temperatuur van 42 °C kan bereikt worden tot een diepte van 5,7 mm in het weefsel. De huiddikte van het paard is 4,5 mm. Hyperthermie is dus voor de hele dikte van de huid geschikt.

- vergelijken van de doordringdiepte bij 42 °C met de huiddikte 1
- consequente conclusie 1

of

methode 2
De huiddikte van het paard is 4,5 mm. De temperatuur die op deze diepte bereikt kan worden is 43,5 °C. Dit is hoger dan de benodigde 42 °C. Hyperthermie is dus voor de hele dikte van de huid geschikt.

- vergelijken van de temperatuur bij 4,5 mm met de benodigde temperatuur 1
- consequente conclusie 1

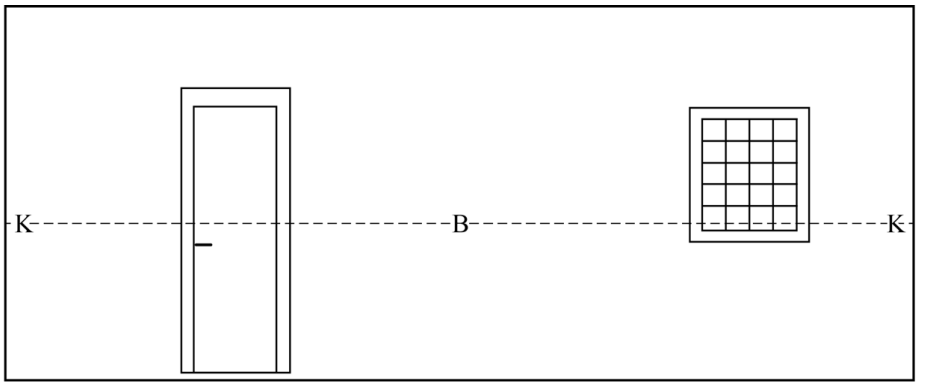
natuurkundeuitgelegd.nl

Infrasone trillingen

20 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

–



– Voor de golflengte in de ruimte geldt:
$\lambda = 2L \rightarrow \lambda = 2 \cdot 11{,}0 = 22{,}0$ m.

$v = f\lambda \rightarrow f = \dfrac{343}{22{,}0} = 15{,}6$ Hz. (Deze frequentie ligt onder de frequentie van hoorbaar geluid.)

- aangeven van een buik in het midden en twee knopen bij de wanden 1
- inzicht dat $\lambda = 2L$ 1
- gebruik van $v = f\lambda$ met $v = 343$ m s^{-1} 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking
Als het patroon alleen is getekend zonder aangeven van knopen K en buiken B, vervalt de eerste deelscore.

21 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
Uit figuur 3 blijkt dat een deel van de verdiepingen weinig tot geen klachten kende en een deel juist heel veel. Dit patroon past het best bij een staande golf, waar een deel niet in trilling is en een deel voortdurend in trilling is.

- inzicht dat de klachten niet gelijkmatig over het gebouw verdeeld waren 1
- consequente conclusie 1

22 maximumscore 1

resonantie/resoneren

natuurkundeuitgelegd.nl

23 **D**

24 **maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

De glaswasinstallatie is een massa-veersysteem waarvoor geldt:

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}} = 2\pi\sqrt{\frac{350}{2,2 \cdot 10^5}} = 0,251$ s.

Hieruit volgt voor de frequentie:

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,251} = 4,0$ Hz. (De frequentie van deze infrasone trillingen is gelijk aan de eigenfrequentie van de bureaus.)

- gebruik van $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$ 1
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

5 Aanleveren scores

Verwerk de scores van de alfabetisch eerste vijf kandidaten per examinator in de applicatie Wolf. Cito gebruikt deze gegevens voor de analyse van de examens.
Om de gegevens voor dit doel met Cito uit te wisselen dient u ze uiterlijk op 30 mei te accorderen.

Ook na 30 mei kunt u nog tot en met 12 juni gegevens voor Cito accorderen. Deze gegevens worden niet meer meegenomen in de hierboven genoemde analyses, maar worden wel meegenomen bij het genereren van de groepsrapportage.

Na accordering voor Cito kunt u in Wolf de gegevens nog wijzigen om ze vervolgens vrij te geven voor het overleg met de externe corrector. Deze optie is relevant als u Wolf ook gebruikt voor uitwisseling van de gegevens met de externe corrector.

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.

6 Bronvermeldingen

Schip uit koers
figuur 1 Shutterstock, afbeelding 705979063 door Peter Braakmann

Kampeerbrander op hout
figuur 1 Shutterstock, afbeelding 727285984 door Sean Thomforde

Falcon heavy
figuur 1 Shutterstock, afbeelding 1366865402

Infrasone trillingen
bron 1 Infrasone trillingen: Rijksgebouwendienst, Ministerie van Binnenlandse Zaken, Onderzoeksrapport Trillingen Westraven, 18 september 2012
figuur 2 Shutterstock, afbeelding 1056409958 door www.hollandfoto.net

Alle overige figuren: Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2024

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