

# Eindexamens vwo en havo, eerste tijdvak 1999

## Inleiding

In dit artikel vindt men enige gegevens van deze examens. Eerst komen de resultaten aan de orde aan de hand van de steekproefgegevens die het Cito verzameld heeft (G. Bakker, C. Lagerwaard, G. van Lent, G. Limpens en H. Schuring), met daarbij de vaststelling van de cesuur door de CEVO met behulp van deze steekproefgegevens en de meningen van de docenten.

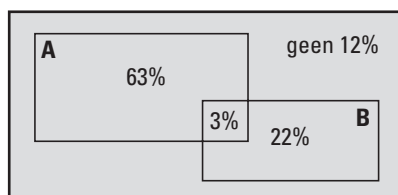
## De resultaten van de examens

Het geven van een overzicht van de resultaten van deze examens is slechts mogelijk dankzij de medewerking van de betrokken docenten die de gegevens van vijf kandidaten van hun school tijdig hebben opgestuurd.

*Enige algemene gegevens van de examens:*

	Havo-A	Havo-B	Vwo-A	Vwo-B	Profi-B
aantal kandidaten	34028	13109	24540	13936	287
gemiddelde score	57	62	68	63	63
standaarddeviatie	14	15	15	16	14
betrouwbaarheid	77	74	77	79	71
cesuur	50/51	54/55	54/55	54/55	54/55
perc. onvoldoenden	31	32	19	30	29
gemiddeld cijfer	6,1	6,2	6,8	6,3	6,3

havo 1999  $n = 52000$



*p'-waarde van de afzonderlijke vragen van de examens:*

Vraag	Havo-A	Havo-B	Vwo-A	Vwo-B
1	78	67	92	91
2	77	39	50	74
3	77	64	74	66
4	50	52	46	44
5	26	85	82	74
6	80	75	52	53
7	36	43	73	34
8	71	89	77	83
9	29	63	57	46
10	31	57	27	51
11	19	40	96	84
12	63	94	90	64
13	86	41	61	23
14	75	39	21	—
15	44	16	76	—
16	37	—	72	—
17	80	—	57	—
18	17	—	69	—
19	60	—	—	—
20	53	—	—	—
21	33	—	—	—

*Nota bene: De p'-waarde van een vraag is de gemiddelde score, uitgedrukt in procenten van de maximum score van die vraag.*

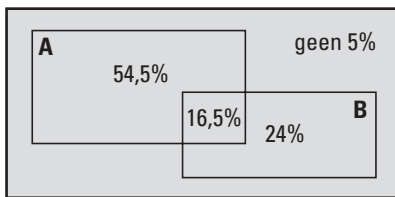
## Keuzegedrag van de leerlingen

*havo*

Zoals in het diagram hiernaast te zien is, heeft 12% van alle havo-kandidaten examen gedaan zonder wiskunde. Dat percentage wordt elk jaar iets kleiner. Het percentage havo-kandidaten dat examen deed in wiskunde A is flink gestegen: van 61% in 1998 naar 66% in 1999. Jaarlijks zien we die stijgende tendens terug. Wiskunde B daalt nog steeds in populariteit. Opnieuw is de deelname aan het wiskunde B examen met twee procentpunten gedaald. Het percentage dubbelkiezers is in het havo zeer gering.

vwo 1999

$n = 34\,000$



vwo

Het percentage vwo-examenkandidaten dat geen eind-examen doet in wiskunde lijkt zich te stabiliseren op zo'n 5 procent. De deelname aan wiskunde A is opnieuw gestegen. Was het in 1992 'maar' 60 procent, dit examenjaar was de deelname maar liefst 71%. Daarbij zitten flink wat dubbelkiezers: evenals vorig jaar doet zo'n 16% van de vwo-kandidaten examen in zowel wiskunde A als wiskunde B. Voeg daarbij de 24% die wiskunde B deed zonder wiskunde A en we zien dat de deelname aan wiskunde B iets is teruggelopen vergeleken met de 43% van de voorgaande drie jaren.

### Havo wiskunde A

Na een drietal examenjaren waarin de gemiddelde score 65 punten of hoger was, viel dit examen qua moeilijkheid veel leerlingen flink tegen. Bij het LAKS kwam voor dit vak het hoogste aantal klachten binnen. Ook docenten die al jaren vinden dat het niveau van de wiskunde-A-examens wel wat hoger zou mogen, vonden deze koerscorrectie wel wat erg groot uitgevallen.

Eieren, de eerste opgave, bezorgde de meeste leerlingen een goede start. De eerste drie vragen hadden gemiddelde scores van bijna 80%. Vraag 5 bleek heel moeilijk te zijn, volgens een aantal docenten vooral vanwege de moeilijkheid van de teksten rond de vragen 4 en 5.

Opgave 2 ondervond nogal wat kritiek. Het taalgebruik in de beginstam en bij de vragen 6 en 7 zou misleidend zijn. Laten we deze opgave eens nader beschouwen. De kern wordt gevormd door een tabel waarin ptt telecom twee jaar geleden de gegevens over de nieuwe abonnementen presenteerde. Miljoenen klanten moesten zich op basis van die tabel toen afvragen welk abonnement voor hen het voordeligst zou zijn. We hebben hier dus te maken met een context uit het dagelijks leven. Zo'n context is weliswaar inmiddels twee jaar oud, maar heeft niets aan actualiteit verloren. Ook bij de mobiele telefonie, populair bij honderdduizenden jongeren, is er een veelheid aan abonnementsvormen en tarieven. Het eigen (verwachte) belgedrag is een goede leidraad bij het maken van een keuze. De tabel is dus de kern van de opgave. Natuurlijk moet er rond de tabel het een en ander over abonnementen en kosten worden uitgelegd. In tegenstelling tot de abonnees van ptt telecom die zich kunnen baseren op hun eigen belgedrag, moeten we in een examen een bepaald belgedrag presenteren om een vergelijking tussen abonnementen te kunnen uitvoeren. In vraag 6 wordt zo'n kostenvergelijking gevraagd tussen twee van de drie abonnementen. Dat lukte de meeste leerlingen goed ( $p' = 80$ ).

De derde abonnementsvorm is bedoeld voor weinige bellers. In vraag 7 werd gevraagd hoe lang je met het BelBudget-abonnement maximaal zou kunnen bellen terwijl dat dan nog steeds voordeliger is dan BelBasis. Hier moesten de overeenkomsten tussen de twee abonnementen worden genegeerd en de verschillen in kaart worden gebracht. Deze vraag vereiste informatieselectie en een stukje redeneren. De score was vrij matig (37%). De rest van de opgave beperkt zich tot de vergelijking tussen BelBasis en BelPlus. Een (wiskundige) manier om verschillen helder te krijgen, is dat verschil met een formule beschrijven. Deze modelleerslag lieten we niet

	BelBasis	BelPlus	BelBudget
<b>Abonnementskosten</b>			
Per maand	f 27,20	f 33,20	f 19,95
<b>Gesprekskosten per minuut</b> <sup>1</sup>			
<i>Nederland, binnen uw regio</i>			
· overdag (08.00 tot 18.00 uur)	6,5 ct	6,5 ct	20,0 ct
· 's avonds en in het weekend	3,25 ct	2,5 ct	10,0 ct
<i>Nederland, buiten uw regio</i>			
· overdag (08.00 tot 18.00 uur)	20,0 ct	20,0 ct	60,0 ct
· 's avonds en in het weekend	10,0 ct	7,5 ct	30,0 ct

<sup>1</sup> Voor de duidelijkheid worden de tarieven voor gesprekskosten uitgedrukt in prijzen per minuut, tenzij anders is vermeld. Uiteraard betaalt u per seconde. Elk beantwoord gesprek begint met het starttarief van 10 cent.

door de leerlingen uitvoeren om ongewenste kettingeffecten te voorkomen, dus gaven we de formule. De vragen 8 en 9 gingen over de relatie tussen dat model en de context (de tabel). De eerste van deze twee interpretatievragen ging een stuk beter dan de tweede ( $p' = 71$ , resp. 29). Vervolgens werd vraag 10 gesteld over die formule waarbij het kostenverschil 0 is. Deze vraag is vooral wiskundig van aard, maar ondanks de eenvoud van de formule bleek de vraag vrij moeilijk: 44% behaalde 0 punten en de gemiddelde score was 31%.

In de laatste vraag was opnieuw een vertaalslag nodig: de vraag was in termen van kosten van abonnementen geformuleerd en moest worden 'vertaald' naar  $K_{\text{verschil}} > 0$ . In feite was deze vraag door de voorgaande vragen al min of meer voorbereid, maar hij had ook meteen na de presentatie van de formule gesteld kunnen worden. Met een  $p'$ -waarde van 19 was dit een buitengewoon slecht gemaakte vraag. 67% van de leerlingen scoorde geen enkel punt. Omdat om een toelichting werd gevraagd, werd het arceren zonder toelichting bestraft met 2 punten. Volgens sommige docenten ten onrechte, maar naar onze mening dienen leerlingen hun werkwijze voldoende toe te lichten.

De context van *opgave 3* was ontleend aan een artikel over mobiliteit in Scientific American. De vier vragen over grafieken op een dubbellogaritmische schaal werden redelijk goed gemaakt. De *vierde opgave* bevatte een combinatoriekvraag en twee kansvragen. Vraag 17 was ook bedoeld als een opstapje voor 18. Het vertalen van de beschreven testprocedure in een kansmodel bleek voor de meeste leerlingen toch te moeilijk. Vraag 18 was de moeilijkste vraag van dit examen ( $p' = 17$ ). Hoewel dit soort activiteiten door velen wordt veroordeeld met de term 'tekstverklaren', is dit mathematiseren een van de voorname doelstellingen van wiskunde A.

Opgave 3 Piramide-ingang

Opdracht 3



Opdracht 4

4

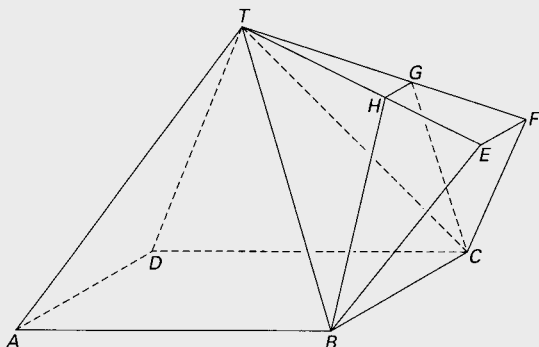
Lees verder

De laatste opgave heette *Wiskunde*. De enige echt wiskundige activiteit was de matrixvermenigvuldiging van vraag 20 ( $p' = 53$ ). De vragen 19 en 21 waren in feite twee berekeningen van een gewogen gemiddelde, waarbij de moeilijkheid vooral zat in het structureren van de beschreven situatie.

De CEVO besloot de cesuur vast te stellen op 50/51, waardoor het percentage onvoldoenden uitkwam op 31.

Op de foto's van de figuren 3 en 4 is de entree van een auto-showroom afgebeeld. Voor de dakconstructie bij de ingang is als basisvorm een regelmatige piramide  $T.ABCD$  genomen waarvan een zijkant is vervangen door een overkapping  $T.BCFE$ . In figuur 5 is de volledige piramide met uitbouw getekend in parallelprojectie. Deze tekening staat ook in figuur 1 op de bijlage en kan gebruikt worden bij de beantwoording van de volgende vragen.

figuur 5



Vierhoek  $BCFE$  is een gelijkbenig trapezium ( $BE = CF$ ). De deurwand  $BCGH$  is verticaal. Het dak boven de deurwand steekt ver over.

Ook is gegeven:

Grondvlak  $ABCD$  is een vierkant met zijden van 6 meter.

De hoogte van de top  $T$  boven de grond is 5 meter.

- 4p **8**  Bereken in gehele graden nauwkeurig de hoek tussen de vlakken  $TAD$  en  $ABCD$ .

Verder is gegeven:

De hoogte van  $EF$  boven de grond is 3 meter.

De lengte van  $EF$  is 2 meter.

De afstand van  $EF$  tot vlak  $BCGH$  is 2 meter.

- 7p **9**  Bereken de afstand van  $T$  tot  $EF$ . Geef je antwoord in meters, afgerond op twee decimalen.

Op de bijlage is in figuur 2 een begin getekend van het rechterzijaanzicht, dat wil zeggen het aanzicht waarbij de kijkrichting evenwijdig is aan de lijn  $BA$ .

- 7p **10**  Maak de tekening van dit aanzicht af en geef hierin vierhoek  $BCGH$  aan. Licht je werkwijze toe.

- 7p **11**  Bereken de oppervlakte van de deurwand  $BCGH$ . Geef je antwoord in  $m^2$ , in twee decimalen.

## Havo wiskunde B

Dit examen werd door docenten gekenmerkt als één van de beste examens van de laatste jaren. De vier opgaven, met samen 15 vragen, waren in het algemeen vrij concreet voor de kandidaten, de spreiding over de stof was goed, de moeilijkheidsgraad goed en de tekeningen vond men duidelijk. Het examen was goed te doen in de beschikbare tijd. In het bijzonder werd opgave 3 *Piramide-ingang* gewaardeerd. Misschien had opgave 1 *Een functie* beter na opgave 2 *Bederf in de koelkast* kun-

nen staan. Men vond sommige vragen aan de makkelijke kant en de scoretoekenning bij eenvoudige vragen soms al te royaal. Ook zou bij sommige vragen een wat verdergaande detaillering op prijs gesteld worden om beoordelingsverschillen te voorkomen.

Het percentage kandidaten dat examen wiskunde B deed was 26%, dat is 1% minder dan vorig jaar.

De eerste vraag van de vier opgaven was steeds makkelijk met  $p'$ -waarden van respectievelijk 67, 85, 89 en 94. De gemiddelde score van de 2210 kandidaten in de steekproef was 62 waarmee het examen 1999, evenals het examen van 1997, tot de makkelijkste van de laatste tien jaren behoort. Met de door de CEVO vastgestelde ce-suur 54/55 kwam het percentage onvoldoenden op 32. De tien jaren hiervoor schommelde dat percentage tussen 30 en 42.

### Opgave 1 Een functie

betreft  $f(x) = \frac{2x}{1-x^2}$  met een

gegeven grafiek. Op deze opgave behaalden de kandidaten gemiddeld 55% van de punten. Vraag 1 en vraag 2 gaan over raken, vraag 3 betreft het opstellen van de vergelijking van de asymptoten en vraag 4 betreft het oplossen van de ongelijkheid  $f(x) \leq 1$ .

### Opgave 2 Bederf in de koelkast

gaat over de houdbaarheid van kip

in relatie tot het aantal pseudomonas-bacteriën  $B$  per kilogram kip. Een grafiek van  $\log B$  uitgezet tegen het aantal dagen  $d$ , behorend bij  $0^\circ\text{C}$ , is gegeven. Vraag 5 betreft informatie aflezen uit de grafiek. Wat algemener geldt het verband  $\log B = \frac{1}{3} \cdot 1,32t \cdot d + 3$ , waarin  $t$  de temperatuur in  $^\circ\text{C}$  is, waarover vraag 6 en vraag 7 gaan. Op opgave 2 behaalden de kandidaten 69% van de punten. Zie de tabel met de  $p'$ -waarden.

**Opgave 3** *Piramide-ingang* is in dit artikel afgedrukt. Het bouwwerk van de foto is een garage in de omgeving

van Oisterwijk. Het was voor de leraren van de constructiegroep buitengewoon boeiend om dit bouwwerk te modelleren tot een ruimtefiguur waarover je een aantal vragen kunt stellen. Vraag 8 was een bewust gemakkelijk gekozen opstap waarbij de kandidaten al twee belangrijke hulplijnen trekken die bij de vragen 9, 10 en 11 steun geven. Bij het maken van de tekening in vraag 10 (schaal 1 : 50) bleek het gebruik van een goede liniaal en een scherp potlood voordelen te hebben. Gemiddeld behaalde men op deze vier vragen 59% van de punten.

**Opgave 4** *Kortste aansluiting* betreft het aanleggen van een waterleidingnet en het daarbij uit vier mogelijkheden kiezen van de beste situatie. Op deze opgave behaalde men 49% van de punten. De vier vragen lopen duidelijk van makkelijk naar moeilijk: de p'-waarden namen af van 94 via 41 en 39 tot 16. Het percentage kandidaten dat geen enkel punt behaalde was respectievelijk 1, 40, 50, en 62. Terecht dat deze opgave aan het eind van het examen staat.

De laatste twee vragen gaan over het verband: totale lengte van het waterleidingnet

$$L(\alpha) = \frac{8}{\cos \alpha} - 4 \tan \alpha + 12, \text{ met } \alpha \text{ in radialen.}$$

In vraag 14 moet de juistheid van deze formule worden aangetoond en in vraag 15 moet de waarde van  $\alpha$  worden berekend waarvoor  $L(\alpha)$  minimaal is. In plaats van de afgeleide te bepalen bleken sommige kandidaten de oplossing te zoeken met inklemmen. In het correctievoorschrift is helaas niet aangegeven hoe dit beoordeeld moet worden, noch hoeveel punten dit maximaal waard is.

In 2000 komen de eerste examens voor de profielen wiskunde B in havo. Wellicht is het interessant een eerste indruk te geven van welke vragen uit het hier besproken examen in principe ook in aanmerking zouden komen voor de profielen. In dit examen blijken relatief veel vragen te zitten die ook voor een examen N&T geschikt zijn of geschikt te maken zijn en relatief weinig vragen die in aanmerking komen voor N&G. Voor het profiel N&T zijn *Bederf in de koelkast* en *Piramide-ingang* volledig geschikt. In *Kortste aansluiting* moeten N&T-kandidaten de beide meetkunde-vragen zonder meer kunnen maken; voor de twee algebra-vragen zijn er dankzij de grafische rekenmachine natuurlijk tal van interessantere vragen te bedenken over het verband tussen  $L(\alpha)$  en  $\alpha$ .

De opgave *Een functie* verliest z'n huidige betekenis door het feit dat de quotiëntregel in het nieuwe programma niet meer tot de eindtermen behoort. De grafische rekenmachine geeft veel mogelijkheden voor

nieuwe vragen, denk bijvoorbeeld aan de invloed van

de parameter  $a$  in  $y = \frac{2x}{a-x^2}$  op het verloop van de

grafiek. Het oplossen van een vergelijking zoals  $f(x) = c$ , moeten de kandidaten overigens zonder meer met de hand kunnen.

Voor het profiel N&G zitten eventueel mogelijkheden voor vragen in *Een functie*, hoewel plaatsing in een context een zekere voorkeur heeft. In *Bederf in de koelkast* zijn de eerste twee vragen geschikt voor N&G; de slotvraag is mogelijk aan de abstracte kant.

Maar in de nieuwe examens moeten natuurlijk ook de nieuwe vaardigheden en eindtermen een plaats krijgen. Denk bijvoorbeeld voor het centraal examen N&T aan de eindtermen met betrekking tot de bol, de kegel en de cilinder, het tekenen van uitslagen en het interpreteren van ruimtelijke objecten en parallelle doorsneden. En voor het centraal examen N&G is er dan kansrekening en statistiek, zoals het berekenen van kansen, het kunnen omgaan met de normale en de binomiale verdeling (ook cumulatief en invers) en hierbij goed gebruik kunnen maken van de grafische rekenmachine. Zie voor meer informatie over de nieuwe examens de syllabus wiskunde B havo.

## Vwo wiskunde A

---

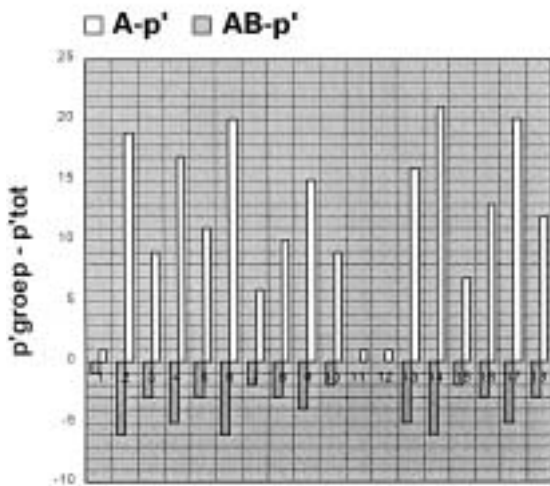
### Algemeen beeld

Het vwo wiskunde A examen 1999 is voor de leerlingen een plezierig examen gebleken. Docenten waren in grote lijnen tevreden: er was een goede verdeling van routine- en originele vragen, het beginvraagstuk was prettig en het correctievoorschrift bood goede houvast om het leerlingenwerk te beoordelen.

Ook uit de analyse van de steekproef blijkt dat het examen een stuk eenvoudiger was dan haar twee voorgangers. De gemiddelde score van de ruim 2000 kandidaten uit de steekproef is 68 en het percentage onvoldoenden 19.

De verschillen tussen de kandidaten met alleen wiskunde A en de kandidaten met ook wiskunde B in het pakket blijven aanzienlijk, maar de leerlingen zonder wiskunde B komen toch ook op een gemiddelde van 64 (22% onvoldoenden). De vragen 2, 4, 6, 14 en 17 springen er uit wat betreft het verschil in prestatie tussen de twee groepen. Dit is goed te zien in de figuur hierna. In de grafiek is het verschil aangegeven van de p' van elke afzonderlijke groep en de p' van de gehele steekproef. Kijkend naar de in de vragen aan de orde

gestelde activiteiten, valt op dat van deze vijf vragen alleen 4 en 6 een wat meer technisch karakter hebben.



Al met al een examen dat misschien wat aan de eenvoudige kant was, maar verder betrekkelijk probleemloos.

Natuurlijk was er ook kritiek op onderdelen van het examen. Vond men vorig jaar dat de examenmakers nodeloos bijlagen voor de leerlingen hadden bijgevoegd, dit jaar wilde men toch weer wat meer bijlagen voor de leerling. In navolging van de Profi-examens en

recentelijk ook de havo A-examens verdient het misschien ook bij vwo A de voorkeur om soms bijlagen toe te voegen die optioneel zijn voor de leerling.

### Enkele vragen nader bekeken

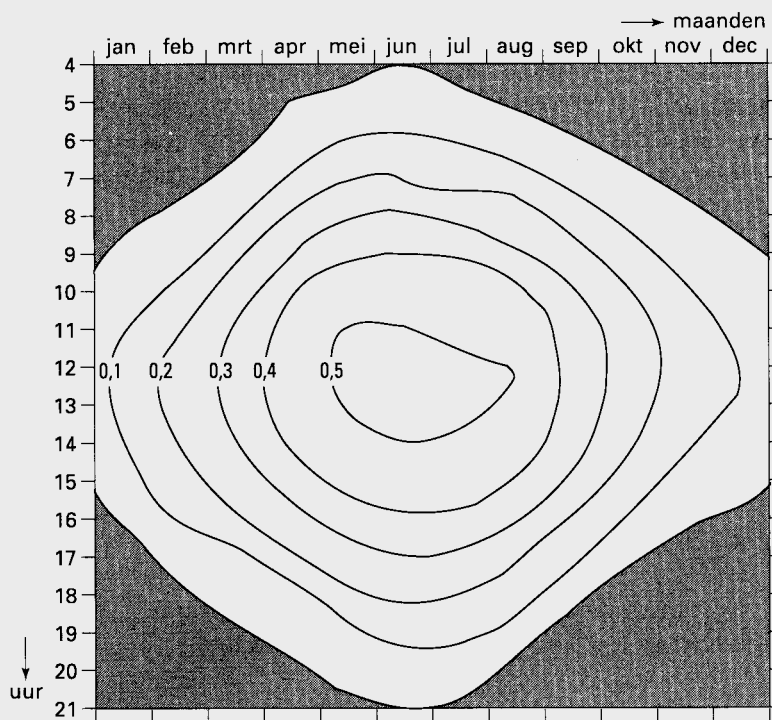
Over een aantal vragen ontstond de nodige discussie. Achtereenvolgens passeren in dit verslag de vragen 3, 10 en 18 de revue.

#### vraag 3

Wat te doen met het eerste en laatste deel van de grafiek? Volgens het correctievoorschrift moest dit nul zijn, maar volgens docenten zou je dat stuk ook leeg kunnen laten: 'je weet niet wat daar gebeurt', 's nachts wordt er niet gemeten' waren enkele van de motiveringen die gegeven werden. Belangrijk is om te kijken naar de vraagstelling. Die zegt dat er een grafiek moet worden gemaakt van de situatie op 1 september. Dat wil zeggen voor de gehele dag. Er moet dus of een grafiek getekend zijn voor de gehele periode of er moet zijn aangegeven waarom op een gedeelte geen grafiek getekend is. Het zonder motivering weglaten van het eerste en laatste deel is geen volledig antwoord.

figuur 2

De globale straling per uur te De Bilt als functie van de maand en tijd van de dag



- 5p **3**  Teken in de figuur op de bijlage een grafiek van de globale straling in De Bilt als functie van de tijd (in uren) zoals men die kan verwachten op 1 september.

### vraag 10

tabel	nest	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	levensduur (alleen gewoon dieet)	32,4	31,9	34,2	33,8	34,8	32,5	31,1	29,2	37,9	33,6
	levensduur (vanaf 10 weken caloriearm)	34,1	31,8	36,0	36,2	30,1	32,6	37,9	34,7	35,2	33,5
	nest	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	levensduur (alleen gewoon dieet)	33,1	30,6	38,0	36,3	30,6	32,8	35,1	31,5	27,9	33,4
	levensduur (vanaf 10 weken caloriearm)	34,9	32,4	34,5	35,6	40,8	35,9	36,0	31,4	37,9	34,7

- 6p **10**  Onderzoek of de resultaten bij een significantieniveau van 10% de conclusie rechtvaardigen dat het na 10 weken starten met een caloriearm dieet bij muizen een verlenging van de levensduur tot gevolg heeft.

Deze vraag heeft tot veel reacties geleid. Belangrijk om hier te vermelden is dat binnen de leerstof voor vwo A de in het correctievoorschrift vermelde oplossing de enig juiste is. Andere suggesties vallen of buiten de leerstof en kunnen van de leerling niet verwacht worden (maar geven misschien wel in de toekomst aanleiding tot een praktische opdracht of invulling van een Zebra-blok) of zijn niet correct. In die zin is het te betreuren dat in sommige regio's andere aanpakken door docenten als volledig juist zijn beoordeeld.

Alle examens zijn in  
pdf-formaat  
te downloaden vanaf  
[www.cito.nl](http://www.cito.nl)

### vraag 18

Uit het bovenstaande kan het volgende verband worden afgeleid tussen de waarde ( $x$ , in guldens) van een geschenkbond en de verwachte winst ( $W$ , in guldens) op die geschenkbond:

$$W = -0,0008919x^2 + 0,09819x - 0,15.$$

- 4p **18**  Bereken bij welke bonwaarde de verwachte winst voor een VVV-kantoor zo groot mogelijk is.

Wel of geen motivering voor het maximum? Het antwoordmodel bij deze vraag gaf aan dat de leerling moest motiveren waarom het gevonden punt een maximum is. Niet nodig, was de mening van sommige docenten, het punt dat je vindt moet wel het maximum zijn, want daar wordt naar gevraagd. Deze redenering is niet juist. Bij vragen in een context is er bijna altijd sprake van een beperkt domein. Randextremen kunnen dan optreden. De motivering hoeft niet altijd te bestaan

uit een tekenschema. In deze vraag was de constatering dat het hier een bergparabool betrof al voldoende.

Overigens is het tot slot misschien aardig om te vermelden dat vanwege de omvang van het examen in deze opgave een vraag is weggelaten die wel voor de hand ligt en misschien in de klas nog een aardige oefening is in het opstellen van een formule:

'Toon aan dat de formule voor  $W$  juist is.'

Dit examen is over het algemeen als een goed examen beoordeeld, redelijk over de stof gespreid en met een voldoende moeilijkheidsgraad.

De omvang van het examen is niet te groot gebleken.

41% van alle vwo-kandidaten heeft het wiskunde B-examen afgelegd; vorig jaar was dit percentage 43.

De eerste vragen van elke opgave waren voor veel leerlingen goede binnenkomers.

Het examen bestond uit 4 opgaven met in totaal 13 vragen.

De gemiddelde score van de 2309 leerlingen uit de steekproef was 63 punten; vorig jaar was dit 64. De CEVO heeft besloten de cesuur op 54/55 vast te stellen. Hierdoor is het percentage onvoldoenden 30.

Opgave 1, een parameterkromme, begon met een berekening van de coördinaten van de snijpunten met de

assen. Vervolgens een hoekberekening in het punt waarin de kromme zichzelf snijdt. Uit de tekening hebben sommige kandidaten geconcludeerd dat in dit snijpunt de kromme bestaat uit twee rechte lijnen. Beide vragen zijn goed gemaakt, evenals de berekening van de coördinaten van de snavelpunten in vraag 3.

In vraag 4 moesten de leerlingen de richtingscoëfficiënt van de raaklijnen in de snavelpunten zien te vinden. De p'-waarde van deze vraag is 44, terwijl 48% van de kandidaten hier geen raad mee wist.

Opgave 2 begon met een onderzoek van een goniometrische functie in vraag 5. Vraag 6 betrof de berekening van de totale oppervlakte van de vlakdelen ingesloten door de grafiek en de x-as. Vraag 7 ging over het aantal gemeenschappelijke punten van de grafiek van  $f$  en de grafiek van  $x \rightarrow p \sin x$ . 45% van de kandidaten wist hier geen raad mee; de p'-waarde was 34.

Opgave 3 was dit jaar een exponentiële functie. Vraag 8, het opstellen van een vergelijking van de asymptoten, is

## Opgave 4

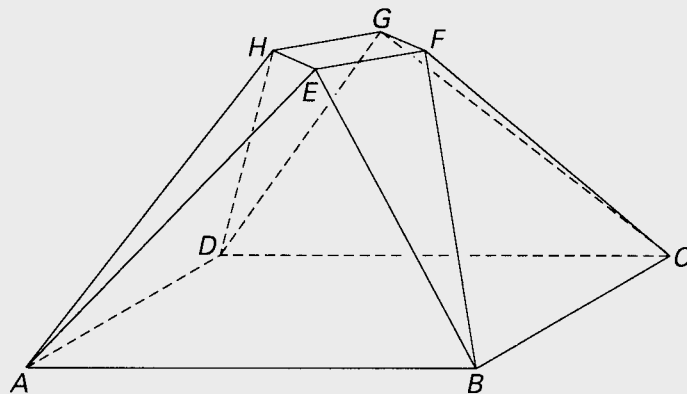
Van het lichaam  $ABCD.EFGH$  dat in figuur 3 en op de bijlage is getekend, zijn alle opstaande ribben even lang.

Het grondvlak  $ABCD$  is een vierkant met zijde 12.

De zijvlakken  $ABE$ ,  $BCF$ ,  $CDG$  en  $DAH$  maken een hoek van  $60^\circ$  met het grondvlak.

De afstand van de vlakken  $ABCD$  en  $EFGH$  is  $4\sqrt{3}$ .

figuur 3



- 6p **11**  Teken in figuur 2 van de bijlage de loodrechte projectie van het lichaam op het grondvlak  $ABCD$ . Licht je werkwijze toe.
- 7p **12**  Bereken de hoek tussen het vlak  $AEH$  en het grondvlak  $ABCD$ . Geef het antwoord in graden nauwkeurig.
- 8p **13**   $\beta$  is de bol die door alle hoekpunten van het lichaam  $ABCD.EFGH$  gaat. Bereken de straal van  $\beta$ . Geef het antwoord afgerond op twee decimalen.



goed gemaakt, terwijl vraag 9, de berekening van de oppervlakte van een vlakdeel, een mager resultaat laat zien. Vraag 10 ten slotte vraagt te bewijzen dat de oppervlakte van een driehoek gevormd door raaklijn, snijpunt met asymptoot en projectie op de  $x$ -as gelijk is aan 1.

*Opgave 4* is dit keer een meetkunde opgave, die op de vorige pagina is afgedrukt. De vragen 11 en 12 zijn goed gemaakt met respectievelijk een  $p^2$ -waarde van 84 en 64.



Vraag 13 was een echte uitsmijter van het examen met een  $p^2$ -waarde van 23, terwijl 72% van de kandidaten hier geen raad mee wist. Misschien speelde het feit dat het middelpunt van de bol onder het grondvlak ligt sommige kandidaten parten.

Vorig jaar hebben de samenstellers van dit examen geschat dat de gemiddelde score 63 zou worden, terwijl dit nu gebleken is inderdaad 63 te zijn.