Na twee jaar Profi-project was in mei '97 het moment der waarheid: op twee scholen werd het eerste experimentele Profi-eindexamen afgenomen. **Wolfgang Reuter** heeft geanalyseerd welke rol er voor de grafische rekenmachine was weggelegd op het examen.

De GR op de eerste Profi-examens

Inleiding

In zijn artikel 'VWO B: de analyse getoetst'[1] heeft Henk van der Kooij drie jaar geleden flink kritiek geuit op de examinering van met name de analyse. Hij miste in de examens aspecten als modelbouw, functieonderzoek anders dan volgens een vast stramien, dynamiek, dwarsverbanden en het gebruik van technologie.
In mei 1997 werd tegelijk met het gewone wiskunde B-examen VWO het eerste experimentele examen wiskunde B Profi gehouden. Martin Kindt schetste in het juni-nummer van de *Nieuwe Wiskrant*[2] de eerste indrukken. Bij dit examen konden de leerlingen gebruikmaken van een grafische rekenmachine (GR), in casu de TI-82.
Aan de hand van analyse-opgaven uit het eerste en het tweede tijdvak van dit experimentele examen wil ik schetsen welke nieuwe mogelijkheden dit technologisch gereedschap de leerlingen biedt. U kunt zelf nagaan in hoeverre bij deze examens de andere door Henk van der Kooij genoemde aspecten aan de orde komen.

Wat kan met de GR?

Met een grafische rekenmachine zoals de TI 82 kan heel veel. Voor de analyse-opgaven op de examens zijn globaal gesproken de volgende mogelijkheden van belang.

De grafiek van een gegeven functie
Je kunt deze grafiek op een geschikt gekozen venster plotten en zo aan alle informatie komen die je anders via een 'functieonderzoek oude stijl' stelselmatig vergaarde.
Je kunt de helling in een bepaald punt nauwkeurig benaderen, maar ook een oppervlakte onder de grafiek, of een extreme waarde.

Twee grafieken, vergelijkingen oplossen
Je kunt de coördinaten van snijpunten van twee grafieken nauwkeurig benaderen. Hiervan kun je gebruikmaken bij het oplossen van vergelijkingen. Zo kun je de oplossingen van de vergelijking $4x^2 \cdot \ln x = 2x^2$ aflezen bij de snijpunten van de grafieken van $y_1 = 4x^2 \cdot \ln x$ en $y_2 = 2x^2$.
Maar ook de vraag: 'Voor welke x heeft de grafiek van $f(x) = 4x^2 \cdot \ln x$ de helling -1?' kun je met behulp van de grafieken van $y_1 = 8x \cdot \ln x + 4x\ (= f'(x))$ en $y_2 = -1$ beantwoorden.
Let op: de eerste vergelijking zouden wiskunde B-leerlingen ook algebraïsch kunnen oplossen, de tweede niet!

Bundels van grafieken
Je kunt een lijst van parameterwaarden definiëren.
Na invoer van Y1 = sinX · (cosX)^{1, 2, 3, 4} verschijnen achtereenvolgens de grafieken van de functies $y = \sin x \cdot \cos x$, $y = \sin x \cdot \cos^2 x$, $y = \sin x \cdot \cos^3 x$ en $y = \sin x \cdot \cos^4 x$ op het scherm.
Zo kun je meerdere exemplaren van dezelfde familie van functies plotten en de invloed van een parameter op de grafieken bestuderen.

Krommen in parametervoorstelling
Er kunnen meerdere krommen simultaan geplot worden. Hiermee kun je controleren of bepaalde bewegingen met de juiste snelheden verlopen. De TI-82 moet dan in de MODE Par en op de optie Simul(taneous) gezet worden.

Webgrafieken
Bij MODE Seq(uential) kunnen recursief gedefinieerde getallenrijen ingevoerd worden. Na de keuze WINDOW FORMAT Web kan een zogenaamde webgrafiek getekend worden. Hierop wordt bij de desbetreffende examenopgave nader ingegaan.

Tabellen
Bij elke plot kunnen tabellen gemaakt worden. Door verschillende tabellen met elkaar te vergelijken, kun je verbanden tussen de bijbehorende functies of formules ontdekken.

Wat mag met de GR?

In de Profi-pakketten wordt de GR veelvuldig gebruikt bij het ontwikkelen van een stuk theorie, bij het exploreren van bepaalde probleemstellingen en ook bij het oplossen van vraagstukken. Binnen zo'n reeks opgaven is het vaak duidelijk of bij de opdracht 'bereken ...' of 'los op: ...' een algebraïsche aanpak verwacht wordt of dat er ook een grafisch-numerieke aanpak toegestaan is. Op de proefwerken en schoolonderzoeken van de twee experimenteerscholen werd de 'klassieke' afspraak gehanteerd: Geef, tenzij anders gevraagd, exacte antwoorden. Dat hoefde in een concreet geval niet per se te betekenen dat de vergelijking $f'(x) = 0$ algebraïsch opgelost moest worden om een bepaald maximum te vinden. Het invullen van de via een plot of tabel gevonden x-waarde in $f'(x)$ en de controle dat dan $f'(x) = 0$, was soms ook voldoende. Hoe dichterbij het examen kwam, hoe groter de behoefte werd bij docenten en leerlingen aan een duidelijke nomenclatuur. Zo'n nomenclatuur is tot nu toe nog niet door de CEVO officieel vastgesteld en dat kan een van de oorzaken zijn dat de leerlingen bij het examen aan de veilige kant bleven en de GR voornamelijk als exploratie- en controlemiddel gebruikten.

De examens bevatten echter ook heel weinig vragen die rechttoe rechtaan met de GR opgelost konden worden. De opstellers van de examens hanteerden namelijk het uitgangspunt dat een grafisch-numerieke oplossing niet veel tijdsbesparing mocht opleveren ten opzichte van een algebraïsche oplossing. Met het feitelijk kunnen bedienen van de GR waren dan ook niet veel punten te behalen. Door de GR handig bij de exploratie te gebruiken, kon je bij sommige opdrachten wel op het spoor van een goede aanpak komen.

Integraal en oppervlakte

Opgave 1

Er is één positieve waarde van a waarvoor geldt:

$$\int_1^a \frac{1}{\sqrt{x}}\,dx = 10.$$

5p 1 ☐ Bereken deze waarde.

Opgave 1 van het eerste tijdvak

Opgave 1 van het eerste tijdvak was een binnenkomer. Sommige leerlingen controleerden als volgt de door hen gevonden waarde 36.

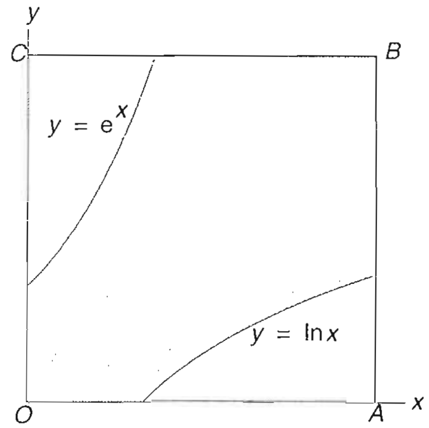
```
fnInt(1/√X,X,1,3
6)
               10
■
```

Bij opgave 2 van het tweede tijdvak konden de leerlingen van de symmetrie in de figuur gebruikmaken.

Opgave 2

In figuur 2 is in een assenstelsel Oxy een vierkant $OABC$ met zijde 3 getekend.
Dit vierkant wordt door de grafieken van $y = e^x$ en $y = \ln x$ in drie delen verdeeld.

figuur 2



7p 2 ☐ Bereken de oppervlakte van het grijze deel.
Rond je antwoord af op 2 decimalen.

Opgave 2 van het tweede tijdvak

De primitieve van $y = \ln x$ stond niet op de formulekaart. Met fnInt(ln x, x, 1, 3) kon je echter een benadering van de witte oppervlakte in de rechter benedenhoek vinden. Wie voor integreren koos, kon met

$$\int_0^{\ln 3} (3 - e^x)\,dx$$

vrij gemakkelijk de witte oppervlakte in de linker bovenhoek berekenen.

Logaritmische functies

Logaritmen met een ander grondtal dan e zijn op wiskunde B-examens zeer ongebruikelijk. In opgave 3 van het eerste tijdvak was het grondtal zelfs een parameter k. Veel leerlingen vonden dit dan ook een lastige opgave.
Om de grafiek van een logaritmische functie te kunnen plotten, moet je overstappen op grondtal 10 of grondtal e. Omdat bij deze opgave de lijn $x = e$ een belangrijke rol speelt, ligt de keuze voor grondtal e meer voor de hand:

$${}^k\log x = \frac{\ln x}{\ln k}$$

Bij opdracht 3 was $f_k'(e)$ nodig, de berekening daarvan gaat na deze keuze ook vrij makkelijk.

De lijn door O en P_k heeft de richtingscoëfficiënt

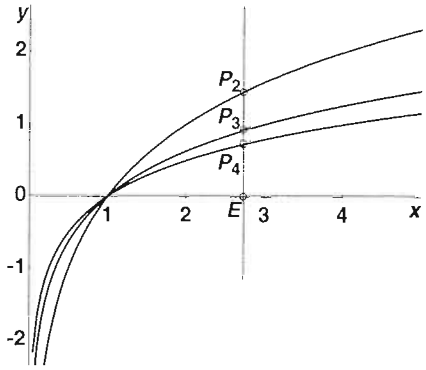
$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\frac{1}{\ln k}}{e}$$

Opgave 3 Een rij van logaritmische functies

Voor $k = 2, 3, 4, \ldots$ en voor $x > 0$ zijn gegeven de functies $f_k(x) = {}^k\log x$.
De lijn $x = \mathrm{e}$ snijdt de x-as in het punt E en de grafiek van f_k in het punt P_k.
In figuur 2 zie je de grafieken van f_2, f_3 en f_4 met daarop de punten P_2, P_3 en P_4.
In de punten P_2, P_3, P_4, … worden de raaklijnen aan de grafieken f_2, f_3, f_4 … getekend.

7p 3 ☐ Bewijs dat al deze raaklijnen door het punt (0,0) gaan.

figuur 2



Het midden van lijnstuk EP_K noemen we M_K.
Zo ontstaat de rij van middens M_2, M_3, M_4, …
Figuur 2 wekt de indruk dat het midden M_2 hetzelfde punt zou kunnen zijn als punt P_4.

7p 4 ☐ Toon aan dat elk van de middens M_2, M_3, M_4, … op de grafiek van een functie f_k ligt.

Opgave 3 van het eerste tijdvak

Als je herkent dat dit quotiënt precies gelijk is aan $f_k'(\mathrm{e})$ heb je opdracht 3 al opgelost!
De eens ingeslagen weg verder volgend, vind je bij opdracht 4 voor de y-coördinaat van P_k: ${}^k\log \mathrm{e} = \frac{1}{\ln k}$.
De y-coördinaat van punt M_k is half zo groot.
Je kunt nu met de GR een tabel maken voor $\mathrm{Y1} = \frac{1}{\ln k}$. In deze tabel moeten beide y-waarden voorkomen.

X	Y1	
2	1.4427	
3	.91024	
4	.72135	
5	.62133	
6	.55811	
7	.5139	
8	.4809	

X=2

Volgens deze eerste tabel lijkt Y1(4) de helft te zijn van Y1(2), maar Y1(6) niet de helft van Y1(3). Wel lijkt $\mathrm{Y1}(9) \approx \frac{1}{2} \cdot \mathrm{Y1}(3)$ te zijn.
Zou M_k op de grafiek van f_{k^2} liggen?
Dat kun je controleren met een tweede tabel, waarin naast elkaar de waarden van $\mathrm{Y2} = 0{,}5 \cdot \frac{1}{\ln x}$ en $\mathrm{Y3} = \frac{1}{\ln(x^2)}$ weergegeven worden.

X	Y2	Y3
2	.72135	.72135
3	.45512	.45512
4	.36067	.36067
5	.31067	.31067
6	.27906	.27906
7	.25695	.25695
8	.24045	.24045

Y3=1/ln (X²)

Bingo! Dit vermoeden moet nu uiteraard nog bewezen worden, maar het *zoeken naar* een onbekend verband is veranderd in het *bevestigen van* een concreet vermoeden.

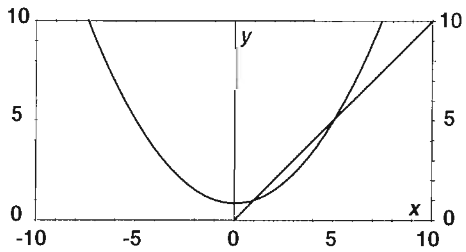
Opgave 5 Iteratie

De rij $u_1, u_2, u_3, \ldots$ is gegeven door:

$$\begin{cases} u_1 = 4 \\ u_n = f(u_{n-1}) \end{cases}$$

waarbij $f(x) = \dfrac{x^2 + 5}{6}$.

figuur 4



In figuur 4 zie je twee grafieken, de grafiek van f en de lijn $y = x$.
Figuur 4 is ook afgebeeld op de bijlage.

5p 9 ☐ Teken in de figuur op de bijlage de plaats van u_5 op de x-as. Gebruik hierbij alleen de getekende grafieken en niet de formules.

De rij $u_1, u_2, u_3, \ldots$ convergeert.

5p 10 ☐ Bereken de limiet van de rij.

Ook voor een andere startwaarde dan $u_1 = 4$ kan de rij $u_1, u_2, u_3, \ldots$ convergeren.

7p 11 ☐ Onderzoek voor welke startwaarden de rij convergeert. Je mag hierbij gebruikmaken van tekeningen op de bijlage.

Opgave 5 van het eerste tijdvak

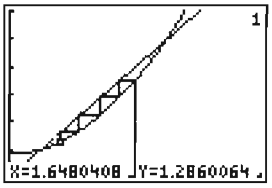
Iteraties, recursieve formules

Het onderdeel iteraties en recursieve formules uit het domein Voortgezette Analyse voor wiskunde $B_{1,2}$ is nieuw. Het was dan ook heel spannend hoe opgave 5 van het eerste tijdvak gemaakt zou worden. Er zat enige stapeling in dit vraagstuk en de leerlingen hadden relatief weinig oefening. Dat zullen de voornaamste redenen zijn waarom de resultaten bij deze opgave tegenvielen.

Bij opdracht 9 wordt nadrukkelijk gesteld dat de leerling niet de formules mag gebruiken. Met behulp van deze formules kun je de hele oplossing echter op de GR simuleren! Na het instellen op MODE Seq en de keuze WINDOW FORMAT Web kun je de recursieve formule

$$u_n = \frac{1}{6}(u_{n-1}{}^2 + 5)$$

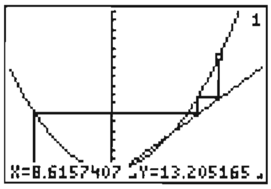
invoeren. Dat geeft desgewenst een tabel met de waarden van u_1 tot en met u_5, maar veel interessanter is de webgrafiek. Met TRACE en de rechter cursorknop kan de gewenste grafiek gegenereerd worden. Overtekenen, klaar!



Door verder met TRACE en de rechter cursorknop te werken, kan de bij opdracht 10 gevraagde limiet benaderd worden. Dat is natuurlijk nog geen berekening, maar het maakt duidelijk *hoe* de limiet berekend kan worden: als een van de oplossingen van de vergelijking

$$\frac{x^2 + 5}{6} = x.$$

Ook het onderzoek van opdracht 11 kan grotendeels met de GR uitgevoerd worden. Je hoeft alleen een andere startwaarde u_1 te kiezen en desnoods het venster aan te passen. De verschillende webgrafieken maken duidelijk dat $u_1 = -5$, $u_1 = 1$ en $u_1 = 5$ belangrijke grenzen vormen.



Ook opgave 3 van het tweede tijdvak gaat over een recurrente betrekking, maar hier ligt de nadruk op het opstellen van deze betrekking. De GR zou hier alleen bij de exploratie van opdracht 6 ingezet kunnen worden.

Wie het iteratieproces doorheeft, ziet echter al in de figuur, dat de rij x-waarden u_0, u_1, u_2, ... tot $\sqrt{3}$, het positieve nulpunt van $y = x^2 - 3$ nadert.

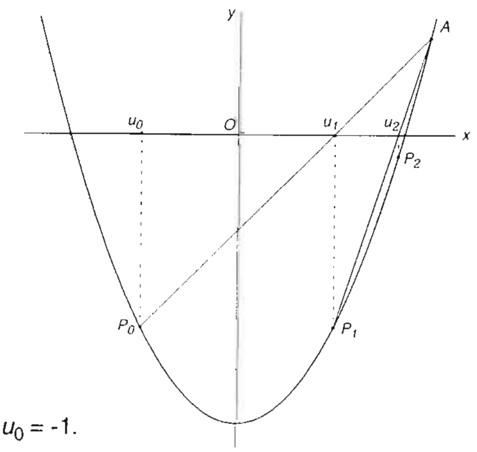
Opgave 3 Een recurrente betrekking

In figuur 3 is getekend de parabool $y = x^2 - 3$. Op de parabool ligt het punt $A(2,1)$.

Op de volgende manier wordt een rij getallen u_0, u_1, u_2, u_3, ... gedefinieerd.

- P_0 is het punt op de parabool met x-coördinaat u_0 ($u_0 \neq 2$ en $u_0 \neq -2$).
- De x-coördinaat van het snijpunt van de lijn P_0A met de x-as is u_1.
- P_1 is het punt op de parabool met x-coördinaat u_1.
- De x-coördinaat van het snijpunt van de lijn P_1A met de x-as is u_2.
- Op dezelfde manier worden achtereenvolgens u_3, u_4, u_5, ... gevonden.

figuur 3



In figuur 3 zijn de punten P_0, P_1 en P_2 getekend bij de keuze $u_0 = -1$.

5p 3 ❐ Bereken de exacte waarde van u_2 als $u_0 = -1$

4p 4 ❐ Toon aan dat de richtingscoëfficiënt van de lijn P_nA gelijk is aan $2 + u_n$.

5p 5 ❐ Toon aan dat het verband tussen twee opeenvolgende getallen uit de rij kan worden beschreven door de recurrente betrekking

$$u_{n+1} = 2 - \frac{1}{2 + u_n}$$

Voor startwaarde $u_0 = -1$ convergeert de rij u_0, u_1, u_2, u_3, ...

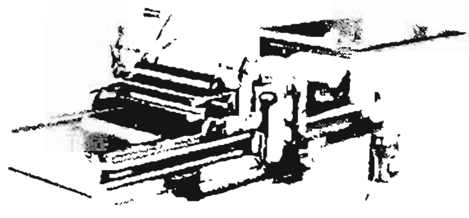
6p 6 ❐ Bereken de exacte waarde van de limiet van deze rij.

Opgave 3 van het tweede tijdvak

Krommen in parametervoorstelling

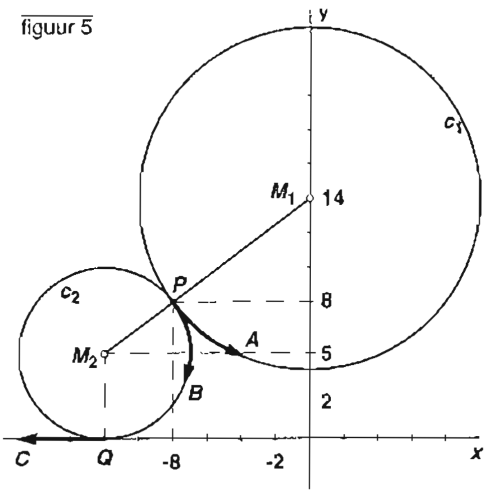
Opgave 6 Draaiende cilinders

foto



Een drukpers (zie foto) is een voorbeeld van een machine waar een draaibeweging wordt omgezet in een rechtlijnige beweging.
We bekijken het volgende model van zo'n omzetting. In een machine draait een cilinder C_1 met constante snelheid. Een tweede cilinder C_2 drukt zowel tegen deze cilinder als ook tegen een vlakke plaat. Zo wordt de draaibeweging van cilinder C_1 via C_2 omgezet in een schuifbeweging van de plaat. De onderdelen drukken zo stevig tegen elkaar dat ze niet slippen.

figuur 5



In figuur 5 is de situatie schematisch weergegeven. De beweging van de cilinders en de plaat wordt weergegeven door de beweging van de punten A, B en C.
A en B bewegen over respectievelijk de cirkels c_1 en c_2 en C beweegt over de x-as.
De cirkel c_1 heeft middelpunt M_1 (0,14) en straal 10.
De cirkel c_2 heeft middelpunt M_2 (-12,5) en straal 5.
De twee cirkels raken elkaar in punt P(-8,8).
Cirkel c_2 raakt in punt Q aan de x-as.

Op tijdstip $t = 0$ bevinden de punten A en B zich in positie P en punt C in positie Q. Voor het beschrijven van de bewegingen van de punten A, B en C kunnen we gebruikmaken van parametervoorstellingen.
De beweging van punt A wordt beschreven door:

$$\begin{cases} x_A(t) = 10\cos(t+\varphi) \\ y_A(t) = 10\cos(t+\varphi) + 14 \end{cases}$$

waarbij $\varphi \approx 3{,}785$ radialen.

Door de beweging van A liggen ook de bewegingsrichting en de snelheid van B vast.

9p 12 ❒ Geef bewegingsformules van de beweging van punt B.

In punt Q wordt de draaibeweging omgezet in een rechtlijnige beweging.

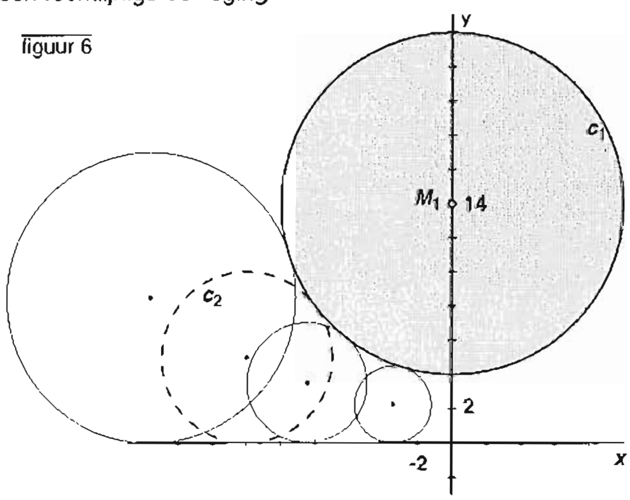
5p 13 ❒ Met welke snelheid beweegt punt C over de x-as? Licht je antwoord toe.

Voor het omzetten van de draaibeweging van cilinder C_1 in een rechtlijnige beweging van de plaat kunnen ook cilinders met een andere diameter worden gebruikt.
In figuur 6 zijn schematisch enkele mogelijkheden weergegeven. Bij elke geschikte cilinder hoort een cirkel (zoals c_2 hoort bij cilinder C_2).

De middelpunten van alle geschikte cirkels liggen op een kromme.

8p 14 ❒ Stel een vergelijking op van deze kromme en vermeld de soort van de kromme.

figuur 6



Opgave 6 van het eerste tijdvak

Opgave 6 van het eerste tijdvak gaat over een dynamisch proces: de draaibeweging van een cilinder wordt via een andere cilinder omgezet in de schuifbeweging van een plaat. Als een leerling de opdrachten 12 en 13 van deze opgave goed beantwoord heeft, kan hij dit hele proces op zijn GR controleren. Hij moet dan wel de parametervoorstellingen van de bewegingen van de punten *A*, *B* en *C* invoeren (MODE Par) en kiezen voor optie Simul. Deze controle werd door enkele leerlingen uitgevoerd.
'Echte' cirkels krijg je met de optie ZOOM Zsquare.

Bij opdracht 12 is snel duidelijk dat de beweging van *B* beschreven wordt door

$x_B = -12 + 5 \cdot \cos(\omega t + \alpha)$ en
$y_B = 5 + 5 \cdot \sin(\omega t + \alpha)$.

Het probleem is de waarde van α en misschien ook die van ω.
Je kunt
- beredeneren dat $\alpha = \varphi - \pi$
- met driehoeksmeetkunde berekenen dat $\tan \alpha = \frac{3}{4}$
- met behulp van de vergelijking voor y_B stellen dat α moet voldoen aan $8 = 5 + 5 \cdot \sin \alpha$.

Deze laatste vergelijking kan ook grafisch-numeriek opgelost worden. De kleine cilinder moet twee keer zo snel draaien als de grote en wel in tegengestelde richting. Met de GR kun je controleren dat $\omega = -2$ moet zijn.

Ook opgave 5 van het tweede tijdvak ging over parametervoorstellingen. Omdat de bewegingsvergelijkingen van punt *P* de vorm

$x(t) = r(t) \cdot \cos t$
$y(t) = r(t) \cdot \sin t$
met $r(t) = a + 2\sin t$

hebben, is er steeds sprake van een draaibeweging, weliswaar met variabele straal $r(t)$. Omdat de banen al getekend zijn voor vier verschillende *a*-waarden, hoeven deze voor de opdrachten 9 en 10 niet meer op de GR geplot te worden.

Als je bij opdracht 10 inzoomt op de oorsprong, wordt goed zichtbaar dat de baan van *P* daar een snavelpunt heeft en dat de snelheid even nul moet zijn. Ook kun je zo goed de *t*-waarde controleren waarvoor *P* de oorsprong passeert. Bij opdracht 11 wordt in de stam gesuggereerd de baan van *P* voor verschillende *a*-waarden te plotten. Deze plots geven het vermoeden dat de drie punten met horizontale raaklijn die onder de *x*-as liggen voor $a = 4$ samenvallen en dat er voor $a \geq 4$ nog slechts twee punten met horizontale raaklijn zijn, behorende bij $t = \frac{1}{2}\pi$ en $t = \frac{3}{2}\pi$.

Met deze vermoedens in je achterhoofd lukt het misschien beter de vergelijking $y'(t) = 0$ in de vorm

$\cos t \cdot (4\sin t + a) = 0$

te brengen. In deze vorm zijn namelijk de twee resterende oplossingen te herkennen ($\cos = \frac{1}{2}\pi = \cos\frac{3}{2}\pi = 0$) en de bijzondere rol van $a = 4$.

Opgave 5 Draaibewegingen

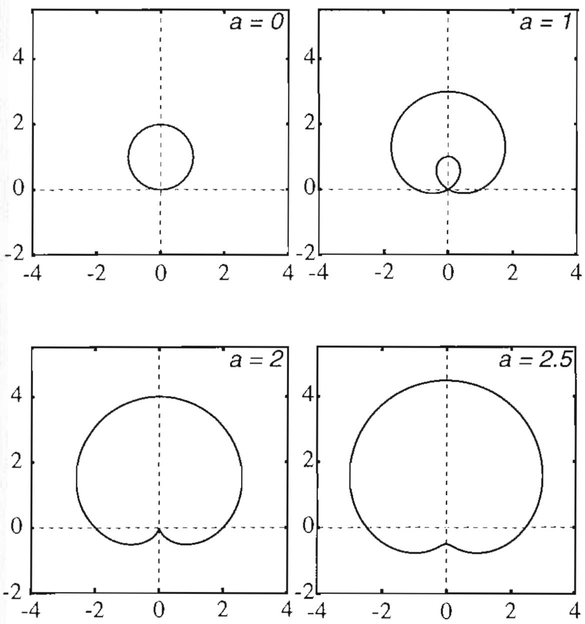
De baan van een punt *P* op het *Oxy*-vlak wordt voor $0 \leq t \leq 2\pi$ beschreven door

$$\begin{cases} x(t) = (a + 2 \sin t) \cdot \cos t \\ y(t) = (a + 2 \sin t) \cdot \sin t \end{cases}$$

Hierbij is $a \geq 0$.

In figuur 5 is de baan van *P* getekend voor $a = 0$, $a = 1$, $a = 2$ en $a = 2{,}5$.

figuur 5



Voor $a = 0$ lijkt *P* een cirkel te doorlopen met middelpunt (0,1) en straal 1.

6p 9 ☐ Stel een vergelijking van deze cirkel op en onderzoek of *P* deze cirkel doorloopt.

Voor $a = 2$ speelt de oorsprong een bijzondere rol voor de baan van punt *P*.

8p 10 ☐ Bereken de snelheid van punt *P* op het tijdstip waarop *P* zich in de oorsprong bevindt.

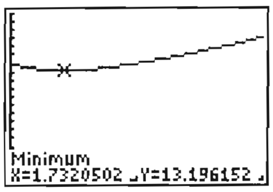
Voor $a = 1$ en voor $a = 2{,}5$ heeft de baan van *P* vier punten waarin de raaklijn evenwijdig aan de *x*-as is.
Als je voor bijvoorbeeld $a = 10$ de baan van *P* op de grafische rekenmachine tekent, dan lijken er nog slechts twee punten te zijn waar de raaklijn evenwijdig aan de *x*-as is.

9p 11 ☐ Onderzoek voor $a > 2{,}5$ in hoeveel punten van de baan van *P* de raaklijn evenwijdig aan de *x*-as is.

Opgave 5 van het tweede tijdvak

Maximum, minimum

Terwijl op de huidige examens een vraag naar de uiterste waarde(n) van een functie tot het vaste repertoire behoort, komt dit probleem alleen in het tweede tijdvak aan de orde en dan ook nog in een meetkundige context.
Opgave 6 van het tweede tijdvak (opgenomen in het artikel 'Q.E.D. Meetkundebewijzen in het eindexamen', zie pag. 7) valt uiteen in een analytisch deel en een synthetisch deel. In het analytische deel wordt berekend waar de optimale positie van een punt P is *onder de voorwaarde* dat P op de symmetrie-as van een gelijkbenige driehoek ABC ligt. (P heeft de optimale positie als de som s van de afstanden tot de drie hoekpunten minimaal is).
Dit minimum van s kan grafisch-numeriek benaderd worden, maar het was in opdracht 13 duidelijk de bedoeling door invullen aan te tonen dat $s'(\sqrt{3}) = 0$ is. De plot van $s(p)$ kon wel het tekenschema van s' vervangen.
Het zal alle leerlingen intuïtief duidelijk zijn dat nu ook de *onvoorwaardelijk* optimale positie van P gevonden is. Daarvoor moeten zij in de opdrachten 14 en 15 echter nog twee meetkundige bewijzen leveren.



Maar over meetkunde in het examen gaat het artikel 'Q.E.D. Meetkundebewijzen in het eindexamen' van Kees Lagerwaard en Gerben van Lent, elders in dit nummer.

Ten slotte

Beide experimentele examens hebben ruim de gelegenheid geboden de GR bij het exploreren of controleren te gebruiken. Volgens de leerlingen was de omvang van het examen zodanig dat daar ook voldoende tijd voor was.
Als de GR ook op de examens voor wiskunde A HAVO/VWO en wiskunde B HAVO gebruikt mag worden, zal men zich nog veel meer dan bij wiskunde B VWO de vraag stellen: wat mag allemaal met de GR? In deze profielen is de algebraïsche bagage van de leerlingen veel kleiner. In toepassingen is het vaak ook niet van belang de *exacte* waarde van een oplossing van een probleem te vinden. Een fatsoenlijke afronding is juist van meer belang.

Hier ligt dan ook zeker een taak voor de CEVO. Die zal er op tijd voor moeten zorgen dat leerlingen weten hoe ze een bepaalde opdracht moeten opvatten en mogen aanpakken.

Wolfgang Reuter, voormalig medewerker Profi-project; Schoter SG, Haarlem

Noten

[1] Kooij, H.van der (1994). 'VWO B: De analyse getoetst'. *Nieuwe Wiskrant 13*(4), pp. 5-12.
[2] Kindt, M. (1997). 'Proeve van een examen Wiskunde B VWO'. *Nieuwe Wiskrant 16*(4), pp. 48-51.
[3] De eindtermen voor wiskunde B1,2 zijn te vinden in *Euclides, 73*(2), pp. 44 e.v.

Een verbond tussen Kleio en Apollo

Vrouwen in de geschiedenis van de bètawetenschappen als bron voor algemene natuurwetenschappen

Op 15 januari 1998 wordt op de Vrije Universiteit te Amsterdam een conferentie gehouden over de relatie tussen geschiedenis en natuurwetenschappen. Aanleiding voor deze conferentie is het verschijnen van een themanummer van het tijdschrift *Gewina* getiteld: 'Zy is toch wel zeer begaafd'.

Programma

Vanaf 13.00	Inschrijving
13.30-13.35	Welkom drs. Nanny Wiegman
13.35-13.45	*Inleiding op het thema* dr. Annemarie de Knecht-van Eekelen
13.45-14.15	*Kies exact! In historisch perspectief: veranderende visies op meisjesonderwijs en de exacte vakken* dr. Mineke Bosch
14.15-14.45	*Een historische dimensie in Algemene Natuurwetenschappen (ANW): een brug tussen twee culturen* drs. Mieke Kapteijn
14.45-15.15	Theepauze
15.15-16.30	Workshops
16.30-16.45	Aanbieding van het Gewina themanummer: 'Zy is toch wel zeer begaafd'. Historische bijdragen over vrouwen in de bètawetenschappen door dr. Ida H. Stamhuis.
16.45-16.50	Afsluiting dr. Annemarie de Knecht-van Eekelen
16.50	Borrel

Inlichtingen: Mw. M. Salzmann-Löwenstein
Sectie Medische Geschiedenis, Vrije Universiteit
Van der Boechorststraat 7, 1081 BT Amsterdam
tel: 020-444 82 18
email: m.salzmann.medhistory@med.vu.nl