Vraag	Antwoord	Scores

Drie snijpunten

1 maximumscore 2

- Beschrijven hoe de vergelijking $\sqrt[3]{x^3+3x^2+2x}=0$ opgelost kan worden 1
- (De x-coördinaten van de snijpunten van de grafiek van f met de x-as zijn) $x=0$, $x=-1$ en $x=-2$ 1

2 maximumscore 4

- l moet tussen de toppen van de grafiek van f liggen 1
- Beschrijven hoe de y-coördinaten van deze toppen gevonden kunnen worden 1
- $y\approx -0{,}727$ en $y\approx 0{,}727$ (of nauwkeuriger) 1
- De gevraagde waarden van p zijn $-0{,}727\leq p\leq 0{,}727$ (of $-0{,}727<p<0{,}727$) (of p ligt tussen –0,727 en 0,727) 1

Vraag	Antwoord	Scores

Zuinig verpakken

3 maximumscore 4

- (Voor de vergrotingsfactor k zou moeten gelden) $k^3 = \dfrac{1,50}{0,20}$ $(= 7,5)$ — 1
- Hieruit volgt $k \approx 1,96$ (of nauwkeuriger) — 1
- Dus zou de hoogte van het voordeelpak gelijk moeten zijn aan $1,96 \cdot 12,0 \approx 23,5$ (of nauwkeuriger) (cm) — 1
- $24,5 \neq 23,5$ (dus het voordeelpak is geen vergroting van het kleine pakje) — 1

of

- (Voor de vergrotingsfactor k zou moeten gelden) $k = \dfrac{24,5}{12,0}$ ($\approx 2,04$ (of nauwkeuriger)) — 1
- Dus zou de inhoud van het voordeelpak gelijk moeten zijn aan $2,04^3 \cdot 0,20 \approx 1,70$ (of nauwkeuriger) (cm^3) — 2
- $1,50 \neq 1,70$ (dus het voordeelpak is geen vergroting van het kleine pakje) — 1

of

- (Voor de vergrotingsfactor k zou moeten gelden) $k = \dfrac{24,5}{12,0}$ ($\approx 2,04$ (of nauwkeuriger)) — 1
- Dus zou de breedte van het voordeelpak gelijk moeten zijn aan $2,04 \cdot 3,5 \approx 7,1$ (of nauwkeuriger) (cm) en de lengte gelijk aan $2,04 \cdot 4,8 \approx 9,8$ (of nauwkeuriger) (cm) — 2
- $24,5 \cdot 7,1 \cdot 9,8 \neq 1500$ (dus het voordeelpak is geen vergroting van het kleine pakje) — 1

Vraag	Antwoord	Scores

4 **maximumscore 4**

- Het kleine pakje heeft een oppervlakte van $2\cdot(4{,}8\cdot 3{,}5+4{,}8\cdot 12{,}0+3{,}5\cdot 12{,}0)=232{,}8$ (cm^2) 1
- Het blikje heeft een oppervlakte van $2\cdot\pi\cdot 2{,}5^2+2\cdot\pi\cdot 2{,}5\cdot 12{,}8\approx 240{,}3$ (of nauwkeuriger) (cm^2) 1
- De IQ's zijn respectievelijk $\frac{36\pi\cdot 200^2}{232{,}8^3}\approx 0{,}4$ (of nauwkeuriger) en $\frac{36\pi\cdot 250^2}{240{,}3^3}\approx 0{,}5$ (of nauwkeuriger) 1
- Het blikje (heeft een groter IQ en) is dus de meest efficiënte verpakking 1

Opmerking
Als een kandidaat de inhouden van de verpakkingen uitrekent in plaats van te werken met de gegeven waarden, hiervoor geen scorepunten in mindering brengen.

5 **maximumscore 4**

- Voor een bol (met straal r) geldt $V=\frac{4}{3}\pi r^3$ en $A=4\pi r^2$ 1
- Invullen geeft $IQ=\frac{36\pi\cdot\left(\frac{4}{3}\pi r^3\right)^2}{\left(4\pi r^2\right)^3}$ 1
- Dit levert $IQ=\frac{36\pi\cdot\frac{16}{9}\pi^2\cdot r^6}{64\pi^3\cdot r^6}$ 1
- Hieruit volgt $IQ=\frac{64\pi^3\cdot r^6}{64\pi^3\cdot r^6}=1$ 1

of

- Het volstaat om een bol met straal 1 (of met een andere straal) te nemen 1
- Voor een bol met (bijvoorbeeld) straal 1 geldt $V=\frac{4}{3}\pi$ en $A=4\pi$ 1
- Invullen geeft $IQ=\frac{36\pi\cdot\left(\frac{4}{3}\pi\right)^2}{(4\pi)^3}=\frac{36\pi\cdot\frac{16}{9}\pi^2}{64\pi^3}$ 1
- Hieruit volgt $IQ=\frac{64\pi^3}{64\pi^3}=1$ (of $IQ=\frac{36\cdot 16\cdot\pi^3}{64\cdot 9\cdot\pi^3}=1$) 1

Vraag	Antwoord	Scores

Vierdegraadsfunctie

6 maximumscore 6

- (Uit $\left(x^2-7\right)^2-25=0$ volgt) $\left(x^2-7\right)^2=25$ 1
- Hieruit volgt $x^2-7=5$ of $x^2-7=-5$ 1
- Dus $x^2=12$ of $x^2=2$ 1
- (De x-coördinaten van de snijpunten met de x-as zijn) $x=-\sqrt{12}$, $x=-\sqrt{2}$, $x=\sqrt{2}$ en $x=\sqrt{12}$ 1
- Dus $AD=2\cdot\sqrt{12}$ $(=4\sqrt{3})$ en $BC=2\cdot\sqrt{2}$ 1
- Dus $\frac{AD}{BC}=\frac{2\sqrt{12}}{2\sqrt{2}}$ (of $=\frac{4\sqrt{3}}{2\sqrt{2}}$) $(=\sqrt{6})$ (of een vergelijkbare vorm) (dus AD is $\sqrt{6}$ keer zo lang als BC) 1

of

- (Uit $\left(x^2-7\right)^2-25=0$ volgt) $x^4-14x^2+24=0$ 1
- Hieruit volgt $\left(x^2-12\right)\left(x^2-2\right)=0$ 1
- Dus $x^2=12$ of $x^2=2$ 1
- (De x-coördinaten van de snijpunten met de x-as zijn) $x=-\sqrt{12}$, $x=-\sqrt{2}$, $x=\sqrt{2}$ en $x=\sqrt{12}$ 1
- Dus $AD=2\cdot\sqrt{12}$ $(=4\sqrt{3})$ en $BC=2\cdot\sqrt{2}$ 1
- Dus $\frac{AD}{BC}=\frac{2\sqrt{12}}{2\sqrt{2}}$ (of $=\frac{4\sqrt{3}}{2\sqrt{2}}$) $(=\sqrt{6})$ (of een vergelijkbare vorm) (dus AD is $\sqrt{6}$ keer zo lang als BC) 1

Opmerking
Als gebruikgemaakt is van de symmetrie van de grafiek van f zonder dat deze afdoende wordt aangetoond, voor deze vraag maximaal 3 scorepunten toekennen.

Vraag	Antwoord	Scores

7 **maximumscore 7**

- $f'(x) = 4x\left(x^2 - 7\right)$ (of een minder uitgewerkte vorm) — 2
- (Uit $4x\left(x^2 - 7\right) = 0$ volgt) ($x = 0$ of) $x^2 = 7$ — 1
- $x = -\sqrt{7}$ of $x = \sqrt{7}$ — 1
- $f\left(\sqrt{7}\right) = \left(\left(\sqrt{7}\right)^2 - 7\right)^2 - 25 = -25$ — 1
- $f\left(-\sqrt{7}\right) = \left(\left(-\sqrt{7}\right)^2 - 7\right)^2 - 25 = -25$ — 1
- Dus het bereik van f is $[-25, \rightarrow\rangle$ (of $f(x) \geq -25$) — 1

of

- (Uit $f(x) = x^4 - 14x^2 + 24$ volgt) $f'(x) = 4x^3 - 28x$ — 1
- (Uit $4x^3 - 28x = 0$ volgt) $x\left(x^2 - 7\right) = 0$ — 1
- ($x = 0$ of) $x^2 = 7$ — 1
- $x = -\sqrt{7}$ of $x = \sqrt{7}$ — 1
- $f\left(\sqrt{7}\right) = \left(\left(\sqrt{7}\right)^2 - 7\right)^2 - 25$ (of $= \left(\sqrt{7}\right)^4 - 14\left(\sqrt{7}\right)^2 + 24$) $= -25$ — 1
- $f\left(-\sqrt{7}\right) = \left(\left(-\sqrt{7}\right)^2 - 7\right)^2 - 25$ (of $= \left(-\sqrt{7}\right)^4 - 14\left(-\sqrt{7}\right)^2 + 24$) $= -25$ — 1
- Dus het bereik van f is $[-25, \rightarrow\rangle$ (of $f(x) \geq -25$) — 1

Opmerking
Als een kandidaat bij het eerste alternatief bij het differentiëren de kettingregel niet of niet correct heeft toegepast, voor deze vraag maximaal 5 scorepunten toekennen.

Vraag	Antwoord	Scores

Energieverbruik

8 maximumscore 4

- Aangeven hoe $\log(E)$ op de verticale as afgelezen kan worden 1
- $\log(E) \approx 19,6$ 1
- $E \approx 10^{19,6}$ (of beschrijven hoe hieruit E gevonden kan worden) 1
- ($E \approx 3,98 \cdot 10^{19}$, dus het gevraagde energieverbruik is) 40 (exajoule) 1

Opmerking
Voor $\log(E)$ is een afleesmarge van 0,1 toegestaan.

9 maximumscore 3

- De vergelijking $\log\left(3,0 \cdot 10^{20}\right) = 0,0125t + 15,8$ moet worden opgelost 1
- Beschrijven hoe deze vergelijking opgelost kan worden 1
- $t \approx 374,2$, dus in het jaar 2025 1

Opmerking
Het antwoord 2024 ook goed rekenen.

10 maximumscore 4

- De vergelijking $1,2 \cdot 10^{13} \cdot 10^{t} = 1,7 \cdot 10^{17}$ moet worden opgelost (met t de tijd in honderden jaren) 1
- Beschrijven hoe deze vergelijking opgelost kan worden 1
- $t \approx 4,2$ (of nauwkeuriger) 1
- Dus over (ruim) 4 eeuwen 1

of

- (Voor de groeifactor g per jaar geldt) $g^{100} = 10$, dus $g = 10^{\frac{1}{100}}$ 1
- De vergelijking $1,2 \cdot 10^{13} \cdot \left(10^{\frac{1}{100}}\right)^{t} = 1,7 \cdot 10^{17}$ moet worden opgelost (met t de tijd in jaren) 1
- Beschrijven hoe deze vergelijking opgelost kan worden 1
- $t \approx 415$ (of nauwkeuriger), dus over (ruim) 4 eeuwen 1

of

- De vergelijking $1,2 \cdot 10^{13} \cdot 10^{t} = 1,7 \cdot 10^{17}$ moet worden opgelost (met t de tijd in honderden jaren) 1
- Beschrijven hoe deze vergelijking met een tabel onderzocht kan worden 1
- $1,2 \cdot 10^{13} \cdot 10^{4} < 1,7 \cdot 10^{17} < 1,2 \cdot 10^{13} \cdot 10^{5}$ 1
- Dus over (ruim) 4 eeuwen 1

Vraag	Antwoord	Scores

Sinusoïden

11 maximumscore 3

- Uit $2\cos\left(\frac{1}{2}x-\frac{1}{8}\pi\right)=0$ volgt $\cos\left(\frac{1}{2}x-\frac{1}{8}\pi\right)=0$ — 1
- Hieruit volgt $\frac{1}{2}x-\frac{1}{8}\pi=\frac{1}{2}\pi+k\cdot\pi$ (voor gehele k) — 1
- Op het gegeven domein levert dit $x=\frac{5}{4}\pi$ — 1

12 maximumscore 2

- De richtingscoëfficiënt van k is $\dfrac{-2-2}{\frac{9}{4}\pi-\frac{1}{4}\pi}=-\frac{2}{\pi}$ (dus k heeft een vergelijking van de vorm $y=-\frac{2}{\pi}x+b$) — 1
- Invullen van de coördinaten van $\left(\frac{1}{4}\pi, 2\right)$ (of van $\left(\frac{9}{4}\pi, -2\right)$) in $y=-\frac{2}{\pi}x+b$ geeft $b=\frac{5}{2}$ (dus een vergelijking voor k is inderdaad $y=-\frac{2}{\pi}x+\frac{5}{2}$) — 1

13 maximumscore 5

- Er moet gelden: $\sin\left(x-\frac{1}{4}\pi\right)=1$ en $\sin\left(x-\frac{1}{4}\pi\right)=-1$ — 1
- Hieruit volgt $x-\frac{1}{4}\pi=\frac{1}{2}\pi+k\cdot 2\pi$ (voor gehele k) en $x-\frac{1}{4}\pi=\frac{3}{2}\pi+k\cdot 2\pi$ (voor gehele k) — 1
- Op het gegeven domein levert dit $x=\frac{3}{4}\pi$ of $x=\frac{7}{4}\pi$ — 1
- Dus de toppen van de grafiek van g zijn $\left(\frac{3}{4}\pi, 1\right)$ en $\left(\frac{7}{4}\pi, -1\right)$ — 1
- $-\frac{2}{\pi}\cdot\frac{3}{4}\pi+\frac{5}{2}=1$ en $-\frac{2}{\pi}\cdot\frac{7}{4}\pi+\frac{5}{2}=-1$ (dus de toppen van de grafiek van g liggen op k) — 1

of

- $g'(x)=\cos\left(x-\frac{1}{4}\pi\right)$ — 1
- (Uit $g'(x)=0$ volgt) $x-\frac{1}{4}\pi=\frac{1}{2}\pi+k\cdot\pi$ (voor gehele k) — 1
- Op het gegeven domein levert dit $x=\frac{3}{4}\pi$ of $x=\frac{7}{4}\pi$ — 1
- Dus de toppen van de grafiek van g zijn $\left(\frac{3}{4}\pi, 1\right)$ en $\left(\frac{7}{4}\pi, -1\right)$ — 1
- $-\frac{2}{\pi}\cdot\frac{3}{4}\pi+\frac{5}{2}=1$ en $-\frac{2}{\pi}\cdot\frac{7}{4}\pi+\frac{5}{2}=-1$ (dus de toppen van de grafiek van g liggen op k) — 1

Vraag	Antwoord	Scores

Het midden en de top

14 maximumscore 4

- (Voor de x-coördinaten van A en B geldt) $x^2-5x+5=0$ — 1
- Beschrijven hoe deze vergelijking exact opgelost kan worden — 1
- Hieruit volgt $x_A=\frac{5-\sqrt{5}}{2}$ en $x_B=\frac{5+\sqrt{5}}{2}$ — 1
- Dus $x_M=\frac{\frac{5-\sqrt{5}}{2}+\frac{5+\sqrt{5}}{2}}{2}=2\frac{1}{2}$ — 1

15 maximumscore 6

- $f'(x)=x^2-5x+5+(x+1)(2x-5)$ — 2
- $f'(x)=3x^2-8x$ — 1
- (Uit $f'(x)=0$ volgt) $x(3x-8)=0$ — 1
- ($x=0$ of) $x=\frac{8}{3}$ (dus de x-coördinaat van C is $\frac{8}{3}$) — 1
- Het gevraagde verschil is $\frac{8}{3}-2\frac{1}{2}=\frac{1}{6}$ — 1

of

- $f(x)=x^3-5x^2+5x+x^2-5x+5=x^3-4x^2+5$ — 2
- $f'(x)=3x^2-8x$ — 1
- (Uit $f'(x)=0$ volgt) $x(3x-8)=0$ — 1
- ($x=0$ of) $x=\frac{8}{3}$ (dus de x-coördinaat van C is $\frac{8}{3}$) — 1
- Het gevraagde verschil is $\frac{8}{3}-2\frac{1}{2}=\frac{1}{6}$ — 1

Opmerking
Als een kandidaat bij het eerste alternatief bij het differentiëren de productregel niet of niet correct heeft toegepast, voor deze vraag maximaal 4 scorepunten toekennen.

Vraag	Antwoord	Scores

Het Gebouw

16 maximumscore 3

- De oppervlakte van één balk is
  $2\cdot 3{,}90\cdot 3{,}90+4\cdot 27{,}30\cdot 3{,}90$ $(=456{,}30)$ (m^2) 1
- De oppervlakte van het deel dat niet met de buitenlucht in aanraking komt is $2\cdot 3{,}90\cdot 3{,}90+27{,}30\cdot 3{,}90$ $(=136{,}89)$ (m^2) 1
- De gevraagde oppervlakte is
  $2\cdot\left(2\cdot 3{,}90\cdot 3{,}90+4\cdot 27{,}30\cdot 3{,}90\right)-\left(2\cdot 3{,}90\cdot 3{,}90+27{,}30\cdot 3{,}90\right)$
  (of $2\cdot 456{,}30-139{,}89$) ≈ 776 (m^2) 1

of

- De oppervlakte van één rechthoek is $27{,}30\cdot 3{,}90$ $(=106{,}47)$ (m^2) en de oppervlakte van één vierkant is $3{,}90\cdot 3{,}90$ $(=15{,}21)$ (m^2) 1
- Het deel dat met de buitenlucht in aanraking komt bestaat uit 7 rechthoeken en 4 vierkanten minus twee vierkanten waar de balken op elkaar liggen 1
- De gevraagde oppervlakte is $7\cdot 27{,}30\cdot 3{,}90+2\cdot 3{,}90\cdot 3{,}90$
  (of $7\cdot 106{,}47+2\cdot 15{,}21$) ≈ 776 (m^2) 1

Vraag	Antwoord	Scores

17 **maximumscore 6**

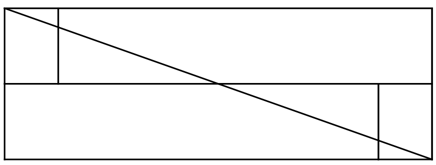
- De balken hebben op schaal 1 : 390 de afmetingen 1,0 bij 1,0 bij 7,0 cm 1
- In het aanzicht is de lengte van de zijkant van een balk $\frac{7,0}{\sqrt{2}}$ $(\approx 4,9)$ cm 1
- In het aanzicht is de breedte van de kopse kant van een balk $\frac{1,0}{\sqrt{2}}$ $(\approx 0,7)$ cm 1
- Het aanzicht heeft de vorm van een rechthoek met hoogte 2,0 cm 1
- Een horizontaal lijnstuk deelt de rechthoek middendoor 1
- Het tekenen van de verticale lijnstukken binnen de rechthoek op de juiste plaats 1

of

- De balken hebben op schaal 1 : 390 de afmetingen 1,0 bij 1,0 bij 7,0 cm 1
- Het aanzicht heeft de vorm van een rechthoek met hoogte 2,0 cm 1
- Een berekening waaruit volgt dat de breedte van het aanzicht gelijk is aan (ongeveer) 5,7 cm 1
- Een horizontaal lijnstuk deelt de rechthoek middendoor 1
- Het aanzicht van een vierkant zijvlak is een rechthoek met de afmeting 1,0 bij $\frac{1}{2}\sqrt{2}$ $(\approx 0,7)$ cm 1
- Het tekenen van de verticale lijnstukken binnen de rechthoek op de juiste plaats 1

of

- Het tekenen van een bovenaanzicht op schaal 1 : 390 1
- Het tekenen van de vier projectielijnen evenwijdig aan kijklijn PQ 2
- Het aanzicht heeft de vorm van een rechthoek met hoogte 2,0 cm 1
- Een horizontaal lijnstuk deelt de rechthoek middendoor 1
- Het tekenen van de verticale lijnstukken binnen de rechthoek op de juiste plaats 1



Vraag	Antwoord	Scores

Twee parabolen

18 maximumscore 7

- Uit $x^2 - 6x = 0$ volgt $x(x-6) = 0$ — 1
- Hieruit volgt ($x = 0$ of) $x - 6 = 0$ (dus voor de x-coördinaat van A geldt $x = 6$) — 1
- De x-coördinaat van T is ($\frac{6-0}{2} =$ (of $\frac{--6}{2\cdot 1} =$)) 3 (of $f'(x) = 0$ geeft $x = 3$) — 1
- De y-coördinaat van T is ($f(3) =$) -9 (dus $T(3, -9)$) — 1
- g heeft een functievoorschrift van de vorm $g(x) = a(x-6)^2$ — 1
- (T ligt op de grafiek van g dus geldt) $a(3-6)^2 = -9$ dus $a = \frac{-9}{9} = -1$ — 1
- Dus $g(x) = -(x-6)^2$ $(= -(x^2 - 12x + 36))$ $= -x^2 + 12x - 36$ (dus $a = -1$, $b = 12$ en $c = -36$) — 1