

# Correctievoorschrift VWO

# 2026

tijdvak 2

## wiskunde B

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 tot en met 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 examinerator. Deze kijkt het werk na en zendt het met zijn beoordeling aan de directeur. De examinerator 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 examinerator 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.

- 3 De gecommiteerde 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 gecommiteerde voegt bij het gecorrigeerde werk een verklaring betreffende de verrichte correctie. Deze verklaring wordt mede ondertekend door het bevoegd gezag van de gecommiteerde.
- 4 De examiner en de gecommiteerde stellen in onderling overleg het behaalde aantal scorepunten voor het centraal examen vast.
- 5 Indien de examiner en de gecommiteerde daarbij niet tot overeenstemming komen, wordt het geschil voorgelegd aan het bevoegd gezag van de gecommiteerde. Dit bevoegd gezag kan hierover in overleg treden met het bevoegd gezag van de examiner. 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 examiner 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 examiner en door de gecommiteerde 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;

- 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 goedgekeurd 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 examinerator 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.

### **Toelichting status 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.

### **Verkeer tussen examinerator 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.

### **Toelichting 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 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.

### 3 Vakspecifieke regels

---

Voor dit examen zijn de volgende vakspecifieke regels vastgesteld:

- 1 Voor elke rekenfout wordt 1 scorepunt in mindering gebracht tot het maximum van het aantal scorepunten dat voor dat deel van die vraag kan worden gegeven.
- 2 De algemene regel 3.6 geldt ook bij de vragen waarbij de kandidaten de grafische rekenmachine gebruiken. Bij de betreffende vragen geven de kandidaten een toelichting waaruit blijkt hoe zij de GR hebben gebruikt.
- 3 De algemene regel 6 geldt niet voor notatiefouten. Voor eenzelfde notatiefout die in de beantwoording van verschillende vragen binnen één opgave meerdere keren voorkomt, wordt slechts één keer 1 scorepunt in mindering gebracht. Dit geldt niet indien dit de vragen aanzienlijken vereenvoudigt en/of als in het beoordelingsmodel anders is vermeld.

NB Een opgave start met een titel en bestaat uit één of meerdere vragen.

- 4a Als bij een vraag doorgerekend wordt met tussenantwoorden die afgerond zijn, en dit leidt tot een ander eindantwoord dan wanneer doorgerekend is met niet-afgeronde tussenantwoorden, wordt bij de betreffende vraag één scorepunt in mindering gebracht. Tussenantwoorden mogen wel afgerond genoteerd worden.
- 4b Uitzondering zijn die gevallen waarin door de context wordt bepaald dat tussenantwoorden moeten worden afgerond.

## 4 Beoordelingsmodel

| Vraag | Antwoord | Scores |
|-------|----------|--------|
|-------|----------|--------|

### Random een top

#### 1 maximumscore 6

- De oppervlakte van  $V$  is  $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \sqrt{2} \cdot \frac{1}{2} \sqrt{2} = \frac{1}{4}$  1
- $-x^3 + 1\frac{1}{2}x = 0$  geeft ( $x = 0$  of)  $-x^2 + 1\frac{1}{2} = 0$  1
- $-x^2 + 1\frac{1}{2} = 0$  geeft  $x = \sqrt{1\frac{1}{2}}$  (en  $x = -\sqrt{1\frac{1}{2}}$ ) 1
- De oppervlakte van  $W$  is  $\int_{\frac{1}{2}\sqrt{2}}^{\sqrt{1\frac{1}{2}}} -x^3 + 1\frac{1}{2}x \, dx$  (of  $\int_{\frac{1}{2}\sqrt{2}}^{\sqrt{1\frac{1}{2}}} (-x^3 + 1\frac{1}{2}x) \, dx$ ) 1
- Een primitieve van  $-x^3 + 1\frac{1}{2}x$  is  $-\frac{1}{4}x^4 + \frac{3}{4}x^2$  1
- Grenzen invullen geeft oppervlakte  $W = \frac{1}{4}$  (dus  $V$  en  $W$  hebben gelijke oppervlakte) 1

#### 2 maximumscore 4

- De knik bevindt zich bij  $x = \frac{1}{2}\sqrt{2}$  (en  $y = \frac{1}{2}\sqrt{2}$ ), dus  $p \cdot \frac{1}{2}\sqrt{2} - 1 = 0$  1
- Dit geeft  $p = \sqrt{2}$  1
- In de knik zijn de hellingen (in het linker- en rechterdeel)  $1 - \sqrt{2}$  en  $1 + \sqrt{2}$  1
- $(1 - \sqrt{2})(1 + \sqrt{2}) = -1$  (dus de hoek die de knik maakt is  $90^\circ$ ) 1

of

- In de knik zijn de hellingen (in het linker- en rechterdeel)  $1 - p$  en  $1 + p$  1
- De hoek die de knik maakt is  $90^\circ$  als  $(1 - p)(1 + p) = -1$  1
- Dit is (voor  $p > 0$ ) gelijkwaardig met  $p = \sqrt{2}$  1
- Dit is het geval als de knik zich in  $A$  bevindt, want  $\sqrt{2} \cdot \frac{1}{2}\sqrt{2} - 1 = 0$  1

## Perforaties

### 3 maximumscore 4

- Een voorwaarde voor een perforatie is dat de teller én de noemer gelijk zijn aan 0, dus  $\sin(x) = \frac{1}{2}$  1
- $\sin(x) = \frac{1}{2}$  als  $x = \frac{1}{6}\pi$  en  $x = \frac{5}{6}\pi$  1
- $f(x) = \frac{2\sin(x)-1}{4\sin^2(x)-1} = \frac{2\sin(x)-1}{(2\sin(x)-1)(2\sin(x)+1)}$  1
- $\lim_{x \rightarrow \frac{1}{6}\pi} f(x) = \lim_{x \rightarrow \frac{1}{6}\pi} \frac{1}{2\sin(x)+1} = \frac{1}{2}$  en  $\lim_{x \rightarrow \frac{5}{6}\pi} f(x) = \lim_{x \rightarrow \frac{5}{6}\pi} \frac{1}{2\sin(x)+1} = \frac{1}{2}$ , dus de coördinaten van de perforaties zijn  $(\frac{1}{6}\pi, \frac{1}{2})$  en  $(\frac{5}{6}\pi, \frac{1}{2})$  1

## Thermosflessen

### 4 maximumscore 6

- De gegevens invullen geeft het stelsel  $\begin{cases} 67 = A + (87 - A)e^{-c \cdot 2,5} \\ 53 = A + (87 - A)e^{-c \cdot 5} \end{cases}$  1
- Hieruit volgt het stelsel  $\begin{cases} A - A \cdot e^{-2,5c} = 67 - 87e^{-2,5c} \\ A - A \cdot e^{-5c} = 53 - 87e^{-5c} \end{cases}$  1
- Herleiden tot een vorm zonder  $A$  geeft  $\frac{67 - 87e^{-2,5c}}{1 - e^{-2,5c}} = \frac{53 - 87e^{-5c}}{1 - e^{-5c}}$  1
- De oplossing van deze vergelijking is  $c = 0,14...$  1
- Dit geeft  $A = 20,33... (^{\circ}\text{C})$  1
- De temperatuur om 15.00 uur is  $49 (^{\circ}\text{C})$  1

of

- De gegevens invullen geeft het stelsel  $\begin{cases} 67 = A + (87 - A)e^{-c \cdot 2,5} \\ 53 = A + (87 - A)e^{-c \cdot 5} \end{cases}$  1
- Hieruit volgt het stelsel  $\begin{cases} \frac{67 - A}{87 - A} = e^{-2,5c} \\ \frac{53 - A}{87 - A} = e^{-5c} \end{cases}$  1
- Herleiden tot een vorm zonder  $c$  geeft  $\left(\frac{67 - A}{87 - A}\right)^2 = \frac{53 - A}{87 - A}$  1
- De oplossing van deze vergelijking is  $A = 20,33... (^{\circ}\text{C})$  1
- Oplossen van de vergelijking  $\frac{53 - 20,33...}{87 - 20,33...} = e^{-5c}$  geeft  $c = 0,14...$  1
- De temperatuur om 15.00 uur is  $49 (^{\circ}\text{C})$  1

### 5 maximumscore 6

- Voor het temperatuurverschil  $V$  geldt  $V(t) = 75e^{-0,15t} - 75e^{-0,2t}$  1
- $V'(t) = -0,15 \cdot 75e^{-0,15t} - -0,2 \cdot 75e^{-0,2t}$  1
- Uit  $V'(t) = 0$  volgt  $15e^{-0,2t} = 11,25e^{-0,15t}$  1
- Dit geeft  $e^{-0,05t} = \frac{11,25}{15} (= 0,75)$  1
- Hieruit volgt  $t = -\frac{1}{0,05} \cdot \ln(0,75) (= 5,7...)$  1
- Het maximale temperatuurverschil is  $8 (^{\circ}\text{C})$  1

## Evenwijdige vectoren en zwaartepunt

### 6 maximumscore 5

- $\overrightarrow{CA} = \begin{pmatrix} -p \\ 2p-5 \end{pmatrix}$  en  $\overrightarrow{CB} = \begin{pmatrix} 2p-5 \\ p-5 \end{pmatrix}$  1
- De vectoren zijn evenwijdig als  $\frac{2p-5}{-p} = \frac{p-5}{2p-5}$  1
- Dit herleiden tot een kwadratische vergelijking zoals  $5p^2 - 25p + 25 = 0$  1
- Dit geeft  $p = \frac{5-\sqrt{5}}{2}$  (of  $p = 1,381\dots$ ) en  $p = \frac{5+\sqrt{5}}{2}$  (of  $p = 3,618\dots$ ) 1
- Een toelichting waaruit volgt dat voor  $p = 1,38$  de vectoren gelijke richting hebben 1

### 7 maximumscore 4

- De wegingsfactoren van de plaatsvectoren  $\overrightarrow{OA}$ ,  $\overrightarrow{OB}$  en  $\overrightarrow{OC}$  zijn respectievelijk  $\frac{2}{5}$ ,  $\frac{2}{5}$  en  $\frac{1}{5}$  1
- $\overrightarrow{OZ} = \frac{2}{5} \cdot \begin{pmatrix} 5-p \\ 2p \end{pmatrix} + \frac{2}{5} \cdot \begin{pmatrix} 2p \\ p \end{pmatrix} + \frac{1}{5} \cdot \begin{pmatrix} 5 \\ 5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3+\frac{2}{5}p \\ 1+\frac{6}{5}p \end{pmatrix}$  1
- Uit  $3+\frac{2}{5}p = 1+\frac{6}{5}p$  volgt  $p = 2\frac{1}{2}$  1
- De coördinaten zijn (4, 4) 1

of

- De wegingsfactoren van de plaatsvectoren  $\overrightarrow{OA}$ ,  $\overrightarrow{OB}$  en  $\overrightarrow{OC}$  zijn respectievelijk  $\frac{2}{5}$ ,  $\frac{2}{5}$  en  $\frac{1}{5}$  1
- $\overrightarrow{OZ} = \frac{2}{5} \cdot \begin{pmatrix} 5-p \\ 2p \end{pmatrix} + \frac{2}{5} \cdot \begin{pmatrix} 2p \\ p \end{pmatrix} + \frac{1}{5} \cdot \begin{pmatrix} 5 \\ 5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3+\frac{2}{5}p \\ 1+\frac{6}{5}p \end{pmatrix}$  1
- De lijn  $l$  gaat door het punt (3,1) en heeft richtingscoëfficiënt 3, dus een vergelijking van  $l$  is  $y = 3x - 8$  1
- Ook geldt  $y = x$ , dus de coördinaten zijn (4, 4) 1

of

- De wegingsfactoren van de puntmassa's  $A$ ,  $B$  en  $C$  zijn respectievelijk  $\frac{2}{5}$ ,  $\frac{2}{5}$  en  $\frac{1}{5}$  1
- Een correcte berekening van de coördinaten van het zwaartepunt voor twee verschillende waarden van  $p$ . Bijvoorbeeld: voor  $p = 0$  geldt  $Z = ((\frac{2}{5} \cdot 5 + \frac{2}{5} \cdot 0 + \frac{1}{5} \cdot 5, \frac{2}{5} \cdot 0 + \frac{2}{5} \cdot 0 + \frac{1}{5} \cdot 5)) = (3, 1)$  en voor  $p = 5$  geldt  $Z = ((\frac{2}{5} \cdot 0 + \frac{2}{5} \cdot 10 + \frac{1}{5} \cdot 5, \frac{2}{5} \cdot 10 + \frac{2}{5} \cdot 5 + \frac{1}{5} \cdot 5)) = (5, 7)$  1
- Een vectorvoorstelling van  $l$  is  $\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \end{pmatrix} + t \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \end{pmatrix}$  1
- Uit  $3+t = 1+3t$  volgt  $t = 1$ , dus de coördinaten zijn (4, 4) 1

## Draaierig

### 8 maximumscore 4

- Uit  $x(t) = 0$  volgt  $\sin(t) = \cos(3t)$  1
- $\sin(t) = \sin(3t + \frac{1}{2}\pi)$  1
- $t = 3t + \frac{1}{2}\pi + k \cdot 2\pi$  of  $t = \pi - (3t + \frac{1}{2}\pi) + k \cdot 2\pi$  1
- $t = \frac{3}{4}\pi$ ,  $t = 1\frac{3}{4}\pi$ ,  $t = \frac{1}{8}\pi$ ,  $t = \frac{5}{8}\pi$ ,  $t = 1\frac{1}{8}\pi$  en  $t = 1\frac{5}{8}\pi$  1

### 9 maximumscore 5

- $x'(t) = \cos(t) + 3\sin(3t)$  1
  - $y'(t) = -\sin(t) + 3\cos(3t)$  1
  - $\begin{pmatrix} x'(\frac{1}{2}\pi) \\ y'(\frac{1}{2}\pi) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -3 \\ -1 \end{pmatrix}$  en  $\begin{pmatrix} x'(\pi) \\ y'(\pi) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 \\ -3 \end{pmatrix}$  1
  - $\cos(\varphi) = \frac{\begin{pmatrix} -3 \\ -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} -1 \\ -3 \end{pmatrix}}{\left| \begin{pmatrix} -3 \\ -1 \end{pmatrix} \right| \cdot \left| \begin{pmatrix} -1 \\ -3 \end{pmatrix} \right|} = 0,6$  1
  - Dit geeft  $\varphi = 53(^{\circ})$  1
- of
- $x'(t) = \cos(t) + 3\sin(3t)$  1
  - $y'(t) = -\sin(t) + 3\cos(3t)$  1
  - De richtingscoëfficiënten van de raaklijnen aan de baan in  $(1, -1)$  zijn  $\frac{y'(\frac{1}{2}\pi)}{x'(\frac{1}{2}\pi)} = \frac{-1}{-3}$  en  $\frac{y'(\pi)}{x'(\pi)} = \frac{-3}{-1}$  1
  - Dit geeft de hoeken  $18,4\dots(^{\circ})$  en  $71,5\dots(^{\circ})$  1
  - De baan snijdt zichzelf onder een hoek van  $53(^{\circ})$  1

| Vraag | Antwoord | Scores |
|-------|----------|--------|
|-------|----------|--------|

## Minimale lengte en grenswaarde

### 10 maximumscore 7

- De afgeleide van  $x^2$  is  $2x$  en de afgeleide van  $\ln(x)$  is  $\frac{1}{x}$  1
  - $g'(x) = x^2 \cdot \frac{1}{x} + 2x \cdot \ln(x) = x + 2x \cdot \ln(x)$  1
  - Voor de  $x$ -coördinaat van  $B$  geldt  $1 + 2\ln(x) = 0$  1
  - Dit geeft  $\ln(x) = -\frac{1}{2}$ , dus  $x_B = \frac{1}{\sqrt{e}}$  (of 0,60...) 1
  - $y_B = g\left(\frac{1}{\sqrt{e}}\right) = -\frac{1}{2e}$  (of  $y_B = g(0,60...) = -0,18...$ ) 1
  - De horizontale afstand tussen de toppen is  $\frac{1}{\sqrt{e}}$  (of 0,60...) en de verticale afstand is  $\frac{3}{2e}$  (of 0,55...) 1
  - De gevraagde lengte is 0,6065 1
- of
- Als op de grafiek van  $f$  een vermenigvuldiging met  $\frac{1}{2}$  ten opzichte van de  $y$ -as wordt toegepast, ontstaat de grafiek die hoort bij de vergelijking  $y = (2x)^2 \cdot \ln\left(\frac{1}{2} \cdot 2x\right)$  1
  - $(2x)^2 \cdot \ln\left(\frac{1}{2} \cdot 2x\right) = 4 \cdot x^2 \cdot \ln(x)$  1
  - Als op de grafiek van  $y = 4 \cdot x^2 \cdot \ln(x)$  een vermenigvuldiging met  $\frac{1}{4}$  ten opzichte van de  $x$ -as wordt toegepast, ontstaat de grafiek van  $g$  1
  - Dus  $x_B = \frac{1}{2} \cdot x_A = \frac{1}{\sqrt{e}}$  (of  $x_B = \frac{1}{2} \cdot x_A = 0,60...$ ) 1
  - $y_B = \frac{1}{4} \cdot y_A = -\frac{1}{2e}$  (of  $y_B = \frac{1}{4} \cdot y_A = -0,18...$ ) 1
  - De horizontale afstand tussen de toppen is  $\frac{1}{\sqrt{e}}$  (of 0,60...) en de verticale afstand is  $\frac{3}{2e}$  (of 0,55...) 1
  - De gevraagde lengte is 0,6065 1

| Vraag | Antwoord | Scores |
|-------|----------|--------|
|-------|----------|--------|

**11 maximumscore 3**

- $$h(x) = \frac{x^2 \cdot \ln(x)}{x^2 \cdot \ln(\frac{1}{2}x)} = \frac{\ln(x)}{\ln(\frac{1}{2}x)} = \frac{\ln(x)}{\ln(\frac{1}{2}) + \ln(x)} \quad (\text{voor } x > 0)$$
1
- $$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\ln(x)}{\ln(\frac{1}{2}) + \ln(x)} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\frac{\ln(x)}{\ln(x)}}{\frac{\ln(\frac{1}{2})}{\ln(x)} + \frac{\ln(x)}{\ln(x)}}$$
1
- $$\text{(De grenswaarde is)} \quad \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{\frac{\ln(\frac{1}{2})}{\ln(x)} + 1} = \frac{1}{0 + 1} = 1$$
1

## Een gebroken wortelfunctie

### 12 maximumscore 4

- $f'(x) = -\frac{3}{2x\sqrt{x}}$  (of  $f'(x) = -1,5x^{-1,5}$ ) 1
- De helling van lijnstuk  $AB$  is  $\frac{1-3}{9-1} = -\frac{1}{4}$  1
- Beschrijven hoe de vergelijking  $-\frac{3}{2x\sqrt{x}} = -\frac{1}{4}$  exact kan worden opgelost 1
- Een exacte berekening waaruit volgt  $x = \sqrt[3]{36}$  (dus mogelijke waarden zijn  $p=36$  en  $q=3$ ) 1

### 13 maximumscore 4

- De inhoud is  $\pi \int_1^9 3^2 - (f(x))^2 dx$  (of  $\pi \int_1^9 (3^2 - (f(x))^2) dx$ ) 1
  - Dit is gelijk aan  $\pi \int_1^9 9 - \frac{9}{x} dx$  (of  $\pi \int_1^9 \left(9 - \frac{9}{x}\right) dx$ ) 1
  - Een primitieve van  $9 - \frac{9}{x}$  is  $9x - 9\ln(x)$  1
  - Het antwoord 164 1
- of
- Als de rechthoek met zijden  $AD$  en  $CD$ , met  $C$  en  $D$  de loodrechte projecties van  $B$  respectievelijk  $A$  op de  $x$ -as, om de  $x$ -as wordt gewenteld, is de inhoud van de cilinder  $\pi \cdot 3^2 \cdot 8 = 72\pi$  1
  - Als het vlakdeel binnen deze rechthoek onder de grafiek van  $f$  om de  $x$ -as wordt gewenteld is de inhoud  $\left( \pi \int_1^9 (f(x))^2 dx = \right) \pi \int_1^9 \frac{9}{x} dx$   
(of  $\pi \int_1^9 \left(\frac{9}{x}\right) dx$ ) 1
  - Een primitieve van  $\frac{9}{x}$  is  $9\ln(x)$  1
  - Het antwoord 164 1

| Vraag | Antwoord | Scores |
|-------|----------|--------|
|-------|----------|--------|

**14 maximumscore 3**

- De translatie 1 naar beneden 1
- De vermenigvuldiging ten opzichte van de  $x$ -as met  $1\frac{1}{2}$  1
- De volgorde: eerst de translatie en dan de vermenigvuldiging 1

of

- Een mogelijke vorm van het functievoorschrift van  $g$  is  $g(x) = \frac{3a}{\sqrt{x}} + b$   
met  $3a + b = 3$  en  $a + b = 0$  1

- Dit geeft  $a = 1\frac{1}{2}$  en  $b = -1\frac{1}{2}$  1

- Dus eerst de vermenigvuldiging ten opzichte van de  $x$ -as met  $1\frac{1}{2}$  en dan de translatie  $1\frac{1}{2}$  naar beneden 1

of

- Een mogelijke vorm van het functievoorschrift van  $g$  is  $g(x) = \frac{3}{\sqrt{ax}} + b$   
met  $\frac{3}{\sqrt{a}} + b = 3$  en  $\frac{3}{\sqrt{9a}} + b = 0$  1

- Dit geeft  $a = \frac{4}{9}$  en  $b = -1\frac{1}{2}$  1

- Dus een vermenigvuldiging ten opzichte van de  $y$ -as met  $\frac{9}{4}$  en een translatie  $1\frac{1}{2}$  naar beneden, waarbij de volgorde niet uitmaakt 1

*Opmerking*

*Als in de uitwerking volgens het eerste antwoordalternatief alleen de correcte translatie wordt genoemd, mag alleen het eerste scorepunt worden toegekend.*

## Twee cirkels

### 15 maximumscore 4

- $DF = r_2 \cdot \sin(30^\circ) = \frac{1}{2}r_2$  (of driehoek  $DMF$  is een  $1-2-\sqrt{3}$  driehoek, dus  $DF = \frac{1}{2}r_2$ ) 1
- Uit de gelijkvormigheid van de driehoeken  $OBM$  en  $OEC$  volgt  $\frac{OM}{OC} = \frac{BM}{CE}$  1
- $OM = \frac{r_1}{\sin(30^\circ)} = 2r_1$  (of driehoek  $OAM$  is een  $1-2-\sqrt{3}$  driehoek, dus  $OM = 2r_1$ ) 1
- Invullen in  $\frac{OM}{OC} = \frac{BM}{CE}$  geeft  $\frac{2r_1}{r_1} = \frac{r_2}{CE}$ , dus  $CE = \frac{1}{2}r_2$  (dus  $CE = DF = \frac{1}{2}r_2$ ) 1

### 16 maximumscore 5

- In driehoek  $OEC$  is  $OC = 4$  (en  $CE = \frac{1}{2}r_2$ ), dus  $OE = \sqrt{4^2 - (\frac{1}{2}r_2)^2} (= \sqrt{16 - \frac{1}{4}r_2^2})$  1
- In driehoek  $FMD$  is  $DM = r_2$  (en  $DF = \frac{1}{2}r_2$ ), dus  $MF = \sqrt{r_2^2 - (\frac{1}{2}r_2)^2} = \frac{1}{2}r_2\sqrt{3}$  (of  $MF = r_2 \cdot \cos(30^\circ)$ ) 1
- Dit geeft  $EF = 8 - \sqrt{16 - \frac{1}{4}r_2^2} - \frac{1}{2}r_2\sqrt{3}$  1
- Het maximum van  $\left(8 - \sqrt{16 - \frac{1}{4}r_2^2} - \frac{1}{2}r_2\sqrt{3}\right) \cdot \frac{1}{2}r_2$  moet worden bepaald 1
- Een toelichting waaruit volgt dat de gevraagde oppervlakte 2,56 is 1

## 5 Aanleveren scores

Verwerk de scores van alle kandidaten per examinerator in de applicatie Wolf. Accordeer deze gegevens voor Cito uiterlijk op 22 juni.

## 6 Bronvermeldingen

Alle figuren      Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, 2026