

Correctievoorschrift HAVO

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 examinerator en de gecommiteerde stellen in onderling overleg het behaalde aantal scorepunten voor het centraal examen vast.
- 5 Indien de examinerator 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 examinerator. 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 examinerator 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 examinerator 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 gecommiteerde (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 (GR) 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 aanzienlijk 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
-------	----------	--------

Door punt P

1 maximumscore 4

- De afgeleide van $3x+6$ is 3 1
- $f'(x) = \frac{1}{2} \cdot (3x+6)^{-\frac{1}{2}} \cdot 3$ (of een gelijkwaardige uitdrukking) 1
- $f'(1) = \frac{1}{2}$ (dus een vergelijking van k is $y = \frac{1}{2}x + b$) 1
- $(1,3)$ invullen geeft $y = \frac{1}{2}x + 2\frac{1}{2}$ 1

2 maximumscore 3

- Voor het randpunt geldt $x = -2$ (of $x_{\text{top}} = -2$) 1
- Een vergelijking van de parabool is van de vorm $y = a(x+2)^2$ 1
- $(1,3)$ invullen geeft als functievoorschrift $g(x) = \frac{1}{3}(x+2)^2$ (of een gelijkwaardige uitdrukking) 1

of

- Voor het randpunt geldt $x = -2$ (of $x_{\text{top}} = -2$) 1
- Er geldt $g'(-2) = 2a \cdot -2 + b = 0$ (want een vergelijking van een parabool is van de vorm $y = ax^2 + bx + c$) 1
- Dit geeft $b = 4a$; substitutie in $y = ax^2 + bx + c$ en invullen van de punten $(-2, 0)$ en $(1, 3)$ geeft $g(x) = \frac{1}{3}x^2 + \frac{4}{3}x + \frac{4}{3}$ 1

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

Twee sinusoïden

3 maximumscore 5

- De periode van de grafiek van f is $(\frac{2\pi}{\frac{1}{2}} =) 4\pi$ (of uit $2\frac{1}{2}\sin(\frac{1}{2}x) = 0$
volgt $x = 0 + k \cdot 2\pi$) 1
- Uit $2\frac{1}{2}\sin(\frac{1}{2}x) = 1\frac{1}{4}\sqrt{3}$ volgt $\sin(\frac{1}{2}x) = \frac{1}{2}\sqrt{3}$ 1
- Hieruit volgt $\frac{1}{2}x = \frac{1}{3}\pi (+k \cdot 2\pi)$ of $\frac{1}{2}x = \frac{2}{3}\pi (+k \cdot 2\pi)$ 1
- Dit geeft $x_D = \frac{2}{3}\pi$ en $x_E = \frac{4}{3}\pi$ 1
- $OA = 2\pi$ en $DE = \frac{2}{3}\pi$, dus OA is 3 keer zo lang 1

4 maximumscore 4

- (Het differentiequotiënt op $[0; 0,01]$ is) $\frac{g(0,01) - g(0)}{0,01}$ 1
- De vergelijking $\frac{v \cdot \sin(\frac{1}{6} \cdot 0,01) - v \cdot \sin(\frac{1}{6} \cdot 0)}{0,01} = 1,25$ moet worden opgelost 1
- Beschrijven hoe deze vergelijking kan worden opgelost 1
- $v = 7,5$ 1

Raaklijn door een punt aan een cirkel

5 maximumscore 3

- $M(12\frac{1}{2}, 0)$ en de straal van c is $12\frac{1}{2}$ 1
 - Een vergelijking van c is $(x - 12\frac{1}{2})^2 + y^2 = (12\frac{1}{2})^2$ 1
 - $x^2 - 25x + (12\frac{1}{2})^2 + y^2 = (12\frac{1}{2})^2$ (dus een vergelijking van c is inderdaad $y^2 = 25x - x^2$) 1
- of
- $y^2 = 25x - x^2$ geeft met kwadraatafsplitsen $(x - 12\frac{1}{2})^2 - (12\frac{1}{2})^2 + y^2 = 0$ 1
 - Dit kan worden geschreven als $(x - 12\frac{1}{2})^2 + y^2 = (12\frac{1}{2})^2$ 1
 - Dit is een vergelijking van een cirkel met middelpunt $(12\frac{1}{2}, 0)$ en straal $12\frac{1}{2}$ (dus $y^2 = 25x - x^2$ is inderdaad een vergelijking van c) 1

6 maximumscore 6

- Uit $225 - x^2 = 25x - x^2$ volgt $25x = 225$, dus $x_Q = 9$ 1
 - Dit geeft $y^2 = 144$, dus $y_Q = -12$ ($y = 12$ voldoet niet) 1
 - De richtingscoëfficiënt van de lijn door O en Q is $\frac{-12}{9} (= -\frac{4}{3})$ 1
 - De richtingscoëfficiënt van k is $\frac{12}{16} (= \frac{3}{4})$ 1
 - $-\frac{12}{9} \cdot \frac{12}{16} = -1$ ($= -\frac{4}{3} \cdot \frac{3}{4}$) 1
 - Dus OQ staat loodrecht op lijn k (dus lijn k is een raaklijn aan cirkel d) 1
- of
- Uit $225 - x^2 = 25x - x^2$ volgt $25x = 225$, dus $x_Q = 9$ 1
 - Dit geeft $y^2 = 144$, dus $y_Q = -12$ ($y = 12$ voldoet niet) 1
 - De richtingscoëfficiënt van k is $\frac{12}{16} (= \frac{3}{4})$ 1
 - $(25, 0)$ invullen in $y = \frac{12}{16}x + b$ geeft $b = -\frac{75}{4}$ (dus $y = \frac{12}{16}x - \frac{75}{4}$) 1
 - (substitutie van $y = \frac{12}{16}x - \frac{75}{4}$ in de vergelijking van d geeft) $\frac{25}{16}x^2 - \frac{450}{16}x + \frac{2025}{16} = 0$ (of een gelijkwaardige vorm) 1
 - De discriminant van deze vergelijking is $(-\frac{450}{16})^2 - 4 \cdot \frac{25}{16} \cdot \frac{2025}{16} = 0$ (dus lijn k is een raaklijn aan cirkel d) 1

of

Vraag	Antwoord	Scores
	• Uit $225 - x^2 = 25x - x^2$ volgt $25x = 225$, dus $x_Q = 9$	1
	• Dit geeft $y^2 = 144$, dus $y_Q = -12$ ($y = 12$ voldoet niet)	1
	• De richtingscoëfficiënt van de lijn door O en Q is $\frac{-12}{9} (= -\frac{4}{3})$	1
	• OQ moet loodrecht op de raaklijn aan cirkel d in punt Q staan, dus $-\frac{12}{9} \cdot rc = -1$, met rc de richtingscoëfficiënt van de raaklijn aan cirkel d in punt Q	1
	• Hieruit volgt dat $y = \frac{3}{4}x + b$ een vergelijking is van de raaklijn aan cirkel d in punt Q	1
	• $(9, -12)$ invullen in $y = \frac{3}{4}x + b$ geeft $b = -\frac{75}{4}$ en deze raaklijn gaat door punt $A(25, 0)$ en is dus de vergelijking van lijn k (dus lijn k is een raaklijn aan cirkel d)	1

Twee punten op een parabool

7 maximumscore 2

- $f'(x) = 2cx + d$ 1
- Uit $f'(2) = -\frac{1}{2}$ en $f'(6) = 3\frac{1}{2}$ volgt het gevraagde stelsel 1

8 maximumscore 4

- Een exacte berekening waaruit volgt dat $c = \frac{1}{2}$ 1
- Een exacte berekening waaruit volgt dat $d = -2\frac{1}{2}$ 1
- $y_A = f(2) = -3$ en $y_B = f(6) = 3$ 1
- Dus A en B liggen even ver van de x -as 1

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

Tekenrobot

9 maximumscore 3

- (Gebruik van de cosinusregel in driehoek OBP geeft)
 $14^2 = 5^2 + 10^2 - 2 \cdot 5 \cdot 10 \cdot \cos(\beta)$ 1
- Beschrijven hoe deze vergelijking kan worden opgelost 1
- De gevraagde waarde van β is 135° 1

10 maximumscore 4

- (Uit $\alpha = 90^\circ$ volgt) $\angle BOP = 40^\circ$ 1
- Gebruik van de rechthoekige driehoek $OB'B'$, met B' de loodrechte projectie van B op OP , waarin dus geldt $OB' = \frac{1}{2}OP$ 1
- In deze driehoek geldt $\cos(40^\circ) = \frac{\frac{1}{2}OP}{10}$ 1
- Dus de gevraagde waarde van OP is 15,3 (cm) 1

of

- (Uit $\alpha = 90^\circ$ volgt) $\angle BOP = 40^\circ$ 1
- (Omdat driehoek OBP gelijkbenig is, geldt) $\beta = (180^\circ - 2 \cdot 40^\circ) = 100^\circ$ 1
- (Gebruik van de sinusregel in driehoek OBP geeft) $\frac{OP}{\sin(100^\circ)} = \frac{10}{\sin(40^\circ)}$ 1
- Dus de gevraagde waarde van OP is 15,3 (cm) 1

of

- (Uit $\alpha = 90^\circ$ volgt) $\angle BOP = 40^\circ$ 1
- (Omdat driehoek OBP gelijkbenig is, geldt) $\beta = (180^\circ - 2 \cdot 40^\circ) = 100^\circ$ 1
- (Gebruik van de cosinusregel in driehoek OBP geeft)
 $10^2 + 10^2 - 2 \cdot 10 \cdot 10 \cdot \cos(100^\circ) = (OP)^2$ 1
- Dus de gevraagde waarde van OP is 15,3 (cm) 1

of

- (Uit $\alpha = 90^\circ$ volgt) $\angle BOP = 40^\circ$ 1
- (Gebruik van de cosinusregel in driehoek OBP geeft)
 $10^2 + (OP)^2 - 2 \cdot 10 \cdot (OP)^2 \cdot \cos(40^\circ) = 10^2$ 1
- Beschrijven hoe deze vergelijking kan worden opgelost 1
- Dus de gevraagde waarde van OP is 15,3 (cm) 1

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

11 maximumscore 4

- De coördinaten van R zijn $(x, y) = (x, 2x)$ (of de formule van de lijn door O en R is $y = 2x$) 1
- Er geldt $x^2 + (2x)^2 = 20^2$ 1
- Een algebraïsche berekening waaruit volgt $x = 8,94...$ (of $x = \sqrt{80}$) 1
- Dus de gevraagde coördinaten van R (in cm) zijn 8,9 en 17,9 1

of

- Noem de hoek met de positieve x -as $\angle O$. Uit $\tan(\angle O) = 2$ volgt $\angle O = 63,43...(^{\circ})$ 1
- Dan is $x = 20 \cdot \cos(63,43...^{\circ})$ 1
- En $y = 20 \cdot \sin(63,43...^{\circ})$ 1
- Dus de gevraagde coördinaten van R (in cm) zijn 8,9 en 17,9 1

of

- (De richtingscoëfficiënt van lijnstuk OR is gelijk aan 2 dus) de verhouding $OR' : R'R : OR$ (met R' de loodrechte projectie van R op de x -as) is $1 : 2 : \sqrt{5}$ 1
- ($OR = 20$ dus) de verhouding $OR' : R'R : OR$ is $OR' : R'R : 20$ 1
- $OR' = \frac{20}{\sqrt{5}}$ en $RR' = \frac{2 \cdot 20}{\sqrt{5}}$ 1
- Dus de gevraagde coördinaten van R (in cm) zijn 8,9 en 17,9 1

Exponentiële functies

12 maximumscore 4

- (Verschuiving 2 naar rechts geeft) $y = 2 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{1-2(x-2)}$ 1

- (Vermenigvuldiging ten opzichte van de x -as met $\frac{8}{3}$ geeft)

$$y = \frac{8}{3} \cdot 2 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{1-2(x-2)} \quad (= \frac{8}{3} \cdot 2 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{5-2x}) \quad 1$$

- De juiste herleiding van $\frac{8}{3} \cdot 2 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^5$ tot $\frac{1}{6}$ 1

- De juiste herleiding van $\left(\frac{1}{2}\right)^{-2x}$ tot 4^x (, dus $g(x) = \frac{1}{6} \cdot 4^x$) 1

of

- Er geldt $f(x) = 2^1 \cdot \left(2^{-1}\right)^{1-2x} = 2^1 \cdot 2^{-1} \cdot 2^{2x} = 4^x$ 1

- (Verschuiving 2 naar rechts geeft) $y = 4^{x-2}$ 1

- (Vermenigvuldiging ten opzichte van de x -as met $\frac{8}{3}$ geeft) $y = \frac{8}{3} \cdot 4^{x-2}$ 1

- De juiste herleiding van $\frac{8}{3} \cdot 4^{-2}$ tot $\frac{1}{6}$ (, dus $g(x) = \frac{1}{6} \cdot 4^x$) 1

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

13 maximumscore 5

- Er moet gelden $x_P = \frac{1}{2} \cdot x_S$ 1
- De vergelijking $\frac{1}{6} \cdot 4^x = 5$ moet worden opgelost 1
- Een exacte berekening waaruit volgt $x_S = {}^4\log(30)$ 1
- Uit $x_P = \frac{1}{2} \cdot {}^4\log(30)$ volgt $x_P = {}^4\log(30^{\frac{1}{2}})$ 1
- Uit $y_P = \frac{1}{6} \cdot 4^{{}^4\log(30^{\frac{1}{2}})}$ volgt $y_P = \frac{1}{6} \cdot 30^{\frac{1}{2}}$ (, dus $y_P = \frac{1}{6}\sqrt{30}$) 1

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

Product van functies

14 maximumscore 4

- De afgeleide van f is $f'(x) = 3x^2 - 12x + 9$ 1
- Beschrijven hoe de vergelijking $f'(x) = 0$ exact kan worden opgelost 1
- Dit geeft $x = 1$ en $x = 3$ 1
- Het minimum bij $x = 3$ is 0 (want $x = 1$ geeft een maximum) 1

15 maximumscore 4

- Uit $(x^3 - 6x^2 + 9x) \cdot (x^2 - 2x - 1) = 0$ volgt $x^3 - 6x^2 + 9x = 0$ of $x^2 - 2x - 1 = 0$ 1
- $x^3 - 6x^2 + 9x = 0$ geeft de gegeven oplossingen $x = 0$ en $x = 3$ 1
- Uit $x^2 - 2x - 1 = 0$ volgt $D = 8$ 1
- De oplossingen zijn $x = 1 - \frac{1}{2}\sqrt{8}$ en $x = 1 + \frac{1}{2}\sqrt{8}$ (dus de x -coördinaten van de vier snijpunten zijn $x = 0$, $x = 3$, $x = 1 - \frac{1}{2}\sqrt{8}$ en $x = 1 + \frac{1}{2}\sqrt{8}$) 1

16 maximumscore 3

- Beschrijven hoe (de y -coördinaten van) de 3^e en 4^e top van de grafiek van v kunnen worden gevonden 1
- De y -coördinaten van de derde en vierde top van de grafiek van v zijn $y = 0,23\dots$ en $y = 0$ 1
- Er zijn vijf snijpunten (voor $y_{4^{\text{e top}}} < p < y_{3^{\text{e top}}}$, dus) voor $0 < p < 0,2$ 1

Auto's in Nederland

17 maximumscore 4

- In februari zijn er 15 000 nieuwe auto's minder verkocht (dan in januari) 1
- In januari zijn er $\frac{15\,000}{0,3125} = 48\,000$ nieuwe auto's verkocht 1
- Het aantal verkochte nieuwe auto's is 33 000 in februari en 29 000 in maart 1
- Het totaal aantal verkochte nieuwe auto's (in de eerste drie maanden van 2015) is dus 110 000 1

18 maximumscore 6

- Het aantal auto's neemt volgens het lineaire model per jaar met $\frac{8,1-5,2}{26} (= 0,11\dots)$ miljoen toe 1
- In 2027 zijn er volgens dit model $(5,2 + 0,11\dots \cdot 37) = 9,32\dots$ miljoen auto's 1
- In 2016 zijn er $\frac{211}{40}$ keer zoveel elektrische auto's als in 2010 1
- De groeifactor per jaar: $\left(\frac{211}{40}\right)^{\frac{1}{6}} (= 1,319\dots)$ 1
- Het aantal elektrische auto's op 1 januari 2027 zal volgens dit model $\left(40 \cdot \left(\left(\frac{211}{40}\right)^{\frac{1}{6}}\right)^{17}\right) = 4449, \dots$ duizend $(= 4,44\dots$ miljoen) zijn 1
- Het eindantwoord: het verwachte percentage elektrische auto's op 1 januari 2027 is $\frac{4,44\dots}{9,32\dots} \cdot 100(\%) = 47,7\dots(\%)$ dus 48(%) (dus de uitspraak klopt) 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