Correctievoorschrift HAVO

2022

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 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.

Muziekdoos

1 maximumscore 3

uitkomst: $v = 4 \cdot 10^{-3}$ m s^{-1}

voorbeeld van een antwoord:
In de figuur is te zien dat de diameter van de rol ongeveer gelijk is aan de dikte van een vinger. De straal van de rol kan hiermee geschat worden op 1 cm. Voor de baansnelheid geldt dan:

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \cdot 1 \cdot 10^{-2}}{15} = \frac{6{,}3 \cdot 10^{-2}}{15} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m s}^{-1}.$$

- gebruik van $v = \frac{2\pi r}{T}$ 1
- beredeneerde schatting van de straal van de rol tussen 0,6 en 1,5 cm of de diameter van de rol tussen 1,2 en 3,0 cm 1
- completeren van de schatting 1

2 C

natuurkundeuitgelegd.nl

3 maximumscore 3

uitkomst: $f = 3{,}5 \cdot 10^{2}$ Hz (met een marge van $0{,}1 \cdot 10^{2}$ Hz)

voorbeeld van een antwoord:

methode 1

– Er worden 3 trillingen geproduceerd in $8{,}6 \cdot 10^{-3}$ s,

dus $T = \dfrac{8{,}6 \cdot 10^{-3}}{3} = 2{,}87 \cdot 10^{-3}$ s.

Voor de frequentie geldt: $f = \dfrac{1}{T} = \dfrac{1}{2{,}87 \cdot 10^{-3}} = 3{,}5 \cdot 10^{2}$ Hz.

– f1 of f'

- inzicht dat geldt $T = \dfrac{\text{benodigde tijd}}{\text{aantal trillingen}}$ en $f = \dfrac{1}{T}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1
- consequente keuze voor de muzieknoot 1

of

methode 2

– Er worden 3 trillingen geproduceerd in $8{,}6 \cdot 10^{-3}$ s,

dus $f = \dfrac{3}{8{,}6 \cdot 10^{-3}} = 3{,}5 \cdot 10^{2}$ Hz.

– f1 of f'

- inzicht dat geldt $f = \dfrac{\text{aantal trillingen}}{\text{benodigde tijd}}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1
- consequente keuze voor de muzieknoot 1

4 maximumscore 2

Om de tijdsduur van één volledige trilling van de strip met een fotocamera te bepalen, is **meer dan** één foto per trilling nodig.

De beeldfrequentie van de camera moet dan **hoger zijn dan** de frequentie van de trillende strip.

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

natuurkundeuitgelegd.nl

Vraag	Antwoord	Scores

5 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De frequentie van de toon van 'London Bridge' is lager, de trillingstijd T is dan hoger. Uit $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$ volgt dat (bij gelijke C) de massa m dan groter is.

- inzicht dat de lagere toon een kleinere frequentie of grotere trillingstijd heeft 1
- een uit de formule van een massa-veersysteem volgende consequente conclusie over de massa 1

Opmerking
Wanneer alleen is aangegeven dat een zwaardere strip een lagere toon geeft, geen scorepunten toekennen.

natuurkundeuitgelegd.nl

New Horizons

6 maximumscore 1

Op positie 1.

7 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $F_g = F_{mpz} \rightarrow G\frac{mM}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$.

Hieruit volgt:

Binas: $v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6,674 \cdot 10^{-11} \cdot 0,0131 \cdot 10^{24}}{12,5 \cdot 10^6}} = 2,64 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}$.

Sciencedata: $v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6,674 \cdot 10^{-11} \cdot 0,0130 \cdot 10^{24}}{12,5 \cdot 10^6}} = 2,63 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}$.

(Dit klopt met de snelheid die de ontwerpers hebben gevonden.)

- inzicht dat $F_g = F_{mpz}$ 1
- gebruik van $F_g = G\frac{mM}{r^2}$ met opzoeken M_{Pluto} en G 1
- gebruik van $F_{mpz} = \frac{mv^2}{r}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen
– *Wanneer de eenheid niet vermeld is, dit niet aanrekenen.*
– *De eerste deelscore niet toekennen voor* $F_z = F_{mpz}$.

natuurkundeuitgelegd.nl

8 maximumscore 4

uitkomst: $m = 3{,}5 \cdot 10^4$ kg

voorbeeld van een antwoord:

– Voor de arbeid die de raketmotor moet leveren geldt:
$W_{\text{motor}} = \Delta E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m(v_e^2 - v_b^2) = \frac{1}{2} \cdot 465 \cdot ((2{,}6 \cdot 10^2)^2 - (1{,}2 \cdot 10^4)^2) = (-)3{,}35 \cdot 10^{10}$ J.

Hiervoor is $\frac{3{,}35 \cdot 10^{10}}{0{,}95 \cdot 10^6} = 3{,}5 \cdot 10^4$ kg hydrazine nodig.

– Door de brandstof is de totale massa bij het begin van het afremmen van NH veel groter dan 465 kg.

- inzicht dat $W_{\text{motor}} = \Delta E_{\text{kin}}$ met $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} mv^2$ 1
- inzicht dat $m_{\text{hydrazine}} = \frac{W_{\text{motor}}}{0{,}95 \cdot 10^6}$ 1
- completeren van de berekening 1
- inzicht dat de totale massa van NH door de brandstof groter is 1

9 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

$^{238}_{94}\text{Pu} \rightarrow {}^{234}_{92}\text{U} + {}^{4}_{2}\text{He}$

- Pu-238 links en alleen een alfadeeltje als vervaldeeltje rechts van de pijl 1
- U rechts van de pijl (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

natuurkundeuitgelegd.nl

10 maximumscore 4

uitkomst: $\Delta t = 120$ jaar

$m_b = 9{,}0$ kg

voorbeeld van een antwoord:

– Uit het snijpunt van de raaklijn met de horizontale as volgt dat $\Delta t = 120$ jaar.

– De activiteit bij de lancering is gelijk aan $6{,}0 \cdot 10^{15}$ Bq. Als deze activiteit constant zou zijn over de tijd, zouden alle Pu-238-deeltjes in 120 jaar volledig zijn omgezet. Hieruit volgt:
$\Delta N = (-)6{,}0 \cdot 10^{15} \cdot (120 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600) = 2{,}27 \cdot 10^{25}$ deeltjes.
Dit komt overeen met een massa van
$m_{tot} = \Delta N \cdot m_{Pu\text{-}238} = 2{,}27 \cdot 10^{25} \cdot 3{,}95 \cdot 10^{-25} = 9{,}0$ kg.

- aflezen van Δt (met een marge van 5 jaar) en significantie 1
- inzicht dat $\Delta N = A \cdot \Delta t$ 1
- inzicht dat $m_{tot} = \Delta N \cdot m_{Pu\text{-}238}$ 1
- completeren van de berekening 1

11 maximumscore 3

uitkomst: $\eta = 0{,}046$ of 4,6%

voorbeeld van een antwoord:
Het plutonium levert bij de start een vermogen van:
$P_{Pu\text{-}238} = A \cdot E_{verval} = 6{,}0 \cdot 10^{15} \cdot 5{,}59 \cdot 10^{6} \cdot 1{,}60 \cdot 10^{-19} = 5{,}37 \cdot 10^{3}$ W.
Het rendement van de generator is dan:
$\eta = \frac{P_{elektrisch}}{P_{Pu\text{-}238}} = \frac{248}{5{,}37 \cdot 10^{3}} = 0{,}046\ (= 4{,}6\%)$.

- inzicht dat $P_{Pu\text{-}238} = A \cdot E_{verval}$ 1
- inzicht dat $\eta = \frac{P_{elektrisch}}{P_{Pu\text{-}238}}$ 1
- completeren van de berekening en significantie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

12 maximumscore 3

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

voorbeelden van een antwoord:

methode 1
Uit de grafiek is te bepalen dat de halveringstijd van Pu-238 gelijk is aan 88 jaar. Het vermogen van de generator halveert met het verstrijken van een halveringstijd. Na 3 halveringstijden is het vermogen gedaald tot 31 W. Dat is na $3 \cdot 88 = 2{,}6 \cdot 10^2$ jaar.

- inzicht dat $t_{\frac{1}{2}}$ bepaald moet worden 1
- inzicht dat het vermogen van de generator halveert per halveringstijd 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

of

methode 2
Het elektrische vermogen van de energiebron is recht evenredig met de activiteit van de bron en dus het aantal deeltjes in de bron. Als de generator stopt met functioneren is het vermogen van de bron gedaald tot $\frac{31}{248} \cdot 100\% = 12{,}5\%$ van het vermogen van de bron bij het begin.
Hieruit volgt dat ook het resterende percentage Pu-238 gelijk is aan 12,5%.
Aflezen in de grafiek levert $t = 2{,}6 \cdot 10^2$ jaar.

- inzicht dat P_{bron} recht evenredig is met het resterende percentage Pu-238 1
- inzicht dat de verhouding $\frac{P_e}{P_b}$ berekend moet worden 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Lithografie

13 **C**

14 **maximumscore 2**
voorbeeld van een antwoord:
De begintemperatuur van het tin is hoger dan het smeltpunt. Het tin gaat dus van vloeibaar naar gasvormig. Er is dus sprake van verdampen.

- inzicht dat het tin bij aanvang vloeibaar is 1
- consequente vermelding van de faseovergang 1

Opmerking
Voor een antwoord zonder toelichting geen scorepunten toekennen.

15 **maximumscore 3**
uitkomst: $t = 0{,}13$ s

voorbeeld van een antwoord:
Er zijn $\frac{E_{\text{totaal}}}{E_{\text{puls}}} = \frac{2{,}5}{1{,}5 \cdot 10^{-4}} = 1{,}67 \cdot 10^{4}$ pulsen nodig. Eén puls duurt $8{,}0 \cdot 10^{-6}$ s.
De totale tijd van belichten is dan $1{,}67 \cdot 10^{4} \cdot 8{,}0 \cdot 10^{-6} = 0{,}13$ s.

- inzicht dat $\frac{E_{\text{totaal}}}{E_{\text{puls}}} = \text{n}_{\text{pulsen}}$ 1
- inzicht dat $t = \text{n}_{\text{pulsen}} \cdot t_{\text{puls}}$ met $t_{\text{puls}} = 8{,}0 \cdot 10^{-6}$ s 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking
Wanneer een kandidaat voor t_{puls} *de waarde* $8 \cdot 10^{-6}$ s *noteert, dit niet aanrekenen.*

natuurkundeuitgelegd.nl

16 maximumscore 4

uitkomst: $\ell = 1{,}8$ nm $= 1{,}8 \cdot 10^{-9}$ m

voorbeeld van een antwoord:

De golflengte van de nieuwe fotonen is:

$$f = \frac{E_f}{h} = \frac{1{,}47 \cdot 10^{-17}}{6{,}63 \cdot 10^{-34}} = 2{,}22 \cdot 10^{16} \text{ Hz.}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3{,}00 \cdot 10^{8}}{2{,}22 \cdot 10^{16}} = 1{,}35 \cdot 10^{-8} \text{ m.}$$

Voor de minimale breedte van een draad die met het nieuwe proces gemaakt kan worden, geldt:

$$\ell_{\text{nieuw}} = \frac{1{,}35 \cdot 10^{-8}}{193 \cdot 10^{-9}} \cdot 25 \cdot 10^{-9} = 1{,}8 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 1{,}8 \text{ nm.}$$

- gebruik van $E_f = hf$ met opzoeken van h 1
- gebruik van $c = f\lambda$ met opzoeken van c 1
- inzicht dat $\ell_{\text{nieuw}} = \frac{\lambda_{\text{nieuw}}}{\lambda_{\text{oud}}} \cdot \ell_{\text{oud}}$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Stunt in Dubai

17 maximumscore 4

uitkomst: $\eta = 0{,}8$ of $8 \cdot 10^1$ %

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $\eta = \dfrac{E_{\text{McD}}}{E_{\text{blok}}} = \dfrac{\frac{1}{2} m_{\text{McD}} v^2 + m_{\text{McD}} g h_{\text{McD}}}{m_{\text{blok}} g h_{\text{blok}}}$

Hieruit volgt:

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} \cdot 85 \cdot 59^2 + 85 \cdot 9{,}81 \cdot 34}{2{,}75 \cdot 10^4 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}8} = \frac{1{,}48 \cdot 10^5 + 2{,}84 \cdot 10^4}{2{,}2 \cdot 10^5} = 0{,}8 \ (= 8 \cdot 10^1 \ \%)$$

- inzicht dat geldt $\eta = \dfrac{E_{\text{McD}}}{E_{\text{blok}}}$ en $E_{\text{McD}} = E_{\text{k}} + E_{\text{z}}$ 1
- gebruik van $E_{\text{k}} = \frac{1}{2} m v^2$ 1
- gebruik van $E_{\text{z}} = mgh$ 1
- completeren van de berekening 1

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

18 maximumscore 2

fase	punt in de grafiek
McDougall komt los van de katapult.	b
McDougall bereikt het hoogste punt.	d
McDougall opent zijn parachute.	e

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

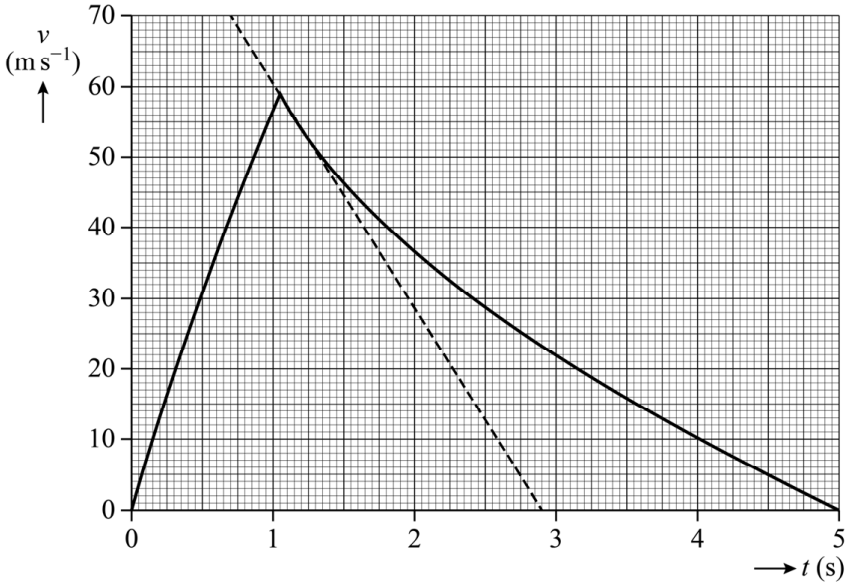
natuurkundeuitgelegd.nl

19 maximumscore 4

uitkomst: $a = (-)32\ \text{m s}^{-2}$ $(28\ \text{m s}^{-2} \leq |a| \leq 46\ \text{m s}^{-2})$

voorbeeld van een antwoord:

– De versnelling kan bepaald worden met behulp van de raaklijn aan de grafiek, direct na het loskomen van het platform op t = 1,05 s:



Hieruit volgt:

$$a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}} = (-)\frac{70}{2{,}90 - 0{,}70} = (-)32\ \text{m s}^{-2}.$$

- tekenen van de raaklijn direct na t = 1,05 s / aangeven van een relevant recht deel van de grafiek 1
- gebruik van $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

– voorbeeld van een antwoord:
- Er werkt (behalve de zwaartekracht ook) luchtweerstand. 1

natuurkundeuitgelegd.nl

20 maximumscore 5

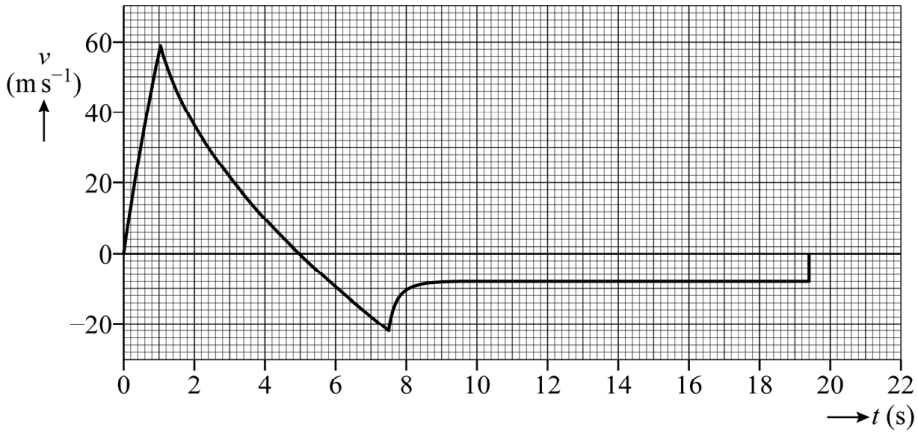
uitkomst: $s_{5\to10} = 50$ m $(45\text{ m} \le s < 55\text{ m})$

voorbeeld van een antwoord:

– De afstand kan bepaald worden door het bepalen van het aantal hokjes tussen de grafiek en de t-as. Hieruit volgt dat de afgelegde afstand tussen 5,0 s en 10 s gelijk is aan 50 m.

– McDougall viel met constante snelheid van $(-)8{,}0\text{ m s}^{-1}$ over een afstand van $125 - 50 = 75$ m. Deze val duurde $t_{\text{resterend}} = \frac{s}{v} = \frac{75}{8{,}0} = 9{,}4$ s.

Hieruit volgt voor de grafiek:



- inzicht dat de afstand bepaald kan worden uit de oppervlakte tussen de grafiek en de t-as 1
- completeren van de bepaling van de afstand 1
- inzicht dat $s_{\text{resterend}} = 125 - s_{5\to10}$ 1
- inzicht dat $s_{\text{resterend}} = vt_{\text{resterend}}$ met $7{,}5\text{ m s}^{-1} \le v < 8{,}5\text{ m s}^{-1}$ 1
- completeren van de bepaling van $t_{\text{resterend}}$ en consequent intekenen van een horizontale lijn tot $t_{\text{eind}} = 10 + t_{\text{resterend}}$ (met een marge van 0,5 s) 1

natuurkundeuitgelegd.nl

21 maximumscore 3

fase	De resulterende kracht is:		
McDougall wordt versneld door de katapult.	**naar boven gericht**		
McDougall is op het hoogste punt.			**naar beneden gericht**
McDougall daalt met constante snelheid.		**gelijk aan 0 N**	
McDougall wordt afgeremd door de grond.	**naar boven gericht**		

indien vier antwoorden juist	3
indien drie antwoorden juist	2
indien twee antwoorden juist	1
indien één of geen antwoord juist	0

natuurkundeuitgelegd.nl

Exploderende draad

22 maximumscore 4

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Voor de oppervlakte van de doorsnede van de draad geldt:

$A_{\text{draad}} = \dfrac{\rho \ell}{R} = \dfrac{17 \cdot 10^{-9} \cdot 80}{35} = 3{,}89 \cdot 10^{-8}\ \text{m}^2$.

Hieruit volgt: $A_{\text{draad}} = 3{,}89 \cdot 10^{-8} = \pi r^2 \rightarrow r_{\text{draad}} = 1{,}11 \cdot 10^{-4}$ m.

De diameter van de draad is $2 \cdot 1{,}11 \cdot 10^{-4} = 2{,}2 \cdot 10^{-4}$ m. Dit is dikker dan een mensenhaar.

of

methode 2

Voor de oppervlakte van de doorsnede van de draad geldt:

$A_{\text{draad}} = \dfrac{\rho \ell}{R} = \dfrac{17 \cdot 10^{-9} \cdot 80}{35} = 3{,}89 \cdot 10^{-8}\ \text{m}^2$.

Voor de oppervlakte van de doorsnede van de haar geldt:

$r_{\text{haar}} = \dfrac{60 \cdot 10^{-6}}{2} = 30 \cdot 10^{-6}\ \text{m} \rightarrow A_{\text{haar}} = \pi {r_{\text{haar}}}^2 = 2{,}8 \cdot 10^{-9}\ \text{m}^2$.

De draad is dus dikker dan een mensenhaar.

- gebruik van $\rho = \dfrac{RA}{\ell}$ 1
- opzoeken van de soortelijke weerstand van koper 1
- gebruik van $A = \pi r^2$ en juist gebruik van factor 2 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Opmerkingen

– *In Sciencedata is* $\rho_{\text{koper}} = 16{,}8 \cdot 10^{-9}\ \Omega\text{m}$.

– *Het gebruik van de factor 2 mag ook impliciet.*

natuurkundeuitgelegd.nl

23 maximumscore 3
uitkomst: $U = 5{,}0 \cdot 10^5$ V

voorbeeld van een antwoord:

– Omschrijven van $U = IR$ naar $I = \frac{U}{R}$ en dit invullen in $P = UI$ levert:
$P = \left(\frac{U}{R}\right)U = \frac{U^2}{R}$.

– Voor deze spanning over de draad geldt:
$P = \frac{U^2}{R} \rightarrow 7{,}1 \cdot 10^9 = \frac{U^2}{35} \rightarrow U = \sqrt{7{,}1 \cdot 10^9 \cdot 35} = 5{,}0 \cdot 10^5$ V.

- gebruik van $P = UI$ en $U = IR$ 1
- completeren van de afleiding 1
- gebruik van $P = \frac{U^2}{R}$ en completeren van de berekening 1

24 D

25 maximumscore 4
uitkomst: 2 keer

voorbeeld van een antwoord:
De benodigde energie voor de bliksem is gelijk aan
$E_{\text{bliksem}} = Pt = 7{,}1 \cdot 10^9 \cdot 1{,}4 \cdot 10^{-5} = 9{,}94 \cdot 10^4$ J.
Voor het opladen van de accu is $E_{\text{accu}} = 9{,}88 \cdot 10^{-3}$ kWh $= 3{,}56 \cdot 10^4$ J nodig.
$\frac{E_{\text{bliksem}}}{E_{\text{accu}}} = \frac{9{,}94 \cdot 10^4}{3{,}56 \cdot 10^4} = 2{,}8$. Dus de accu kan 2 keer opgeladen worden.

- gebruik van $E = Pt$ 1
- omrekenen van (k)Wh naar J of omgekeerd 1
- inzicht dat voor het aantal keer opladen geldt $\frac{E_{\text{bliksem}}}{E_{\text{accu}}}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking
Als de uitkomst is gegeven als 2,8 keer of 3 keer opladen, dit goed rekenen.

natuurkundeuitgelegd.nl

26 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

– Toenemen van de temperatuur betekent dat de deeltjes sneller gingen trillen/bewegen.
– De koperdeeltjes kwamen los uit het rooster. / De koperdeeltjes verloren hun onderlinge vaste positie.

- inzicht in de relatie tussen temperatuur en snelheid van de deeltjes 1
- inzicht dat bij deze faseovergang de koperdeeltjes hun vaste plek ten opzichte van elkaar verliezen 1

27 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De druppels leggen een afstand af van $s = vt = 0,9 \cdot 10^{3} \cdot 1,0 \cdot 10^{-4} = 0,09$ m.

Op de foto is te zien dat het publiek op veel grotere afstand dan 0,09 m van de draad af stond, dus de druppels konden het publiek niet bereiken.

- gebruik van $s = vt$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

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 25 mei te accorderen.

Ook na 25 mei kunt u nog tot en met 8 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.

natuurkundeuitgelegd.nl

6 Bronvermeldingen

Lithografie

figuur 1 bron: Shutterstock stockillustratie-id: 142357873, fotograaf DeSerg

figuur 2 bron: Shutterstock stockillustratie-id: 429155548, fotograaf luchschenF

figuur 3 bron: Shutterstock stockillustratie-id: 727445440, fotograaf MS Mikel

Stunt in Dubai

figuur 1 bron: Shutterstock stockillustratie-id:423627184, fotograaf successo images

figuur 2 en 3 bron: fotograaf Jimmy Pouchinotti en stuntman Chris Mcdougall

Exploderende draad

figuur 1 en 2 bron: Bart van Overbeeke Fotografie

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