Correctievoorschrift HAVO

2025

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.

Muzikale schelp

1 maximumscore 3

uitkomst: $f = 455$ Hz (met een marge van 2 Hz)

voorbeeld van een antwoord:

Er worden 9 trillingen gemaakt in 19,8 ms. Hieruit volgt:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{(19{,}8 \cdot 10^{-3} / 9)} = 455 \text{ Hz}.$$

- inzicht dat geldt $T = \dfrac{\text{benodigde tijd}}{\text{aantal trillingen}}$ en gebruik van $f = \dfrac{1}{T}$ 1
- inzicht dat de trilling met de grootste periode moet worden gebruikt 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

2 maximumscore 3

uitkomst: $l = 0{,}61$ m

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $v = f\lambda \rightarrow \lambda = \dfrac{v}{f} = \dfrac{343}{2{,}8 \cdot 10^{2}} = 1{,}225$ m.

Bij de grondtoon is de afstand tussen twee buiken gelijk aan een halve golflengte, dus $l = \frac{1}{2}\lambda = 0{,}61$ m.

- gebruik van $v = f\lambda$ met opzoeken van v 1
- inzicht dat $l = \frac{1}{2}\lambda$ 1
- completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

3 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
De buis heeft nu een open en een gesloten uiteinde met een buik en een knoop:

De golflengte van de grondtoon is daardoor langer geworden. Dat betekent dat (bij gelijkblijvende geluidssnelheid) de frequentie is afgenomen/de toon lager is geworden.

- een schets waaruit het inzicht van een knoop bij het gesloten einde en een buik bij het open einde blijkt 1
- inzicht dat de golflengte van de grondtoon is toegenomen 1
- consequente conclusie 1

Veilig ontsnappen

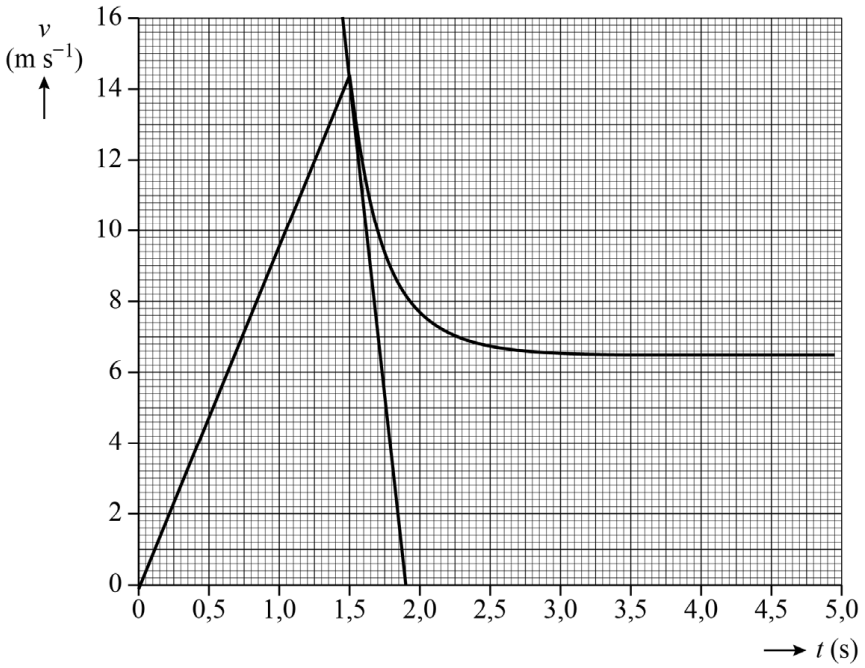
4 B

natuurkundeuitgelegd.nl

5 maximumscore 3

uitkomst: $a_{max} = 35{,}6\ \text{m s}^{-2}$ (met een marge van $12{,}0\ \text{m s}^{-2}$)

voorbeeld van een antwoord:



Uit de raaklijn aan de grafiek vlak na het openen van de parachute volgt:
$a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right) = \frac{16{,}0}{1{,}90 - 1{,}45} = 35{,}6\ \text{m s}^{-2}$. Dat is lager dan de veiligheidseis.

- tekenen van een raaklijn direct na t = 1,5 s of gebruik van een relevant recht deel in de grafiek 1
- gebruik van $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}}$ 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

6 maximumscore 5

uitkomst: $m = 1{,}4$ kg

voorbeeld van een antwoord:
Voor de warmte die in de remschijf wordt opgenomen geldt:
$Q = \eta E_z = \eta mgh = 0{,}85 \cdot 280 \cdot 9{,}81 \cdot 150 = 3{,}50 \cdot 10^5$ J.
Voor de massa van de remschijf geldt:

Binas: $m = \dfrac{Q}{c\Delta T} = \dfrac{3{,}50 \cdot 10^5}{0{,}46 \cdot 10^3 \cdot (600 - 50)} = 1{,}4$ kg.

Sciencedata: $m = \dfrac{Q}{c\Delta T} = \dfrac{3{,}50 \cdot 10^5}{0{,}449 \cdot 10^3 \cdot (600 - 50)} = 1{,}4$ kg.

- gebruik van $E_z = mgh$ 1
- inzicht dat $Q = \eta E_z$ 1
- gebruik van $Q = cm\Delta T$ 1
- completeren van de berekening 1
- significantie 1

7 maximumscore 4

uitkomst: $F_{res} = 1{,}4 \cdot 10^3$ N
$v = 2{,}0$ m s^{-1}

voorbeeld van een antwoord:
– Tijdens een veilige landing is de maximale resulterende kracht op de monteur gelijk aan $F_{res} = ma = 140 \cdot 10 = 1{,}4 \cdot 10^3$ N.
– Er geldt:

$$E_k = W \rightarrow \tfrac{1}{2}mv^2 = F_{res}s \rightarrow v = \sqrt{\frac{2F_{res}s}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}4 \cdot 10^3 \cdot 0{,}20}{140}} = 2{,}0 \text{ m s}^{-1}.$$

- gebruik van $F = ma$ 1
- gebruik van $W = Fs$ 1
- gebruik van $E_k = \tfrac{1}{2}mv^2$ 1
- completeren van de berekeningen 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Uraniumkubus

8 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Het volume van de kubus is gelijk aan $V = (5{,}08 \cdot 10^{-2})^3 = 1{,}31 \cdot 10^{-4}$ m^3.

De dichtheid van de kubus is daarmee gelijk aan

$\rho = \frac{m}{V} = \frac{2{,}27}{1{,}31 \cdot 10^{-4}} = 17{,}3 \cdot 10^3$ kg m^{-3}. De dichtheid van puur uraan is

$19 \cdot 10^3$ kg m^{-3} (Binas tabel 8, Sciencedata tabel 8.1), dus de kubus bestaat niet volledig uit uraan.

- gebruik van $V = l \cdot b \cdot h$ 1
- gebruik van $\rho = \frac{m}{V}$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

9 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

$^{137}_{55}\text{Cs} \rightarrow {}^{137}_{56}\text{Ba} + {}^{0}_{-1}\text{e} + \gamma$

- alleen Cs-137 links van de pijl, β en γ rechts van de pijl 1
- Ba rechts van de pijl (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

10 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Voor de energie van de gammafotonen geldt:

$E = hf = h\frac{c}{\lambda} = 6{,}626 \cdot 10^{-34} \frac{2{,}998 \cdot 10^8}{1{,}875 \cdot 10^{-12}} = 1{,}059 \cdot 10^{-13}$ J. Dit komt overeen met een foton-energie van $\frac{1{,}059 \cdot 10^{-13}}{1{,}602 \cdot 10^{-19}} = 661 \cdot 10^3$ eV = 661 keV. Bij deze foton-energie is er geen piek zichtbaar in het diagram van figuur 3.

- gebruik van $E = hf$ en $c = f\lambda$ 1
- omrekenen van eV naar J of vice versa 1
- vergelijken met figuur 3 en completeren van de berekening 1

natuurkundeuitgelegd.nl

11 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
Cs-137 heeft een halveringstijd van 30 jaar. Sinds 1945 zijn dus pas een paar halveringstijden verstreken en niet genoeg om alle Cs-137 te laten vervallen.

- opzoeken van de halveringstijd van Cs-137 1
- inzicht dat sinds 1945 nog lang niet alle Cs-137 heeft kunnen vervallen 1

12 maximumscore 1

waarneming	**aanname**
De lijn begint in de oorsprong.	2
De lijn stijgt.	1
De maximale waarde is kleiner dan 1,0.	3

- alle rijen goed 1

13 maximumscore 5

uitkomst: $N_{\text{Th-230}} = 6{,}5 \cdot 10^{16}$

voorbeeld van een antwoord:

De massa van de U-234-atomen is $\frac{0{,}0055}{100} \cdot 2{,}27 = 1{,}25 \cdot 10^{-4}$ kg.

Het aantal U-234-atomen is dan $N_{\text{U-234}} = \frac{1{,}25 \cdot 10^{-4}}{234 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}} = 3{,}22 \cdot 10^{20}$.

De verhouding na 75 jaar is $\frac{N_{\text{Th-230}}}{N_{\text{U-234}}} = \frac{20{,}3 \cdot 10^{-5}}{1}$.

Het aantal Th-230-atomen is dan $N_{\text{Th-230}} = 20{,}3 \cdot 10^{-5} \cdot 3{,}22 \cdot 10^{20} = 6{,}5 \cdot 10^{16}$.

- inzicht dat $m_{\text{U-234}} = 5{,}5 \cdot 10^{-5} \cdot m_{\text{kubus}}$ 1
- inzicht dat $N_{U\text{-}234} = \frac{m_{U\text{-}234}}{u \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}}$ 1
- bepalen van de verhouding op t = 75 jaar met een marge van $0{,}2 \cdot 10^{-5}$ 1
- inzicht dat $N_{\text{Th-230}} = \text{verhouding} \cdot N_{\text{U-234}}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

Verwarmde inlegzolen

14 maximumscore 3

	juist	onjuist
Het **temperatuurverschil** tussen de binnenkant van de voet (I) en de buitenkant van de schoenzool (IV) is in beide situaties gelijk.	**X**	
Het **temperatuurverschil** tussen de inlegzool (II) en de buitenkant van de schoenzool (IV) is in beide situaties gelijk.		**X**
De **warmtestroom** tussen de rand van de inlegzool (III) en de buitenkant van de schoenzool (IV) is groter als de verwarming is uitgeschakeld.		**X**
Als de verwarming is ingeschakeld, is er geen **warmtestroom** tussen de binnenkant van de voet (I) en de inlegzool (II).	**X**	

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

15 maximumscore 5

uitkomst: $A = 0{,}02\ \text{m}^2$

voorbeeld van een antwoord:

– Er geldt: $P = \lambda A\dfrac{\Delta T}{d} \rightarrow 5 = 0{,}15 \cdot A \cdot \dfrac{35}{1{,}8 \cdot 10^{-2}} \rightarrow A = 0{,}02\ \text{m}^2$.

– Dit komt overeen met een inlegzool van 0,1 m breed en 0,2 m lang. Dat is een realistische schatting die past bij een schoenzool.

- gebruik van $P = \lambda A\dfrac{\Delta T}{d}$ 1
- opzoeken van λ_{rubber} 1
- completeren van de berekening 1
- inzicht dat de berekende oppervlakte vergeleken moet worden met de maten van een zool 1
- consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

16 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:
Uit de soortelijke weerstand volgt:

$$\rho = \frac{RA}{l} \rightarrow 1{,}65 \cdot 10^{-4} = \frac{5{,}5 \cdot A}{0{,}30} \rightarrow A = 9{,}0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2.$$

Voor de breedte van de tape geldt: $b = \frac{A}{d} = \frac{9{,}0 \cdot 10^{-6}}{0{,}6 \cdot 10^{-3}} = 1{,}5 \cdot 10^{-2}$ m. Ze moet dus de smalle tape kiezen.

- gebruik van $\rho = \frac{RA}{l}$ 1
- inzicht dat $b = \frac{A}{d}$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

17 maximumscore 3

In schakeling 1 zijn de twee weerstanden **serie** geschakeld.
In schakeling 2 zijn de twee weerstanden **parallel** geschakeld.

De vervangingsweerstand van schakeling 1 is **groter dan** de vervangingsweerstand van schakeling 2.

De stroomsterkte die bij gelijke spanning loopt in schakeling 1 is **kleiner dan** de stroomsterkte in schakeling 2.

Het elektrisch vermogen van schakeling 1 is bij een gelijke spanning **kleiner dan** het elektrisch vermogen van schakeling 2.

- zinnen 1 en 2 beide goed 1
- zinnen 3 en 4 beide consequent met zinnen 1 en 2 1
- zin 5 consequent met zin 4 1

natuurkundeuitgelegd.nl

18 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

methode 1

Er loopt een stroomsterkte $I = \frac{P}{U} = \frac{5,0}{3,7} = 1,35$ A.

Dus voor de tijd geldt: $t = \frac{3,4}{1,35} = 2,5$ h.

Dit is langer dan de gestelde tijd van 2,0 h.

- gebruik van $P = UI$ 1
- inzicht dat $t = \frac{\text{capaciteit}}{I}$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

of

methode 2

Om aan de gestelde eis te voldoen is er voor de zool een batterij nodig met een energie-inhoud van $E = Pt = 5,0 \cdot 2,0 = 10$ Wh.

Dit komt overeen met een capaciteit van $\frac{E}{U} = \frac{10 \text{ Wh}}{3,7 \text{ V}} = 2,7$Ah.

Dit is minder dan de echte capaciteit van de batterij, dus de batterij heeft voldoende capaciteit.

- gebruik van $E = Pt$ 1
- inzicht dat $\text{capaciteit} = \frac{E}{U}$ 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie 1

Vloeibare telescoop

19 maximumscore 2

De baansnelheid v van het water is op plek I ten opzichte van plek II:

twee keer zo klein

De benodigde middelpuntzoekende kracht is op plek I ten opzichte van plek II:

twee keer zo klein

per goed antwoord 1

natuurkundeuitgelegd.nl

20 maximumscore 4

uitkomst: $v = 0,42\ \text{m s}^{-1}$

voorbeeld van een antwoord:
Uit figuur 5 volgt dat hoek α gelijk is aan 30 graden. Uit figuur 6 blijkt dat de omlooptijd 0,90 s is. Dan geldt voor de baansnelheid:

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \cdot 6,0 \cdot 10^{-2}}{0,90} = 0,42\ \text{m s}^{-1}.$$

- bepalen van hoek α (met een marge van 2 graden) 1
- consequent bepalen van de omlooptijd (met een marge van 0,1 s) 1
- gebruik van $v = \frac{2\pi r}{T}$ 1
- completeren van de bepaling en significantie 1

21 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:
Op de maan is de valversnelling *g* kleiner. (Hoek *α* en straal *r* blijven constant, dus) uit formule (1) volgt dat *v* kleiner moet zijn. Bob heeft gelijk.

- inzicht dat de valversnelling op de maan kleiner is 1
- consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

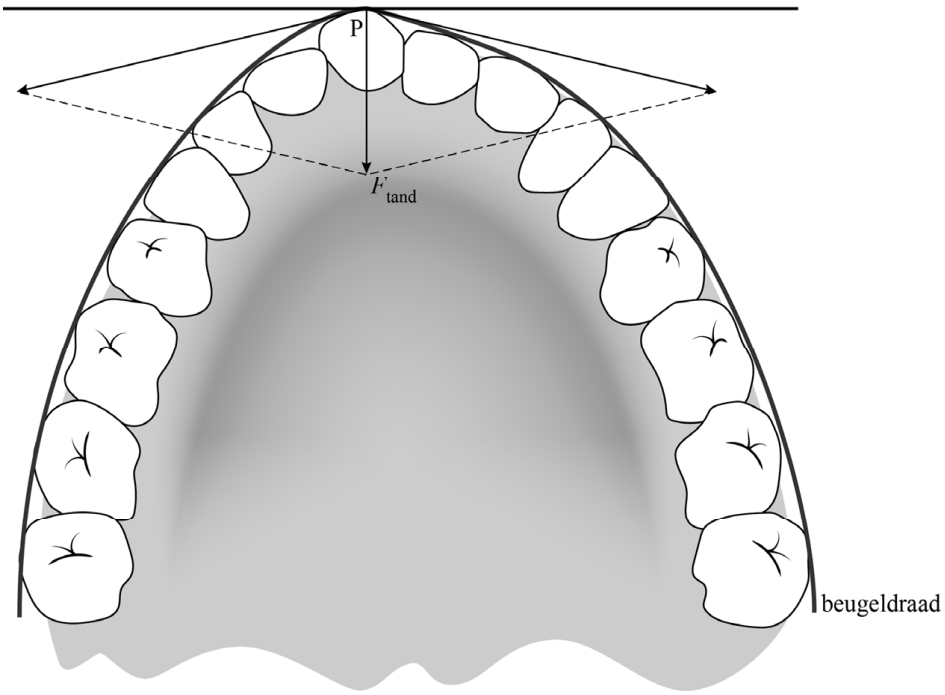
Beugel

22 maximumscore 5

uitkomst: $F_s = 28$ N (met een marge van 3 N)

voorbeeld van een antwoord:

–



Uit de grootte van F_{tand} volgt voor de schaal: $1{,}0$ cm $\hat{=}$ $5{,}7$ N.

Uit de lengte van de pijl F_s volgt $F_s = 4{,}9 \cdot 5{,}7 = 28$ N.

– Kracht F_{tand} op de tand wordt kleiner met het naar binnen bewegen van de tand.

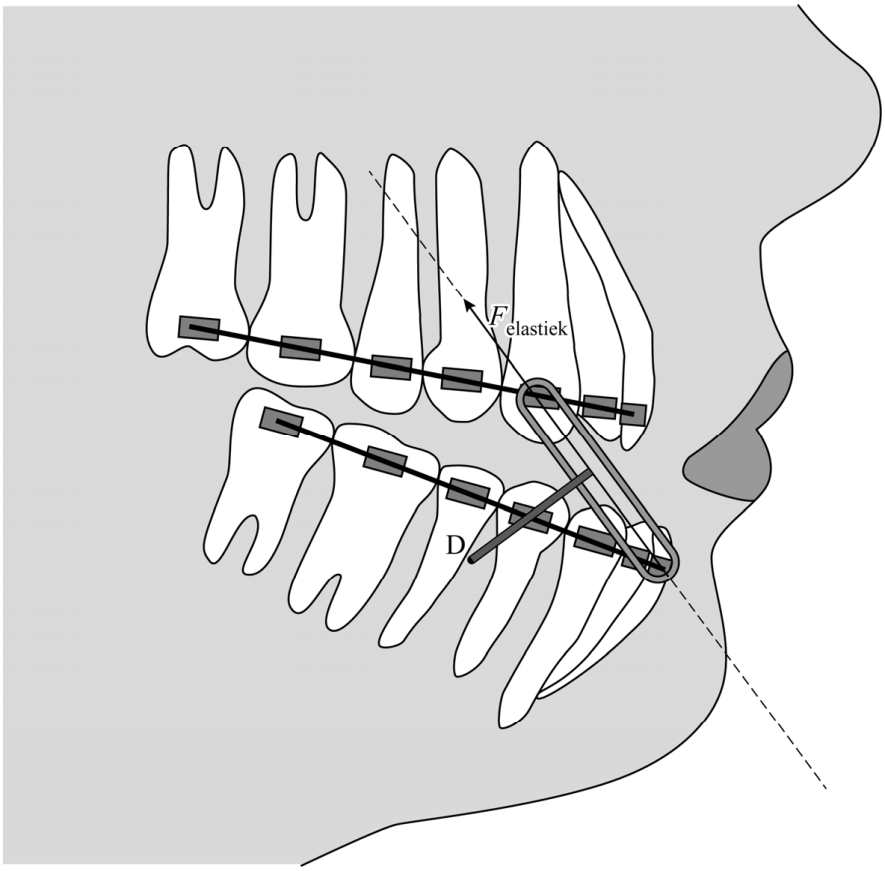
- inzicht dat kracht F_{tand} ontbonden moet worden langs de stippellijnen 1
- toepassen van een juiste constructie 1
- bepalen van de schaal 1
- completeren van de bepaling en significantie 1
- consequente conclusie over de grootte van F_{tand} 1

natuurkundeuitgelegd.nl

23 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

–



– De lengte van de arm is 2,1 cm. Hieruit volgt voor het moment: $F_1 r_1 = F_2 r_2 \rightarrow 37 \cdot 10^{-3} = F_2 \cdot 2{,}1 \cdot 10^{-2} \rightarrow F_2 = 1{,}8$ N. Hiervoor is elastiekje 4 nodig.

- intekenen van de arm 1
- gebruik van $F_1 r_1 = F_2 r_2$ met r_2 consequent bepaald (met een marge van 2 mm) 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie 1

natuurkundeuitgelegd.nl

24 maximumscore 3

De mond gaat bij de kiezen **minder ver** open dan bij de voortanden.

Om bij de kiezen een even grote kracht uit te oefenen als bij de voortanden, moet bij de kiezen dus gekozen worden voor een elastiek met een **grotere** veerconstante dan bij de voortanden.

Bij de kiezen moet **elastiekje I** worden gebruikt.

- eerste zin juist 1
- tweede zin consequent met de eerste 1
- derde zin consequent met de tweede 1

5 Aanleveren scores

Verwerk de scores van alle kandidaten per examinator in de applicatie Wolf. Accordeer deze gegevens voor Cito uiterlijk op 23 juni.

6 Bronvermeldingen

Muzikale schelp
figuur 1 Shutterstock 145334029, door Angelo Giampiccolo

Veilig ontsnappen
figuur 1 Shutterstock 1368464129, door Terry Kent

Uraniumkubus
figuur 1 Shutterstock 2228731171, door KevinCupp

figuur 2 door Timothy Koeth, 2021

Beugel
figuur 1 Shutterstock 119131489, door auleena

Alle overige figuren: Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2025

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