Correctievoorschrift HAVO

2024

tijdvak 2

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.

Kunstmatige meteoroïden

1 maximumscore 4

uitkomst: $s_{max} = 85$ km

voorbeeld van een antwoord:

De maximale lengte van de baan wordt bereikt bij de maximale snelheid.

Hieruit volgt: $s_{max} = v_{max}t = \left(\frac{2{,}5 \cdot 10^5}{3{,}6}\right) \cdot 1{,}22 = 8{,}5 \cdot 10^4$ m $= 85$ km.

- inzicht dat de maximale snelheid gebruikt moet worden 1
- gebruik van $s = vt$ 1
- completeren van de berekening 1
- significantie 1

2 maximumscore 3

uitkomst: $T = 2{,}81 \cdot 10^3$ (°C)

voorbeeld van een antwoord:

Uit de wet van Wien volgt: $T = \frac{k_W}{\lambda_{max}} = \frac{2{,}898 \cdot 10^{-3}}{940 \cdot 10^{-9}} = 3{,}083 \cdot 10^3$ K.

Dit komt overeen met $3{,}083 \cdot 10^3 - 273 = 2{,}81 \cdot 10^3$ °C.

- gebruik van $\lambda_{max} T = k_W$ 1
- omrekenen van K naar °C 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

3 maximumscore 4

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

voorbeeld van een antwoord:
Voor de baansnelheid van de satelliet geldt:

$$F_{\text{mpz}} = F_{\text{g}} \rightarrow \frac{mv^2}{r} = \frac{GMm}{r^2}$$

$$\rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}972 \cdot 10^{24}}{(6{,}371 \cdot 10^6 + 4{,}0 \cdot 10^5)}} = 7{,}7 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1}.$$

- inzicht dat $F_{\text{mpz}} = F_{\text{g}}$ 1
- gebruik van $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$ en $F_{\text{g}} = G\frac{Mm}{r^2}$ 1
- inzicht dat $r = R_{\text{A}} + h$ 1
- completeren van de berekening 1

4 C

5 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:
Er geldt: $\frac{1}{2}mv_{\text{v}}^2 + mgh_{\text{v}} = \frac{1}{2}mv_{\text{n}}^2 + mgh_{\text{n}}$

$\rightarrow \frac{1}{2}(7{,}5 \cdot 10^3)^2 + 9{,}8 \cdot 4{,}0 \cdot 10^5 = \frac{1}{2}v_{\text{n}}^2 + 9{,}8 \cdot 1{,}0 \cdot 10^5$

Hieruit volgt: $v_{\text{n}} = 7{,}9 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1}$. Dit komt overeen met $v = 2{,}8 \cdot 10^4 \text{ km h}^{-1}$. (Deze snelheid is lager dan van een echte meteoroïde).

- inzicht dat $E_{\text{k voor}} + E_{\text{z voor}} = E_{\text{k na}} + E_{\text{z na}}$ 1
- gebruik van $E_{\text{k}} = \frac{1}{2}mv^2$ en $E_{\text{z}} = mgh$ 1
- omrekenen van m s^{-1} naar km h^{-1} of vice versa 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

6 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
Er geldt voor de straal van het cirkelvormige gebied:
$\tan\left(\frac{77}{2}\right)=\frac{r}{100} \rightarrow r=80$ km. Het gebied heeft dus een diameter van $1{,}6\cdot10^{2}$ km. Dit komt in orde van grootte overeen met gebied III, op autoafstand.

- inzicht dat $\tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)=\frac{r}{h}$ 1
- completeren van de berekening 1
- consequente conclusie 1

Knakworstenverwarmer

7 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
De stroommeter moet in serie zijn aangesloten met de knakworst. Dat is meter II.

- inzicht dat een stroommeter in serie moet worden aangesloten 1
- consequente keuze voor meter II 1

natuurkundeuitgelegd.nl

8 maximumscore 6

uitkomst: $R = 2{,}6 \cdot 10^2\ \Omega$ (met een marge van $0{,}1 \cdot 10^2\ \Omega$)

voorbeeld van een antwoord:

– Er geldt: $R = \dfrac{U}{I} = \dfrac{20{,}0}{0{,}076} = 2{,}6 \cdot 10^2\ \Omega$.

– De knakworst heeft een doorsnede met een oppervlakte van $A = \pi r^2 = \pi(7{,}5 \cdot 10^{-3})^2 = 1{,}77 \cdot 10^{-4}\ \text{m}^2$.

Hieruit volgt: $\rho = \dfrac{RA}{\ell} = \dfrac{2{,}6 \cdot 10^2 \cdot 1{,}77 \cdot 10^{-4}}{8{,}0 \cdot 10^{-2}} = 0{,}58\ \Omega\text{m}$.

Dat is niet hetzelfde als de soortelijke weerstand van zout water.

- gebruik van $U = IR$ 1
- aflezen van een bij elkaar passende U en I 1
- gebruik van $\rho = \dfrac{RA}{\ell}$ 1
- gebruik van $A = \pi r^2$ of $A = \frac{1}{4}\pi d^2$ met $r = \frac{1}{2}d$ 1
- completeren van de bepaling en de berekening en significantie 1
- consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

9 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
Tijdens het opwarmen neemt de stroomsterkte toe. De weerstand neemt dus af (omdat de spanning constant blijft). Dit is een eigenschap van een NTC.

- inzicht dat de stroomsterkte toeneemt 1
- inzicht in het verband tussen de stroomsterkte en de weerstand van de knakworst 1
- consequente conclusie 1

10 maximumscore 4

uitkomst: $\eta = 0,70$ (= 70%)

voorbeeld van een antwoord:
Er geldt:
$Q = cm\Delta T = 3,0 \cdot 10^3 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot (60 - 22) = 2,28 \cdot 10^3$ J.
En voor de benodigde elektrische energie:
$E = Pt = 3,9 \cdot (14 \cdot 60) = 3,28 \cdot 10^3$ J.
Dus:
$$\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}} = \frac{2,28 \cdot 10^3}{3,28 \cdot 10^3} = 0,70 \ (= 70\%).$$

- gebruik van $Q = cm\Delta T$ 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- gebruik van $\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}}$ of $\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}}$ 1
- completeren van de berekening 1

11 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
Uit figuren 2 en 3 volgt dat één knakworst is aangesloten op een stroomsterkte van ongeveer 0,1 A bij een spanning van ongeveer 30 V.
De voeding kan geen veelvoud van deze spanning leveren, maar wel een veelvoud van deze stroomsterkte. Dat kan alleen als de worsten parallel op de voeding worden aangesloten.

- inzicht dat figuren 2 en 3 gebruikt moeten worden om de stroomsterkte door en de spanning over 1 knakworst te bepalen 1
- inzicht dat bij serieschakeling de maximale spanning wordt overschreden / dat de totale stroomsterkte moet toenemen 1
- consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Boombrommer

12 maximumscore 2

tijdstip (s):	de motorkracht verricht arbeid	de remkracht verricht arbeid	er wordt geen arbeid verricht
7			X
23	X		
36		X	

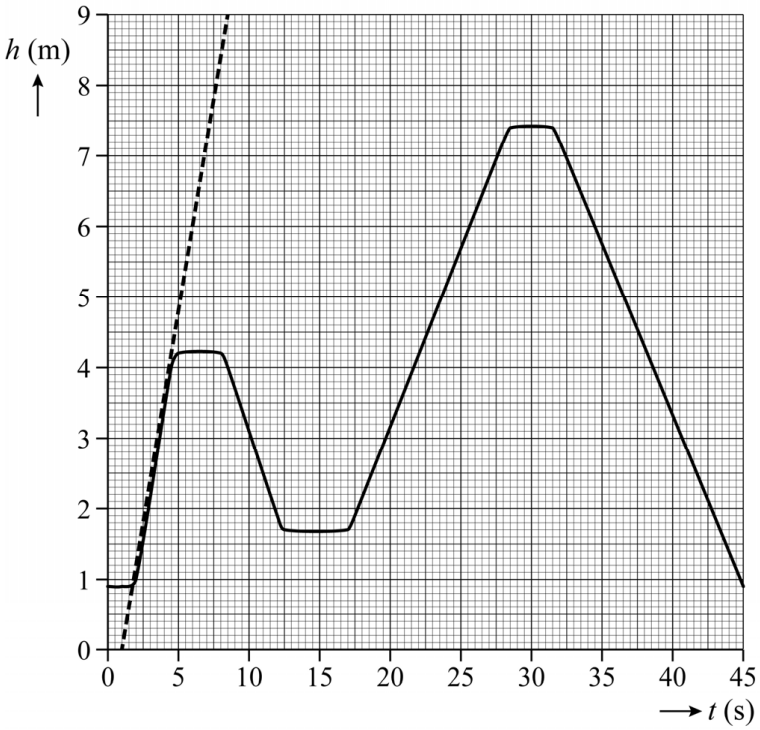
indien drie antwoorden juist	2
indien twee antwoorden juist	1
indien één of geen antwoord juist	0

natuurkundeuitgelegd.nl

13 maximumscore 4

uitkomst: $v = 1{,}2\ \text{m s}^{-1}$ (met een marge van $0{,}1\ \text{m s}^{-1}$)

voorbeeld van een antwoord:
De maximale snelheid wordt bereikt in het steilste deel van de grafiek, tussen 2,0 s en 4,5 s.



Hieruit volgt:

$$v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}} = \left(\frac{9{,}0 - 0}{8{,}5 - 1{,}0}\right) = 1{,}2\ \text{m s}^{-1}.$$

- inzicht dat de steilheid bepaald moet worden in het steilste deel van de grafiek 1
- tekenen van een raaklijn aan de grafiek of gebruik van een relevant recht deel van de grafiek 1
- gebruik van $v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

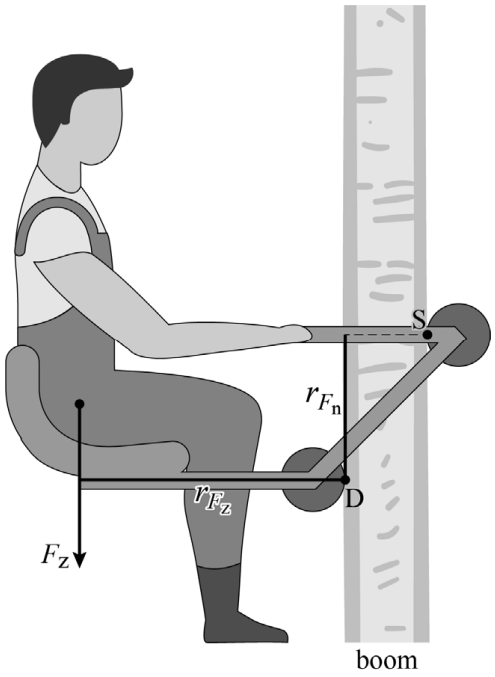
natuurkundeuitgelegd.nl

14 maximumscore 4

uitkomst: $F_n = 1{,}9 \cdot 10^3$ N

voorbeeld van een antwoord:

–



– Uit de hefboomwet volgt:

$$F_1 r_1 = F_2 r_2 \rightarrow F_n = \frac{(104 \cdot 9{,}81) \cdot 3{,}8}{2{,}0} = 1{,}9 \cdot 10^3 \text{ N}.$$

- intekenen van de arm van de zwaartekracht 1
- gebruik van de hefboomwet 1
- bepalen van de lengtes van de getekende armen (met een marge van 2,0 mm) 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

Opmerking
Als de kandidaat de arm verkeerd heeft ingetekend, maar deze arm consequent heeft gebruikt bij de beantwoording van de tweede deelvraag, kunnen de tweede, derde en vierde deelscore nog wel worden behaald.

natuurkundeuitgelegd.nl

15 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De arm r_{Fn} neemt af als de afstand SD kleiner wordt. Het moment M van de normaalkracht blijft gelijk, dus bij de afname van de afstand r_{Fn} zal de normaalkracht F_n groter worden.

- inzicht dat de arm r_{Fn} kleiner wordt 1
- inzicht dat het moment van de normaalkracht gelijk blijft 1
- consequente conclusie 1

16 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

methode 1

De brommer gebruikt 1,5 liter benzine. Dit levert een chemische energie van $E_{ch} = r_V V = 33 \cdot 10^9 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-3} = 4{,}95 \cdot 10^7$ J.

De verbrandingsmotor kan dan een nuttige energie leveren van

$$E_{nuttig} = \eta E_{in} = \frac{18}{100} \cdot 4{,}95 \cdot 10^7 = 8{,}91 \cdot 10^6 \text{ J}.$$

Om een boom te beklimmen is een energie nodig van

$E_z = mgh = 104 \cdot 9{,}81 \cdot 30 = 3{,}06 \cdot 10^4$ J.

Met de brommer kunnen dan $\frac{8{,}91 \cdot 10^6}{3{,}06 \cdot 10^4} = 2{,}9 \cdot 10^2$ bomen worden beklommen. Dat is meer dan de bewering van de uitvinder, dus de bewering kan kloppen.

- gebruik van $E_{ch} = r_V V$ met opzoeken van r_V 1
- gebruik van $E_z = mgh$ 1
- gebruik van $\eta = \frac{E_{nuttig}}{E_{in}}$ en de factor 100 1
- inzicht dat $n_{bomen} = \frac{E_{nuttig}}{E_{z\,boom}}$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

of

natuurkundeuitgelegd.nl

methode 2
De brommer gebruikt 1,5 L benzine. Dit levert een chemische energie van $E_{ch} = r_V V = 33 \cdot 10^9 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-3} = 4{,}95 \cdot 10^7$ J.
Om alle bomen te beklimmen is een totale energie nodig van $E_z = mgh = 104 \cdot 9{,}81 \cdot (135 \cdot 30) = 4{,}13 \cdot 10^6$ J.
Het rendement dat hier uit volgt is gelijk aan $\eta = \frac{E_{nuttig}}{E_{in}} \cdot 100 = \frac{E_z}{E_{ch}} \cdot 100 = \frac{4{,}13 \cdot 10^6}{4{,}95 \cdot 10^7} \cdot 100 = 8{,}3\%$. Dit rendement is lager dan het rendement van de benzinemotor, dus de bewering van de uitvinder kan kloppen.

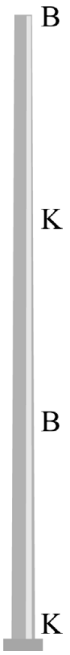
- gebruik van $E_{ch} = r_V V$ met opzoeken van r_V 1
- gebruik van $E_z = mgh$ 1
- gebruik van $\eta = \frac{E_{nuttig}}{E_{in}}$ 1
- toepassen van de factor 135 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Wiebelgenerator

17 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:



- knoop bij de basis en buik aan het uiteinde 1
- afwisseling van buiken en knopen met in totaal twee buiken en twee knopen 1

natuurkundeuitgelegd.nl

18 maximumscore 4

uitkomst: $v = 98\ \text{m s}^{-1}$

voorbeeld van een antwoord:
In figuur 2 is af te lezen dat er 16 trillingen in 8,2 s gemaakt zijn. Hieruit volgt dat de frequentie van de toon gelijk is aan $f = \frac{16}{8,2} = 1,95$ Hz.

Uit figuur 1 volgt: $\frac{1}{4}\lambda = 12,5\ \text{m} \rightarrow \lambda = 50,0\ \text{m}$.

Dus: $v = \lambda f = 50,0 \cdot 1,95 = 98\ \text{m s}^{-1}$.

- gebruik van $v = \lambda f$ 1
- bepalen van de frequentie (met een marge van 0,1 Hz) 1
- inzicht dat $\lambda = 4\ell$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

19 maximumscore 2

Wanneer de windsnelheid en dus de frequentie f_w afneemt, moet de trillingstijd van de paal **toenemen**.
De veerconstante moet dan **verlaagd** worden.

- eerste zin correct 1
- tweede zin consequent met de eerste zin 1

20 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
Voor het vermogen dat de wind overdraagt op de generator geldt:
$P_{\text{wind}} = 0,30 \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \rightarrow P_{\text{wind}} = 0,30 \cdot 1,293 \cdot 1,2 \cdot 12^3 = 804$ W.
Het rendement van de generator is dan:
$\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}} = \frac{100}{804} = 0,12\ (= 12\%)$.
Het rendement is dus lager dan het rendement van de reguliere windmolen.

- gebruik van $P_{\text{wind}} = 0,30 \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$ met opzoeken van ρ_{lucht} 1
- gebruik van $\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}}$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Gebitsfoto

21 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor de frequentie van de gebruikte fotonen geldt:

$$f = \frac{E_f}{h} = \frac{85 \cdot 10^3 \cdot 1{,}60 \cdot 10^{-19}}{6{,}63 \cdot 10^{-34}} = \frac{1{,}36 \cdot 10^{-14}}{6{,}63 \cdot 10^{-34}} = 2{,}05 \cdot 10^{19}\,\text{Hz}.$$

En voor de golflengte:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3{,}00 \cdot 10^8}{2{,}05 \cdot 10^{19}} = 1{,}46 \cdot 10^{-11}\,\text{m} = 0{,}015\,\text{nm}.$$

(Deze waarde ligt binnen het gegeven golflengtegebied).

- omrekenen van eV naar J 1
- gebruik van $E_f = hf$ 1
- gebruik van $c = f\lambda$ 1
- completeren van de berekening 1

22 maximumscore 3

uitkomst: $n_{\text{fotonen}} = 3{,}8 \cdot 10^{14}$ (fotonen per seconde)

voorbeeld van een berekening:

De stroomsterkte is gelijk aan $6{,}0 \cdot 10^{-3}\,\text{A} = 6{,}0 \cdot 10^{-3}\,\text{C s}^{-1}$, dus:

$$n_{\text{elektronen}} = \frac{I}{e} = \frac{6{,}0 \cdot 10^{-3}}{1{,}60 \cdot 10^{-19}} = 3{,}75 \cdot 10^{16}\,\text{elektronen per seconde.}$$

Per 100 elektronen wordt er 1 foton vrijgemaakt, dus

$$n_{\text{fotonen}} = \frac{3{,}75 \cdot 10^{16}}{100} = 3{,}8 \cdot 10^{14}\,\text{fotonen per seconde.}$$

- inzicht dat $n_{\text{elektronen}} = \frac{I}{e}$ 1
- toepassen van de factor 100 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

23 maximumscore 3

uitkomst: $D = 2{,}9 \cdot 10^{-3}$ Gy

voorbeeld van een berekening:
Tijdens de scan ontvangt de pop een totale energie van
$E = Pt = 2{,}6 \cdot 10^{-4} \cdot 16{,}7 = 4{,}34 \cdot 10^{-3}$ J.
De pop ontvangt hierdoor een dosis van
$D = \frac{E}{m} = \frac{4{,}34 \cdot 10^{-3}}{1{,}5} = 2{,}9 \cdot 10^{-3}$ Gy.

- gebruik van $E = Pt$ 1
- gebruik van $D = \frac{E}{m}$ 1
- completeren van de berekening 1

24 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
De scan is lichter van kleur op de plek van het implantaat, dus het implantaat heeft meer straling geabsorbeerd dan de originele kies. Gezien de gelijke dikte heeft het implantaat dus een kleinere halveringsdikte dan de originele kies.

- inzicht dat het implantaat meer straling absorbeert/minder straling doorlaat dan de originele kies 1
- consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

5 Aanleveren scores

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

6 Bronvermeldingen

Kunstmatige meteoroïden

figuur 1 Shutterstock 1172443615 door Jasmine_K

figuur 2 Shutterstock 1158434647 door NicoElNino

Boombrommer

figuur 1 Shutterstock 865445 door Hashim Pudiyapura

figuur 2 https://www.youtube.com/watch?v=7hr0z3vFJIA, Discover Agriculture - 2-11-2020

Gebitsfoto

figuur 3 Shutterstock 1286263486 door Kira Yan

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