# Correctievoorschrift VWO

Voorbereidend
Wetenschappelijk
Onderwijs

20 **03**

Tijdvak 1

Natuurkunde 1,2 (nieuwe stijl) en natuurkunde (oude stijl)

**Inzenden scores**
Vul de scores van de alfabetisch eerste vijf kandidaten per school in op de optisch leesbare formulieren of verwerk de scores in het programma Wolf.
Zend de gegevens uiterlijk op 3 juni naar de Citogroep.



natuurkundeuitgelegd.nl

## 1 Regels voor de beoordeling

Het werk van de kandidaten wordt beoordeeld met inachtneming van de artikelen 41 en 42 van het Eindexamenbesluit VWO/HAVO/MAVO/VBO. Voorts heeft de CEVO op grond van artikel 39 van dit Besluit de Regeling beoordeling centraal examen vastgesteld (CEVO-94-427 van september 1994) en bekendgemaakt in het Gele Katern van Uitleg, nr. 22a van 28 september 1994.

Voor de beoordeling zijn de volgende passages van de artikelen 41 en 42 van het Eindexamenbesluit van belang:
*1* De directeur doet het gemaakte werk met een exemplaar van de opgaven en het procesverbaal van het examen toekomen aan de examinator. Deze kijkt het werk na en zendt het met zijn beoordeling aan de directeur. De examinator past bij zijn beoordeling de normen en de regels voor het toekennen van scorepunten toe die zijn gegeven door de CEVO.
*2* De directeur doet de van de examinator ontvangen stukken met een exemplaar van de opgaven, de beoordelingsnormen, het procesverbaal en de regels voor het bepalen van de cijfers onverwijld aan de gecommitteerde toekomen.
*3* De gecommitteerde beoordeelt het werk zo spoedig mogelijk en past bij zijn beoordeling de normen en de regels voor het toekennen van scorepunten toe die zijn gegeven door de CEVO.
*4* De examinator en de gecommitteerde stellen in onderling overleg het aantal scorepunten voor het centraal examen vast.
*5* Komen zij daarbij niet tot overeenstemming, dan wordt het aantal scorepunten bepaald op het rekenkundig gemiddelde van het door ieder van hen voorgestelde aantal scorepunten, zo nodig naar boven afgerond.

## 2 Algemene regels

Voor de beoordeling van het examenwerk zijn de volgende bepalingen uit de CEVO-regeling 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 het antwoordmodel.
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 punten, 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 antwoordmodel;
*3.3* indien een antwoord op een open vraag niet in het antwoordmodel 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 antwoordmodel;
*3.4* indien 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 berekening of afleiding ontbreekt dan wel foutief is, worden 0 scorepunten toegekend, tenzij in het antwoordmodel anders is aangegeven;



natuurkundeuitgelegd.nl

*3.7* indien in het antwoordmodel verschillende mogelijkheden zijn opgenomen, gescheiden door het teken /, gelden deze mogelijkheden als verschillende formuleringen van hetzelfde antwoord.
*3.8* indien in het antwoordmodel een gedeelte van het antwoord tussen haakjes staat, behoeft dit gedeelte niet in het antwoord van de kandidaat voor te komen.

*4* 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 antwoordmodel anders is vermeld.

*5* Een zelfde fout in de beantwoording van verschillende vragen moet steeds opnieuw worden aangerekend, tenzij in het antwoordmodel anders is vermeld.

*6* Indien de examinator of de gecommitteerde meent dat in een toets of in het antwoordmodel bij die toets een fout of onvolkomenheid zit, beoordeelt hij het werk van de kandidaten alsof toets en antwoordmodel juist zijn.
Hij kan de fout of onvolkomenheid mededelen aan de CEVO.
Het is niet toegestaan zelfstandig af te wijken van het antwoordmodel. Met een eventuele fout wordt bij de definitieve normering van het examen rekening gehouden.

*7* Voor deze toets kunnen maximaal 81 scorepunten worden behaald. Scorepunten worden toegekend op grond van het door de kandidaat gegeven antwoord op iedere vraag. Er worden geen scorepunten vooraf gegeven.

*8* 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 (artikel 42, tweede lid, Eindexamenbesluit VWO/HAVO/MAVO/VBO).
Dit cijfer kan afgelezen worden uit tabellen die beschikbaar worden gesteld. Tevens wordt er een computerprogramma verspreid waarmee voor alle scores het cijfer berekend kan worden.

## 3 Vakspecifieke regels

Voor het vak Natuurkunde 1,2 (nieuwe stijl) en natuurkunde (oude stijl) VWO zijn de volgende vakspecifieke regels vastgesteld:

*1* Een afwijking in de uitkomst van een berekening door acceptabel tussentijds afronden wordt de kandidaat niet aangerekend.
*2* De uitkomst van een berekening mag één significant cijfer meer of minder bevatten dan op grond van de nauwkeurigheid van de vermelde gegevens verantwoord is, tenzij in de vraag is vermeld hoeveel significante cijfers de uitkomst dient te bevatten.
*3* Het laatste scorepunt, aangeduid met 'completeren van de berekening', wordt niet toegekend in de volgende gevallen:
- een fout in de nauwkeurigheid van de uitkomst
- een of meer rekenfouten
- het niet of verkeerd vermelden van de eenheid van een uitkomst, tenzij gezien de vraagstelling het weergeven van de eenheid overbodig is. In zo'n geval staat in het antwoordmodel de eenheid tussen haakjes.

*4* Het laatste scorepunt wordt evenmin toegekend als juiste antwoordelementen foutief met elkaar worden gecombineerd of als een onjuist antwoordelement een substantiële vereenvoudiging van de berekening tot gevolg heeft.
*5* In het geval van een foutieve oplossingsmethode, waarbij geen of slechts een beperkt aantal deelscorepunten kunnen worden toegekend, mag het laatste scorepunt niet worden toegekend.



natuurkundeuitgelegd.nl

| Antwoorden | Deel-scores |
|---|---|

## Opgave 1 ISO

**Maximumscore 3**

1 □ uitkomst: $T = 11{,}6$ K
voorbeeld van een berekening:
Voor de golflengte waarbij de intensiteit maximaal is, geldt de wet van Wien: $\lambda_{max}T = k_W$.
Bij de laagste temperatuur hoort de grootste $\lambda_{max}$:

$$T_{min} = \frac{2{,}8978 \cdot 10^{-3}}{250 \cdot 10^{-6}} = 11{,}6 \text{ K}.$$

- gebruik van de wet van Wien en opzoeken van $k_W$ — 1
- inzicht dat de laagste temperatuur bij de grootste $\lambda_{max}$ hoort — 1
- completeren van de berekening — 1

**Maximumscore 2**

2 □ voorbeeld van een antwoord:
Het is een regelsysteem, want er vindt voortdurend terugkoppeling plaats
(of: want er vindt voortdurend vergelijking plaats met een optimale waarde om de panelen in de optimale stand te zetten).

- noemen van terugkoppeling of vergelijken met optimale waarde — 1
- conclusie — 1

*Opmerking*
*Alleen "regelsysteem" genoemd zonder uitleg: 0 punten.*

**Maximumscore 4**

3 □ uitkomst: $P = 3{,}7$ W
voorbeeld van een berekening:

$$P_{lek} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{cm\Delta T}{\Delta t} = \frac{4{,}18 \cdot 10^3 \cdot 2100 \cdot 80}{6{,}0 \cdot 3{,}15 \cdot 10^7} = 3{,}7 \text{ W}.$$

- gebruik van $Q = cm\Delta T$ en opzoeken van $c$ — 1
- berekenen van $\Delta t$ in s — 1
- inzicht dat $P_{lek} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ — 1
- completeren van de berekening — 1

## Opgave 2 Castorvat

**Maximumscore 3**

4 □ voorbeeld van een antwoord:
*a* Ja, want radioactief materiaal komt aan de buitenkant en kan dus op/in een persoon terechtkomen.
*b* Ja, want radioactief materiaal bevindt zich aan de buitenkant en kan dus op/in een persoon terechtkomen.
*c* Nee, want er komt dan geen radioactief materiaal naar buiten (er is wel bestraling mogelijk).

- uitleg en conclusie van oorzaak *a* — 1
- uitleg en conclusie van oorzaak *b* — 1
- uitleg en conclusie van oorzaak *c* — 1



natuurkundeuitgelegd.nl

**Maximumscore 5**

**5** □ voorbeeld van een antwoord:
In de brandstofstaven van een kernreactor zit radioactief materiaal, waarvan kernen in brokstukken uiteenvallen (kernsplijting; door het invangen van langzame neutronen). Daarbij komt energie vrij (massadefect). De brokstukken zijn zelf ook radioactief.
Het kernafval kan dus bestaan uit (uitgewerkte) brandstofstaven.
De moderator remt de te snelle neutronen af (door botsingen met lichte kernen), zodat ze weer een volgende splijting kunnen veroorzaken. In de moderator ontstaat dus geen radioactief materiaal, zodat het kernafval dus niet uit moderatormateriaal bestaat.

- uitleg van de functie van brandstofstaven **1**
- notie dat de brokstukken radioactief zijn **1**
- conclusie dat kernafval kan bestaan uit uitgewerkte brandstofstaven **1**
- uitleg van de functie van de moderator **1**
- conclusie dat kernafval niet bestaat uit moderatormateriaal **1**

*Opmerking*
*Geconcludeerd dat het kernafval afkomstig kan zijn van de moderator, omdat daarin radioactieve kernen ontstaan door het invangen van neutronen: goed rekenen.*

## Opgave 3 Vakantiefoto

**Maximumscore 3**

**6** □ uitkomst: $v = 25$ m
voorbeeld van een berekening:
De lineaire vergroting (beeld op negatief) is $N = \frac{0{,}021}{6{,}5} = 3{,}23 \cdot 10^{-3}$.
Bij een dergelijke vergroting is $N$ bij goede benadering gelijk aan $\frac{f}{v}$.
Hieruit volgt: $v = \frac{f}{N} = \frac{0{,}080}{3{,}23 \cdot 10^{-3}} = 25$ m.

- berekenen van de lineaire vergroting **1**
- inzicht dat $b = f$ of gebruik van de lenzenformule **1**
- completeren van de berekening **1**

**Maximumscore 3**

**7** □ voorbeeld van een antwoord:
De snelheid van de boot is $v = 8{,}5\ \text{m s}^{-1}$. Bij een sluitertijd van één zestigste seconde legt een bepaald punt $\frac{8{,}5}{60} = 0{,}14$ m af. De arm van de stuurman op de foto zou dan (minstens) twee keer zo breed moeten zijn. De sluitertijd was dus zeker niet groter dan één zestigste seconde. Frans heeft dus gelijk.

- berekenen van de verplaatsing van de boot in $\frac{1}{60}$ s **1**
- inzicht dat $\frac{1}{60}$ s tot een grotere onscherpte (in horizontale richting) zou leiden **1**
- conclusie op grond van de foto **1**



natuurkundeuitgelegd.nl

**Maximumscore 3**

**8** □ voorbeeld van een antwoord:
Er is (vanwege het gelijkblijvend rendement) bij hoge snelheid evenveel energie beschikbaar als bij lage snelheid. Deze energie wordt omgezet in arbeid, volgens $W = F_w s$.
Omdat $F_w$ bij hoge snelheid groter is, moet $s$ dan kleiner zijn.
Dus bij hoge snelheid kan met een volle tank een kleinere afstand worden afgelegd dan bij lage snelheid.

- gebruik van $W = Fs$ **1**
- inzicht dat de beschikbare energie in beide gevallen gelijk is **1**
- conclusie **1**

## Opgave 4 Hoorbril

**Maximumscore 3**

**9** □ uitkomst: $T = 293$ K
voorbeeld van een berekening:
$\Delta x = 4 \cdot 24{,}0 = 96{,}0$ mm, dus $v_{geluid} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{96{,}0 \cdot 10^{-3}}{280 \cdot 10^{-6}} = 343$ m s$^{-1}$.
Volgens Binas (tabel 16A) is dat de geluidssnelheid bij $T = 293$ K.

- inzicht dat $v_{geluid} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ **1**
- berekenen van $v_{geluid}$ **1**
- conclusie **1**

**Maximumscore 5**

**10** □ uitkomst: $f = 1{,}3 \cdot 10^4$ Hz
voorbeelden van een berekening:

methode 1
De afstand tussen het eerste en laatste microfoontje is $\Delta x = 4 \cdot 24{,}0 = 96{,}0$ mm.
Het weglengteverschil bij een hoek van 30,0° is dan $96{,}0 \cdot \cos 30{,}0° = 83{,}14$ mm.
Het geluid komt dus aan met een tijdverschil van $\Delta t = \frac{0{,}08314}{343} = 2{,}424 \cdot 10^{-4}$ s.
Het signaal van A wordt vertraagd met 280 µs = $2{,}80 \cdot 10^{-4}$ s.
Het signaal wordt dus verzwakt als $\frac{1}{2} \cdot T = (2{,}80 - 2{,}424) \cdot 10^{-4}$ s, dus $T = 7{,}52 \cdot 10^{-5}$ s.
Dan is $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{7{,}52 \cdot 10^{-5}} = 1{,}3 \cdot 10^4$ Hz.

- aangeven van het weglengteverschil in de figuur op de bijlage **1**
- inzicht dat het weglengteverschil gelijk is aan $96{,}0 \cdot \cos 30{,}0°$ **1**
- berekenen van het tijdverschil **1**
- inzicht dat maximale verzwakking optreedt als $\frac{1}{2} \cdot T = (2{,}80 - 2{,}424) \cdot 10^{-4}$ s **1**
- completeren van de berekening **1**



natuurkundeuitgelegd.nl

methode 2
De afstand tussen het eerste en laatste microfoontje is $\Delta x = 4 \cdot 24{,}0 = 96{,}0$ mm.
Het weglengteverschil bij een hoek van van 30,0° is dan $96{,}0 \cdot \cos 30{,}0° = 83{,}14$ mm.
Omdat wordt gecompenseerd voor 96,0 mm zullen golven worden uitgedoofd waarvoor geldt: $\frac{1}{2}\lambda = 96{,}0 - 83{,}14 = 12{,}9$ mm.

Uit $f = \frac{v}{\lambda}$ volgt: $f = \frac{343}{0{,}0258} = 1{,}3 \cdot 10^4$ Hz.

- aangeven van het weglengteverschil in de figuur op de bijlage **1**
- inzicht dat het weglengteverschil gelijk is aan $96{,}0 \cdot \cos 30{,}0°$ **1**
- inzicht dat maximale verzwakking optreedt als $\frac{1}{2}\lambda = 96{,}0 - 83{,}14$ mm **1**
- gebruik van $f = \frac{v}{\lambda}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

**Maximumscore 4**

**11** ☐ voorbeelden van een antwoord:

methode 1
Je hebt nodig: (de hoorbril,) een geluidsbron, iets om het geluidsniveau te meten (een decibelmeter, een spanningmeter of een oscilloscoop met geluidssensor) en iets om de ingestelde ontvangsthoek te meten. De afstand tot de bron, de frequentie en het vermogen (volume) van de bron moeten constant gehouden worden. De ontvangsthoek moet gevarieerd worden en het bijbehorende geluidsniveau (bij het luidsprekertje van het gehoorapparaat) moet bepaald worden.

- noemen van een geluidsbron **1**
- noemen van een meetinstrument om het geluidsniveau te meten (decibelmeter, spanningmeter of oscilloscoop met geluidssensor) en iets om de ontvangsthoek te meten **1**
- bronvermogen, frequentie en afstand constant **1**
- ontvangsthoek variëren en het geluidsniveau bepalen **1**

methode 2
Je hebt nodig: (de hoorbril,) een geluidsbron, iets om het geluidsniveau te meten (een decibelmeter, een spanningmeter of een oscilloscoop met geluidssensor) en iets om de ingestelde ontvangsthoek te meten. De afstand tot de bron en de frequentie van de bron moeten constant gehouden worden. De ontvangsthoek moet gevarieerd worden en het vermogen van de bron (dat nodig is om bij het luidsprekertje van het gehoorapparaat hetzelfde geluidsniveau te verkrijgen) moet gemeten worden.

- noemen van een geluidsbron **1**
- noemen van een meetinstrument om het geluidsniveau te meten (decibelmeter, spanningmeter of oscilloscoop met geluidssensor) en iets om de ontvangsthoek te meten **1**
- frequentie en afstand constant **1**
- ontvangsthoek variëren en benodigde bronvermogen meten **1**



natuurkundeuitgelegd.nl

**Maximumscore 4**

**12** ☐ voorbeeld van een antwoord:

Het benodigd elektrische vermogen is $P = UI = 1{,}2 \cdot 50 \cdot 10^{-6} = 6{,}0 \cdot 10^{-5}$ W.

Gezien het rendement is aan lichtvermogen nodig: $\frac{6{,}0 \cdot 10^{-5}}{0{,}20} = 3{,}0 \cdot 10^{-4}$ W.

De oppervlakte van de zonnecellen moet dus minimaal zijn: $A = \frac{3{,}0 \cdot 10^{-4}}{1{,}4} = 2{,}1\ \text{cm}^2$.

Het is dus mogelijk om zonnecellen in de bril te verwerken.

- berekenen van het elektrische vermogen **1**
- inzicht in rendement **1**
- berekenen van de (minimale) oppervlakte **1**
- consequente conclusie **1**

[redacted] **Opgave 5 Skater**

**Maximumscore 3**

**13** ☐ uitkomst: $M = 2{,}7 \cdot 10^2$ Nm

voorbeeld van een berekening:

Er geldt $r = \text{SZ} \sin 40° = 0{,}450$ m. Dan is $M = F_z \cdot r = mgr = 61 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}450 = 2{,}7 \cdot 10^2$ Nm.

- inzicht dat $M = mgr$ **1**
- berekenen van $r$ **1**
- completeren van de berekening **1**

**Maximumscore 5**

**14** ☐ uitkomst: $F_N = 1{,}8 \cdot 10^3$ N

voorbeeld van een berekening:

Voor de component van de zwaartekracht loodrecht op de baan geldt:

$F_{z,\text{loodrecht}} = F_z \cos 40° = 61 \cdot 9{,}81 \cdot \cos 40° = 4{,}58 \cdot 10^2$ N.

Voor de middelpuntzoekende kracht op de skater geldt:

$F_{mpz} = m\omega^2 r = 61 \cdot 3{,}2^2 \cdot 2{,}1 = 1{,}31 \cdot 10^3$ N.

Dan is $F_N = F_{z,\text{loodrecht}} + F_{mpz} = 4{,}58 \cdot 10^2 + 1{,}31 \cdot 10^3 = 1{,}8 \cdot 10^3$ N.

- inzicht dat $F_N = F_{z,\text{loodrecht}} + F_{mpz}$ **1**
- inzicht dat $F_{z,\text{loodrecht}} = F_z \cos 40°$ **1**
- inzicht dat $r = \text{MZ}$ **1**
- berekenen van $F_{mpz}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

**Maximumscore 3**

**15** ☐ voorbeeld van een antwoord:

De resulterende kracht moet een component hebben in de richting van M (want er is een middelpuntzoekende kracht op de skater). De resulterende kracht moet ook een component langs de baan naar beneden hebben (want de snelheid langs de helling neemt toe).

Dus pijl 3 is de beste.

- inzicht dat de resulterende kracht een component in de richting van M moet hebben **1**
- inzicht dat de resulterende kracht een component langs de baan moet hebben **1**
- keuze voor pijl 3 omdat deze past bij een cirkelbeweging met een snelheid die toeneemt langs de helling **1**



natuurkundeuitgelegd.nl

## Opgave 6 Reinigen met UV

**Maximumscore 3**

**16** ☐ voorbeeld van een antwoord:

Uit $E = \frac{F}{q}$ volgt, dat (bij dezelfde $q$) de kracht het grootst is als de elektrische veldsterkte het grootst is.

Uit $E = (-)\frac{\Delta V}{\Delta x}$ volgt dat (bij dezelfde spanning) de elektrische veldsterkte het grootst is als $\Delta x$ het kleinst is. De elektrische kracht is dus het grootst in de korte buis.

- inzicht dat $F$ evenredig is met $E$ — 1
- inzicht dat $E$ omgekeerd evenredig is met $\Delta x$ — 1
- conclusie — 1

**Maximumscore 3**

**17** ☐ voorbeeld van een antwoord:
Volgens tabel 19A van Binas wordt zichtbaar licht uitgezonden als bij een stralingsovergang meer dan 1,65 eV en minder dan 3,26 eV vrijkomt.
Volgens het gegeven energieschema is dit het geval bij de overgangen 4, 5 en 6.

- bepalen van de onder- en bovengrens van de fotonenergie voor zichtbaar licht — 1
- aflezen van het niveauverschil bij een van de bedoelde overgangen — 1
- noemen van alle drie de juiste overgangen — 1

**Maximumscore 4**

**18** ☐ uitkomst: $\lambda$ = 185 nm
voorbeeld van een berekening:
De minimaal benodigde energie is 4,94 eV. De overgangen 2 en 3 voldoen hieraan.

Het foton bij overgang 2 heeft de kleinste energie. Daarbij hoort (wegens $E = \frac{hc}{\lambda}$) de grootste golflengte.

Uit $E = \frac{hc}{\lambda}$ volgt $\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6{,}626 \cdot 10^{-34} \cdot 2{,}998 \cdot 10^{8}}{6{,}69 \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19}} = 185$ nm.

- keuze voor overgang 2 — 1
- gebruik van $E = \frac{hc}{\lambda}$ — 1
- opzoeken van $h$ en $c$ — 1
- completeren van de berekening — 1



natuurkundeuitgelegd.nl

**Maximumscore 2**

**19** ☐ voorbeeld van een antwoord:
Het fluorescentiepoeder absorbeert de energierijke UV-fotonen en 'zet deze om' in minder energierijke fotonen van zichtbaar licht (met een maximale energie van 3,26 eV).
Deze fotonen hebben niet voldoende energie om zuurstofmoleculen te splitsen (minimaal benodigde energie is 4,94 eV).
De gewone tl-buis is dus niet geschikt voor de beschreven reinigingstechniek.

- inzicht dat fluorescentiepoeder energierijke UV-fotonen omzet in minder energierijke fotonen van zichtbaar licht **1**
- conclusie **1**

*Opmerking 1*
*Een antwoord als "Een gewone tl-buis is niet geschikt, want het poeder absorbeert de UV-straling.": 1 punt.*

*Opmerking 2*
*Een antwoord als "Een gewone tl-buis is niet geschikt, want gewoon glas laat UV-straling niet door.": 1 punt.*

## Opgave 7 Space Shot

**Maximumscore 2**

**20** ☐ antwoord:
De maximale snelheid is af te lezen uit de grafiek: 20,8 $\mathrm{m\,s^{-1}}$.
Dat is $20{,}8 \cdot 3{,}60 = 74{,}9\ \mathrm{km\,h^{-1}}$.
Dit is minder dan de in de folder opgegeven waarde.

- aflezen van de maximale snelheid uit de grafiek (met een marge van 0,2 $\mathrm{m\,s^{-1}}$) **1**
- omrekenen van $\mathrm{m\,s^{-1}}$ in $\mathrm{km\,h^{-1}}$ (of omgekeerd) en conclusie **1**

**Maximumscore 4**

**21** ☐ voorbeelden van een antwoord:

methode 1
De hoogte volgt uit de oppervlakte onder de ($v$,$t$)-grafiek tussen $t = 0$ en $t_{top} = 3{,}62$ s.
Deze is gelijk aan de gegeven waarde van 27,7 m plus de oppervlakte van de driehoek tussen $t = 1{,}80$ s en $t = 3{,}62$ s.
De hoogte van deze driehoek is 18,5 $\mathrm{m\,s^{-1}}$, de breedte is 1,82 s, de oppervlakte is dus $\frac{1}{2} \cdot 18{,}5 \cdot 1{,}82 = 16{,}8$ m.
De totale hoogte is dus 27,7 + 16,8 = 44,5 m.
Dat is minder dan de in de folder opgegeven waarde.

- inzicht dat grootste hoogte wordt bereikt op $t = 3{,}62$ s **1**
- inzicht dat de bereikte hoogte gelijk is aan 27,7 m plus de oppervlakte onder de ($v$,$t$)-grafiek tussen $t = 1{,}80$ s en $t = 3{,}62$ s **1**
- bepalen van de oppervlakte van de driehoek (met een marge van 0,5 m) **1**
- berekenen van de bereikte hoogte en conclusie **1**



natuurkundeuitgelegd.nl

methode 2
De hoogte volgt uit de oppervlakte onder de ($v$,$t$)-grafiek tussen $t$ = 0 en $t_{top}$= 3,62 s.
Deze kan benaderd worden met een driehoek met een basis van 3,62 s en een hoogte van 25 m s$^{-1}$.
De behaalde hoogte is dan $\frac{1}{2}\cdot 3{,}62\cdot 25 = 45$ m.
Dat is minder dan de in de folder opgegeven waarde.

- inzicht dat de grootste hoogte wordt bereikt op $t$ = 3,62 s **1**
- inzicht dat de bereikte hoogte gelijk is aan de oppervlakte onder het ($v$,$t$)-diagram tussen $t$ = 0 s en $t$ = 3,62 s **1**
- schatten van de oppervlakte door een figuur met een berekenbare oppervlakte (met een marge van 2 m) **1**
- berekenen van de bereikte hoogte en conclusie **1**

methode 3
oppervlakte bepalen met TI-83:
Voer in ( $Y1 = 30{,}8x - 11{,}4x^2$ en) $Y2 = 36{,}9 - 10{,}2x$.
Stel de venstervariabelen in: 0, 4, 0.5, 0, 40, 10, 1 en teken de grafiek(en).
Selecteer voor het functieonderzoek: het bepalen van de integraal f($x$)d$x$.
Bepaal de oppervlakte (onder Y1 tussen $t$ = 0 en $t$ = 1,8 s en) onder Y2 tussen $t$ = 1,8 s en $t$ = 3,62 s.
Optellen en afronden levert 44,5 m. Dat is minder dan de in de folder opgegeven waarde.

- inzicht dat de grootste hoogte wordt bereikt op $t$ = 3,62 s **1**
- inzicht dat de hoogte gelijk is aan de oppervlakte onder de ($v$,$t$)-grafiek **1**
- oppervlakte met rekenmachine bepalen en handelingen weergeven op papier **1**
- berekenen van de bereikte hoogte en conclusie **1**

**Maximumscore 4**

**22** ☐ voorbeelden van een antwoord:

methode 1
De versnelling is gelijk aan de steilheid van de raaklijn aan de ($v$,$t$)-grafiek.
Teken de raaklijn bij $t$ = 0 en lees hierop $\Delta v$ en $\Delta t$ af. Dan is $a = \frac{25}{0{,}80} = 31$ m s$^{-2}$.
De waarde van $a$ is dus kleiner dan $4g$ = 39 m s$^{-2}$.

- inzicht dat de maximale versnelling gelijk is aan de steilheid van het steilste stuk van de ($v$,$t$)-grafiek **1**
- tekenen van de raaklijn bij $t$ = 0 **1**
- aflezen van $\Delta v$ en $\Delta t$ en berekenen van $a$ (met een marge van 5 m s$^{-2}$) **1**
- omrekenen van $a$ in $g$ of van $4g$ in m s$^{-2}$ en conclusie **1**

methode 2
$a = \frac{dv}{dt} = 30{,}8 - 22{,}8t$.
Op $t$ = 0 is $a$ = 30,8 m s$^{-2}$. De waarde van $a$ is dus kleiner dan $4g$ = 39 m s$^{-2}$.

- inzicht dat de versnelling de afgeleide is van de snelheid **1**
- afleiden dat $a(t) = 30{,}8 - 22{,}8t$ **1**
- inzicht dat $a_{max} = a(0) = 30{,}8$ m s$^{-2}$ **1**
- omrekenen van $a$ in $g$ of van $4g$ in m s$^{-2}$ en conclusie **1**



natuurkundeuitgelegd.nl

methode 3
afgeleide bepalen met de TI-83:
Voer in $Y1 = 30{,}8x - 11{,}4x^2$.

Selecteer voor het functieonderzoek: het bepalen van $\frac{dy}{dx}$.

Bepaal $\frac{dy}{dx}$ op $t = 0$. Uitkomst: $a = 30{,}8$ m s$^{-2}$.
De waarde van $a$ is dus kleiner dan $4g = 39$ m s$^{-2}$.

- inzicht dat de versnelling de afgeleide is van de snelheid **1**
- inzicht dat $a_{max} = a(0) = 30{,}8$ m s$^{-2}$ **1**
- bepalen van $a(0)$ met de rekenmachine **1**
- omrekenen van $a$ in $g$ of van $4g$ in m s$^{-2}$ en conclusie **1**

**Maximumscore 3**

**23** □ uitkomst: $W = 1{,}1 \cdot 10^6$ J
voorbeelden van een berekening:

methode 1
De arbeid wordt omgezet in zwaarte-energie en bewegingsenergie, dus
$W = mg\Delta h + \frac{1}{2}mv^2$ met $\Delta h$ en $v$ op $t = 1{,}80$ s.
Dus $W = 2{,}4 \cdot 10^3 \cdot 9{,}81 \cdot 27{,}7 + \frac{1}{2} \cdot 2{,}4 \cdot 10^3 \cdot (18{,}5)^2 = 1{,}1 \cdot 10^6$ J.

- inzicht dat $W = mg\Delta h + \frac{1}{2}mv^2$ **1**
- passende keuze van $\Delta h$ en $v$ **1**
- completeren van de berekening **1**

methode 2
In het hoogste punt is alle arbeid omgezet in zwaarte-energie. Gebruik de in een voorgaande vraag berekende hoogte voor $h_{top}$.
Dan is $W = mgh_{top} = 2{,}4 \cdot 10^3 \cdot 9{,}81 \cdot 45 = 1{,}1 \cdot 10^6$ J.

- inzicht dat $W = mgh_{top}$ **1**
- passende keuze van $h_{top}$ **1**
- completeren van de berekening **1**

**Maximumscore 3**

**24** □ Voorbeeld van een antwoord:
Bij het omhooggaan versterken de werking van de wrijvingskracht en de zwaartekracht elkaar. Bij het omlaaggaan na het hoogste punt verzwakt de wrijvingskracht de werking van de zwaartekracht. Daarom is de versnelling bij het omlaaggaan kleiner dan bij het omhooggaan.
Het omkeren van de wrijvingskracht leidt dus tot een knik in de $(v,t)$-grafiek bij $t_{top}$, waarbij de (absolute waarde van de) steilheid kleiner wordt.

- inzicht dat de (absolute waarde van de) steilheid van de helling in de grafiek bepaald wordt door de resultante van de zwaartekracht en de wrijvingskracht **1**
- inzicht dat (de absolute waarde van) de resultante bij het omhoog bewegen groter is dan bij het omlaaggaan **1**
- conclusie **1**

**Einde**

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