

hp 33s Wetenschappelijke rekenmachine

gebruikershandleiding



i n v e n t

Editie 2

HP artikelnummer F2216-90013

Mededeling

Het REGISTER JE PRODUCT AAN: www.register.hp.com

DE INHOUD VAN DEZE HANDLEIDING EN DE HIERIN VERVATTE FICTIEVE PRAKTIJKVOORBEELDEN KUNNEN ZONDER AANKONDIGING VERANDERD WORDEN. HEWLETT-PACKARD COMPANY GEEFT GEEN GARANTIE AF VAN WELKE AARD DAN OOK MET BETREKKING TOT DEZE HANDLEIDING, WAARONDER OOK STILZWIJGENDE GARANTIES VAN VERHANDELBAARHEID, GESCHIKTHEID VOOR EEN BEPAALD DOEL EN GEEN INBREUK VORMEND VAN TOEPASSING ZIJN, MAAR DIE HIER NIET TOT BEPERKT ZIJN.

HEWLETT-PACKARD CO. KAN NIET AANSPRAKELIJK WORDEN GESTELD VOOR ENIGERLEI FOUTEN OF VOOR INCIDENTELE OF GEVOLGSCHADE IN VERBAND MET LEVERING, PRESTATIE OF GEBRUIK VAN DEZE HANDLEIDING OF DE HIERIN VERVATTE VOORBEELDEN.

© Copyright 1988, 1990-1991, 2003 Hewlett-Packard Development Company, L.P. Vermenigvuldiging, aanpassing, of vertaling van deze handleiding is, behalve zoals toegestaan onder de auteurswet, niet toegestaan zonder eerder schriftelijke toestemming van Hewlett-Packard Company.

Hewlett-Packard Company
4995 Murphy Canyon Rd,
Suite 301
San Diego, CA 92123

Oplage

Editie 2

November 2004

Inhoud

Deel 1. Principiële bediening

1. Kennismaking

Belangrijke aanwijzingen.....	1-1
De rekenmachine aan- en uitzetten.....	1-1
Contrast van het scherm bijstellen	1-2
Functies van het toetsenbord en het scherm.....	1-2
De shift-toetsen.....	1-3
Lettertoetsen.....	1-3
Cursortoetsen.....	1-4
Zilveren toetsen	1-4
Backspace en wissen	1-5
Menu's gebruiken.....	1-7
Menu's afsluiten	1-9
De toetsen RPN en ALG	1-10
Het scherm en de annunciators.....	1-12
Getallen invoeren	1-15
Negatieve getallen	1-15
Machten van tien	1-15
Uitleg van cijferinvoer	1-16
Bereik van getallen en OVERFLOW	1-17
Berekeningen	1-17
Functies met één getal.....	1-18
Functies met twee getallen	1-18
De weergave op het scherm	1-19

Punten en komma's in getallen	1-19
Aantal decimalen.....	1-20
De volledige 12-bits precisie tonen	1-22
Breuken	1-23
Breuken invoeren	1-23
Breuken weergeven	1-24
Berichten.....	1-25
Geheugen van de rekenmachine	1-25
Het beschikbare geheugen bekijken	1-25
Het hele geheugen wissen.....	1-26

2. RPN: De automatische geheugenstapel

Wat is de stapel?.....	2-1
De registers X en Y staan op het scherm	2-2
Het X-register wissen.....	2-2
Bladeren door de stapel.....	2-3
Het X- en Y-register op de stapel verwisselen	2-4
Rekenen – Hoe de stapel het doet.....	2-4
Hoe ENTER werkt	2-5
Hoe het CLEAR X werkt.....	2-7
Het register LAST X.....	2-8
Fouten verbeteren met LAST X	2-9
Getallen opnieuw gebruiken met LAST X	2-10
Kettingberekeningen met RPN	2-12
Werken vanuit de haakjes.....	2-12
Oefeningen.....	2-14
Volgorde van berekening	2-14
Meer oefeningen	2-16

3. Gegevens in variabelen opslaan

Getallen opslaan en oproepen	3-2
Een variabele bekijken zonder hem op te roepen.....	3-3
Variabelen bekijken in de VAR-catalogus.....	3-3
Variabelen wissen.....	3-4
Rekenen met opgeslagen variabelen.....	3-5
Reken met opslag	3-5
Rekenen met oproepen.....	3-5
Een variabele met X verwisselen.....	3-7
De variabele ";"	3-8

4. Functies voor reële getallen

Exponentiële en logaritmische functies.....	4-1
Quotiënt en rest bij deling.....	4-2
Machtfuncties	4-2
Trigonometrie	4-3
π invoeren	4-3
De hoekmodus.....	4-4
Trigonometrische functies	4-4
Hyperbolische functies	4-5
Percentagefuncties.....	4-6
Natuurkundige constanten.....	4-8
Conversiefuncties	4-10
Coördinaatconversies.....	4-10
Tijdconversies	4-12
Hoekconversies	4-13
Eenhedenconversies	4-13
Waarschijnlijkheidsfuncties.....	4-14

Faculteit.....	4-14
Gamma.....	4-14
Waarschijnlijkheid	4-14
Delen van getallen	4-16
Namen van functies.....	4-17

5. Breuken

Breuken invoeren.....	5-1
Breuken op het scherm	5-2
Regels voor de weergave	5-2
Nauwkeurighedsannunciators	5-3
Langere breuken	5-4
De weergave van breuken veranderen.....	5-5
Een maximum voor de noemer opgeven	5-5
De weergave van een breuk kiezen	5-6
Voorbeelden van getoonde breuken.....	5-7
Breuken afronden	5-8
Breuken in vergelijkingen.....	5-9
Breuken in programma's.....	5-9

6. Vergelijkingen invoeren en evalueren

Hoe u vergelijkingen kunt gebruiken.....	6-1
Samenvatting van bewerkingen in vergelijkingen	6-3
Vergelijkingen aan de lijst van vergelijkingen toevoegen	6-4
Variabelen in vergelijkingen	6-5
Getallen in vergelijkingen	6-6
Functies in vergelijkingen	6-6
Haakjes in vergelijkingen	6-7
Vergelijkingen weergeven en selecteren.....	6-8

Vergelijkingen bewerken en wissen.....	6–9
Soorten vergelijkingen	6–11
Vergelijkingen evalueren	6–11
ENTER gebruiken voor evaluatie	6–12
XEQ gebruiken voor evaluatie	6–14
Antwoorden op de prompt van een vergelijking	6–15
De syntaxis van vergelijkingen	6–15
Volgorde van bewerkingen	6–16
Functies in vergelijkingen	6–17
Syntaxisfouten	6–20
Vergelijkingen controleren.....	6–20
7. Vergelijkingen oplossen	
Een vergelijking oplossen	7–1
Uitleg van SOLVE.....	7–6
Het resultaat controleren	7–6
Een SOLVE-berekening onderbreken	7–7
Beginwaarden opgeven voor SOLVE	7–7
Meer informatie.....	7–11
8. Vergelijkingen integreren	
Vergelijkingen integreren ($\int FN$)	8–2
Nauwkeurigheid van integratie	8–6
Nauwkeurigheid opgeven.....	8–6
De nauwkeurigheid interpreteren.....	8–6
Meer informatie.....	8–8
9. Bewerkingen met complexe getallen	
De complexe stapel.....	9–2
Complexe bewerkingen	9–3

Complexe getallen in polaire notatie	9-5
--	-----

10. Conversies en berekeningen met talstelsels

Binair, octaal en hexadecimaal rekenen.....	10-2
De representatie van getallen	10-4
Negatieve getallen.....	10-5
Bereik van getallen.....	10-5
Vensters voor lange binaire getallen	10-6

11. Statistische bewerkingen

Statistische gegevens invoeren.....	11-1
Gegevens met één variabele invoeren.....	11-2
Gegevens met twee variabelen invoeren.....	11-2
Fouten verbeteren.....	11-3
Statistische berekeningen.....	11-4
Gemiddelde.....	11-5
Standaardafwijking van een steekproef.....	11-6
Standaardafwijking van bevolking.....	11-7
Lineaire regressie	11-8
Nauwkeurigheidsbeperkingen van de gegevens	11-11
Waarden in de statistische registers optellen	11-11
Statistieken sommeren.....	11-11
De statistische registers in het geheugen van de rekenmachine	11-13
Toegang tot de statistische registers	11-13

Deel 2. Programmeren

12. Eenvoudig programmeren

Een programma ontwerpen.....	12-3
------------------------------	------

Een stand selecteren	12-3
Programmagrenzen (LBL en RTN)	12-3
Gebruik van RPN, ALG en vergelijkingen in programma's	12-4
Invoer en uitvoer van gegevens	12-5
Een programma invoeren	12-6
Toetsen die gegevens verwijderen	12-7
Functienamen in programma's.....	12-8
Een programma uitvoeren	12-10
Een programma uitvoeren (XEQ).....	12-10
Een programma testen.....	12-11
Gegevens in- en uitvoeren	12-12
INPUT gebruiken voor invoer.....	12-13
VIEW gebruiken voor het weergeven van gegevens.....	12-15
Vergelijkingen gebruiken om berichten weer te geven ...	12-16
Gegevens weergeven zonder te stoppen.....	12-19
Een programma stoppen of onderbreken	12-19
Een stop of pauze programmeren (STOP, PSE).....	12-19
Een lopend programma onderbreken	12-20
Fouten in programma's.....	12-20
Een programma bewerken	12-20
Programmageheugen	12-21
Programmageheugen bekijken	12-21
Geheugengebruik	12-22
De catalogus van programma's (MEM).....	12-22
Een of meer programma's wissen.....	12-23
De controlesom	12-24
Niet-programmeerbare functies	12-25
Programmeren met BASE	12-25

Een talstelsel kiezen in een programma	12-25
Getallen die in programmaregels zijn ingevoerd	12-26
Veeltermexpressies en het schema van Horner	12-27

13. Programmeringstechnieken

Routines in Programma's	13-1
Subroutines aanroepen (XEQ, RTN)	13-2
Geneste subroutines	13-3
Vertakken (GTO)	13-5
Een geprogrammeerde GTO-instructie	13-5
GTO gebruiken op het toetsenbord	13-6
Voorwaardelijke instructies	13-6
Vergelijkingen ($x?y$, $x?0$)	13-7
Flags	13-9
Lussen	13-16
Voorwaardelijke lussen (GTO)	13-16
Lussen met tellers (DSE, ISG)	13-17
Variabelen en labels indirect adresseren	13-20
De variabele "i"	13-20
Het indirecte adres, (i)	13-21
Programmabesturing met (i)	13-22
Vergelijkingen met (i)	13-24

14. Programma's oplossen en integreren

Oplossen	14-1
SOLVE in een programma gebruiken	14-6
Integreren met een programma	14-8
Integratie in een programma	14-11
Beperkingen bij het oplossen en integreren	14-12

15. Wiskundige programma's

Vectorbewerkingen	15-1
Oplossingen van een stelsel vergelijkingen	15-12
De wortels van een veelterm	15-21
Coördinatentransformaties	15-34

16. Statistische programma's

Curve fitting	16-1
Normale en inverse verdelingen.....	16-11
Gegroepeerde standaardafwijking.....	16-18

17. Diverse programma's en vergelijkingen

Tijdwaarde van geld	17-1
Generator van priemgetallen	17-6

Deel 3. Aansluitingen en Referentie

A. Ondersteuning, batterijen en service

Ondersteuning van de rekenmachine.....	A-1
Antwoorden op veelgestelde vragen.....	A-1
Bedrijfsomgeving	A-2
De batterijen vervangen.....	A-3
De werking van de rekenmachine controleren	A-5
De zelftest.....	A-6
Garantie	A-7
REPARATIE	A-9
Lokale voorschriften.....	A-11

B. Het gebruikersgeheugen en de stapel

Het geheugen beheren	B-1
----------------------------	-----

De rekenmachine resetten	B-3
Geheugen wissen.....	B-3
De toestand van het optillen van de stapel	B-4
Uitschakelende bewerkingen.....	B-5
Neutrale bewerkingen	B-5
De toestand van het register LAST X	B-6

C. ALG: Samenvatting

Informatie over ALG	C-1
Rekenen met twee getallen in ALG	C-2
Eenvoudig rekenen	C-2
Machtfuncties	C-2
Percentageberekeningen	C-3
Voorbeeld:	C-4
Permutaties en combinaties.....	C-4
Quotiënt en rest bij deling.....	C-4
Berekeningen met haakjes	C-5
Kettingberekeningen	C-5
De stapel bekijken.....	C-6
Coördinatenconversies	C-7
Een vergelijking integreren.....	C-8
Bewerkingen met complexe getallen.....	C-9
Rekenen met grondtal 2, 8 en 16	C-11
Statistische gegevens met twee variabelen opgeven.....	C-12

D. Meer over het oplossen met SOLVE

Hoe SOLVE een wortel vindt	D-1
Resultaten interpreteren	D-3
Als SOLVE geen wortel kan vinden.....	D-9

Afrondfouten	D-14
Underflow	D-15

E. Meer over integratie

Hoe de integraal geëvalueerd wordt	E-1
Voorwaarden waaronder er onjuiste resultaten ontstaan	E-2
Conditie die de reketijd verlengen	E-7

F. Berichten

G. Index van bewerkingen

Index

Deel 1

Principiële bediening

Kennismaking







Let op dit symbool in de marge. Het duidt op voorbeelden of toetscombinaties die alleen in de RPN-stand werken. IN de ALG-stand zijn ze anders.


Appendix C legt uit hoe u de rekenmachine in de ALG-stand gebruikt.

Belangrijke aanwijzingen

De rekenmachine aan- en uitzetten

Om de rekenmachine aan te zetten, drukt u op . Onder de toets staat ON.

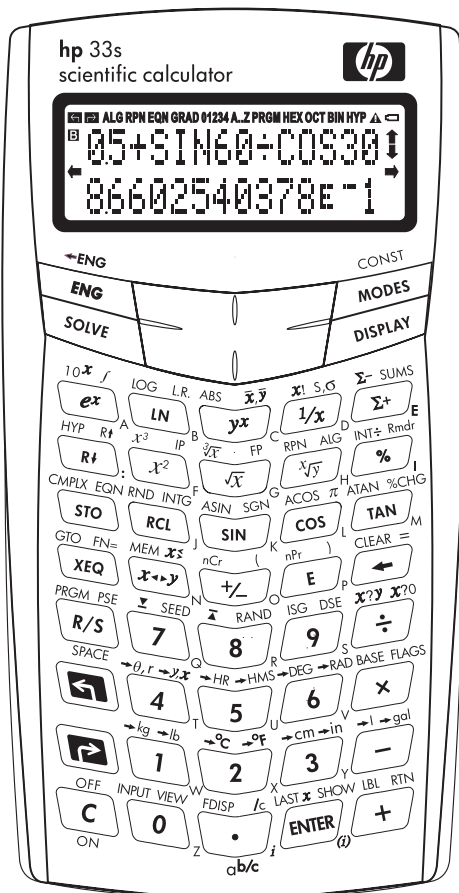
Om de rekenmachine uit te schakelen, drukt u op  OFF. Dat wil zeggen, u drukt op de shift-toets , laat die weer los en drukt daarna op  (Boven de toets staat in parse letters OFF). De rekenmachine heeft een *Continu geheugen* dus de opgeslagen informatie blijft behouden als u de rekenmachine uitschakelt.

Om energie te sparen, schakelt de rekenmachine vanzelf uit nadat u er 10 minuten geen gebruik van maakt. Als u de indicator () op het scherm verschijnt, dan zijn de batterijen bijna leeg. Vervang ze zo snel mogelijk. Instructies leest u in aanhangsel A.

Contrast van het scherm bijstellen

Het contrast is afhankelijk van de verlichting, de zichthoek en de contrastinstelling. Om het contrast te vergroten of te verkleinen, houdt u de toets \square ingedrukt en drukt u op \square of \square .

Funcies van het toetsenbord en het scherm

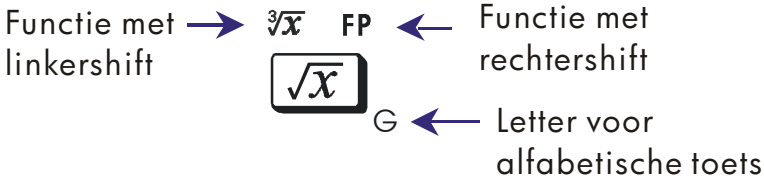


De shift-toetsen

Iedere toets heeft drie functies: de eerste is op de toets gedrukt, de tweede functie werkt met de linker shifttoets (groen) en de derde met de rechter shifttoets (paars). De namen van de twee shift-functies staan in groen en paars boven iedere toets. Druk eerst op de gewenste shift-toets (⇐ of ⇨) en daarna op de functietoets voor de gewenste functie. Bijvoorbeeld, om de rekenmachine uit te zetten, drukt u eerst op de shift-toets ⇨ en daarna op C.

Drukt u op ⇐ of ⇨ dan verschijnt het symbool ⇐ of ⇨ bovenin het scherm. Dit is een *annunciator*. De annunciator verdwijnt als u op de volgende toets drukt. Om een shift-toets te annuleren (en de annunciator uit te schakelen), drukt u opnieuw op dezelfde shift-toets.

Lettertoetsen

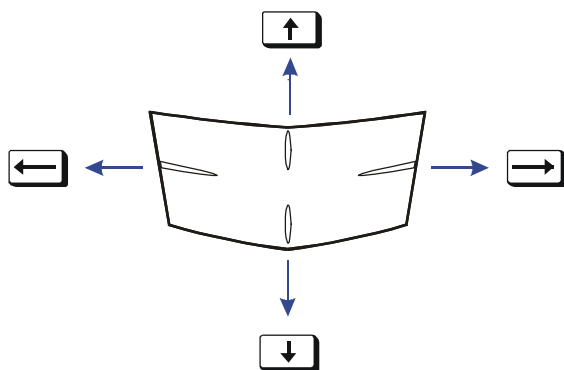


Naast de meeste toetsen is een letter gedrukt, zoals u hierboven ziet. Moet u een letter typen (bijvoorbeeld een variabele of een *label* van een programma) dan verschijnt de annunciator **A..Z** in het scherm, wat aangeeft dat de toetsen nu als lettertoetsen werken.

Variabelen worden besproken in hoofdstuk 3; labels worden besproken in hoofdstuk 12.

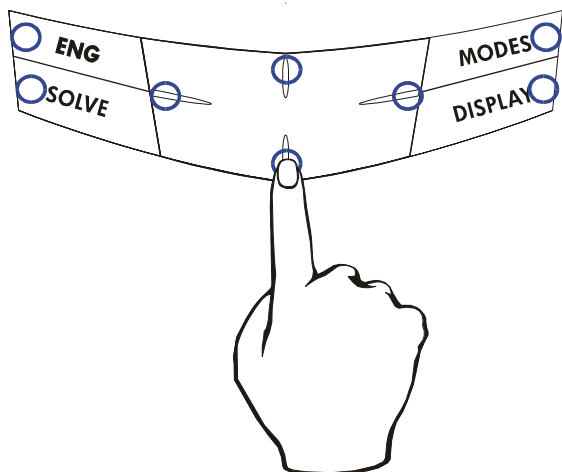
Cursortoetsen

U ziet dat er geen pijltjes staan op de cursortoets. Om de uitleg in deze handleiding zo duidelijk mogelijk te maken, verwijzen we naar de specifieke cursortoetsen zoals in de afbeelding hieronder.



Zilveren toetsen

De acht zilveren toetsen hebben specifieke drukpunten die blauw gemarkeerd zijn, zoals hieronder.









Om die toetsen te gebruiken, moet u op de juiste plek drukken om de gewenste functie uit te voeren.


Backspace en wissen

Een van de eerste dingen die u moet weten is hoe u dingen weghaalt: hoe u getallen corrigeert, het scherm leegmaakt, of opnieuw begint.

Wistoetsen

Toets	Omschrijving
	<p><i>Backspace.</i></p> <ul style="list-style-type: none">■ Invoer met toetsenbord: Wist het teken direct links van "_" (de cursor voor het invoeren van cijfers) of sluit het huidige menu af. (Menu's worden beschreven onder "Menu's gebruiken" op pagina 1–4.) Is het getal voltooid (geen cursor), dan wordt met  hele getal gewist.■ Invoer van vergelijkingen: Wist het teken direct links van "■" (de cursor voor het invoeren van vergelijkingen). Is een <i>getal</i> in de vergelijking volledig ingevoerd, dan wist u met  het hele getal. Is het getal niet voltooid, dan wist u met  het teken direct links van "_" (de cursor voor getalinvoer). "_" verandert in "■" als het getal voltooid is. <p> verwijdert ook foutmeldingen en tijdens het invoeren van een programma een hele programmaregel.</p>
	<p><i>Wissen of Annuleren.</i></p> <p>Wijzigt het weergegeven getal in nul of <i>annuleert</i> de huidige situatie (zoals een menu, een bericht, een prompt, een catalogus, de invoer van een vergelijking of van een programma).</p>

Wistoetsen (vervolg)

Toets	Omschrijving
 CLEAR	<p><i>Het menu CLEAR</i> ({X} {VARS} {ALL} {Σ})</p> <p>Bevat opties voor het schoonmaken van x (het getal in het X-register), alle variabelen, het hele geheugen, of alle statistische gegevens.</p> <p>Kiest u {ALL}, dan verschijnt er een nieuw menu (CLR ALL? {Y} {N}). Hiermee kunt u uw beslissing controleren, voordat u alles in het geheugen wist.</p> <p>Tijdens het invoeren van een programma wordt {ALL} vervangen door {PGM}. Kiest u {PGM}, dan verschijnt er een nieuw menu (CLR PGMS? {Y} {N}), zodat u uw beslissing kunt controleren, voordat u al uw programma's wist.</p> <p>Tijdens het invoeren van een vergelijking (toetsenbordvergelijkingen of vergelijkingen in een programmaregel), verschijnt het menu CLR EQN? {Y} {N}, zodat u uw beslissing kunt controleren voordat u al uw programma's wist.</p> <p>Bekijkt u een voltooide vergelijking, dan wordt de hele berekening direct verwijderd.</p>


Menu's gebruiken

De HP 33s kan heel wat meer dan u op het toetsenbord ziet. Dat komt doordat 14 van de toetsen *menu-toetsen* zijn. Er zijn in totaal 14 menu's, die veel meer functies bieden, of meer opties voor meer functies.





HP 33s Menu's

Menunaam	Menubeschrijving	Hoofdstuk
Numerieke functies		
L.R.	\hat{x} \hat{y} r m b Lineaire regressie: fitten van een curve en lineaire schatting.	11
\bar{x} , \bar{y}	\bar{x} \bar{y} $\bar{x}w$ Aritmetisch gemiddelde van statistische x- en y-waarden; gewogen gemiddelde van statistische x- waarden.	11
s, σ	sx sy σ_x σ_y Standaardafwijking van een steekproef, Standaardafwijking van de bevolking.	11
CONST	Functies om 40 natuurkundige constanten te gebruiken—zie "Natuurkundige constanten" op pagina 4-8.	4
SUMS	n Σx Σy Σx^2 Σy^2 Σxy Statistische somming van gegevens.	11
BASE	DEC HEX OCT BIN Conversie naar andere talstelsels (decimaal, hexadecimaal, octaal en binair).	11
Programmeringinstructies		
FLAGS	SF CF FS? Functies om vlaggen te zetten, te wissen en te testen.	13
x?y	\neq \leq $>$ $<$ \geq = Vergelijking tussen het X- en Y-register.	13
x?0	\neq \leq $>$ $<$ \geq = Vergelijking tussen het X-register en nul.	13



HP 33s Menu's (vervolg)

Menunaam	Menubeschrijving	Hoofdstuk
Weitere Funktionen		
MEM	VAR PGM Toestand van het geheugen (beschikbare bytes in het geheugen); catalogus van variabelen; catalogus van programma's (programmabels).	1, 3, 12
MODES	DEG RAD GRAD . , Modi voor het trigonometrische functies en " ' of " , " conventie voor radix (decimale komma).	4, 1
DISPLAY	FIX SCI ENG ALL Vaste, wetenschappelijke, engineering en ALL methoden van weergave.	1
R↓ R↑	X1 X2 X3 X4 Functies om de stapel in de ALG-stand te bekijken - Register X1, X2, X3, X4	C
CLEAR	Functies om delen van het geheugen te wissen - zie  CLEAR in de tabel op pagina 1-6.	1, 3, 6, 12

Een menufunctie gebruiken:

1. Druk op een menu-toets (met shift) om een *menu* in het scherm te krijgen — een keuzelijst.
2. Druk op     om de onderstreping op het gewenste object te zetten.
3. Druk op **ENTER** als het gewenste object onderstreept is.

Zijn de objecten genummerd, dan kunt u op **ENTER** drukken terwijl het object onderstreept is, maar u kunt ook direct het nummer invoeren.

De menu-toetsen CONST en SUMS hebben meer menupagina's en zetten de annunciator  (of ) aan. U kunt de cursortoetsen gebruiken of een keer op de menuknop drukken om naar de volgende menupagina te gaan.

Het volgende voorbeeld toont hoe u een menufunctie gebruikt:

Voorbeeld:

$$6 \div 7 = 0,8571428571\dots$$

Invoer:

✓ 6 **[ENTER]** 7 **[÷]** **[DISPLAY]**

[4] **{(ALL)}**

(of **[↓]** **[→]** **[ENTER]**)

Weergave:

1FIX 2SCI
3ENG 4ALL
8,5714285714E-1

Menu's helpen u bij het uitvoeren van tientallen functies door u stap voor stap een keus te laten maken. U hoeft de namen van de functies niet te onthouden en niet op het toetsenbord te zoeken.

Menu's afsluiten

Wanneer u een menufunctie uitvoert, verdwijnt het menu automatisch, zoals in het voorbeeld hierboven. Wilt u een menu verlaten *zonder* een functie uit te voeren, dan hebt u de volgende drie opties:

- Door op **[←]** te drukken, verlaat het menu CLEAR of MEM, met een niveau tegelijk. Zie **[↵]** **[CLEAR]** in de tabel op pagina 1-6.
- Door op **[←]** of **[C]** te drukken verlaat u ieder ander menu.

Invoer:

123,5678

[DISPLAY]

[←] of **[C]**

Weergave:

123,5678_

1FIX 2SCI

3ENG 4ALL

123,5678

- Door op een andere menutoets te drukken vervangt u het oude menu door een nieuw.

Invoer:

123

DISPLAY

← CLEAR

C

Weergave:

123

1FIX 2SCI

3ENG 4ALL

1X 2VARS

3ALL 4Σ

123,5678

De toetsen RPN en ALG

De rekenmachine kan berekeningen uitvoeren in RPN (omgekeerde Poolse notatie) of ALG (algebraïsche notatie).

In omgekeerde Poolse notatie (RPN) wordt het tussenresultaat van de berekeningen automatisch opgeslagen. U gebruikt dus geen haakjes.

In algebraïsche notatie (ALG) voert u de optellingen, aftrekkingen, vermenigvuldigingen en delingen uit op de gebruikelijke wijze.

RPN kiezen:

Druk op **← RPN** om de rekenmachine in de stand RPN te zetten. U ziet nu de annunciator **RPN**.

ALG kiezen:

Druk op **→ ALG** to om de rekenmachine in de stand ALG te zetten. U ziet nu de annunciator **ALG**.

Voorbeeld:

Stel dat u wilt berekenen $1 + 2 = 3$.

In de RPN-stand voert u het eerste getal in, drukt u op **ENTER**, voert u het tweede getal in en drukt u tenslotte op de toets **+** om de berekening uit te voeren.

In de stand ALG geeft u eerst het eerste getal op, vervolgens drukt u op $\boxed{+}$, daarna geeft u het tweede getal op en tenslotte drukt u op de toets $\boxed{\text{ENTER}}$.

RPN	ALG
1 $\boxed{\text{ENTER}}$ 2 $\boxed{+}$	1 $\boxed{+}$ 2 $\boxed{\text{ENTER}}$

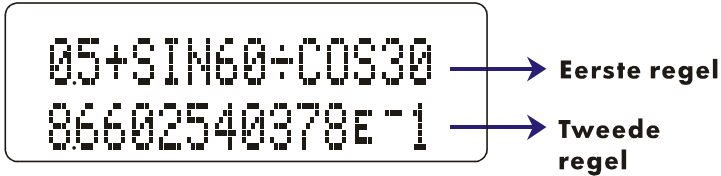
In de ALG-stand worden de resultaten en berekeningen getoond. In de RPN-stand ziet u alleen de resultaten, niet de berekeningen.

Opmerking



U kunt voor uw berekeningen kiezen tussen ALG (algebraïsch) of RPN (omgekeerd Pools). In deze handleiding gebruiken we het teken “✓” in de marge om aan te geven dat de toetsaanslagen in ALG en RPN niet dezelfde zijn. In Aanhangsel C wordt uitgelegd hoe u de rekenmachine in de ALG-stand gebruikt.

Het scherm en de annunciators






Het scherm bestaat uit twee regels tekst en de *annunciators*.

De eerste regel heeft ruimte voor 255 tekens. Zijn er meer dan 14 cijfers, dan schuiven de gegevens naar links. Is de invoer echter langer dan 255 tekens, dan ziet u vanaf het 256^{ste} teken drie puntjes (· · ·).




















Tijdens de invoer toont de tweede regel de gegevens. Na een berekening ziet u daar het resultaat. Iedere berekening wordt weergegeven met 14 cijfers, waaronder het teken E (exponent), en een exponent van maximaal drie cijfers.

De tekens op het scherm, die hierboven zijn getoond, heten *annunciators*. Elke annunciator heeft een bepaalde betekenis.

HP 33s Annunciators

Annunciator	Betekenis	Hoofdstuk
B	De " B (Bezig)" annunciator knippert als er een bewerking, vergelijking of programma wordt uitgevoerd.	
▲ ▼	In de stand voor breukweergave (druk op  FDISP), wordt slechts een van de twee helften " ▲ " of " ▼ " van de annunciator " ▲▼ " getoond om aan te geven of de getoonde noemer iets minder of iets meer is dan de <i>werkelijke</i> waarde. Ziet u " ▲▼ " helemaal niet, dan wordt de <i>nauwkeurige</i> waarde van de breuk weergegeven.	5
	Linker shift is actief.	1
	Rechter shift is actief.	1
RPN	Er wordt gewerkt in omgekeerde Poolse notatie.	1, 2
ALG	Er wordt gewerkt in algebraïsche notatie.	1, C
PRGM	Programma-invoer is actief.	12
EQN	Er wordt een vergelijking ingevoerd, of de rekenmachine is bezig met het evalueren van een expressie of het uitvoeren van een vergelijking.	6
0 1 2 3 4	Geeft aan welke flags zijn gezet (de flags 5 tot en met 11 hebben geen annunciator).	13
RAD of GRAD	Er wordt gewerkt met radialen of decimale graden. De standaardstand DEG heeft geen annunciator.	4
HEX OCT BIN	Geeft het huidige talstelsel aan. De standaardstand DEC (decimaal) heeft geen annunciator.	10

HP 33s Annunciators (vervolg)

Annunciator	Betekenis	Hoofdstuk
<p>←, →</p>	<p>De toetsen  en  werken als u het beeld verschuiven, D.w.z. dat er zowel links als rechts meer cijfers zijn. (Exclusief invoer van vergelijkingen en programma's)</p> <p>Gebruik  SHOW om de rest van een decimaal getal te zien; gebruik de cursortoetsen links en rechts (, ) om de rest van een vergelijking of binair getal te zien.</p> <p>Beide annunciators kunnen tegelijk verschijnen, hetgeen aangeeft dat er zowel links als rechts meer cijfers zijn. Druk op een van de genoemde cursortoetsen ( of ) om de extra tekens te zien.</p> <p>Heeft een vergelijking of invoer meer dan een weergave, dan drukt u op  of  gevolgd door  om van de huidige weergave naar de aanvankelijke weergave te gaan. Naar de laatste weergave, drukt u op  of  gevolgd door .</p> <p>In de menu's CONST en SUMS drukt u op  en  om naar de volgende menupagina te gaan.</p>	<p>1, 6</p>
<p>↑, ↓</p>	<p>De toetsen  en  werken als u stapgewijs door een lijst vergelijkingen, of door een programma gaat.</p>	<p>1, 6, 12</p>
<p>A..Z</p>	<p>De lettertoetsen zijn actief.</p>	<p>3</p>
<p></p>	<p>Let op! Dit geeft een speciale conditie of fout aan.</p>	<p>1</p>
<p></p>	<p>Batterij is bijna leeg.</p>	<p>A</p>

Getallen invoeren

U kunt een getal in voeren van maximaal 12 cijfers, plus een exponent van drie cijfers met een maximum van ± 499 . Probeert u een groter getal in te voeren, dan stopt de invoer en verschijnt even de annunciator **▲**

Maakt u een fout bij het invoeren van een getal, druk dan op **←** om het laatste cijfer te verwijderen. Ook kunt u met **C** het hele getal verwijderen.

Negatieve getallen

Met de toets **+/-** verandert u het teken van een getal.

- Om een negatief getal in te voeren, voert u het getal in en drukt u vervolgens op **+/-**.
- Om het teken te veranderen van een getal dat al eerder is ingevoerd, drukt u op **+/-**. (Heeft het getal een exponent, dan verandert **+/-** alleen de mantisse — het deel van het getal dat niet de exponent is.)

Machten van tien

Exponenten op het scherm

Getallen met exponenten van tien (zoals $4,2 \times 10^{-5}$ worden getoond met een E vóór de exponent (bijvoorbeeld $4,2000E-5$).

Is de absolute waarde van een getal te groot of te klein voor het scherm, dan wordt het automatisch in exponentiële vorm weergegeven.

Bijvoorbeeld, u hebt FIX 4 gekozen voor vier cijfers achter de komma. Let nu op het effect van de volgende toetsaanslagen:

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
,000062	0,000062_	Toont het ingevoerde getal.
ENTER	0,0001	Rondt het getal af op vier cijfers achter de komma.
,000042 ENTER	4,2000E-5	Gebruikt automatisch wetenschappelijke notatie omdat er anders geen significante cijfers zouden verschijnen.

Machten van tien invoeren

Gebruik **E** (*exponent*) om een getal te vermenigvuldigen met een macht van tien. Bijvoorbeeld de constante van Planck, $6,6261 \times 10^{-34}$:

1. Geef de *mantisse* (het deel van het getal links van de exponent) op. Is de mantisse negatief, druk dan, nadat u de cijfers hebt ingetoetst, op **+/-**.

Invoer:

6,6261

Weergave:

6,6261_

2. Druk op **E**. U ziet dat de cursor achter de E gaat staan:

E

6,6261E_

3. Geef de exponent. (Het maximum voor de exponent is ± 499 .) Is de exponent negatief, druk dan op **+/-** *nadat* u op E hebt gedrukt of op de waarde van de exponent:

34 **+/-**

6,6261E-34_

Wilt u een macht van tien opgeven zonder mantisse, zoals 10^{34} , geef dan **E** 34 op. Op het scherm verschijnt 1E34.

Andere exponentfuncties

Om een macht van tien te berekenen (de anti-logaritme met grondtal 10), gebruikt u **1/x** **10^x**. Om het resultaat te berekenen van een *willekeurig* getal in een macht (machtsverheffen), drukt u op **y^x** (zie hoofdstuk 4).

Uitleg van cijferinvoer

Terwijl u een getal invoert, verschijnt de cursor () op het scherm. De cursor geeft aan waar het volgende cijfer komt en geeft dus ook aan dat het getal nog niet voltooid is.

Invoer:**Weergave:****uitleg:**

123

123_

U bent nog niet klaar met het invoeren van een getal.

Voert u een *functie* uit om een *resultaat* te berekenen, dan verdwijnt de cursor, want het getal is nu voltooid. Het invoeren van cijfers is voltooid.

 \sqrt{x}

11,0905

Getalinput is voltooid.

Drukt u op **ENTER** dan wordt de invoer voltooid. Om twee getallen in te voeren, toetst u eerst het eerste getal in. Daarna drukt u op **ENTER** om de getalinput te beëindigen, en daarna toetst u het tweede getal in.

123 **ENTER**

123,0000

Een voltooid getal.

4 **+**

127,0000

Nog een voltooid getal.

Als de getalinput *niet* voltooid is (er staat een cursor op het scherm), dan verwijdert u met **←** het laatste cijfer. Is de getalinput voltooid (geen cursor), dan werkt **←** als **C**: het hele getal wordt verwijderd. Probeer het maar!

Bereik van getallen en OVERFLOW

Het kleinste mogelijke getal op de rekenmachine is 1×10^{-499} . Het grootste getal is $9,99999999999 \times 10^{499}$ (dat door afronding wordt weergegeven als 1,0000E500).

- Resulteert een berekening in een getal dat groter is dan het maximum, dan is het resultaat $9,99999999999 \times 10^{499}$, en de waarschuwing OVERFLOW verschijnt.
- Resulteert een berekening in een getal dat kleiner is dan het minimum, dan is het resultaat nul. Er wordt geen waarschuwing gegeven.

Berekeningen

Alle operanden (getallen) moeten aanwezig zijn *voordat* u op een functietoets drukt. (Drukt u op een functietoets, dan wordt de functie direct uitgevoerd.)

Alle berekeningen kunnen vereenvoudigd worden ingedeeld in functies met één getal en functies met twee getallen.

Functies met één getal

Om een functie met één getal te gebruiken (zoals $1/x$, \sqrt{x} , x^2 , $\frac{1}{\sqrt{x}}$, x^3 , INTG , $|x|$, $\%$ of $\pm\Delta$)

1. Toets het getal in (*U hoeft niet op **ENTER** te drukken*).
2. Druk op de functietoets. (Is het een *shift*-functie, druk dan eerst op ◀ of ▶ .)

Bijvoorbeeld, u berekent $1/32$ en $\sqrt{148,84}$. Daarna kwadrateert u het laatste resultaat en verandert u het teken.

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
32	32_	Operand.
$1/x$	0,0313	Omgekeerde van 32.
148,84 \sqrt{x}	12,2000	Wortel van 148,84.
x^2	148,8400	Kwadraat van 12,2.
$\pm\Delta$	-148,8400	Tegengestelde van 148,8400.

Tot de functies van één getal behoren ook trigonometrische, logaritmische, hyperbolische functies en de functies die met delen van getallen werken. Deze worden besproken in hoofdstuk 4.

✓ Functies met twee getallen

Werkt u met RPN, dan voert u een functie van twee getallen (zoals $+$, $-$, \times , \div , y^x , $\text{INT}\div$, Rmndr , $\sqrt[y]{x}$, nCr , nPr , $\%$, of \%CHG) als volgt uit:

1. Toets het eerste getal in.
2. Druk op **ENTER** om de twee getallen van elkaar te scheiden.
3. Toets het tweede getal in. (Druk *niet* op **ENTER**.)
4. Druk op de functietoets. (Is het een *shift*-functie, druk dan eerst op.)

Opmerking Met RPN moet u *beide* getallen intoetsen (gescheiden door **ENTER**) voordat u op een functietoets drukt.



Bijvoorbeeld,

Om te berekenen:	Drukt u op:	Weergave:
$12 + 3$	12 ENTER 3 +	15.0000
$12 - 3$	12 ENTER 3 -	9.0000
12×3	12 ENTER 3 X	36.0000
12^3	12 ENTER 3 y^x	1.728.0000
Procentuele verandering van 8 naar 5	8 ENTER 5 ⇨ %CHG	-37.5000

De invoervolgorde is alleen belangrijk voor *niet*-commutatieve functies zoals **←**, **÷**, **y^x**, **←** **INT÷**, **⇨** **Rmdr**, **y^y**, **←** **nCr**, **←** **nPr**, **%**, **⇨** **%CHG**. Geeft u de getallen in de verkeerde volgorde op, dan kunt u nog steeds het juiste antwoord krijgen (zonder de getallen opnieuw in te voeren) door de getallen op de stapel met **X↔Y** te *verwisselen*. Druk daarna op de gewenste functietoets. (Dit wordt uitgelegd in hoofdstuk 2 onder "Het X- en Y-register op de stapel verwisselen.")

De weergave op het scherm

Punten en komma's in getallen

De punten en komma's die worden gebruikt bij de decimale weergave (radix) kunnen als volgt verwisseld worden :



1. Druk op **MODES** om het menu MODES weer te geven.
2. Geef het decimaalteken op (radix mark) door te drukken op **{.}** of **{,}**.
Bijvoorbeeld, het getal één miljoen ziet er zo uit:
1.000.000.0000 als u drukt op **{.}** en
1.000.000.0000 als u drukt op **{,}**.

Aantal decimalen

Alle getallen worden *opgeslagen* met een precisie van 12 cijfers, maar u kunt de precisie van de *weergave* kiezen door te drukken op **DISPLAY** (het weergavemenu). Bij sommige gecompliceerde interne berekeningen gebruikt de rekenmachine een precisie van 15 cijfers voor tussenresultaten. Het weergegeven getal wordt *afgerond*, afhankelijk van de ingestelde weergave. Het DISPLAY-menu biedt vier opties;

FIX SCI ENG ALL



Weergave vaste decimale ({FIX})

Met FIX wordt een getal weergegeven met maximaal 11 cijfers achter de komma (of de punt, als u daarvoor kiest) voor zover er ruimte is. Na de prompt **FIX_**, geeft u het gewenste aantal decimalen op. Wenst u 10 of 11 decimalen, druk dan op  0 of  1.

Bijvoorbeeld, in het getal 123.4567889 , zijn de "7", "0", "8" en "9" de decimale cijfers die u ziet als de rekenmachine is ingesteld op FIX 4.

Een getal dat te groot of te klein is om getoond te worden in de huidige instelling, wordt automatisch op de wetenschappelijke wijze getoond.



Wetenschappelijke weergave ({SCI})

Met SCI wordt een getal getoond in wetenschappelijke weergave: een cijfer voor de komma "." of ",", maximaal 11 cijfers erachter (als daar ruimte voor is) en maximaal drie cijfers in de exponent. Na de prompt, **SCI_**, geeft u het gewenste aantal decimalen op. Wenst u 10 of 11 decimalen, druk dan op  0 of  1. (De mantisse van het getal is altijd minder dan 10.)







Bijvoorbeeld, in het getal $1.2346E5$, zijn de "2", "3", "4" en "6" de decimale cijfers die u ziet als de rekenmachine is ingesteld op SCI 4. De "5" na de "E" is de exponent van 10: $1,2346 \times 10^5$.




Engineering weergave ({ENG})



Met ENG wordt een getal weergegeven op een manier die lijkt op wetenschappelijke notatie, met als uitzondering dat de exponent een veelvoud van 3 is. (Er kunnen dan maximaal drie cijfers vóór de komma "." of "," in de mantisse staan.) Deze weergave is handig bij wetenschappelijk werk als u voorvoegsels gebruikt die veelvouden zijn van 10^3 (zoals micro-, milli- en kilo-.)





Na de prompt, ENG_, toetst u het gewenste aantal cijfers in na het eerste significante cijfer. Wenst u 10 of 11 cijfers, druk dan op  0 of  1.

Bijvoorbeeld, in het getal $123.46E3$, zijn "2", "3", "4", en "6" de significante cijfers na het eerste significante cijfer dat u ziet als de rekenmachine in ENG 4 staat. De "3" na de "E" is de exponent van 10, en altijd een veelvoud van 3: $123,46 \times 10^3$.

Drukt u op  of   dan verandert de getoonde exponent in een ander veelvoud van 3. Bijvoorbeeld, in het getal $123.46E3$, converteert  of   de getoonde waarde naar $0.12346E6$. Dit is de dichtstbijzijnde waarde in ENG, waarbij de exponent een veelvoud is van 3.

Druk u meermalen op , dan wordt de waarde geconverteerd naar $123.46E3$. Het decimaalteken wordt drie cijfers naar rechts verplaatst en de exponent wordt met 3 verminderd;   converteert de waarde naar $0.00012346E9$ door het decimaalteken drie cijfers naar links te verplaatsen en de exponent met 3 te verhogen.

Voert u bijvoorbeeld het getal $12.346E4$ in, dan wordt bij de eerste druk op  het getoonde getal geconverteerd naar $123.46E3$, waarin de mantisse n is $1 \leq n < 1000$ en de exponent een 3-voud is. Drukt u weer op , dan wordt de waarde geconverteerd naar $123.460E0$ door het decimaalteken drie plaatsen naar rechts te schuiven en de exponent met 3 te verminderen.

Voert u het getal $12,346E4$ in, dan wordt bij de eerste druk op   ENG het getoonde getal geconverteerd naar $0,12346E6$, waarin de mantisse n is $0,01 \leq n < 10$ en de exponent een 3-voud is. Drukt u weer op   ENG, dan wordt de waarde geconverteerd naar $0,00012346E9$ door het decimaalteken drie plaatsen naar links te schuiven en de exponent met 3 te verhogen.




ALL-weergave ({ALL})

Met ALL wordt een getal zo nauwkeurig mogelijk weergegeven (maximaal 12 cijfers). Passen niet alle cijfers op het scherm, dan wordt het automatisch wetenschappelijk weergegeven.

De volledige 12-bits precisie tonen

Verandert u het aantal weergegeven decimalen, dan heeft dat invloed op wat u ziet, maar het heeft geen invloed op de interne representatie van de getallen. Intern wordt ieder getal met 12 cijfers opgeslagen.












Bijvoorbeeld, in het getal 14,8745632019 ziet u alleen "14,8746" als u de rekenmachine hebt ingesteld op FIX 4. De laatste zes cijfers ("632019") bevinden zich alleen intern in de rekenmachine.

Om een getal tijdelijk met volledige precisie weer te geven, drukt u op  . U ziet nu de mantisse (maar niet de exponent) zolang u  ingedrukt houdt.

Invoer:

Weergave:

Uitleg:

 {FIX} 4		Geeft vier decimalen weer.
✓ 45  1,3 	58,5000	Vier decimalen weergegeven.
 {SCI} 2	5,85E1	Wetenschappelijke weergave: twee decimalen en een exponent.
 {ENG} 2	58,5E0	Engineering weergave.
 {ALL}	58,5	Alle significante cijfers; nullen aan de rechterkant worden weggelaten.
 {FIX} 4	58,5000	Vier decimalen, geen exponent.
	0,0171	Omgekeerde van 58,5.
 	170940170940	Toont de volledige precisie tot u  loslaat.
(vasthouden)		

Breuken

Met de HP 33s kunt u breuken invoeren en weergeven, en u kunt er berekeningen op uitvoeren. Breuken zijn *reële* getallen met de vorm:

$$a b/c$$

waarin a , b en c gehele getallen zijn; $0 \leq b < c$; en de noemer (c) moet liggen tussen 2 en 4095.

Breuken invoeren

Breuken kunnen op ieder moment op de stapel worden gezet:

1. Geef het gehele deel van het getal op en druk op \square . (De eerste \square scheidt het gehele deel van het getal van het gebroken deel.)
2. Voer de teller van de breuk in en druk weer op \square . De tweede \square scheidt de teller van de noemer.
3. Voer de noemer in, en druk op \square of een functietoets om de invoer te beëindigen. Het resultaat wordt weergegeven volgens de geldende instelling.

Het symbool $a b/c$ onder de toets \square herinnert u eraan dat de toets \square twee keer gebruikt wordt om een breuk in te voeren.

Bijvoorbeeld, om het gebroken getal $12 \frac{3}{8}$ in te voeren, drukt u op de volgende toetsen:

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
12 \square	12_ 12, _	Geef het gehele deel van het getal op. De toets \square wordt op de gebruikelijke manier geïnterpreteerd.
3 \square	12,3_ 12 3/_	Geef de teller van de breuk op (het getal wordt nog steeds decimaal weergegeven). De rekenmachine interpreteert de tweede \square als breuk en scheidt de teller van de noemer.

8	12 3/8_	Voegt de noemer aan de breuk toe.
ENTER	12,3750	Voltooit de invoer van het getal. Het getal wordt op de ingestelde wijze weergegeven.

Wilt u een breuk invoeren zonder geheel gedeelte, bijvoorbeeld $\frac{3}{8}$, dan begint u zonder geheel getal:

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
$\square \cdot 3 \square \cdot 8$	$\emptyset 3/8_$	Geen geheel getal opgeven. (3 $\square \cdot \square$ 8 werkt ook.)
ENTER	0,3750	Voltooit de getalinvoer. Het getal wordt op de ingestelde wijze weergegeven (FIX 4).

Breuken weergeven

Druk op **↵** **FDISP** als u wilt om schakelen tussen weergave van breuken en de huidige decimale weergave.


Invoer:	Weergave:	Uitleg:
12 $\square \cdot 3 \square \cdot 8$	12 3/8_	U ziet de tekens zoals u ze opgeeft.
ENTER	12,3750	Voltooit de getalinvoer. Het getal wordt op de ingestelde wijze weergegeven.
↵ FDISP	12 3/8	Toont het getal als breuk.

Tel nu $\frac{3}{4}$ op bij het getal in het X-register (12 $\frac{3}{8}$):



Invoer:	Weergave:	Uitleg:
$\square \cdot 3 \square \cdot 4$	$\emptyset 3/4_$	U ziet de tekens zoals u ze intoetst.
+	13 1/8	Telt de getallen in het X- en Y-register bij elkaar op. Het resultaat wordt als breuk weergegeven.
↵ FDISP	13,1250	Schakelt terug naar de huidige decimale weergave.

Zie verder hoofdstuk 5, "Breuken," voor meer informatie over het gebruik van breuken.

Berichten

De rekenmachine reageert op bepaalde condities of toetsaanslagen door een bericht te tonen. Het symbool  vestigt uw aandacht op het bericht.

- Om een bericht te wissen, drukt u op  of .
- Om een bericht te wissen en een andere functie uit te voeren, drukt u op een willekeurige andere toets.



Verschijnt er geen bericht, maar alleen het teken , dan hebt u op een *inactieve* toets gedrukt (een toets die in de huidige situatie geen betekenis heeft, bijvoorbeeld een  als de rekenmachine op binair is ingesteld).

Alle weergegeven berichten staan in aanhangsel F, "Berichten."

Geheugen van de rekenmachine

De HP 33s heeft 31KB geheugen waarin u een willekeurige combinatie van gegevens kunt opslaan (variabelen, vergelijkingen of programmaregels).

Het beschikbare geheugen bekijken

Drukt u op   dan ziet u het volgende menu:





```
1VAR 2PGM  
31.277
```

waarin

31.277 het aantal bytes is van beschikbare geheugen.

Drukt u op {VAR} dan ziet u de catalogus van of variabelen (zie "Variabelen bekijken in de VAR-catalogus" in hoofdstuk 3). Drukt u op {PGM} dan ziet u de catalogus van programma's.


1. Om naar de catalogus van variabelen te gaan, drukt u op {VAR}. Om naar de catalogus van programma's te gaan drukt u op {PGM}.

2. Om door de catalogi te bladeren, drukt u op  of .
3. Om een variabele of een programma te verwijderen, drukt u op  **CLEAR** terwijl de variabele of het programma in de catalogus zichtbaar is.
4. Om de catalogus af te sluiten, drukt u op .

Het hele geheugen wissen

Wist u het hele geheugen, dan worden alle getallen, vergelijkingen en programma's verwijderd. Het heeft geen invloed op de instellingen van modus en weergave. (Om instellingen en gegevens te wissen, zie "Geheugen wissen" in aanhangsel B.)

Het gehele geheugen wissen:

1. Druk op  **CLEAR** {ALL}. U ziet de bevestigingsprompt CLR ALL? {Y} {N}, die u beschermt tegen onbedoeld wissen van het geheugen.
2. Druk op {Y} (yes).

RPN: De automatische geheugenstapel

Dit hoofdstuk legt u uit hoe berekeningen worden uitgevoerd in de automatische geheugenstapel van RPN. *U hoeft dit niet te lezen om de rekenmachine te kunnen gebruiken*, maar een goed begrip van dit hoofdstuk helpt u wel bij het gebruik, vooral als u programma's schrijft.

In deel 2, "Programmering", leert u hoe de stapel u kan helpen om uw programma's te manipuleren en organiseren.

Wat is de stapel?

Automatisch opslaan van tussenresultaten is de reden waarom de HP 33s gemakkelijk ingewikkelde berekeningen uitvoert, zonder haakjes te gebruiken. De sleutel van de automatische opslag is de automatische RPN-stapel.

De logica van HP is gebaseerd op een ondubbelzinnige schrijfwijze zonder haakjes die bekend staat als de Poolse notatie en ontwikkeld is door de Poolse wiskundige Jan Łukasiewicz (1878–1956).

De gebruikelijke algebraïsche notatie plaatst de operators *tussen* de getallen of variabelen, maar Łukasiewicz plaatst ze *ervoor*. Om de stapel zo efficiënt mogelijk te gebruiken hebben we deze notatie omgekeerd, wij zetten de operators *achter* de getallen. Vandaar de benaming Omgekeerde Poolse Notatie of *Reverse Polish Notation*, RPN.

De stapel bestaan uit vier opslaglocaties, *registers* genaamd, die zich boven elkaar bevinden. Deze registers — ze dragen de namen X, Y, Z en T — kunnen vier getallen opslaan en manipuleren. Het "oudste" getal bevindt zich in het T- (*top*) register. De stapel is het werkgebied voor berekeningen.


T	0,0000	"Oudste getal"
Z	0,0000	
Y	0,0000	Weergegeven
X	0,0000	Weergegeven

Het meest "recente" getal bevindt zich in het X-register: *dit is het getal dat u in de tweede regel van het scherm ziet.*





Bij het programmeren, wordt de stapel gebruikt om berekeningen uit te voeren, om tijdelijke resultaten op te slaan, om opgeslagen gegevens (variabelen) tussen programma's en subroutines uit te wisselen, om invoer te accepteren en om uitvoer te geven.

De registers X en Y staan op het scherm

U ziet steeds het X- en Y-register, *tenzij* er een menu, een bericht of een programmaregel wordt weergegeven. U zult wel hebben opgemerkt dat veel functienamen een x of y bevatten.

Dat is geen toeval, deze letters verwijzen naar het X- en Y-register. Bijvoorbeeld,  10^x verheft tien in de macht van het getal dat in het X-register staat (het weergegeven getal).

Het X-register wissen

Drukt u op  **CLEAR** {x} dan wordt het X-register *altijd* nul. Het wordt ook gebruikt om deze instructie te programmeren. De toets **C**, daarentegen, is afhankelijk van de context. Hij maakt het beeld leeg of annuleert het, afhankelijk van de situatie: Deze werkt alleen als  **CLEAR** {x} wanneer het X-register wordt weergegeven.  werkt ook als  **CLEAR** {x} wanneer het X-register wordt weergegeven *en* de getal invoer voltooid is (geen cursor op het scherm). Hij *annuleert* andere weergaven: menu's, getallen met labels, berichten, invoer van vergelijkingen en programmainvoer.

Bladeren door de stapel

R↓ (Omlaag rollen)

Met de toets **R↓** (*omlaag rollen*) kunt u de hele inhoud van de stapel bekijken door de inhoud omlaag te laten rollen. U ziet ieder getal als het in het X-register komt.

Stel dat de stapel de getallen 1, 2, 3, 4 bevat. (Druk op 1 **ENTER** 2 **ENTER** 3 **ENTER** 4.) Door nu vier keer op **R↓** te drukken ziet u alle nummers een keer voorbijkomen. Na vier keer staan ze weer op de oorspronkelijke plaats:

T	1		4		3		2		1
Z	2		1		4		3		2
Y	3		2		1		4		3
X	4	R↓	3	R↓	2	R↓	1	R↓	4

Wat er in het X-register was, gaat naar het T-register, de inhoud van het T-register gaat naar het Z-register enz. Alleen de inhoud van de registers wordt verplaatst, de registers zelf blijven waar ze zijn, en alleen de inhoud van het X- en Y-register wordt weergegeven.

R↑ (Omhoog rollen)

De toets **R↑** (*omhoog rollen*) doet net zoiets als **R↓** maar hij rolt de inhoud van de stapel omhoog, een register tegelijk.

De inhoud van het X-register gaat naar het Y-register; wat in het T-register was gaat naar het X-register enzovoort.

T	1		2		3		4		1
Z	2		3		4		1		2
Y	3		4		1		2		3
X	4	R↑	1	R↑	2	R↑	3	R↑	4

Het X- en Y-register op de stapel verwisselen

Een andere toets die de inhoud van de stapel manipuleert is $\boxed{x \leftrightarrow y}$ (*x verwisselen met y*). Deze toets verwisselt de inhoud van de registers X en Y, terwijl de rest van de stapel onveranderd blijft. Door twee keer op $\boxed{x \leftrightarrow y}$ te drukken herstelt u de oorspronkelijke volgorde van de registers.

De functie $\boxed{x \leftrightarrow y}$ wordt voornamelijk gebruikt om de volgorde van de getallen in een berekening te verwisselen.

Bijvoorbeeld, een manier om $9 \div (13 \times 8)$ te berekenen:

Druk op 13 $\boxed{\text{ENTER}}$ 8 $\boxed{\times}$ 9 $\boxed{x \leftrightarrow y}$ $\boxed{\div}$.

Wilt u deze expressie *van links naar rechts* uitvoeren, dan wordt het: 9 $\boxed{\text{ENTER}}$ 13 $\boxed{\text{ENTER}}$ 8 $\boxed{\times}$ $\boxed{\div}$.

Opmerking



Let op dat er in de stapel niet meer dan vier getallen passen — de inhoud van het T-register (het bovenste register) gaat verloren als u een vijfde getal invoert.

Rekenen – Hoe de stapel het doet

De inhoud van de stapel gaat automatisch op en neer als er nieuwe getallen in het X-register komen (*de stapel optillen*) en als een operator twee getallen in het X- en Y-register combineert naar een nieuw getal in het X-register (*de stapel laten zakken*).

Stel dat de stapel gevuld is met de getallen 1, 2, 3, en 4. Hier ziet u hoe de inhoud van de stapel op en neer beweegt tijdens de berekeningen

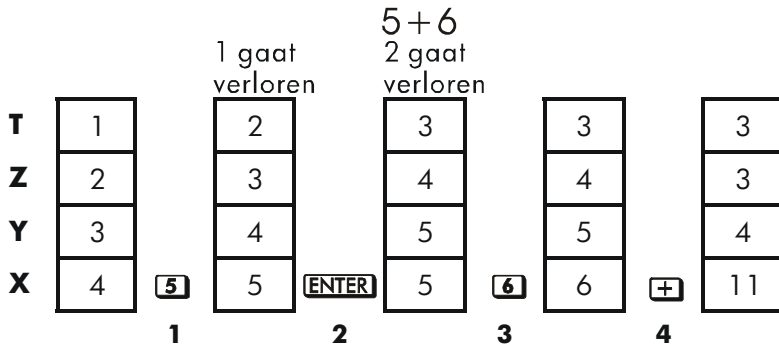
$$3+4-9$$

T	1		1		1		1
Z	2		1		2		1
Y	3		2		7		2
X	4	+	7	9	9	-	-2
			1		2		3

1. De inhoud van de stapel valt. Het T-register wordt *geduplicateerd*.
2. De inhoud van de stapel wordt opgetild. De inhoud van het T-register gaat *verloren*.
3. De inhoud van de stapel valt.
 - Word de inhoud van de stapel opgetild, dan gaat de inhoud van het T-register verloren. De oude inhoud van het Z-register gaat naar het T-register. U ziet dat de stapel beperkt is tot vier getallen.
 - Doordat de stapel automatisch op en neergaat, is het niet nodig het X-register leeg te maken voor een nieuwe berekening.
 - De meeste functies zorgen ervoor dat de inhoud van de stapel wordt opgetild *als er een nieuw getal in het X-register wordt ingevoerd*. Zie aanhangsel B voor een lijst van functies die het optillen van de stapel verhinderen.

Hoe ENTER werkt

U weet al dat **ENTER** wordt gebruikt om twee getallen te scheiden die na elkaar worden ingevoerd. Hoe werkt dat op de stapel? Stel dat de waarden 1, 2, 3 en 4 op de stapel staan. Voer nu twee nieuwe getallen in:



1. De inhoud van de stapel wordt opgetild.
2. De inhoud van de stapel wordt opgetild en het X-register wordt gedupliceerd.
3. De inhoud van de stapel wordt niet opgetild.
4. De inhoud van de stapel valt en het T-register wordt gedupliceerd.

ENTER dupliceert de inhoud van het X-register in het Y-register. Het volgende getal dat u invoert (of oproept) overschrijft de kopie van het eerste getal in het X-register. Het effect is dat de twee ingevoerde getallen gescheiden blijven.

U kunt het dupliceereffect van **ENTER** gebruiken om de stapel snel leeg te maken. Druk op 0 **ENTER** **ENTER** **ENTER**. Alle registers van de stapel bevatten nu nul. Nodig is het echter niet voordat u een nieuwe berekening begint.

Een getal twee keer gebruiken

Doordat **ENTER** een nummer kopieert, kunt u deze toets ook voor andere doelen gebruiken. Om een getal bij zichzelf op te tellen, gebruikt u **ENTER** **+**.

De stapel met een constante vullen

ENTER kopieert een nummer, en het laten zakken van de stapel eveneens (van T naar Z). Hierdoor kunt u de stapel gemakkelijk met een numerieke constante vullen voor berekeningen.

Voorbeeld:

U hebt een bacteriecultuur met een groeisnelheid van 50% per dag. Hoe groot is een populatie van 100 na drie dagen?

Herhaalt T- register

	T	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
1.5	Z	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	Y	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	X	1,5	100	150	225	337,5
1			2	3	4	5

1. Vul de stapel met de groeisnelheid.
2. Geef de oorspronkelijke populatie op.
3. Berekent de populatie na 1 dag.
4. Berekent de populatie na 2 dagen.
5. Berekent de populatie na 3 dagen.

Hoe het CLEAR X werkt



Maakt u het X-register leeg, dan komt er nul in het X-register. Het volgende getal dat u invult (of oproept) komt in de plaats van deze nul.

Er zijn drie manieren om het X-register leeg te maken, wissel van x:

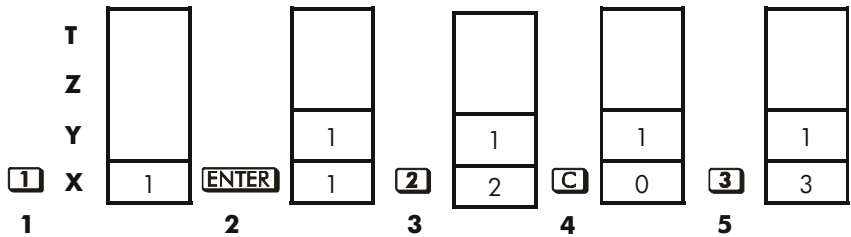
1. Druk op
2. Druk op
3. Druk op {x} (Vooral gebruikt bij het invoeren van een programma.)

Let op de uitzonderingen:

- Bij het invoeren van een programma, verwijdert de huidige programmaregel, en beëindigt de programmainvoer.
- Bij het invoeren van cijfers wist het laatste cijfer.
- Staat er een getal met een *label* op het scherm, zoals $A=2,0000$, dan verwijdert u dat met of waarna het X-register weer verschijnt.


- Bekijkt u een vergelijking, dan zet  de cursor aan het einde van de vergelijking zodat u de vergelijking kunt bewerken.
- Tijdens de invoer van een vergelijking, gaat,  een functie terug over de getoonde vergelijking.

Bijvoorbeeld, u wilde 1 en 3 invoeren, maar u hebt bij vergissing 1 en 2 ingevoerd. Zo verbetert u de fout:



1. Tilt de stapel op
2. Tilt de stapel op en dupliceert het X-register.
3. Overschrijft het X-register.
4. Maakt het x leeg door er een nul in te zetten.
5. Overschrijft x (vervangt de nul.)

Het register LAST X

Het register LAST X hoort bij de stapel. Het bevat het getal dat zich in het X-register bevond voor de laatste numeriek functie werd uitgevoerd. (Een numerieke functie is een bewerking die een resultaat produceert uit een of meer andere getallen, zoals \sqrt{x} .) Drukt u op  **LASTx** dan komt deze waarde terug in het X-register.




Deze mogelijkheid om "last x" terug te halen heeft twee toepassingen:




1. Fouten verbeteren.
2. Een getal opnieuw gebruiken in een berekening.

In aanhangsel B ziet u een lijst van functies die x in het register LAST X opslaan.





Fouten verbeteren met LAST X

Verkeerde functie met één getal




















Hebt u de verkeerde functie met één getal uitgevoerd, dan drukt u op   om het oorspronkelijke getal terug te roepen, zodat u de juiste functie kunt uitvoeren. (Druk *eerst* op  om het onjuiste resultaat van de stapel te wissen.)



Doordat  en   de stapel niet laten zakken, kunt u de ze functies op dezelfde manier ongedaan maken.



Voorbeeld:

U berekende zo juist $4,7839 \times (3,879 \times 10^5)$ en u wilt van het resultaat de vierkantswortel berekenen. Per ongeluk drukt u op . U hoeft niet opnieuw te beginnen! Voor het juiste antwoord drukt u op   .




Verkeerde functie met twee getallen

Maakt u een fout met een functie met twee getallen, ( ,  ,  ,  ,  ,   ,   ,  ,   ,   ,  of  ), dan kunt u die verbeteren met   gevolgd door de inverse van de uitgevoerde functie.

1. Druk op   om het tweede getal terug te roepen (x voordat u de fout maakte).
2. Voer de inverse functie uit. Hiermee krijgt u het oorspronkelijke getal terug. Het tweede getal staat nog steeds in LAST X register. Doe nu dit:

Had u de verkeerde *functie* uitgevoerd, druk dan weer op   om de oorspronkelijke inhoud van de stapel te herstellen. Voer nu de juiste functie uit.

Was het *tweede getal* onjuist, toets dan het juiste getal in en voer de functie uit.

Was het *eerste getal* onjuist, druk dan op   om het tweede getal terug te roepen, en voer de functie opnieuw uit. (Druk *eerst* op  om het onjuiste resultaat van de stapel te verwijderen.)

Voorbeeld:

U hebt een fout gemaakt in de berekening van

$$16 \times 19 = 304$$

Er kunnen drie soorten fouten worden gemaakt:

Verkeerde berekening:

16  19 

Fout:

Verkeerde functie

Correctie:





15  19 

Verkeerd eerste getal 16   

16  18 

Verkeerd tweede getal    19 

Getallen opnieuw gebruiken met LAST X

U kunt   gebruiken om een getal (zoals een constante) opnieuw te gebruiken in een berekening. Denk eraan dat u de constante als tweede getal invoert, vlak voordat u de berekening uitvoert, zodat de constante het laatste getal is in het X-register. Alleen dan wordt het opgeslagen in LAST X en kan het met   worden teruggehaald.

Voorbeeld:

Bereken
$$\frac{96,704 + 52,3947}{52,3947}$$

T	f		f		f
Z	z		z		f
96.704 Y	96,704		96,704		z
ENTER X	96,704	52,3947	52,3947	+	149,0987

LAST X	/		/	+	52,3947
--------	---	--	---	---	---------

T	f		f
Z	z		f
Y	149,0987		z
LASTx X	52,3947	÷	2,8457

LAST X	52,3947		52,3947
--------	---------	--	---------

Invoer:

96,704 ENTER
 52,3947 +
 LASTx
 ÷

Weergave:

96,7040
 149,0987
 52,3947
 2,8457

Uitleg:

Voert het eerste getal in.
 Tussenresultaat.
 Herstelt het scherm van voor +.
 Eindresultaat.

Voorbeeld:

Twee dichtbijstaande sterren zijn Alpha Centauri (op 4,3 lichtjaar afstand) en Sirius (8,7 lichtjaar). Gebruik c , de lichtsnelheid ($9,5 \times 10^{15}$ meter per jaar) om de afstanden naar deze sterren te converteren naar meters:

Naar Alpha Centauri: $4,3 \text{ jaar} \times (9,5 \times 10^{15} \text{ m/jaar})$.

Naar Sirius: $8,7 \text{ jaar} \times (9,5 \times 10^{15} \text{ m/ jaar})$.

Invoer:

4,3 ENTER
 9,5 E 15
 X

Weergave:

4,3000
 9,5E15_
 4,0850E16

Uitleg:

Lichtjaren naar Alpha Centauri.
 Lichtsnelheid, c .
 Meters naar Alpha Centauri.

8,7  LASTx


9.5000E15
8.2650E16

Haalt *c* terug.
Meters naar Sirius.

Kettingberekeningen met RPN

Dank zij RPN en het automatische optillen en laten zakken van de stapel kunt u tussenresultaten bewaren zonder dat u ze hoeft op te slaan of opnieuw hoeft in te voeren, en zonder haakjes.

Werken vanuit de haakjes

Bijvoorbeeld, bereken $(12 + 3) \times 7$.

Zou u dit op papier uitrekenen, dan berekent u eerst het tussenresultaat $(12 + 3)$...


$$(12 + 3) = 15$$


... en daarna vermenigvuldigt u het tussenresultaat met 7:

$$(15) \times 7 = 105$$

U doet het op dezelfde manier met de HP 33s, te beginnen *binnen* de haakjes:

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
12  3 	15,0000	Berekent eerst het tussenresultaat.

U hoeft niet op  te drukken om het tussenresultaat op te slaan voordat u verder gaat. Het is een *berekend* resultaat en wordt automatisch opgeslagen.

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
7 	105,0000	Als u op de functietoets drukt, verschijnt het antwoord. Het resultaat kan in verdere berekeningen worden gebruikt.

Bestudeer nu de volgende voorbeelden. Denk eraan dat u **ENTER** alleen gebruikt om apart ingevoerde getallen te scheiden, bijvoorbeeld bij het begin van een som. De bewerkingen zelf (**+**, **-**, etc.) scheiden de volgende getallen en slaan de tussenresultaten op. Het laatste resultaat dat is opgeslagen, is het eerste dat wordt gebruikt in de volgende bewerking.

Bereken $2 \div (3 + 10)$:

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
3 ENTER 10 +	13,0000	Berekent eerst $(3 + 10)$.
2 x\leftrightarrowy \div	0,1538	Zet 2 vóór 13 zodat de deling het juiste resultaat oplevert: $2 \div 13$.

Bereken $4 \div [14 + (7 \times 3) - 2]$:

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
7 ENTER 3 x	21,0000	Berekent (7×3) .
14 + 2 -	33,0000	Berekent de noemer.
4 x\leftrightarrowy	33,0000	Zet 4 vóór 33 ter voorbereiding op de deling.
\div	0,1212	Berekent $4 \div 33$, het antwoord.

Sommen met meerdere haakjes kunnen op dezelfde manier worden opgelost dankzij de automatische opslag van tussenresultaten. Zou u $(3 + 4) \times (5 + 6)$ op papier oplossen, dan berekent u eerst $(3 + 4)$. Daarna berekent u $(5 + 6)$. Tenslotte vermenigvuldigt u de twee tussenresultaten om het antwoord te krijgen.

Met de HP 33s werkt u op dezelfde manier door het probleem. U hoeft alleen de tussenresultaten niet op te schrijven—de rekenmachine onthoudt ze voor u.

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
3 ENTER 4 +	7,0000	Berekent eerst $(3+4)$
5 ENTER 6 +	11,0000	Berekent $(5+6)$
x	77,0000	Vermenigvuldigt de tussenresultaten en geeft het uiteindelijke antwoord.

Oefeningen

Bereken:

$$\frac{\sqrt{(16,3805 \times 5)}}{0,05} = 181,0000$$

Oplossing:

$$16,3805 \text{ [ENTER] } 5 \text{ [x] } [\sqrt{x}] ,05 \text{ [\div]}$$

Bereken:

$$\sqrt{[(2+3) \times (4+5)]} + \sqrt{[(6+7) \times (8+9)]} = 21,5743$$

Oplossing:

$$2 \text{ [ENTER] } 3 \text{ [+]} 4 \text{ [ENTER] } 5 \text{ [+]} \text{ [x] } [\sqrt{x}] 6 \text{ [ENTER] } 7 \text{ [+]} 8 \text{ [ENTER] } 9 \text{ [+]} \text{ [x] } [\sqrt{x}] \text{ [+]}$$

Bereken:

$$(10 - 5) \div [(17 - 12) \times 4] = 0,2500$$

Oplossing:

$$17 \text{ [ENTER] } 12 \text{ [-]} 4 \text{ [x]} 10 \text{ [ENTER] } 5 \text{ [-]} \text{ [x} \leftrightarrow \text{y]} \text{ [\div]}$$

of

$$10 \text{ [ENTER] } 5 \text{ [-]} 17 \text{ [ENTER] } 12 \text{ [-]} 4 \text{ [x]} \text{ [\div]}$$

Volgorde van berekening

We adviseren u een kettingberekening uit te voeren door te beginnen met de binnenste haakjes. U kunt echter ook van links naar rechts werken.

Bijvoorbeeld, u hebt dit al uitgerekend:

$$4 \div [14 + (7 \times 3) - 2]$$

door met de binnenste haakjes te beginnen (7×3) en naar buiten te werken, net als wanneer u met potlood en papier werkt. U drukt op de toetsen 7 **ENTER** 3 **X** 14 **+** 2 **=** 4 **x↔y** **÷**

Werkt u van links naar rechts, dan wordt het

4 **ENTER** 14 **ENTER** 7 **ENTER** 3 **X** **+** 2 **=** **÷**.

Hiervoor moet u een extra toets indrukken. U ziet dat het eerste tussenresultaat nog steeds de waarde tussen de binnenste haakjes is (7×3). Door van links naar rechts te werken, hebt u **x↔y** niet nodig om de operanden van *niet-commutatieve* functies te verwisselen (**=** en **÷**).

De eerste methode (beginnen met de binnenste haakjes) heeft echter vaak de voorkeur omdat:

- Er minder toetsen nodig zijn.
- Er minder ruimte in de stapel nodig is.

Opmerking



Werkt u *van links naar rechts*, denk er dan aan dat er op ieder moment niet meer dan vier tussenresultaten mogen zijn. De stapel heeft ruimte voor vier getallen.

Het voorbeeld hierboven heeft, als u *van links naar rechts* werkt, op een zeker moment alle registers in de stapel nodig:

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
4 ENTER 14 ENTER	14,0000	Zet 4 en 14 als tussenresultaten op de stapel.
7 ENTER 3	3	Nu is de stapel vol met getallen.
X	21,0000	Tussenresultaat.
+	35,0000	Tussenresultaat.
2 =	33,0000	Tussenresultaat.
÷	0,1212	Eindresultaat.

Meer oefeningen

Oefen met het gebruik van RPN door de volgende problemen op te lossen:

Bereken:

$$(14 + 12) \times (18 - 12) \div (9 - 7) = 78,0000$$

A Oplossing:

$$14 \text{ [ENTER]} 12 \text{ [+]} 18 \text{ [ENTER]} 12 \text{ [-]} \text{ [x]} 9 \text{ [ENTER]} 7 \text{ [-]} \text{ [\div]}$$

Bereken:

$$23^2 - (13 \times 9) + 1/7 = 412,1429$$

A Oplossing:

$$23 \text{ [x}^2\text{]} 13 \text{ [ENTER]} 9 \text{ [x]} \text{ [-]} 7 \text{ [1/x]} \text{ [+]}$$

Bereken:

$$\sqrt{(5,4 \times 0,8) \div (12,5 - 0,7^3)} = 0,5961$$

Oplossing:

$$5,4 \text{ [ENTER]} ,8 \text{ [x]} ,7 \text{ [ENTER]} 3 \text{ [y}^x\text{]} 12,5 \text{ [x} \leftrightarrow \text{y]} \text{ [-]} \text{ [\div]} \text{ [\sqrt{x}]}$$

of

$$5,4 \text{ [ENTER]} ,8 \text{ [x]} 12,5 \text{ [ENTER]} ,7 \text{ [ENTER]} 3 \text{ [y}^x\text{]} \text{ [-]} \text{ [\div]} \text{ [\sqrt{x}]}$$

Bereken:

$$\sqrt{\frac{8,33 \times (4 - 5,2) \div [(8,33 - 7,46) \times 0,32]}{4,3 \times (3,15 - 2,75) - (1,71 \times 2,01)}} = 4,5728$$

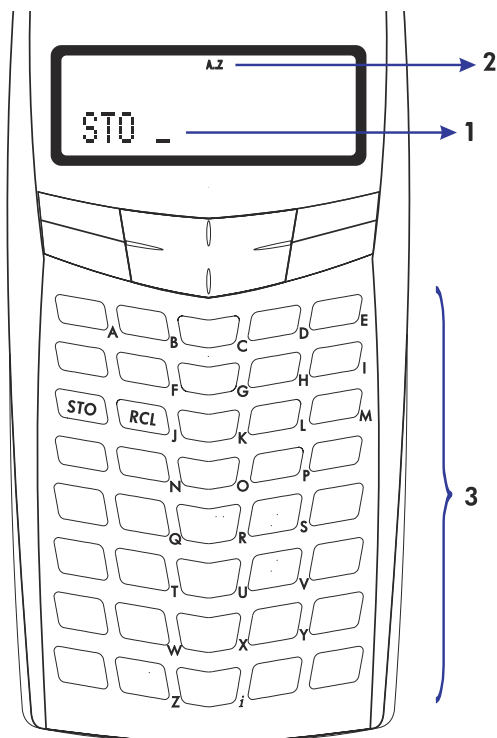
A Oplossing:

$$4 \text{ [ENTER]} 5,2 \text{ [-]} 8,33 \text{ [x]} \text{ [←]} \text{ [LAST.x]} 7,46 \text{ [-]} 0,32 \text{ [x]} \text{ [\div]} 3,15 \text{ [ENTER]} 2,75 \text{ [-]} 4,3 \text{ [x]} 1,71 \text{ [ENTER]} 2,01 \text{ [x]} \text{ [-]} \text{ [\div]} \text{ [\sqrt{x}]}$$

3

Gegevens in variabelen opslaan

De HP 33s heeft 31KB geheugen. U kunt dit geheugen gebruiken voor het opslaan van getallen, vergelijkingen en programmaregels. Getallen worden opgeslagen in locaties die *variabelen* heten; ze zijn benoemd met de letters van A tot en Z. (U kunt zelf een letter kiezen, bijvoorbeeld *B* voor het banksaldo en *C* voor de lichtsnelheid.)



1. De cursor vraagt om een variabele.
2. Geeft aan dat de lettertoetsen actief zijn.
3. Lettertoetsen.

Iedere zwart letter hoort bij een toets en een unieke variabele letter. De lettertoetsen worden automatisch actief als ze nodig zijn, zoals u ziet aan de annunciator **A..Z** annunciator op het scherm.)

De variabelen, *X*, *Y*, *Z* en *T* zijn *niet* hetzelfde als de vier registers: X-register, Y-register, Z-register en T-register in de stapel.

Getallen opslaan en oproepen

Getallen worden opgeslagen in en teruggehaald uit een variabele met de functies **[STO]** (*store*) en **[RCL]** (*recall*).

Een kopie van het weergegeven getal (X-register) in een variabele opslaan:

Druk op **[STO]** *lettertoets*.

De inhoud van een variabele terugroepen in het scherm:

Druk op **[RCL]** *lettertoets*.

Voorbeeld: getallen opslaan.

Sla het getal van Avogadro (ongeveer $6,0221 \times 10^{23}$) op in A.


Invoer:	Weergave:	Uitleg:
6,0221 [E] 23	6,0221E23_	Getal van Avogadro.
[STO]	STO _	Er wordt gevraagd om een variabele.
A (houd [e^x] ingedrukt)	STO A	De functie wordt getoond zolang de toets ingedrukt is.
(loslaten)	6,0221E23	Een kopie van het getal van Avogadro wordt opgeslagen in A. De getalinvoer wordt hiermee beëindigd (u ziet geen cursor meer)
[C]	0,0000	Maakt de waarde op het scherm leeg.
[RCL]	RCL _	Er wordt gevraagd om een variabele.

A

6.0221E23


Het getal van Avogadro wordt van A naar het scherm gekopieerd.


Een variabele bekijken zonder hem op te roepen


De functie  **VIEW** toont u de inhoud van een variabele zonder dat het getal in het X-register komt. U ziet de naam van de variabele op het scherm, bijvoorbeeld:

```
A=  
1234,5678
```


Bij de weergave van breuken ( **FDISP**), kan een deel van het gehele getal wegvallen. Dit zal aangegeven worden door "..." links van het geheel getal.

Om de volledige mantisse te zien, druk op  **SHOW**. Het gehele getal is het deel links van de radix (\cdot of \cdot).

 **VIEW** is het getal te groot voor het scherm, dan wordt het afgerond. De meest rechtse cijfers worden weggelaten.

Om de weergave te annuleren, drukt u een keer op  of **C**.

Variabelen bekijken in de VAR-catalogus

De functie  **MEM** (*geheugen*) geeft u informatie over het geheugen:












```
1VAR 2PGM  
nn · nnn
```

waarin *nn,nnn* het aantal beschikbare bytes is.

Drukt u op de menu-toets {VAR} dan ziet u de catalogus van variabelen.

Drukt u op de menu-toets {PGM} dan ziet u de catalogus van programma's.

De waarden bekijken van alle variabelen, of alle variabelen die niet nul zijn:

1. Druk op  **MEM** {VAR}.
2. Druk op  of  om de lijst te verplaatsen en de gewenste variabele weer te geven. (Opmerking de annunciator , die aangeeft dat de toetsen  en  actief zijn, indien de weergave van breuken is ingeschakeld,  indicator wordt niet aangeschakeld om de nauwkeurigheid aan te geven.)
Om alle significante cijfers van een getal in de catalogus {VAR} te kunnen zien, drukt u op  **SHOW**. (Is het een binair getal met meer dan 12 cijfers, dan drukt u op  en  om de rest te zien.)
3. Om een getoonde variabele van de catalogus naar het X-register te kopiëren, drukt u op **ENTER**.
4. Om een variabele nul te maken, drukt u op  **CLEAR** op het moment dat hij in de catalogus wordt getoond.
5. Druk op **C** om de catalogus te annuleren.





Variabelen wissen

Waarden van variabelen blijven in het continu geheugen tot u ze vervangt of wist. Wist u een variabele, dan wordt er nul op die plek opgeslagen. Zo'n waarde neemt geen geheugenruimte in beslag.

Een enkele variabele wissen:

Sla er nul in op: Druk op 0 **STO** variabele.

Een aantal variabelen wissen:

1. Druk op  **MEM** {VAR} en gebruik  of  om de variabele weer te geven.
2. Druk op  **CLEAR**.
3. Druk op **C** om de catalogus te annuleren.

Alle variabelen tegelijk wissen:

Druk op  **CLEAR** {VARS}.

Rekenen met opgeslagen variabelen

Rekenen met opslaan en *rekenen met oproepen* maken het mogelijk berekeningen uit te voeren met een getal dat in een variabele opgeslagen is, zonder dat het nodig is de variabele in de stapel op te roepen. Een berekening gebruikt een getal uit het X-register en een waarde uit de gewenste variabele.

Reken met opslag

Rekenen met opslag gebruikt $\boxed{\text{STO}} \boxed{+}$, $\boxed{\text{STO}} \boxed{-}$, $\boxed{\text{STO}} \boxed{\times}$, of $\boxed{\text{STO}} \boxed{\div}$ om berekeningen uit te voeren in de variabele zelf en het resultaat daar op te slaan. Het gebruikt de waarde in het X-register en heeft geen invloed op de stapel.

Nieuwe waarde van een variabele = Vorige waarde van de variabele $\{+, -, \times, \div\} x$.

Bijvoorbeeld, u wilt de waarde in A (15) verminderen met de inhoud van het X-register (3, wordt getoond). Druk op $\boxed{\text{STO}} \boxed{-}$ A. Nu is A = 12, terwijl er nog steeds 3 op het scherm staat.

A

15

A

12

Resultaat: $15 - 3$
Dat is $A - x$

T

t
z
y
3

T

t
z
y
3

$\boxed{\text{STO}} \boxed{-} \boxed{A}$

Rekenen met oproepen

Rekenen met oproepen gebruikt $\boxed{\text{RCL}} \boxed{+}$, $\boxed{\text{RCL}} \boxed{-}$, $\boxed{\text{RCL}} \boxed{\times}$, of $\boxed{\text{RCL}} \boxed{\div}$ om een berekening uit te voeren tussen het X-register en een getal uit een variabele, waarbij het resultaat in het X-register komt. Alleen het X-register wordt beïnvloed.

Nieuwe $x = \text{Vorige } x \{+, -, \times, \div\}$ variabele

Bijvoorbeeld, u wilt het getal in het X-register (3, wordt getoond) delen door de waarde in A (12). Druk op **RCL** **÷** A. Nu is $x = 0,25$, terwijl er nog steeds 12 in A staat. Deze wijze van rekenen spaart geheugen in het programma: **RCL** **+** A (één instructie) gebruikt half zo veel geheugen als **RCL** A, **+** (twee instructies).

A 12

T †
Z z
Y y
X 3

RCL **÷** **A**

A 12

T †
Z z
Y y
X 0,25

Resultaat: $3 \div 12$
Dat is, $x \div 12$

Voorbeeld:

Stel dat de variabelen D , E en F de waarden 1, 2 en 3 bevatten. Op de volgende manier kunt u 1 bij elk van deze variabelen optellen.

Invoer:

1 **STO** D
2 **STO** E
3 **STO** F
1 **STO** **+** D
STO **+** E **STO**
+ F
→ **VIEW** D
→ **VIEW** E
→ **VIEW** F
←

Weergave:

1,0000
2,0000
3,0000
1,0000
D=
2,0000
E=
3,0000
F=
4,0000
1,0000

Uitleg:

Slaat de beginwaarden in de variabelen op.

Telt 1 op bij D , E en F .

Toont de huidige waarde van D .

Annuleert de weergave van de variabele, zodat het X-register weer wordt getoond.

Na het laatste voorbeeld bevatten D , E , en F de waarden 2, 3 en 4. Deel D door 3, vermenigvuldig het met E , en tel er F bij op.

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
3 D	1.5000	Berekent $3 \div D$.
E	4.5000	$3 \div D \times E$.
F	8.5000	$3 \div D \times E + F$

Een variabele met X verwisselen

Met de toets kunt u de inhoud van het X-register (dat wordt weergegeven) verwisselen met de inhoud van een variabele. Deze functie heeft geen invloed op het Y-, Z- en T-register

Voorbeeld:

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
12 A	12.0000	Slaat 12 in variabele A op.
3	3.	Geeft x weer.
A	12.0000	Verwisselt de inhoud van het X-register met variabele A.
A	3.0000	Verwisselt de inhoud van het X-register met variabele A.

A

12

A

3

T

t
z
y
3

T

t
z
y
12

A

De variabele "i"

Er is nog een 27ste variabele die direct toegankelijk is — de variabele i . De toets \boxed{i} draagt het opschrift "i", en heeft die functie als de annunciator **A..Z** zichtbaar is. U kunt er getallen in opslaan, net als in alle andere variabelen, maar i kan ook gebruikt worden om te refereren aan *andere* variabelen, waaronder de statistische registers, met de functie **(i)**. Dit is een programmeertechniek die *indirecte adressering* heet en die besproken wordt onder "Variabelen en labels indirect adresseren" in hoofdstuk 13.

Functies voor reële getallen

Dit hoofdstuk behandelt de meeste functies van de rekenmachine waarmee u berekeningen kunt uitvoeren op reële getallen, waaronder een aantal numerieke functies die in programma's worden gebruikt (zoals ABS, de absolute waarde):

- Exponentiële en logaritmische functies.
- Quotiënt en rest bij deling
- Machtsverheffen. (x^y en $\sqrt[y]{x}$)
- Trigonometrische functies.
- Hyperbolische functies.
- Percentage-functies.
- Natuurkundige constanten
- Conversiefuncties voor coördinaten, hoeken en eenheden.
- Waarschijnlijkheidsfuncties.
- Delen van getallen (functies om getallen te veranderen).

Aritmetische functies en berekeningen zijn behandeld in hoofdstuk 1 en 2. Geavanceerde numerieke bewerkingen (vinden van een wortel, integreren, complexe getallen, conversies naar andere talstelsels en statistieken worden verderop besproken.

Exponentiële en logaritmische functies

Zet het getal in het X-register en voer de functie uit — het is niet nodig op **ENTER** te drukken.

Om te berekenen:	Drukt u op:
Natuurlijke logaritme (grondtal e)	
Gewone logaritme (grondtal 10)	
Natuurlijke exponent	
Gewone exponent (anti-logaritme)	

✓ Quotiënt en rest bij deling

U kunt **INT÷** en **Rmdr** gebruiken om het quotiënt of de rest te verkrijgen bij deling van twee gehele getallen.

1. Toets het eerste getal in.
2. Druk op om de twee getallen van elkaar te scheiden.
3. Toets het tweede getal in. (Druk *niet* op .)
4. Druk op de functietoets.

Voorbeeld:

U zoekt het quotiënt en de rest van $58 \div 9$

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
58 9 INT÷	6.0000	Toont het quotiënt.
58 9 Rmdr	4.0000	Toont de rest.

Machtfuncties

Om het kwadraat van een getal te berekenen, toetst u het getal in en drukt u op **x²**.

Om de vierkantswortel van een getal te berekenen, toetst u het getal in en drukt u op **√x**.

Om de derde macht van een getal te berekenen, toetst u het getal in en drukt u op **x³**.

Om de derdemachtswortel van een getal te berekenen, toetst u het getal in en drukt u op $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\sqrt[3]{x}}$.

Om een macht van 10 te berekenen, toetst u de exponent op en drukt u op $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{10^x}$.

- ✓ Met RPN berekent u y in de macht x door y $\boxed{\text{ENTER}}$ x in te toetsen en daarna op $\boxed{y^x}$ te drukken. (Is $y > 0$, dan kan x ieder rationeel getal zijn, is $y < 0$, x moet een oneven geheel getal zijn; is $y = 0$, dan moet x positief zijn.)

Om te berekenen:	Drukt u op:	Resultaat:
15^2	15 $\boxed{x^2}$	225,0000
10^6	6 $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{10^x}$	1.000.000,0000
5^4	5 $\boxed{\text{ENTER}}$ 4 $\boxed{y^x}$	625,0000
$2^{-1,4}$	2 $\boxed{\text{ENTER}}$ 1,4 $\boxed{+/-}$ $\boxed{y^x}$	0,3789
$(-1,4)^3$	1,4 $\boxed{+/-}$ $\boxed{\text{ENTER}}$ $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{x^3}$	-2,7440
$\sqrt{196}$	196 $\boxed{\sqrt{x}}$	14,0000
$\sqrt[3]{-125}$	125 $\boxed{+/-}$ $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\sqrt[3]{x}}$	-5,0000

In de stand berekent u de wortel x van het getal y (de x^{de} wortel van y), door $\boxed{\text{ENTER}}$ x in te typen, gevolgd door $\boxed{\sqrt[y]{x}}$. Is $y < 0$, dan x moet een geheel getal zijn.

Om te berekenen:	Drukt u op:	Resultaat:
$\sqrt[4]{625}$	625 $\boxed{\text{ENTER}}$ 4 $\boxed{\sqrt[y]{x}}$	5,0000
$-1,4\sqrt[3]{37893}$,37893 $\boxed{\text{ENTER}}$ 1,4 $\boxed{+/-}$ $\boxed{\sqrt[y]{x}}$	2,0000

Trigonometrie

π invoeren

Druk op $\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\pi}$ om de eerste 12 cijfers van π in het X-register te zetten.

(Het getoonde getal is afhankelijk van de instelling.) De toets π is een *functie*, en hoeft dan ook niet van een ander getal gescheiden te worden met **ENTER**.

De rekenmachine kan π niet *precies* bepalen, doordat π een irrationeel getal is.

De hoekmodus

De hoekmodus geeft aan welke eenheid verondersteld moet worden bij het reken met hoeken in trigonometrische functies. Door de modus te veranderen beïnvloedt u niet de getallen die al berekend zijn (zie "Conversiefuncties" verderop in dit hoofdstuk)

$$360 \text{ graden} = 2\pi \text{ radialen} = 400 \text{ grads}$$

Om een hoekmodus te kiezen, drukt u op **MODES**. Er wordt een menu getoond waarin u een optie kunt selecteren.

Optie	Omschrijving	Annunciator
{DEG}	Stelt graden in (DEG). Een graad wordt decimaal onderverdeeld, dus niet in minuten en seconden.	geen
{RAD}	Stelt radialen in (RAD).	RAD
{GRAD}	Stelt decimale graden in (GRAD). Er zijn honderd decimale graden in een rechte hoek	GRAD

Trigonometrische functies

Met x op het scherm:

Om te berekenen:	Drukt u op:
Sinus van x.	SIN
Cosinus van x.	COS
Tangens van x.	TAN
Arc sinus van x.	ASIN
Arc cosinus van x.	ACOS
Arc tangens van x.	ATAN

Opmerking



Berekeningen met het irrationale getal π kunnen niet uitgedrukt worden met de 12-cijferige interne precisie van de rekenmachine. Dit komt vooral naar voren bij trigonometrie. Bijvoorbeeld, de berekende sinus van π (radialen) is niet nul maar $-2,0676 \times 10^{-13}$, dat is een zeer klein getal dat weinig verschilt van nul.

Voorbeeld:

Toon aan dat de cosinus van $(5/7)\pi$ radialen overeenkomt met de cosinus van $128,57^\circ$ (in vier significante cijfers).

	Invoer:	Weergave:	Uitleg:
	MODES {RAD}		Stelt radialen in; de annunciator RAD verschijnt.
✓	\cdot 5 \cdot 7 ENTER	0,7143	5/7 in decimale opmaak.
✓	π x COS	-0,6235	$\cos(5/7)\pi$.
	MODES {DEG}	-0,6235	Stelt graden in (geen annunciator).
	128,57 COS	-0,6235	Berekent $\cos 128,57^\circ$, dat is hetzelfde als $\cos(5/7)\pi$.

Opmerking voor programmeurs:

Vergelijkingen met inverse trigonometrische functies om een hoek θ te bepalen, zien er vaak zo uit:

$$\theta = \arctan(y/x).$$

Is $x = 0$, dan is y/x ongedefinieerd, wat in een fout resulteert: **DIVIDE BY 0**. In een programma is het daarom beter te werken θ met een poolcoördinaten, d.w.z. dat (x,y) geconverteerd wordt naar (r,θ) . Zie "Coördinaatconversies" verderop in dit hoofdstuk.

Hyperbolische functies

Met x op het scherm:

Om te berekenen	Drukt u op:
Hyperbolische sinus of x (SINH).	HYP SIN
Hyperbolische cosinus of x (COSH).	HYP COS
Hyperbolische tangens of x (TANH).	HYP TAN
Hyperbolische arc sinus of x (ASINH).	HYP ASIN
Hyperbolische arc cosinus of x (ACOSH).	HYP ACOS
Hyperbolische arc tangens of x (ATANH).	HYP ATAN

Percentagefuncties

De percentagefuncties zijn uitzonderlijk (vergeleken met \times en \div) omdat ze de inhoud van het basisgetal (in het Y-register) bewaren als ze het resultaat van een procentberekening (in het X-register) teruggeven. U kunt daardoor berekeningen uitvoeren op het basisgetal en het resultaat zonder dat u het basisgetal opnieuw hoeft in te voeren.

Om te berekenen	Drukt u op:
$x\%$ of y	y x
Procentuele verandering van y naar x . ($y \neq 0$)	y x

Voorbeeld:

Wat is de BTW van 6% als de prijs exclusief €15,76 is?

Gebruik FIX 2 zodat de weergave correct wordt afgerond voor geldbedragen.



Invoer:

Weergave:

Uitleg:

{FIX} 2

Rondt de weergave af op twee cijfers achter de komma.

15,76

15,76

6

0,95

Berekent 6% BTW.

16,71

Totale prijs (exclusief plus 6% BTW).

Stel dat het artikel van €15,76 vorig jaar €16,12 kostte. Wat is de procentuele verandering in de prijs?




Invoer:	Weergave:	Uitleg:
16,12 ENTER	16.12	
15,76 ↵ %CHG	-2.23	De prijs is nu ongeveer 2,2% lager dan vorig jaar.
DISPLAY {FIX} 4	-2.2333	Herstelt de weergave in FIX 4.

Opmerking



De volgorde van de twee getallen is belangrijk voor de functie %CHG. Hierdoor wordt de procentuele verandering positief of negatief.

Natuurkundige constanten

In het menu CONST vindt u 40 natuurkundige constanten. U vindt ze door op  **CONST** te drukken.







Het menu CONST

Object	Omschrijving	Waarde
{C}	Lichtsnelheid in vacuüm	299792458 m s ⁻¹
{S}	Standaard zwaartekrachtversnelling	9,80665 m s ⁻²
{G}	Gravitatieconstante van Newton	6,673×10 ⁻¹¹ m ³ kg ⁻¹ s ⁻²
{Vm}	Volume van een mol ideaal gas	0,022413996 m ³ mol ⁻¹
{NA}	Constante van Avogadro	6,02214199×10 ²³ mol ⁻¹
{R∞}	Constante van Rydberg	10973731,5685 m ⁻¹
{e}	Elementaire lading	1,602176462×10 ⁻¹⁹ C
{m _e }	Massa van een elektron	9,10938188×10 ⁻³¹ kg
{m _P }	Massa van Planck	1,67262158×10 ⁻²⁷ kg
{m _p }	Massa van een proton	1,67492716×10 ⁻²⁷ kg
{m _μ }	Massa van een muon	1,88353109×10 ⁻²⁸ kg
{k}	Constante van Boltzmann	1,3806503×10 ⁻²³ J K ⁻¹
{ħ}	Constante van Planck	6,62606876×10 ⁻³⁴ J s
{ħ/2}	Constante van Dirac (constante van Planck gedeeld door 2 pi)	1,054571596×10 ⁻³⁴ J s
{Φ ₀ }	Quantum van magnetische flux	2,067833636×10 ⁻¹⁵ Wb
{a ₀ }	Straal van Bohr	5,291772083×10 ⁻¹¹ m
{ε ₀ }	Elektrische constante	8,854187817×10 ⁻¹² F m ⁻¹
{R}	Gasconstante	8,314472 J mol ⁻¹ K ⁻¹
{F}	Constante van Faraday	96485,3415 C mol ⁻¹
{M}	Constante van atomische massa	1,66053873×10 ⁻²⁷ kg
{μ ₀ }	Magnetische constante	1,2566370614×10 ⁻⁶ NA ⁻²
{μ _B }	Bohr magneton	9,27400899×10 ⁻²⁴ J T ⁻¹
{μ _N }	Nucleair magneton	5,05078317×10 ⁻²⁷ J T ⁻¹
{μ _P }	Magnetisch moment van een proton	1,410606633×10 ⁻²⁶ J T ⁻¹

Object	Omschrijving	Waarde
{ μe }	Magnetisch moment van een elektron	$-9,28476362 \times 10^{-24} \text{ J T}^{-1}$
{ μn }	Magnetisch moment van een neutron	$-9,662364 \times 10^{-27} \text{ J T}^{-1}$
{ $\mu \mu$ }	Magnetisch moment van een muon	$-4,49044813 \times 10^{-26} \text{ J T}^{-1}$
{ r_e }	Klassieke straal van een elektron	$2,817940285 \times 10^{-15} \text{ m}$
{ Z_0 }	Karakteristieke impedantie van vacuüm	$376,730313461 \text{ } \Omega$
{ λ_C }	Golflengte van Compton	$2,426310215 \times 10^{-12} \text{ m}$
{ λ_{Cn} }	Compton golflengte van een neutron	$1,319590898 \times 10^{-15} \text{ m}$
{ λ_{Cp} }	Compton golflengte van een proton	$1,321409847 \times 10^{-15} \text{ m}$
{ α }	Fijnstructuurconstante	$7,297352533 \times 10^{-3}$
{ σ }	Constante van Stefan-Boltzmann	$5,6704 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
{ t }	Smeltpunt van water	$273,15$
{ a_{tm} }	Standaard-atmosfeer	101325 Pa
{ γ_P }	Gyromagnetische verhouding van een proton	$267522212 \text{ s}^{-1} \text{ T}^{-1}$
{ C_1 }	Eerste stralingsconstante	$3,74177107 \times 10^{-16} \text{ W m}^2$
{ C_2 }	Tweede stralingsconstante	$0,014387752 \text{ m K}$
{ G_0 }	Conductantiequantum	$7,748091696 \times 10^{-5} \text{ S}$

Referentie: Peter J.Mohr en Barry N.Taylor, CODATA Recommended Values of the Fundamental Physical Constants: 1998, Journal of Physical and Chemical Reference Data, Vol.28, No.6,1999 en Reviews of Modern Physics, Vol.72, No.2, 2000.

Een constante invoegen:

1. Zet de cursor op de plek waar de constante moet komen.
2. Druk op  **CONST** om het menu met constanten te openen.
3. Druk op     (Of druk op  **CONST**) om naar de volgende pagina te gaan, een pagina tegelijk) om door het menu te zoeken tot de gewenste constante onderstreept is. Druk daarna op **ENTER** om de constant in te voegen.

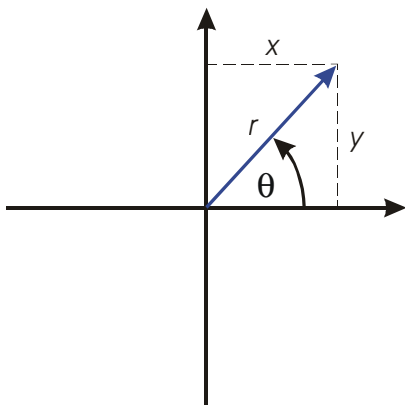
Conversiefuncties

Er zijn vier soorten conversies: coördinaten (polair/rechthoekig), hoek (graden/radialen), tijd (decimaal/minuten-seconden), en eenheid (cm/in, °C/°F, l/gal, kg/lb).

Coördinaatconversies

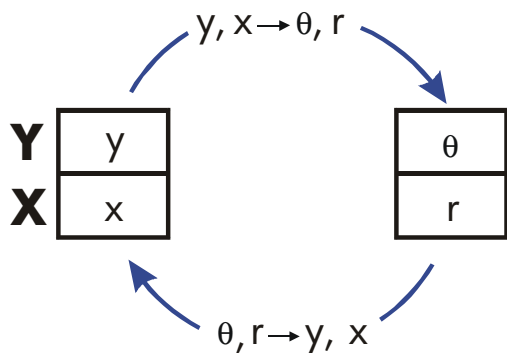
De functienamen voor deze conversies zijn $y,x \rightarrow \theta,r$ en $\theta,r \rightarrow y,x$.

Poolcoördinaten (r, θ) en rechthoekige coördinaten (x, y) worden gemeten zoals in de afbeelding. De hoek θ gebruikt eenheden zoals ingesteld door de huidige hoekmodus. Een berekend resultaat voor θ is tussen -180° en 180° , tussen $-\pi$ en π radialen, of tussen -200 en 200 grads.



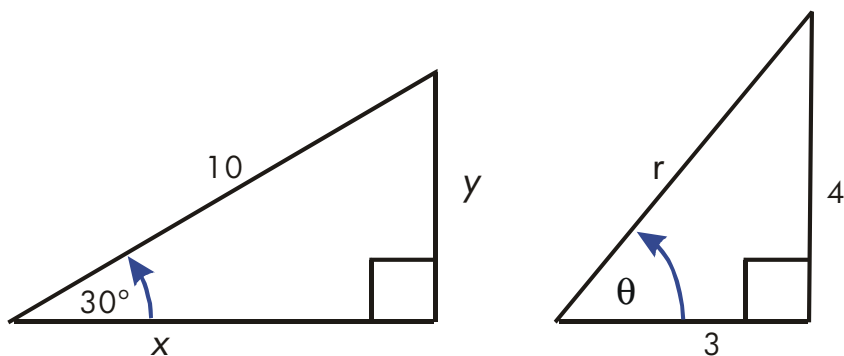
Converteren tussen rechthoekige coördinaten en poolcoördinaten:

1. Geef de coördinaten op (rechthoekig of polair) die u wilt converteren. In RPN is dat y $\boxed{\text{ENTER}}$ x of θ $\boxed{\text{ENTER}}$ r .
2. Voer de gewenste conversie uit: druk op $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\rightarrow \theta, r}$ (van rechthoekig naar polair) of $\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\rightarrow y, x}$ (van polair naar rechthoekig). De geconverteerde coördinaten komen in het X- en Y-register.
3. Op het scherm (het X-register) ziet u r (polair resultaat) of x (rechthoekig resultaat). Druk op $\boxed{x \leftrightarrow y}$ om θ of y te zien.



Voorbeeld: Conversie van polair naar rechthoekig.

Er wordt gevraagd naar de zijden x en y van de linker driehoek en naar de hypotenusa r en de hoek θ van de rechter driehoek.



Invoer:

Weergave:

Uitleg:

- ✓
 [MODES] {DEG}
 30 [ENTER] 10 [↔] [→y,x]
 [x↔y]
- ✓
 4 [ENTER] 3 [↔] [→θ,r]
 [x↔y]

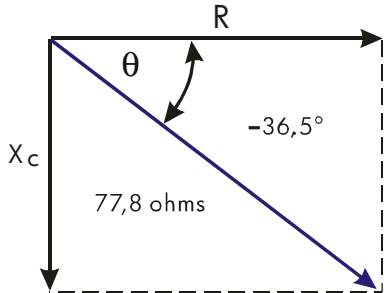
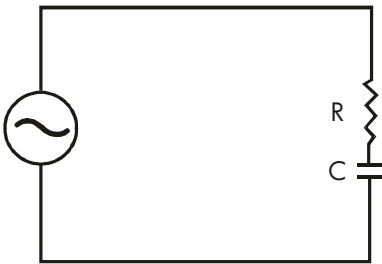
8,6603
 5,0000
 5,0000
 53,1301

Stelt graden in.
 Berekent x .
 Toont y .
 Berekent de hypotenusa (r).
 Toont θ .

Voorbeeld: Conversie met vectoren.

Ingenieur P.C. Bord heeft vastgesteld dat in het getoonde RC-circuit de totale impedantie 77,8 ohm is en dat de spanning 36,5 ° naitjt op de stroom. Wat is de waarde van weerstand R en capacatieve reactantie X_C in het circuit?

Gebruik het getoonde vectordiagram, met een impedantie gelijk aan de polaire grootte, r , en als hoek, θ , de waarde die de spanning naitjt. Worden de waarden geconverteerd naar rechthoekige coördinaten, dan is x de weerstand R in ohm en y de reactantie X_C in ohms.



Invoer:

Weergave:

Uitleg:

	[MODES] {DEG}	
✓ 36,5	[+/-] [ENTER]	-36,5000
77,8		77,8_
	[>] [<->]	62,5401
	[<->]	-46,2772





- Stelt graden in.
- Geeft θ , hoek waarin de spanning naitjt.
- Geeft r , de totale impedantie.
- Berekent x , weerstand in ohm, R.
- Toont y , reactantie in ohm, X_C .

Meer geavanceerde bewerkingen met vectoren (optellen, aftrekken, inwendig en uitwendig product) vindt u onder "Vectorbewerkingen" in hoofdstuk 15, "Wiskundige programma's"

Tijdconversies

Waarden voor tijd (in uren, H) of hoeken (in graden, D) kunnen geconverteerd worden van decimale weergave ($H.h$ of $D.d$) naar minuten en seconden ($H.MMSSss$ of $D.MMSSss$) met de toetsen **[<->]** **[<->HR]** en **[>]** **[<->HMS]**.

Converteren tussen decimale breuken en minuten–seconden:

1. Geef de tijd of de hoek op (in decimale vorm of als minuten en seconden) die u wilt converteren.
2. Druk op   of  . Het resultaat wordt getoond.

Voorbeeld: Conversie van tijd.





Hoeveel minuten en seconden zijn er in $1/7$ van een uur? Gebruik FIX 6 voor het antwoord.

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
 {FIX} 6		Stelt FIX 6 in.
 1  7	$0\ 1/7_$	$1/7$ als decimale breuk.
 	$0,083429$	Komt overeen met 8 minuten en 34,29 seconden.
 {FIX} 4	$0,0834$	Herstelt FIX 4.

Hoekconversies

Converteert u naar radialen, dan wordt verondersteld dat er graden in het X-register staan. Converteert u naar graden, dan wordt verondersteld dat er radialen in het X-register.

Een hoek converteren tussen graden en radialen:

1. Geef de hoek op (in graden met een *decimale* indeling of in radialen) die u wilt converteren.
2. Druk op   of  . Het resultaat wordt getoond.

Eenheidsconversies

De HP 33s heeft acht eenheidsconversies op het toetsenbord: $\rightarrow\text{kg}$, $\rightarrow\text{lb}$, $\rightarrow\text{°C}$, $\rightarrow\text{°F}$, $\rightarrow\text{cm}$, $\rightarrow\text{in}$, $\rightarrow\text{l}$, $\rightarrow\text{gal}$.

Om:	Te converteren naar:	Drukt u op:	Getoond resultaat:
1 lb	kg	1 kg	0,4536 (kilogram)
1 kg	lb	1 lb	2,2046 (Engels pond)
32 °F	°C	32 °C	0,0000 (°C)
100 °C	°F	100 °F	212,0000 (°F)
1 in	cm	1 cm	2,5400 (centimeter)
100 cm	in	100 in	39,3701 (inch)
1 gal	l	1 l	3,7854 (liter)
1 l	gal	1 gal	0,2642 (gallon)

Waarschijnlijkheidsfuncties

Faculteit

Om de faculteit van een niet- negatief geheel getal te berekenen, ($0 \leq x \leq 253$), drukt u op (met linkershift).

Gamma


Om de *gammafunctie* van een gebroken getal te berekenen x , $\Gamma(x)$, toets u $(x - 1)$ en drukt u op . De functie $x!$ berekent $\Gamma(x + 1)$. De waarde van x kan niet een negatief geheel getal zijn.

Waarschijnlijkheid


✓ Combinaties

Om het aantal mogelijke verzamelingen van n objecten te bepalen waarvan u er r tegelijk neemt, toets u eerst n in, , en daarna r (alleen niet negatieve gehele getallen). Geen object kan meer dan eens in een verzameling voorkomen en verschillende volgordes van dezelfde r objecten gelden niet als verschillend.


✓ Permutaties

Om het aantal mogelijke indelingen van n objecten te bepalen waarvan u er r tegelijk neemt, toetst u eerst n in,  `nPr`, en daarna r (alleen niet negatieve gehele getallen). Geen object kan meer dan eens in een indeling voorkomen en verschillende volgorde van dezelfde r objecten gelden als verschillend.

Seed

Om het getal in x te gebruiken als nieuwe seed voor de generator van willekeurige getallen, drukt u op  `SEED`.


Willekeurige getallen

Om een willekeurig getal te genereren in het bereik $0 \leq x < 1$, drukt u op  `RAND`. (Het resultaat wordt bekend door een uniform gedistribueerde pseudo-randomgenerator. Het voldoet aan de spectraal test van D. Knuth, *The Art of Computer Programming*, vol. 2, *Seminumerical Algorithms*, vol. 2, London: Addison Wesley, 1981.)





De `RANDOM`-functie gebruikt een seed om een willekeurig getal te genereren. Ieder getal wordt vervolgens de seed voor het volgende getal. Een reeks willekeurige getallen kan dus herhaald worden door steeds met dezelfde seed te beginnen. U kunt een nieuwe seed opgeven met de functie `SEED`. Wordt het geheugen schoongemaakt, dan wordt de seed nul gemaakt. Is de seed nul, dan genereert de rekenmachine zelf een seed.

Voorbeeld: Combinaties van personen.

Bij een bedrijf werken 14 vrouwen en 10 mannen. Er wordt een veiligheidscommissie van zes personen gevormd. Op hoeveel manieren kan dat?

✓ Invoer:	Weergave:	Uitleg:
24  6	6_	Vierentwintig personen waarvan er zes tegelijk gegroepeerd worden.
 <code>nCr</code>	134.596.0000	Totaal aantal mogelijke combinaties.



Worden de medewerkers willekeurig gekozen, hoe groot is dan de kans dat de commissie uit zes vrouwen bestaat? Om de *waarschijnlijkheid* van zo'n gebeurtenis te vinden, delen we het aantal combinaties dat eraan voldoet door het totaal aantal combinaties.

✓ Invoer:	Weergave:	Uitleg:
14  6	6_	Uit veertien personen worden er zes tegelijk gekozen.
 nCr	3.003,0000	Aantal combinaties van zes vrouwen in de commissie.
 X↔Y	134.596,0000	Totaal aantal combinaties terug in het X-register.
 ÷	0.0223	Deelt combinaties met alleen vrouwen door het totaal aantal. Het resultaat is de waarschijnlijkheid dat een combinatie alleen uit vrouwen bestaat.



Delen van getallen

Deze functies worden voornamelijk bij programmering gebruikt.



Het gehele deel

Om het deel achter de komma van x te verwijderen en te vervangen door nul, drukt u op  . (Bijvoorbeeld, het getal 14,2300 verandert dan in 14,0000.)



Het gebroken deel

Om het deel vóór de komma van x te verwijderen en door nul te vervangen, drukt u op  . (Bijvoorbeeld, het gebroken deel van 14,2300 is 0,2300)



Absolute waarde

Om de absolute waarde van x te bepalen, drukt u op  .



Teken



Om het teken van x te bepalen, drukt u op  . Is x negatief, dan verschijnt er $-1,0000$; if x nul, dan wordt het $0,0000$; en is x positief, dan verschijnt er $1,0000$.

Grootste gehele getal


Om het grootste gehele getal te vinden dat niet groter is dan x , drukt u op  .

Voorbeeld:

Om te berekenen:	Drukt u op	Weergave:
Het gehele deel van 2,47	2,47  	2,0000
Het gebroken deel van 2,47	2,47  	0,4700
De absolute waarde van -7	7   	7,0000
Het teken van 9	9  	1,0000
Het grootste gehele getal dat niet meer is dan $-5,3$	5,3   	$-6,0000$









De functie RND ( ) rondt x intern af tot het aantal cijfers dat bepaald wordt door de weergave op het scherm. (Intern wordt een getal voorgesteld door 12 cijfers.) Zie hoofdstuk 5 voor het gedrag van RND bij het weergeven van een breuk.

Namen van functies

Wellicht hebt u opgemerkt dat de naam van een functie op het scherm verschijnt als u de toets ingedrukt houdt. U ziet de naam tot u de toets loslaat. Bijvoorbeeld, als u op  drukt, verschijnt er SIN op het scherm. "SIN" is de naam van de functie zoals die ook verschijnt in programmaregels (en gewoonlijk in vergelijkingen).


Breuken

"Breuken" in hoofdstuk 1 leerde u hoe u breuken kunt invoeren, weergeven en hoe er berekeningen mee uitvoert:

- Om een breuk in te voeren, drukt u twee keer op  twice — na het gehele deel, en tussen de teller en de noemer. Om $2\frac{3}{8}$ in te voeren, drukt u op 2  3  8. om $\frac{5}{8}$, in te voeren, drukt u op  5  8 of 5   8.
- Om weergave van breuken aan en uit te zetten, drukt u op  **FDISP**. Zet u de weergave van breuken uit, dan gaat de weergave terug naar de vorige stand. (Met FIX, SCI, ENG en ALL zet u de weergave van breuken ook uit.)
- Functies werken net zo goed met breuken als met gewone decimale getallen — met uitzondering van RND, dat later in dit hoofdstuk wordt besproken.




Dit hoofdstuk vertelt u meer over het gebruik en de weergave van breuken.

Breuken invoeren

Bijna ieder getal kunt u ook als breuk invoeren –zelfs een ontaalde breuk, waarin de teller groter is dan de noemer. De rekenmachine toont echter  als u deze twee beperkingen overtreedt:

- Het gehele deel en de teller mogen samen niet meer dan twaalf cijfers beslaan.
- De noemer mag niet meer dan 4 cijfers beslaan.

Voorbeeld:

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
 FDISP		Zet de weergave van breuken aan.
1,5 ENTER	1 1/2	Invoer van 1,5; getoond als breuk.
1 . 3 . 4 ENTER	1 3/4	Invoer van 1 3/4.
 FDISP	1,7500	x wordt als decimaal getal getoond.
 FDISP	1 3/4	x wordt als breuk getoond.

Krijgt u niet hetzelfde resultaat als in het voorbeeld, dan hebt u misschien iets veranderd aan de wijze waarop breuken worden weergegeven. (zie "De weergave van breuken veranderen" verderop in dit hoofdstuk.)

Hierna geven we meer voorbeelden van geldige en ongeldige breuken.

Breuken kunnen alleen worden getypt als de rekenmachine decimaal is ingesteld 10 —dit is het normale talstelsel. In hoofdstuk 10 leest u hoe u het talstelsel verandert.

Breuken op het scherm

Hebt u de rekenmachine ingesteld om breuken weer te geven, dan wordt een getal intern nog steeds opgeslagen als een decimaal getal, maar het wordt weergegeven als een breuk, zo nauwkeurig mogelijk. Verder ziet u annunciators die de richting tonen van de onnauwkeurigheid van de breuk, vergeleken met de decimale waarde van 12 cijfers. (De meeste statistische registers zijn uitzonderingen — deze worden altijd decimaal getoond.)

Regels voor de weergave

De breuk die u ziet, kan anders zijn dan de breuk die u invoert. De standaardinstelling is dat de rekenmachine een breuk toont volgens de volgende regels. (Hoe u de regels verandert, leest u in "De weergave van breuken veranderen" verderop in dit hoofdstuk.)

- Het getal heeft een geheel deel en zonodig een breuk waarin de noemer minder is dan de teller.
- De noemer is niet groter dan 4095.

- De breuk is zo ver mogelijk vereenvoudigd.

Voorbeelden:

Hier volgen voorbeelden van waarden die u opgeeft, en de daaruit resulterende weergave. Ter vergelijking ziet u ook de 12-cijferige interne waarde. De annunciators ▲ en ▼ in de laatste kolom worden hieronder uitgelegd.

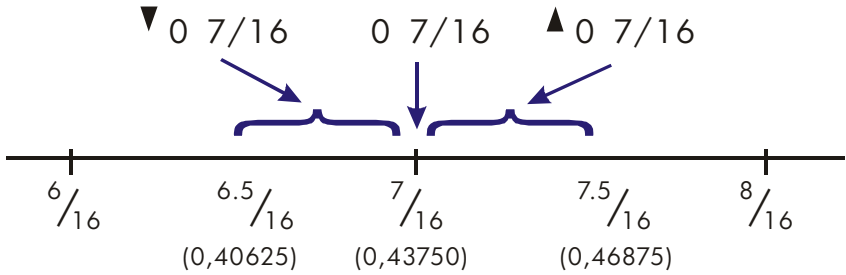
Ingevoerde waarde	Interne waarde	Getoonde breuk
$2 \frac{3}{8}$	2,3750000000	2 $\frac{3}{8}$
$14 \frac{15}{32}$	14,4687500000	14 $\frac{15}{32}$
$54 \frac{1}{12}$	4,5000000000	4 $\frac{1}{2}$
$6 \frac{18}{5}$	9,6000000000	9 $\frac{3}{5}$
$34 \frac{1}{12}$	2,8333333333	2 $\frac{5}{6}$ ▼
$15 \frac{1}{8192}$	0,00183105469	0 $\frac{7}{3823}$ ▲
12345678 $12345/3$	(verboden invoer)	▲
$16 \frac{3}{16384}$	(verboden invoer)	▲

Nauwkeurighedsannunciators

De nauwkeurigheid van een weergegeven breuk blijkt uit de annunciators ▲ en ▼ rechts in het scherm. De rekenmachine vergelijkt de waarde van het interne 12-cijferige nummer met de waarde van de getoonde breuk:

- Ziet u geen annunciator, dan komt de 12-cijferige waarde precies overeen met de waarde van de getoonde breuk.
- Ziet u ▼, dan is de interne waarde iets minder dan de getoonde breuk— de *juiste* noemer is niet meer dan 0,5 *minder* dan de getoonde noemer.
- Ziet u ▲, dan is het gebroken deel van het interne getal van 12 cijfers iets groter dan de getoonde breuk — de *exacte* teller is hoogstens 0,5 *meer* dan de getoonde teller.

Hier ziet u hoe de getoonde breuk verband houdt met nabijgelegen waarden — ▲ betekent dat de juiste noemer "iets meer" is dan de getoonde noemer, en ▼ betekent dat de juiste noemer "iets minder" is.



Dit is vooral belangrijk als u de regels verandert volgens welke een breuk wordt weergegeven. (Zie "De weergave van breuken veranderen" verderop.) Bijvoorbeeld, als u eist dat alle breuken de noemer 5 hebben, dan zal $\frac{2}{3}$ worden getoond als $\frac{3}{5}$ omdat de juiste breuk ongeveer $\frac{3,3333}{5}$ is, "iets meer" dan $\frac{3}{5}$. En, $-\frac{2}{3}$ wordt getoond als $-\frac{3}{5}$ omdat de echte noemer "iets meer" is dan 3.

Soms ziet u een annunciator die u niet verwacht. Bijvoorbeeld, als u $2 \frac{2}{3}$ invoert, ziet u $2 \frac{2}{3}$, hoewel dat precies de juiste waarde is. De rekenmachine vergelijkt altijd de getoonde breuk met de interne waarde van 12 cijfers. Heeft de interne waarde een geheel gedeelte, dan is het gedeelte achter de komma korter dan 12 cijfers en het kan onmogelijk overeenkomen met een breuk die alle 12 cijfers gebruikt.

Langere breuken

Is de breuk te lang om op het scherm te passen, dan staat er ... aan het begin. Voor de breuk zelf is altijd ruimte — de puntjes geven aan dat het gehele deel niet volledig getoond is. Om het gehele deel te zien (en de decimale breuk, houdt u $\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\text{SHOW}}$ ingedrukt (Het is niet mogelijk de breuk horizontaal te laten bewegen.)

Voorbeeld:

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
14 $\boxed{e^x}$...2604 888/3125	Berekent e^{14} .
$\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\text{SHOW}}$	1202604,28416	Toont alle decimale cijfers.
$\boxed{\text{STO}}$ A	...2604 888/3125	Slaat waarde op in A.

 VIEW A

R=

Bekijkt A.

...2604 888/3125

0

Wist x.

De weergave van breuken veranderen

In de standaardinstelling toont de rekenmachine een breuk volgens bepaalde regels. (Zie "Regels voor de weergave" eerder in dit hoofdstuk.) U kunt de regels echter veranderen als u breuken op een andere manier wilt weergeven:







- U kunt een maximum instellen voor de getoonde noemer.
- U kunt een van de drie indelingen kiezen.

Hierna bespreken we hoe u de weergave verandert.

Een maximum voor de noemer opgeven

Bij iedere breuk kiest de rekenmachine een noemer die afhangt van de opgeslagen waarde. Schrijft u een breuk als $a/b/c$, dan is $/c$ de waarde die de noemer bepaalt.

De waarde van $/c$ bepaalt alleen het *maximum* van de noemer bepaalt alleen het *maximum* van de noemer die bij de weergave wordt gebruikt— de noemer die in werkelijkheid wordt gebruikt hangt af van de waarde van de breuk (zie hierna).

- Om de waarde van $/c$ op te geven, drukt u op n  , waarin n de maximaal toelaatbare noemer is. n kan niet hoger zijn dan 4095. Hiermee zet u ook de weergave van breuken aan.
- Om de waarde van $/c$ in het X-register op te roepen, drukt u op 1  .
- Om de standaardwaarde van 4095 te herstellen, drukt u op 0  . (U kunt ook 4095 of een grotere waarde opgeven.) Ook hiermee zet u de weergave van breuken aan.

De functie $/c$ gebruikt de absolute waarde van het gehele getal in het X-register. De inhoud van LAST X wordt niet veranderd.

De weergave van een breuk kiezen

De rekenmachine kan breuken op drie manieren weergeven. Afgezien daarvan zal de rekenmachine altijd de meest nauwkeurige benadering tonen, binnen de door u opgegeven regels.

- **Nauwkeurigste breuk.** Een breuk kan iedere noemer hebben met de waarde van $/c$ als maximum, en hij wordt zo veel mogelijk vereenvoudigd. Als u bezig bent met wiskundeconcepten waaraan breuken te pas komen, dan zult u iedere mogelijke noemer willen zien. De waarde van $/c$ is dan 4095. Dit is de standaardwaarde.
- **Factoren van noemer.** Breuken kunnen alleen een noemer hebben die een factor is van waarde van $/c$, en ze worden zo veel mogelijk vereenvoudigd. Bijvoorbeeld, als u aandelenkoersen berekent, dan wilt u waarden zien als $53 \frac{1}{4}$ en $37 \frac{7}{8}$ ($/c$ is 8). En als $/c$ 12 is, dan zijn mogelijke noemers 2, 3, 4, 6 en 12.
- **Vaste noemer.** Breuken worden altijd getoond met de waarde van $/c$ als noemer— zonder te vereenvoudigen. Als u werkt met tijden, dan zult u waarden willen zien als $1 \frac{25}{60}$ ($/c$ is 60).

Om de weergave van een breuk te kiezen, moet u de toestand van twee *flags* veranderen. Iedere flag kan gezet of gewist zijn, en in een geval is de toestand van flag 9 niet van belang.

Om deze weergave te krijgen:	Verandert u deze flags	
	8	9
Nauwkeurigste breuk	Gewist	—
Factoren van noemer	Gezet	Gewist
Vaste noemer	Gezet	Gezet

U kunt de flags 8 en 9 en daarmee de weergave van een breuk beïnvloeden. (Flags zijn vooral in programma's handig en worden daarom gedetailleerd behandeld in hoofdstuk 13.)

1. Druk op  **FLAGS** om het flagmenu te openen.

2. Om een flag te zetten, drukt u op {SF} en geeft u het nummer van de flag op, bijvoorbeeld 8. Om een flag te wissen, drukt u op {CF} en toetst u het nummer van de flag in. Wilt u de waarde van een flag zien, druk dan op {FS?} en toets het nummer van de flag in. Druk op **C** of **←** om te reageren op YES of NO.

Voorbeelden van getoonde breuken

De volgende tabel toont hoe het getal 2,77 eruit ziet in de drie manieren van weergave met twee waarden van /c.

Gewenste weergave	Hoe 2,77 wordt getoond	
	/c = 4095	/c = 16
Nauwkeurigste breuk	2 77/100 <small>(2,7700)</small>	2 10/13▲ <small>(2,7692)</small>
Factoren van noemer	2 1051/1365▲ <small>(2,7699)</small>	2 3/4▲ <small>(2,7500)</small>
Vaste noemer	2 3153/4095▲ <small>(2,7699)</small>	2 12/16▲ <small>(2,7500)</small>

De volgende tabel toont hoe verschillende getallen worden weergegeven als /c een waarde heeft van 16.

Gewenste weergave*	Ingevoerd getal en weergegeven breuk				
	2	2,5	2 2/3	2,9999	2 ¹⁶ /25
Nauwkeurigste breuk	2	2 1/2	2 2/3▲	3▼	2 9/14▼
Factoren van noemer	2	2 1/2	2 11/16▼	3▼	2 5/8▲
Vaste noemer	2 0/16	2 8/16	2 11/16▼	3 0/16▼	2 10/16▲

* Waarbij /c de waarde 16 heeft.

Voorbeeld:

Stel dat een aandeel momenteel de waarde $48 \frac{1}{4}$ heeft. Het zakt met $2 \frac{5}{8}$, wat is dan de nieuwe waarde? En wat is 85 procent van die waarde?

Invoer:

FLAGS {SF} 8 **↵**

FLAGS {CF} 9

Weergave:

Uitleg:

Stelt flag 8 in en wist flag 9, zodat de weergave met factoren van de noemer wordt gevraagd.

8

Geeft aan dat de breuk in stappen van $1/8$ moet worden getoond.

48 1 4

48 $1/4$

De startwaarde.

2 5 8

45 $5/8$

Trek de verandering ervan af.

85

38 $3/4$

▲ Neem 85 procent en rond af op een veelvoud van $1/8$.

Breuken afronden

Worden breuken als breuken weergegeven, dan converteert de functie RND het getal in het X-register tot de dichtstbijzijnde decimale weergave van de breuk. Er wordt afgerond volgens de huidige waarde van $1/c$ en de toestand van de flags 8 en 9. De nauwkeurighedsannunciator wordt uitgezet als het resultaat precies overeenkomt met de decimale weergave van de breuk. Anders blijft de nauwkeurighedsannunciator aanstaan (Zie "Nauwkeurighedsannunciators" eerder in dit hoofdstuk).

In een vergelijking of programma zal de functie RND afronden op een breuk als weergave van breuken actief is.

Voorbeeld:

Stel dat u een ruimte hebt van $56 \frac{3}{4}$ cm die u in zes gelijke stukken wilt verdelen. Hoe breed is ieder deel, als u kunt meten met een nauwkeurigheid van $1/16$ cm? Hoe groot is de cumulatieve fout?

Invoer:

16

Weergave:

56 $3/4$

9 $7/16$ ▲

9 $7/16$

Uitleg:

Zorgt voor weergave in stappen van $1/16$ cm. (Flags 8 en 9 moeten hetzelfde zijn als in het vorige voorbeeld.)

Slaat de afstand op in *D*.

De stukken zijn iets breder dan $9 \frac{7}{16}$ cm.

De breedte wordt hierop afgerond.

56 3 4 D

6



✓	6		$56 \frac{5}{8}$	Breedte van de zes stukken.
✓		D	$-0 \frac{1}{8}$	De cumulatieve fout.
		FLAGS {CF} 8	$-0 \frac{1}{8}$	Wist flag 8.
		FDISP	$-0,1250$	Zet weergave van breuken uit.

Breken in vergelijkingen

Voert u een vergelijking in, dan kunt u een getal niet als breuk invoeren. Wordt een vergelijking weergegeven, dan zien alle numerieke waarden eruit als decimale nummers. Weergave van breuken wordt genegeerd.

Evalueert u een vergelijking en wordt er gevraagd om een waarde, dan kunt u een breuk invoeren. De waarde wordt getoond volgens de huidige instelling van de weergave.

Zie hoofdstuk 6 voor informatie over het werken met vergelijkingen.

Breken in programma's

Voert u een programma in, dan kunt u een getal als breuk invoeren – maar het wordt direct naar decimaal geconverteerd. Alle numerieke waarden in een programma worden decimaal getoond. Weergave van breuken wordt genegeerd.

Wordt een programma uitgevoerd, dan worden de waarden getoond volgens de gewenste instelling. Wordt er door een INPUT-instructie om een waarde gevraagd, dan mag u die invoeren zoals u wilt, ongeacht de instelling van de weergave.

Een programma kan de weergave van breuken veranderen met de functie /c functie en door de flags te veranderen 7, 8, en 9. Flag 7 zet de weergave van breuken aan – FDISP is niet programmeerbaar. Zie "Flags" in hoofdstuk 13.

Zie hoofdstuk 12 en 13 voor informatie over het werken met programma's.

Vergelijkingen invoeren en evalueren

Hoe u vergelijkingen kunt gebruiken

U kunt op diverse manieren vergelijkingen gebruiken op de HP 33s:








- Om een vergelijking op te geven om te evalueren (dit hoofdstuk).
- Om een vergelijking op te geven die moet worden opgelost voor onbekende waarden (hoofdstuk 7).
- Om een functie op te geven die geïntegreerd moet worden (hoofdstuk 8).

Voorbeeld: Rekenen met een vergelijking.

Stel dat u vaak de inhoud moet berekenen van een stukje pijp. De vergelijking is

$$V = ,25 \pi d^2 l$$

Hierin is d de binnendiameter van de pijp, en l de lengte.

- ✓ U zou de vergelijking steeds weer opnieuw kunnen invoeren. Bijvoorbeeld , 25     2,5   16  waarmee u de inhoud berekent van een pijp met een lengte van 16 centimeter en een diameter van $2\frac{1}{2}$ centimeter (78,5398 kubieke centimeter). Door echter een vergelijking op te slaan, zal de HP 33s de relatie tussen diameter, lengte en inhoud onthouden, zodat u er steeds weer gebruik van kunt maken.

Zet de rekenmachine in de vergelijkingenstand en geef de vergelijking op met de volgende procedure:

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
$\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\text{EQN}}$	EQN LIST TOP van de huidige vergelijking	Selecteert de vergelijkingenstand, wat blijkt uit de annunciator EQN .
$\boxed{\text{RCL}}$	■	Begint een nieuwe vergelijking. De cursor "■" voor invoer van een vergelijking verschijnt. $\boxed{\text{RCL}}$ zet de annunciator A..Z aan, zodat u een naam van een variabele kunt intoetsen.
V $\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{=}$	V=■	$\boxed{\text{RCL}}$ V typt V en verplaatst de cursor naar rechts.
,25	V= 0,25_	Bij invoer van cijfers wordt de cursor "_" voor cijferinvoer gebruikt.
$\boxed{\times}$ $\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\pi}$ $\boxed{\times}$	V=0,25 $\times\pi\times$ ■	$\boxed{\times}$ beëindigt het getal en herstelt de cursor "■".
$\boxed{\text{RCL}}$ D $\boxed{y^x}$ 2	V=0,25 $\times\pi\times 0^2_$	$\boxed{y^x}$ typt \wedge .
$\boxed{\times}$ $\boxed{\text{RCL}}$ L	V=0,25 $\times\pi\times 0^2\times L$ ■	
$\boxed{\text{ENTER}}$	V=0,25 $\times\pi\times 0^2\times L$	Beëindigt de invoer en toont de vergelijking.
$\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\text{SHOW}}$	CK=49CA LN=14	Toont de controlesom en de lengte van de vergelijking, zodat u de invoer kunt controleren.

Door de controlesom en de lengte van de vergelijking te vergelijken met het voorbeeld, weet u of u de vergelijking correct hebt ingevoerd. (Zie "Vergelijkingen controleren" aan het einde van dit hoofdstuk voor meer informatie.)

















Evalueer de vergelijking (om V te berekenen):

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
ENTER	$D?$ <i>waarde</i>	Er wordt gevraagd om variabelen aan de rechterkant van de vergelijking. Er wordt eerst om D gevraagd; de waarde is de huidige waarde van D .
2 · 1 · 2	$D?$ $2 \frac{1}{2}$ _	Geef $2 \frac{1}{2}$ cm op als een breuk.
R/S	$L?$ <i>waarde</i>	D wordt opgeslagen, er wordt om L gevraagd, de waarde is de huidige waarde van L .
16 R/S	$V=$ 78,5398	L wordt opgeslagen; V wordt berekend in kubieke centimeters. Het resultaat wordt in V opgeslagen.

Samenvatting van bewerkingen in vergelijkingen

Alle vergelijkingen die u maakt worden opgeslagen in de lijst van vergelijkingen. Deze lijst ziet u als u de vergelijkingenstand activeert.

U gebruikt bepaalde toetsen om bewerkingen met vergelijkingen uit te voeren. Deze worden verderop besproken.

Toets	Bewerking
 EQN 	<p>Opent en sluit de vergelijkingenstand. .</p> <p>Evalueert de getoonde vergelijking. Is de vergelijking een <i>toekening</i>, dan wordt de rechterzijde geëvalueerd en het resultaat opgeslagen in de variabele aan de linkerkant. Is de vergelijking een <i>gelijkheid</i> of <i>expressie</i>, dan wordt de waarde berekend als XEQ. (Zie "Soorten vergelijkingen" verderop in dit hoofdstuk.)</p>
	<p>Evalueert de getoonde vergelijking. Berekent de waarde en vervangt "=" door "-" als er een "=" is.</p>
	<p>Lost de getoonde vergelijking op voor de door u opgegeven onbekende variabele. (Zie hoofdstuk 7.)</p>
 	<p>Integreert de getoonde vergelijking naar de door u opgegeven variabele. (Zie hoofdstuk 8.)</p>
	<p>Hiermee kunt u de getoonde vergelijking gaan bewerken. Drukt u daarna weer op deze toets dan wordt de meest rechtse functie of variabele verwijderd.</p>
 CLEAR	<p>Verwijdert de getoonde vergelijking uit de lijst van vergelijkingen.</p>
 of 	<p>Bladert op en neer door de lijst van vergelijkingen.</p>
 	<p>Gaat naar de bovenste regel van de lijst van vergelijkingen of de programmalijs.</p>
 	<p>Gaat naar de laatste regel van de lijst van vergelijkingen of de programmalijs.</p>
 SHOW	<p>Toont de controlesom (ter verificatie) en lengte (aantal bytes) van de getoonde vergelijking.</p>
	<p>Verlaat de vergelijkingenstand.</p>

U kunt ook vergelijkingen gebruiken in programma's. Dit wordt in hoofdstuk 12 behandeld.

Vergelijkingen aan de lijst van vergelijkingen toevoegen

De *lijst van vergelijkingen* is een verzameling van vergelijkingen die u hebt ingevoerd. De lijst is opgeslagen in het geheugen van de rekenmachine. Iedere vergelijking die u opgeeft wordt automatisch aan de lijst toegevoegd.

Een vergelijking invoeren:

1. Zorg ervoor dat de rekenmachine in de normale bedrijfsstand staat, meestal met een getal op het scherm. U bekijkt dus niet de catalogus van variabelen of programma's.
2. Druk op **[\rightarrow] [EQN]**. De annunciator **EQN** laat zien dat u nu in de vergelijkingenstand staat. Een van de vergelijkingen in de lijst staat op het scherm.
3. Begin een vergelijking te typen. De vergelijking op het scherm wordt nu vervangen door de vergelijking die u typt— de vorige vergelijking wordt echter niet beïnvloed. Maakt u een fout, druk dan op **[\leftarrow]** om te corrigeren. U kunt op iedere regel 255 tekens invoeren.
4. Druk op **[ENTER]** om de vergelijking te voltooien en deze op het scherm te zien. De vergelijking wordt automatisch in de lijst opgeslagen— direct na de vergelijking die u zag voorat u begon met typen. (Drukt u in plaats daarvan op **[C]**, dan wordt de vergelijking opgeslagen en de vergelijkingenstand beëindigd.)

Vergelijkingen kunnen variabelen, getallen, functies en haakjes bevatten. Ze worden hierna besproken. Het volgende voorbeeld illustreert deze elementen.

Variabelen in vergelijkingen

U kunt elk van de 28 variabelen van de rekenmachine in een vergelijking gebruiken: A tot en met Z, i en **(i)**. Iedere variabele kunt u zo vaak gebruiken als u wilt. (Voor informatie over **(i)**, zie "Variabelen en Labels indirect adresseren" in hoofdstuk 13.)

Om een variabele in een vergelijking op te nemen, drukt u op **[RCL] variabele** (of **[STO] variabele**). Drukt u op **[RCL]**, dan verschijnt de annunciator **A..Z** om aan te geven dat u een naam moet opgeven voor de vergelijking.

Getallen in vergelijkingen

U kunt ieder geldig getal in een vergelijking opnemen, maar geen breuken en geen getallen die niet het grondtal hebben. Getallen worden altijd getoond met de weergave, , dus met 12 cijfers.

Om een getal in een vergelijking op te nemen, gebruikt u de gewone cijfertoetsen, inclusief $\frac{\square}{\square}$, $\frac{\square}{\square}$ en $\frac{\square}{\square}$. Druk alleen op $\frac{\square}{\square}$, nadat u een of meer cijfers hebt ingetoetst. Gebruik $\frac{\square}{\square}$ niet om af te trekken.

Begint u een getal in te voeren, dan verandert de cursor van "■" in "_". De cursor verandert weer terug als u een niet-numerieke toets indrukt.

Functies in vergelijkingen

U kunt veel van de functies van de HP 33s in een vergelijking gebruiken. Een volledige lijst staat onder "Vergelijkingfuncties" verderop in dit hoofdstuk. U vindt ze ook in aanhangsel G, "Index van bewerkingen".





Toetst u een vergelijking in, dan typt u functies op ongeveer dezelfde manier als wanneer u ze in gewone algebraïsche vergelijkingen gebruikt:

- In een vergelijking staan sommige functies gewoonlijk *tussen* de argumenten, bijvoorbeeld "+" en "÷". Zulke *infix*-operators typt u in een vergelijking in dezelfde volgorde.
- Andere functies hebben een of meer argumenten *na* de naam van de functie, zoals "COS" en "LN". Zulke *prefix*-functies typt u in een vergelijking op de plek waar de functie voorkomt – er verschijnt dan een linker haakje en daarna kunt u de argumenten intoetsen.

Bestaat de functie uit twee of meer argumenten, druk dan op $\frac{\square}{\square}$ (op de toets $\frac{\square}{\square}$) om ze te scheiden.


















Wordt de functie door andere bewerkingen gevolgd, druk dan op $\frac{\square}{\square}$ $\frac{\square}{\square}$ om de argumenten van de functie te voltooien.

Haakjes in vergelijkingen

U kunt haakjes gebruiken om te bepalen in welke volgorde de bewerkingen worden uitgevoerd. Druk op   en   om haakjes toe te voegen. (Meer informatie vindt u in "Volgorde van bewerkingen" verderop in dit hoofdstuk.)

Voorbeeld: Een vergelijking invoeren.




Voer deze vergelijking in: $r = 2 \times c \times \cos(t - a) + 25$.

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
 EQN	$V=0,25 \times \pi \times D^2 \times L$	Toont de laatste vergelijking die in de lijst staat.
 R  	R=■	Maakt een nieuwe vergelijking met de variabele R.
2	R= 2_	Voer een getal in. De cursor verandert in "_".
  C 	R=2×C×■	Infix-operators.
	R=2×C×COS<■	Een prefix-functie met een linker haakje.
 T   A	×COS(T-A)+ 25_	Het argument en een rechter haakje.
  + 25	R=2×C×COS(T-A)	Voltooit de vergelijking en geeft deze weer.
		
 	CK=1D10 LN=17	Geeft de controlesom en lengte weer.
		Beëindigt de vergelijkingenstand.






Vergelijkingen weergeven en selecteren

De vergelijkingenlijst bevat de vergelijkingen die u hebt ingevoerd. U kunt er een uitkiezen om mee te werken.

Vergelijkingen weergeven:

1. Druk op  **EQN**. Hiermee start u de vergelijkingenstand en wordt de annunciator **EQN** weergegeven. Het scherm toont een van de vergelijkingen uit de lijst:
`EQN LIST TOP TOP` als er geen vergelijkingen in de lijst staan of als de wijzer zich bovenaan de lijst bevindt.
De huidige vergelijking (de laatste vergelijking die u bekeek).
2. Druk op  of  om door de vergelijkingenlijst te bladeren en iedere vergelijking te bekijken. Na de laatste vergelijking komt weer de eerste, en andersom. `EQN LIST TOP` markeert de eerste vergelijking in de lijst.

Een lange vergelijking bekijken:

1. Geef de vergelijking weer in de vergelijkingenlijst, zoals hierboven. Is hij langer dan 14 tekens, dan worden er maar 14 tekens getoond. De annunciator  geeft aan dat er rechts nog meer tekens zijn.
2. Druk op  om de vergelijking naar links te laten schuiven, waarbij de tekens rechts getoond worden. Druk op  om tekens links weer te geven.  en  worden uitgeschakeld als er links of rechts niet meer tekens zijn.

Een vergelijking selecteren:

Geef de vergelijking weer in de vergelijkingenlijst, zoals hierboven. De weergegeven vergelijking zal worden gebruikt voor alle bewerkingen.

Voorbeeld: Een vergelijking bekijken.

Verwijder het niet-verplichte rechter haakje uit de vergelijking van het vorige voorbeeld.

Invoer:






 **EQN**

Weergave:

`R=2xCxCOS(T-A)`

Uitleg:


Geeft de huidige vergelijking weer in de vergelijkingenlijst.


  	$x \times \cos(T-A) + 25$	Toont nog drie tekens aan de rechterkant.
	$2x \times \cos(T-A) + 2$	Geeft een teken weer aan de linkerkant.
		Verlaat de vergelijkingenstand.


Vergelijkingen bewerken en wissen



Terwijl u typt kunt u een vergelijking bewerken of wissen. U kunt ook een vergelijking in de vergelijkingenlijst werken of wissen.

Een vergelijking bewerken tijdens het typen:





1. Druk meermalen op  tot de ongewenste functies verwijderd zijn.

Voert u een decimaal getal in en is de cursor "_" zichtbaar, dan verwijdert  alleen het meest rechtse teken. Verwijdert u alle tekens van het getal, dan schakelt de rekenmachine terug naar de cursor "■" voor het invoeren van vergelijkingen.


Staat de cursor "■" op het scherm, dan verwijdert u met  het meest rechtse getal in de functie. .

2. Voer de rest van de vergelijking in.
3. Druk op  (of ) om de vergelijking op te slaan in de vergelijkingenlijst.


Een opgeslagen vergelijking bewerken:



1. Toon de gewenste vergelijking. (Zie "Vergelijkingen weergeven en selecteren" hierboven.)
2. Druk één keer op  om het bewerken te starten. U ziet de cursor "■" aan het einde van de vergelijking. Er wordt niets verwijderd uit de vergelijking.
3. Gebruik  om de vergelijking te bewerken, zoals hierboven beschreven is.
4. Druk op  (of ) om de gewijzigde vergelijking op te slaan in de vergelijkingenlijst, waarbij de vorige versie vervangen wordt.

Een vergelijking leegmaken tijdens het typen:

Druk op  **CLEAR** en vervolgens op {Y}. Het scherm gaat terug naar de vorige vergelijking in de lijst.





Een opgeslagen vergelijking verwijderen:

1. Toon de gewenste vergelijking. (Zie "Vergelijkingen weergeven en selecteren" hierboven.)
2. Druk op  **CLEAR**. Het scherm gaat terug naar de vorige vergelijking in de lijst.

Om *alle* vergelijkingen te verwijderen, verwijdert u ze één voor één. Blader door de vergelijkingenlijst tot EQN LIST TOP verschijnt, druk op , en vervolgens meerdere malen op  **CLEAR** terwijl de vergelijkingen verschijnen, totdat EQN LIST TOP weer verschijnt.

Voorbeeld: Een vergelijking bewerken.

Verwijder 25 uit de vergelijking in het vorige voorbeeld.

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
 EQN	$R=2 \times C \times \cos(T-A)$	Toont de huidige vergelijking in de vergelijkingenlijst.
	$C \times \cos(T-A) + 25$ ■	Zet de invoer van vergelijkingen aan en toont de cursor "■" aan het einde van de vergelijking.
 	$= 2 \times C \times \cos(T-A)$ ■	Verwijdert het getal 25.
ENTER	$R=2 \times C \times \cos(T-A)$	Toont het einde van de gewijzigde vergelijking in de vergelijkingenlijst.
C		Verlaat de vergelijkingenstand.

Soorten vergelijkingen

De HP 33s werkt met drie soorten vergelijkingen:

- **Gelijkheden.** De vergelijking bevat een "=" en links daarvan meer dan een enkele variabele. Bijvoorbeeld, $x^2 + y^2 = r^2$ is een *gelijkheid*.
- **Toekenningen.** De vergelijking bevat een "=" en links daarvan een enkele variabele. Bijvoorbeeld, $A = 0,5 \times b \times h$ is een *toekenning*.
- **Expressies.** De vergelijking bevat geen "=". Bijvoorbeeld, $x^3 + 1$ is een *expressie*.

Rekent u met een vergelijking, dan kunt u ieder type gebruiken — maar het type kan invloed hebben op de wijze van evaluatie. Lost u een probleem op voor een onbekende variabele, dan geeft u waarschijnlijk de voorkeur aan een gelijkheid of een toekenning. Integreert u een functie, dan ligt een expressie voor de hand.

Vergelijkingen evalueren

Een van de handigste eigenschappen van vergelijkingen is dat ze *geëvalueerd* kunnen worden — ze kunnen numerieke waarden genereren. Hierdoor kunt u het resultaat van een vergelijking berekenen. (U kunt vergelijkingen ook oplossen en integreren, zoals u leest in de hoofdstukken 7 en 8)

Doordat veel vergelijkingen bestaan uit twee zijden, gescheiden door "=", is de waarde van een vergelijking het *verschil* tussen de waarden aan weerszijden. Bij een berekening wordt "=" beschouwd als "–". Het resultaat geeft aan in welke mate de linker- en rechterzijde van de vergelijking overeenkomen.

De HP 33s heeft twee toetsen om vergelijkingen te evalueren: **ENTER** en **XEQ**. Ze verschillen alleen in de behandeling van *toekenningen*:

- **XEQ** geeft de waarde van de vergelijking, ongeacht het soort vergelijking.
- **ENTER** geeft de waarde van de vergelijking — tenzij het een *toekenning* is. In dat geval geeft **ENTER** de waarde van de rechterzijde, en bovendien wordt die waarde opgeslagen in de variabele aan de linkerzijde — het resultaat blijft dus bewaard.

De volgende tabel toont de twee manieren om vergelijkingen te evalueren.

Soort vergelijking	Resultaat van ENTER	Resultaat van XEQ
Gelijkheid: $g(x) = f(x)$ Voorbeeld: $x^2 + y^2 = r^2$	$g(x) - f(x)$ $x^2 + y^2 - r^2$	
Toekenning: $y = f(x)$ Voorbeeld: $A = 0,5 \times b \times h$	$f(x)^*$ $0,5 \times b \times h^*$	$y - f(x)$ $A - 0,5 \times b \times h$
Expressie: $f(x)$ Voorbeeld: $x^3 + 1$	$f(x)$ $x^3 + 1$	
* Bovendien wordt het resultaat in de variabele links opgeslagen, bijvoorbeeld in A.		

Een vergelijking evalueren:

1. Toon de gewenste vergelijking. (Zie "Vergelijkingen weergeven en selecteren" hierboven.)
2. Druk op **ENTER** of **XEQ**. De vergelijking vraagt voor iedere benodigde variabele om de waarde. (Hebt u het talstelsel veranderd, dan geldt nu automatisch het decimale stelsel.)
3. Geef bij iedere prompt de gewenste waarde op:
Is de getoonde waarde juist, druk dan op **R/S**.
Wilt u een andere waarde, geef die dan op en druk op **R/S**. (Zie ook "Antwoorden op de prompt van een vergelijking" verderop in dit hoofdstuk.)

Om een vergelijking te evalueren worden er geen waarden van de stapel gehaald — er worden alleen getallen in de vergelijking en variabelen gebruikt. De waarde van de vergelijking komt in het X-register. Het register LAST X wordt niet veranderd.

ENTER gebruiken voor evaluatie

Staat er een vergelijking in de vergelijkingenlijst, dan kunt u met **ENTER** de vergelijking evalueren. (Bent u bezig een vergelijking in te voeren, dan beëindigt **ENTER** het invoeren, zonder de vergelijking te evalueren.)

- Is de vergelijking een *toekenning*, dan wordt alleen de rechterzijde geëvalueerd. Het resultaat komt in het X-register en in de variabele aan de linkerzijde, , en daarna komt de variabele met VIEW in het scherm. In feite toont **ENTER** de waarde van de variabele links.

- Is de vergelijking een *gelijkheid* of een *expressie*, dan wordt de hele vergelijking geëvalueerd — net als met **XEQ**. Het resultaat komt in het X-register.

Voorbeeld: Een vergelijking evalueren met ENTER.

Gebruik de vergelijking uit het begin van dit hoofdstuk om de inhoud te berekenen van een pijp met een middellijn van 35–mm en een lengte van 20 meter.

Invoer:

EQN
(**↑** zonodig)
ENTER

35 **R/S**

✓ 20 **ENTER** 1000
× **R/S**

✓ **E** 6 **÷**

Weergave:

$V = 0,25 \times \pi \times D^2 \times L$

D?
2,5000

L?
16,0000

V=
19.242.255,0032

19,2423

Uitleg:

Geeft de gewenste vergelijking weer.
Evalueert de toekenning, zodat de waarde wordt opgeslagen in V. Vraagt om variabelen aan de rechterzijde van de vergelijking. De huidige waarde van D is 2,5000.
Slaat D op en vraagt om L, waarvan de huidige waarde 16,0000 is.
Slaat L op in millimeters; berekent V in kubieke millimeters, slaat het resultaat op in V, en toont V.
Verandert kubieke millimeters in liters (zonder V te veranderen).

XEQ gebruiken voor evaluatie

Staat er een vergelijking in de vergelijkingenlijst, dan kunt u die evalueren met **XEQ**. De hele vergelijking wordt geëvalueerd, ongeacht het type van de vergelijking. Het resultaat komt in het X-register.

Voorbeeld: Een vergelijking evalueren met XEQ.

Gebruik de resultaten van het vorige voorbeeld om vast te stellen hoeveel de inhoud van de pijp verandert als de diameter wordt veranderd in 35,5 millimeter.

Invoer:

Weergave:

Uitleg:

→ **EQN**

$V = 0,25 \times \pi \times D^2 \times L$

Geeft de gewenste vergelijking weer.

XEQ

V?

Start het evalueren van de vergelijking

19.242.255.0032

om de waarde te bepalen. Er wordt om *alle* variabelen gevraagd.

R/S

D?

V verandert niet, er wordt om D gevraagd.

35,0000

35,5 **R/S**

L?

Slaat nieuwe D op, er wordt om L gevraagd.

20.000.0000

R/S

-553.705.7052

L blijft gelijk, de waarde van de vergelijking wordt berekend — het verschil tussen de linker- en de rechterzijde.



E 6 **÷**

-0,5537

Verandert kubieke millimeters in liters.

De waarde van de vergelijking is de vorige inhoud (uit V) *verminderd* met de nieuwe inhoud (berekend met de nieuwe waarde van D) — de vorige inhoud is dus 0,5537 kleiner.

Antwoorden op de prompt van een vergelijking

Evalueert u een vergelijking, dan wordt er voor iedere benodigde variabele een waarde gevraagd. U ziet daarbij de huidige waarde van die variabele, bijvoorbeeld $X?2.5000$.

- **Wilt u de waarde niet veranderen**, druk dan op **R/S**.
- **Wilt u de waarde veranderen**, toets dan de nieuwe waarde in en druk op **R/S**. De nieuwe waarde komt dan in plaats van de oude in het X-register. Desgewenst kunt u een getal als breuk intoetsen. Moet u het getal berekenen, doe dat dan op de gebruikelijke manier en druk tenslotte op **R/S**. U kunt bijvoorbeeld invoeren: 2 **ENTER** 5 **yx** **R/S**.
- **Om te rekenen met het weergegeven getal**, drukt u op **ENTER** voordat u een ander getal invoert.
- **Om de prompt te annuleren** drukt u op **C**. De huidige waarde van de variabele blijft in het X-register. Drukt u op **C** tijdens het invoeren van een getal, dan wordt het getal nul gemaakt. Druk nogmaals op **C** om de prompt te annuleren.
- **Cijfers tonen die door de prompt verborgen worden**. Druk op **▢** **SHOW**.

Iedere prompt zet de waarde van de variabele in het X-register en verhindert dat de stapel wordt opgetild. Typt u een getal op de prompt, dan vervangt dat de waarde in het X-register. Drukt u op **R/S**, dan wordt het optillen van de stapel weer ingeschakeld, zodat de waarde in de stapel blijft.

De syntaxis van vergelijkingen

Vergelijkingen volgen bepaalde conventies die bepalen hoe ze geëvalueerd worden:

- Interactie tussen operators.
- Geldige functies in vergelijkingen.
- Controle op syntaxisfouten.

Volgorde van bewerkingen

Operators in een vergelijking worden verwerkt in een bepaalde volgorde waardoor de evaluatie logisch en voorspelbaar is:

Volgorde	Bewerking	Voorbeeld
1	Functies en haakjes	SIN(X+1), (X+1)
2	Machtsverheffen ($\boxed{y^x}$)	X^3
3	Minteken met één operand ($\boxed{+/-}$)	-A
4	Vermenigvuldigen en delen	X*Y, A÷B
5	Optellen en aftrekken	P+Q, A-B
6	Gelijkheid	B=C

Dus alle bewerkingen *tussen* haakjes worden uitgevoerd vóór de bewerkingen *buiten* haakjes.

Voorbeelden:

Vergelijkingen	Betekenis
A×B^3=C	$a \times (b^3) = c$
(A×B)^3=C	$(a \times b)^3 = c$
A+B÷C=12	$a + (b/c) = 12$
(A+B)÷C=12	$(a + b) / c = 12$
%CHG(T+12;A-6)^2	$[\%CHG((t + 12), (a - 6))]^2$

U kunt geen haakjes gebruiken voor een impliciete vermenigvuldiging. Bijvoorbeeld, de expressie $p(1-f)$ moet worden ingevoerd als P×(1-F), met de operator "×" tussen P en het haakje.

Funcies in vergelijkingen

De volgende tabel geeft de functies die geldig zijn in vergelijkingen. U vindt deze informatie ook in aanhangsel G, " Index van bewerkingen".

LN	LOG	EXP	ALOG	SQ	SQRT
INV	IP	FP	RND	ABS	x!
SGN	INTG	IDIV	RMDR		
SIN	COS	TAN	ASIN	ACOS	ATAN
SINH	COSH	TANH	ASINH	ACOSH	ATANH
→DEG	→RAD	→HR	→HMS	%CHG	XROOT
CB	CBRT	C _{n,r}	P _{n,r}		
→KG	→LB	→°C	→°F	→CM	→IN
→L	→GAL	RANDOM	π		
+	-	×	÷	^	
sx	sy	σx	σy	\bar{x}	\bar{y}
\bar{x} w	\hat{x}	\hat{y}	r	m	b
n	Σx	Σy	Σx ²	Σy ²	Σxy

Bij het invoeren van een prefixfunctie verschijnt voor uw gemak direct een linker haakje.

De prefix-functie die twee argumenten nodig hebben zijn %CHG, RND, XROOT, IDIV, RMDR, C_{n,r} en P_{n,r}. Scheid de twee argumenten met een dubbele punt.

✓ In een vergelijking staan de argumenten van XROOT in de omgekeerde volgorde, vergeleken met RPN. Bijvoorbeeld, -8 **ENTER** 3 **$\sqrt[3]{\square}$** is gelijk aan XROOT(3;-8).

✓ Bij alle andere functies met twee argumenten komen de argumenten in de volgorde Y, X net als met RPN. Bijvoorbeeld, 28 **ENTER** 4 **\square** **nCr** is gelijk aan C_{n,r}(28;4)

Wees voorzichtig als het tweede argument van een functie negatief is. Voor een getal of variabele, gebruikt u **\pm/\square** of **\square** . Dit zijn geldige vergelijkingen:

%CHG(-X;-2)

%CHG(X;(-Y))

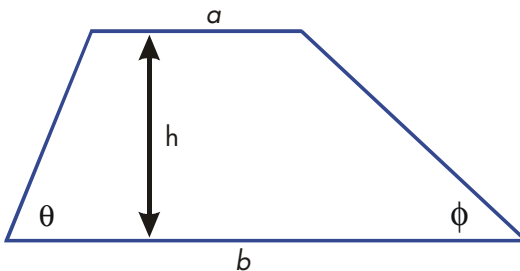
Elf van de vergelijkingfuncties hebben namen die anders zijn dan hun equivalente bewerkingen:

Benaming	Benaming in vergelijking
x^2	SQ
\sqrt{x}	SQRT
e^x	EXP
10^x	ALOG
$1/x$	INV
$\sqrt[x]{y}$	XROOT
y^x	^
INT÷	IDIV
Rmdr	RMDR
x^3	CB
$\sqrt[3]{x}$	CBRT

Voorbeeld: Omtrek van een trapezium.

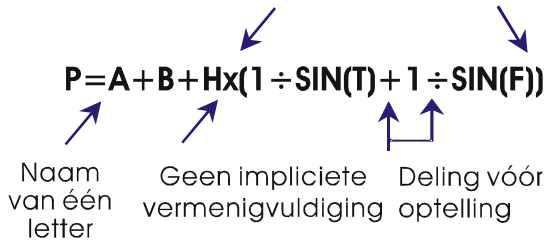
De volgende vergelijking berekent de omtrek van een trapezium. In een boek ziet de vergelijking er wellicht zo uit:

$$\text{Omtrek} = a + b + h \left(\frac{1}{\sin\theta} + \frac{1}{\sin\phi} \right)$$



De volgende vergelijking voldoet aan de syntaxis van de HP 33s:

Haakje gebruikt om objecten te groeperen



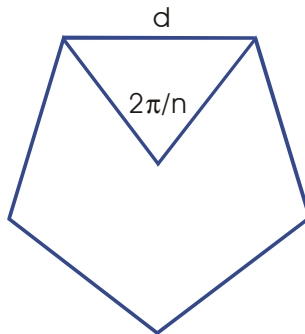
De volgende vergelijking voldoet ook aan de syntaxis. Deze vergelijking gebruikt de inverse functie, $INV(SIN(T))$, in plaats van de breuk $1 \div SIN(T)$. U ziet dat de functie SIN "genest" is in de functie INV. (INV typt u met $\boxed{1/x}$.)

$$P=A+B+Hx(INV(SIN(T))+INV(SIN(F)))$$

Voorbeeld: Oppervlakte van een veelhoek.

De vergelijking voor de oppervlakte van een regelmatig veelhoek met n zijden van lengte d is:

$$Oppervlakte = \frac{1}{4} n d^2 \frac{\cos(\pi/n)}{\sin(\pi/n)}$$



Deze vergelijking kunt u als volgt opgeven:

$$R=0,25 \times N \times D^2 \times \cos(\pi \div N) \div \sin(\pi \div N)$$

U ziet hoe de operators en functies gecombineerd worden om tot de gewenste vergelijking te komen.

U kunt de vergelijking met de volgende invoer in de vergelijkingenlijst opnemen:

EQN **A** **=** **,25** **N** **D** **y^x** **2** **COS**
 π **N** **)** **SIN** **π** **N** **)**
ENTER

Syntaxisfouten

De rekenmachine controleert de syntaxis van een vergelijking pas als u de vergelijking evalueert en antwoordt op alle prompts — dus alleen als er een waarde berekend wordt. Wordt er een fout geconstateerd, dan verschijnt de melding **INVALID EQN**. U moet de vergelijking bewerken om de fout te verbeteren. (Zie "Vergelijkingen bewerken en wissen" eerder in dit hoofdstuk.)

Doordat de HP 33s de syntaxis niet controleert, kunt u "vergelijkingen" maken die in werkelijkheid berichten zijn. Dit is vooral handig in programma's, zoals beschreven is in hoofdstuk 12.

Vergelijkingen controleren





Bekijkt u een vergelijking — dus niet als u een vergelijking invoert — dan kunt u op **SHOW** drukken om twee dingen over de vergelijking te tonen: de controlesom en de lengte van de vergelijking de controlesom en de lengte van de vergelijking. De waarden blijven op het scherm zolang u **SHOW** ingedrukt houdt.

De controlesom is een hexadecimale waarde die de vergelijking uniek identificeert. Het is onwaarschijnlijk dat een andere vergelijking dezelfde controlesom heeft. Maakt u een fout in een vergelijking, dan klopt de controlesom niet. De lengte is het aantal bytes geheugen dat de vergelijking nodig heeft.

Met de controlesom en de lengte kunt u controleren of u een vergelijking goed hebt ingevoerd. De waarden die op het scherm verschijnen moeten overeenkomen met de waarden die u in de handleiding ziet.

Voorbeeld: Controlesom en lengte van een vergelijking.

Bepaal de controlesom en de lengte van de vergelijking waarmee de inhoud van een pijp wordt berekend.

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
 EQN	$V=0,25 \times \pi \times D^2 \times L$	Geeft de gewenste vergelijking weer.
( zonodig)		
 SHOW (vasthouden)	CK=49CA LN=14	Geeft de controlesom en de lengte weer.
(loslaten)	$V=0,25 \times \pi \times D^2 \times L$	Geeft de vergelijking opnieuw weer.
		Verlaat de vergelijkingenstand.

Vergelijkingen oplossen

In hoofdstuk 6 zagen we hoe u **ENTER** kunt gebruiken om de waarde te vinden van de variabele aan de linkerkant van een toekenning. U kunt SOLVE gebruiken om de waarde te vinden van *iedere* variabele in *ieder* type vergelijking.

Neem bijvoorbeeld de vergelijking:

$$x^2 - 3y = 10$$

Kent u de waarde van y in deze vergelijking, dan kunt u met SOLVE de onbekende x vinden. Weet u de waarde van x , dan zoekt SOLVE de onbekende y . Dit werkt ook met "woordproblemen":

$$\text{Aantal} \times \text{Stuksprijs} = \text{Prijs}$$

Kent u twee van de drie variabelen, dan berekent SOLVE de derde.

Is er maar één variabele, of zijn alle variabelen bekend op één na, dan is het oplossen van x hetzelfde als het vinden van de *wortel* van de vergelijking. Er is sprake van een wortel als een *gelijkheid* of *toekenning* links en rechts precies dezelfde waarde oplevert, of als een *expressie* precies nul is. (Dat wil zeggen dat de *waarde* van de vergelijking nul is.)

Een vergelijking oplossen

Een vergelijking voor een onbekende variabele oplossen: :

1. Druk op **EQN** en toon de gewenste vergelijking. Typ zo nodig de vergelijking zoals is uitgelegd in hoofdstuk 6 onder "Vergelijkingen in de vergelijkingenlijst invoeren."

2. Druk op **SOLVE** en daarna op de toets voor de onbekende variabele. Druk bijvoorbeeld op **SOLVE** X om x op te lossen. De vergelijking vraagt dan om een waarde voor alle andere variabelen in de vergelijking.
3. Geef bij iedere prompt de gewenste waarde op
 Is de getoonde waarde de gewenste waarde, druk dan op **R/S**.
 Wilt u een andere waarde, typ of bereken die dan en druk op **R/S**
 (Details vindt u in "Antwoorden op een vergelijkingprompt" in hoofdstuk 6.)

U kunt een lopende berekening afbreken met **C** of **R/S**.

Is de wortel gevonden, dan wordt die opgeslagen in de onbekende variabele, en de inhoud verschijnt met VIEW op het scherm. Bovendien komt de wortel in het X-register. Het Y-register bevat de vorige schatting, en het Z-register bevat de waarde van de vergelijking bij de wortel (dus nul).

Bij sommige gecompliceerde wiskundige voorwaarden lukt het niet een oplossing te vinden. De rekenmachine toont dan **NO ROOT FOUND**. Zie "Het resultaat controleren" later in dit hoofdstuk, en "Resultaten interpreteren" en "Als SOLVE geen wortel kan vinden" in aanhangsel D.

Bij sommige vergelijkingen kan het gunstig zijn een of twee *beginwaarden* in te toetsen voor de onbekende variabele, voordat u met oplossen begint. Dit kan de berekening versnellen, het antwoord in de richting van de oplossing leiden, en meer dan een oplossing opleveren. Zie "Een beginwaarde opgeven" later in dit hoofdstuk.

Voorbeeld: De vergelijking van een lineaire beweging oplossen.

De vergelijking van de beweging van een vrijvallend voorwerp is:

$$d = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

waarin d de afstand is, v_0 de beginsnelheid, t de tijd, en g de zwaartekrachtversnelling.

Voer de vergelijking in:

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
{ALL} {Y}		Maakt geheugen leeg.
	EQN LIST TOP	Selecteert de vergelijkingenstand.
=	of huidige vergelijking	Begint de vergelijking.
	$D=V \times T + \blacksquare$	
,5		
T 2	$V \times T + 0,5 \times G \times T^2$	
	$D=V \times T + 0,5 \times G \times T^2$	Besluit de vergelijking en toont het linkerdeel.
	CK=FB3C	Controlesom en lengte.
	LN=15	

g (zwaartekrachtversnelling) is als variabele opgegeven, zodat u de waarde kunt veranderen (op de aarde $9,8 \text{ m/s}^2$ of $32,2 \text{ ft/s}^2$).

Bereken hoeveel meter een voorwerp valt in 5 seconden, als het in rust wordt losgelaten. De vergelijkingenstand staat nog aan en de gewenste vergelijking staat al op het scherm, dus u kunt meteen oplossen voor D :

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
	SOLVE_	Vraagt om een onbekende variable.
D	V?	Selecteert D ; vraagt om V .
	<i>waarde</i>	
0	T?	Slaat 0 op in V ; vraagt om T .
	<i>waarde</i>	
5	G?	Slaat 5 op in V ; vraagt om R .
	<i>waarde</i>	
9,8	SOLVING	Slaat 9,8 op in G ; lost D op.
	D=	
	122,5000	

Probeer nu een andere berekening met dezelfde vergelijking: hoe lang duurt het voor een voorwerp 500 meter gevallen is?

Invoer:

T

500

Weergave:

$D = V \times T + 0,5 \times G \times T^2$

D?

122,5000

V?

0,0000

G?

9,8000

SOLVING

T=

10,1015

Uitleg:

Geeft de vergelijking weer.

Lost op voor T ; vraagt om D .

Slaat 500 op in D ; vraagt om V .

Bewaart 0 in V ; vraagt om G .

Bewaart 9,8 in G ; lost T op.

Voorbeeld: De vergelijking van een ideaal gas oplossen.

De wet van Boyle – Gay Lussac beschrijft de relatie tussen druk, inhoud, temperatuur en de hoeveelheid (in mol) van een ideaal gas:

$$P \times V = N \times R \times T$$

waarin P de druk is (in atmosferen of N/m^2), V is het volume (in liters), N is de hoeveelheid gas in mol, R is de universele gasconstante (0,0821 liter-atm/mol-K of 8,314 J/mol-K), en T is de temperatuur (Kelvin: $\text{K} = \text{C} + 273,1$).

Geef de vergelijking op:

Invoer:

P

V =

N

R T

Weergave:

P×■

P×V=N×R×T■

P×V=N×R×T

CK=EDC8

LN=9

Uitleg:

Selecteert de vergelijkingenstand en begint de invoer.

Beëindigt en geeft de vergelijking weer.

Controlesom en lengte.

Een vat van 2 liter bevat 0,005 mol kooldioxide bij 24°C. We nemen aan dat dit gas zich als een ideaal gas gedraagt en willen de druk berekenen. De vergelijkingenstand staat nog aan en de gewenste vergelijking staat al op het scherm, dus we kunnen meteen P oplossen:

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
SOLVE P	V?	Lost P op; vraagt om V .
2 R/S	waarde N?	Slaat 2 op in V ; vraagt om N .
,005 R/S	waarde R?	Slaat 0,005 op in N ; vraagt om R .
,0821 R/S	waarde T?	Slaat 0,0821 op in R ; vraagt om T .
✓ 24 ENTER 273,1 +	waarde T?	Berekent T (Kelvin).
R/S	297,1000 SOLVING	Slaat 297,1 op in T ; berekent P
	P=	in atmosfeer.
	0,0610	

Een vat van 5 liter bevat stikstof. De druk is 0,05 atmosfeer en de temperatuur is 18°C. Bereken de dichtheid van het gas ($N \times 28/V$, waarin 28 de moleculaire massa is van stikstof).

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
EQN EQN	$P \times V = N \times R \times T$	Geeft vergelijking weer.
SOLVE N	P?	Lost N op; vraagt om P .
,05 R/S	0,0610 V?	Slaat 0,05 op in P ; vraagt om V .
5 R/S	2,0000 R?	Slaat 5 op in V ; vraagt om R .
R/S	0,0821 T?	Bewaart de vorige R ; vraagt om T .
✓ 18 ENTER 273,1 +	297,1000 T?	Berekent T (Kelvin).
	291,1000	

	R/S	SOLVING	Slaat 291,1 op in T ; lost N op.
		N=	
		0,0105	
✓	28 X	0,2929	Berekent de massa in grammen, $N \times 28$.
✓	RCL V ÷	0,0586	Berekent de dichtheid in grammen per liter.

Uitleg van SOLVE

SOLVE probeert eerst de vergelijking direct voor de onbekende op te lossen. Lukt dat niet, dan gaat SOLVE aan het werk met een iteratieve (herhaalde) procedure. De procedure begint met het evalueren van de vergelijking voor twee beginwaarden van de onbekende variabele. Gebaseerd op het resultaat hiervan, genereert SOLVE een andere, betere waarde. Na meerdere iteraties vindt SOLVE een waarde voor de onbekende waarbij de waarde van de vergelijking nul is.

Evalueert SOLVE een vergelijking, dan gaat dat op dezelfde manier als met **XEQ** — een "=" in de vergelijking wordt beschouwd als een " - ". Bijvoorbeeld, de vergelijking van Boyle – Gay Lussac wordt geëvalueerd als $P \times V - (N \times R \times T)$. Dit zorgt ervoor dat een *gelijkheid* of *toekenning* bij de wortel in evenwicht is, en dat een *expressie* bij de wortel nul is.

Sommige vergelijkingen zijn moeilijker op te lossen dan andere. Soms moet u beginwaarden opgeven om een oplossing te kunnen vinden. (Zie "Beginwaarden kiezen voor SOLVE" hieronder.) Kan SOLVE geen oplossing vinden, dan toont de rekenmachine **NO ROOT FND**.

Zie aanhangsel D voor meer informatie over de werking van SOLVE.

Het resultaat controleren

Is de berekening van SOLVE voltooid, dan kunt u controleren of het resultaat inderdaad een oplossing is van de vergelijking door de waarden in de stapel te bekijken:

- Het X-register (druk op **C**) om de VIEW-variabele te verwijderen) bevat de oplossing (wortel) voor de onbekende; dat wil zeggen, de waarde waarbij de vergelijking precies nul is.
- ✓ ■ Het Y-register (druk op **R↓**) bevat de vorige schatting van de wortel. Dit moet hetzelfde zijn als het getal in het X-register. Zo niet, dan is de gegeven wortel slechts een *benadering*. De werkelijke wortel ligt ergens tussen de waarden in X- en Y-register. Deze waarden verschillen maar weinig.
- ✓ ■ Het Z-register (druk weer op **R↓**) bevat de waarde van de vergelijking bij de wortel. Is de wortel precies goed, dan moet hier nul staan. Staat hier niet nul, dan is de wortel maar een *benadering*. De waarde zal niet veel van nul verschillen.

Eindigt een berekening met de melding **NO ROOT FND**, dan kon de rekenmachine niet naar een wortel convergeren. (U ziet de waarde in het X-register — de laatste schatting — door de melding te verwijderen met **C** of **←**.) In het X- en Y-register vindt u de laatste twee waarden die werden gebruikt bij het zoeken naar de wortel. In het Z-register vindt u de waarde van de vergelijking bij de laatste schatting.

- Liggen de waarden in het X- en Y-register *niet* dicht bij elkaar in de buurt en ligt het Z-register niet in de buurt van nul, dan is de waarde X-register waarschijnlijk geen wortel.
- Liggen de waarden in het X- en Y-register *wel* dicht bij elkaar en ligt het Z-register in de buurt van nul, dan kan de schatting in het X-register een redelijke benadering zijn van de wortel.

Een SOLVE-berekening onderbreken

Om een berekening te stoppen, drukt u op **C** of **R/S**. De tot nu toe gevonden beste schatting van de wortel staat in de onbekende variabele; met **↵** **VIEW** kunt u hem bekijken zonder de stapel te beïnvloeden.

Beginwaarden opgeven voor SOLVE

De twee beginwaarden komen van:

- Het getal dat aanvankelijk in de onbekende variabele is opgeslagen.
- Het getal in het X-register (dus op het scherm).

Deze getallen worden gebruikt om mee te beginnen, *ongeacht of u waarden hebt opgegeven of niet*. Geef u één beginwaarde op in de variabele, dan is de andere beginwaarde dezelfde, want die waarde staat nu ook op het scherm. (In dat geval verandert de rekenmachine één van de getallen een beetje, zodat er toch twee verschillende beginwaarden zijn.)

Het heeft enkele voordelen om zelf beginwaarden op te geven:

- Door het zoekbereik te vernauwen kost het minder tijd om een oplossing te vinden.
- Is er meer dan een wiskundige oplossing, dan kunt u met de beginwaarden bereiken dat SOLVE het gewenste antwoord vindt. Neem bijvoorbeeld de vergelijking van een lineaire beweging,

$$d = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

die twee oplossingen heeft voor t . Het antwoord op de gewenste oplossing kunt u sturen door de juiste schattingen op te geven.

Het voorbeeld met deze vergelijking, eerder in dit hoofdstuk, had geen beginwaarden nodig, doordat u in het eerste deel van het voorbeeld een waarde voor T had opgegeven om D op te lossen. De waarde in T was goede (realistische) waarde en dus een goede beginwaarde, toen u T ging oplossen.

- Zijn bepaalde waarden voor de onbekende niet toelaatbaar, dan kunt u met beginwaarden verhinderen dat deze waarden verschijnen. Bijvoorbeeld,

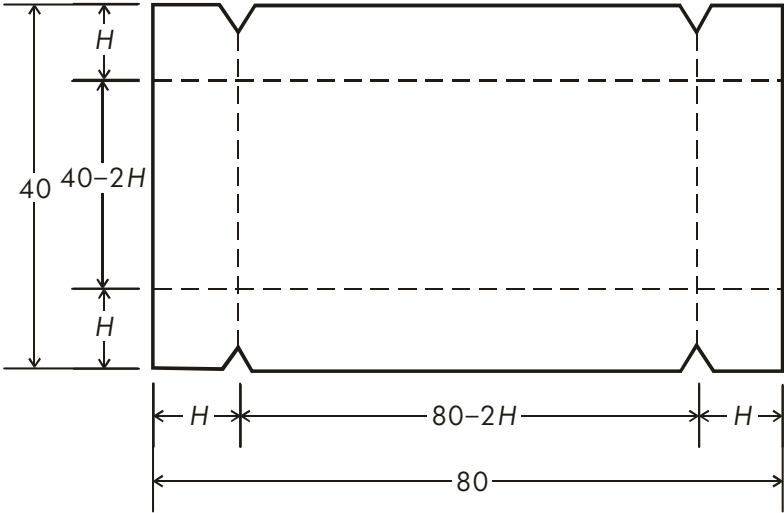
$$y = t + \log x$$

Resulteert in een fout als $x \leq 0$ (melding NO ROOT FND).

In het volgende voorbeeld heeft de vergelijking meer dan een wortel, maar met beginwaarden zorgt u ervoor dat de juiste wortel wordt gevonden.

Voorbeeld: Beginwaarden gebruiken om een wortel te vinden.

Met een rechthoekig stuk metaal van 40 cm bij 80 cm, wilt u een doos (zonder deksel) maken die een inhoud heeft van 7500 cm^3 . U wilt de hoogte van de doos weten, dus de plek waarop vanaf de rand moet worden gevouwen, om de gewenste inhoud te vinden. U wilt liever een *hoge* doos dan een *lage*.



Is H de hoogte, dan is de lengte van de doos $(80 - 2H)$ en de breedte $(40 - 2H)$. de inhoud V is:

$$V = (80 - 2H) \times (40 - 2H) \times H$$

Wat te vereenvoudigen is tot

$$V = (40 - H) \times (20 - H) \times 4 \times H$$

Voer nu de vergelijking in:

Invoer:

EQN
 RCL V =

40 -
 RCL H)

Weergave:

$V =$

$V = (40 - H) \times$

Uitleg:

Selecteer
 vergelijkingenstand en start
 de vergelijking.

$\boxed{\times}$ $\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{[}$ 20 $\boxed{-}$		
$\boxed{\text{RCL}}$ H $\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{]}$	$(40-H) \times (20-H)$	
$\boxed{\times}$ 4 $\boxed{\times}$ $\boxed{\text{RCL}}$ H	$H) \times (20-H) \times 4 \times H$	
$\boxed{\text{ENTER}}$	$V = (40-H) \times (20-H$	Beëindigt de vergelijking en geeft deze weer.
$\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\text{SHOW}}$	CK=49R4 LN=19	Controlesom en lengte.

Het spreekt vanzelf dat de gewenste inhoud mogelijk is met een hoge, smalle doos en met een lange, lage doos. We geven de voorkeur aan het eerste, en dus geven we voor de hoogte een hoge beginwaarde op. Een hoogte van meer dan 20 cm is niet mogelijk omdat het materiaal maar 40 cm breed is. Een beginwaarde tussen 10 en 20 cm ligt dus voor de hand.

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
$\boxed{\text{C}}$		Verlaat de vergelijkingenstand.
10 $\boxed{\text{STO}}$ H		Slaat de twee beginwaarden op.
20	20_	
$\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\text{EQN}}$	$V = (40-H) \times (20-H$	Geeft de huidige vergelijking weer.
$\boxed{\text{SOLVE}}$ H	V? waarde	Lost H op en vraagt om V.
7500 $\boxed{\text{R/S}}$	H= 15,0000	Slaat 7500 op in V; lost H op.

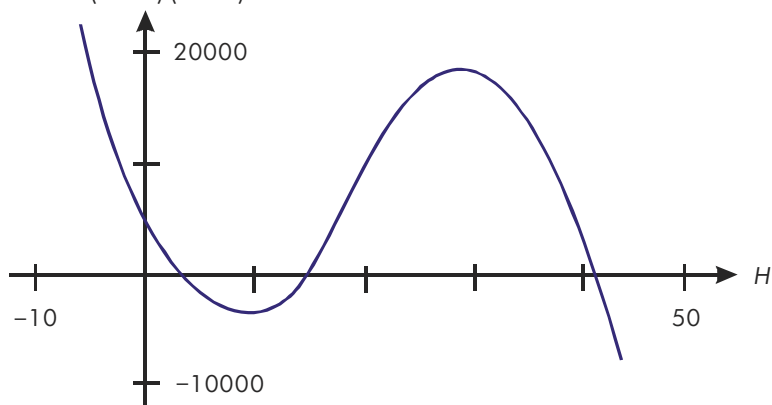
Controleer nu de juistheid van de oplossing — of de wortel nauwkeurig is — door de eerdere schatting van de wortel te bekijken (in het Y-register) en de waarde van de vergelijking bij de wortel (in het Z-register).

	Invoer:	Weergave:	Uitleg:
✓	$\boxed{\text{RT}}$	15,0000	In het Y-register staat de schatting die werd gemaakt voordat het eindresultaat werd gevonden. Deze is gelijk aan de oplossing, dus de oplossing is nauwkeurig.
✓	$\boxed{\text{RT}}$	0,0000	Het Z-register toont dat de vergelijking bij de wortel precies nul is.

De afmetingen van de gewenste doos zijn $50 \times 10 \times 15$ cm. Zou u de maximale waarde voor de hoogte (20cm) negeren en beginwaarden van 30 en 40 cm opgeven, dan zou u een hoogte van 42,0256 cm krijgen, wat geen bruikbare oplossing is. Kiest u kleine beginwaarden, bijvoorbeeld 0 en 10 cm, dan krijgt u een hoogte van 2,9774 cm — een ongewenste lage doos.

Weet u niet welke beginwaarden u moet opgeven, teken dan een grafiek om het gedrag van de vergelijking te begrijpen. Evalueer de vergelijking voor een aantal waarden van de onbekende. Toon bij ieder punt op de grafiek de vergelijking en druk op **XEQ** — geef de x -coördinaat op als om x wordt gevraagd en u krijgt de daarmee corresponderende waarde van de vergelijking: de y -coördinaat. In het genoemde probleem kiest u steeds $V = 7500$ en varieert u de waarde van H zodat de vergelijking verschillende waarden geeft. Denk eraan dat de waarde van deze vergelijking het verschil is tussen de linker- en de rechterzijde van de vergelijking. De grafiek van de vergelijking ziet er zo uit.

$$7500 - (40-H)(20-H) - 4H$$



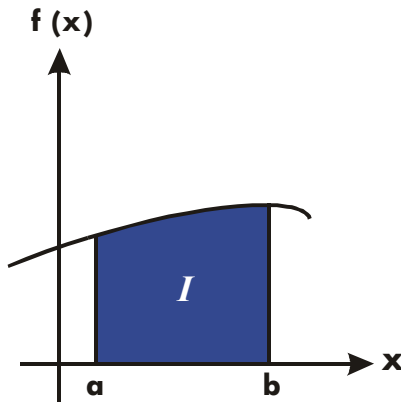
Meer informatie

Dit hoofdstuk bevat instructies voor het oplossen van onbekende wortels met een groot aantal toepassingen. Aanhangsel D bevat meer gedetailleerde informatie over het algoritme van SOLVE, hoe u resultaten interpreteert, wat er gebeurt als er geen oplossing wordt gevonden, en onder welke voorwaarden u onjuiste resultaten kunt krijgen.

Vergelijkingen integreren

Veel problemen in de wiskunde, wetenschap en engineering vereisen dat er een integraal van een functie wordt bepaald. Is de functie $f(x)$ en wordt er geïntegreerd tussen a en b , dan wordt de integraal genoteerd als:

$$I = \int_a^b f(x) dx$$






De waarde I kan meetkundig geïnterpreteerd worden als de oppervlakte van een interval dat begrensd wordt door de functie $f(x)$, de x -as en de grenzen $x = a$ en $x = b$ (vooropgesteld dat $f(x)$ niet negatief is over het integratie-interval).



De bewerking \int ($\int f(x) dx$) integreert de huidige vergelijking naar een bepaalde variabele ($\int f(x) dx$). De functie kan meer dan één variabele hebben.

\int werkt alleen met reële getallen.

Vergelijkingen integreren (∫ FN)

Het integreren van een vergelijking:

1. Staat de vergelijking die de functie definieert niet in de vergelijkingenlijst, voer hem dan in (zie "Vergelijkingen in de vergelijkingenlijst invoeren" in hoofdstuk 6) en verlaat de vergelijkingenstand. De vergelijking bevat meestal alleen een expressie.
- ✓ 2. Geef de grenzen van het integratiegebied op: geef de *ondergrens* op, druk op **[ENTER]** en geef de *bovengrens* op.
3. Toon de vergelijking: Druk op **[ EQN]** en blader zonnodig door de vergelijkingenlijst (druk op **[↑]** of **[↓]**) totdat de gewenste vergelijking weergegeven wordt.
4. Selecteer de variabele waarnaar geïntegreerd moet worden: Druk op **[  variabele]**. De berekening start.

[] gebruikt veel meer geheugen dan enige andere bewerking van de rekenmachine. Verschijnt bij gebruik van **[]** het bericht MEMORY FULL, lees dan aanhangsel B.

U kunt een lopende integratie stoppen door te drukken op **[C]** of **[R/S]**. Er is echter geen informatie over de integratie beschikbaar voordat de berekening normaal beëindigd is.

De instelling van de weergave beïnvloedt de nauwkeurigheid die voor de functie wordt verondersteld en gebruikt wordt voor het resultaat. De integratie is nauwkeuriger maar duurt veel langer met de instellingen {ALL} en de hogere instellingen van {FIX}, {SCI}, en {ENG}. De *onzekerheid* van het resultaat vindt u in het Y-register, waarbij de grenzen zijn opgetild naar het T- en Z-register. Meer informatie vindt u in "Nauwkeurigheid van integratie" verderop in dit hoofdstuk.

Dezelfde vergelijking met verschillende gegevens integreren:

- ✓ Wilt u dezelfde integratiegrenzen gebruiken, druk dan op **[R1]** **[R1]** om ze weer in het X- en Y-register te zetten. Ga dan naar stap 3 van de procedure hierboven. Wilt u andere grenzen gebruiken, begin dan bij stap 2.

Wilt u een ander probleem oplossen met een andere vergelijking, kies dan in stap 1 een vergelijking die de gewenste functie beschrijft.

Voorbeeld: Bessel-functie. .

De Bessel-functie van de eerste soort van orde 0 kan worden uitgedrukt als

$$J_0(x) = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi \cos(x \sin t) dt$$

Bepaal de Bessel-functie voor $x = 2$ en $x = 3$.

Voer de expressie in die de functie van de integrand beschrijft:

$$\cos(x \sin t)$$

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
{ALL} {Y}		Maakt geheugen leeg.
	Huidige vergelijking van EQN LIST TOP	Selecteert de vergelijkingenstand.
X	COS(X	Geeft de vergelijking op.
	COS(X×SIN(
T	COS(X×SIN(T	
	COS(X×SIN(T))	
	COS(X×SIN(T))	Besluit de expressie en toont het begin ervan.
	CK=E1EC LN=13	Controlesom en lengte.
		Verlaat de vergelijkingenstand.

Integreer deze functie nu naar t tussen nul en π ; m waarbij $x = 2$.

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
{RAD}		Selecteert radialen.
✓ 0	3,1416	Geeft de grenzen van de integratie (eerst de ondergrens).
	COS(X×SIN(T))	Geeft de functie weer.



∫ FN d_

Vraagt om de variabele waarnaar geïntegreerd moet worden.

T

X?

Vraagt de waarde van X.

2 waarde

2 [R/S]

INTEGRATING

x = 2. Start de integratie; berekent het resultaat van

∫ =

$$\int_0^{\pi} f(t)$$

0,7034



0,2239

Het eindresultaat voor $J_0(2)$.

Bereken nu $J_0(3)$ met dezelfde integratiegrenzen. U moet de grenzen nogmaals opgeven, want ze zijn door de deling door π van de stapel geduwd.

Invoer:

Weergave:

Uitleg:



3,1416

Geeft de grenzen van de integratie (eerst de ondergrens).



COS(XxSIN(T))

Toont de huidige vergelijking.



∫ FN d_

Vraagt om de variabele waarnaar geïntegreerd moet worden.

T

X?

Vraagt de waarde van X.

2,0000

3 [R/S]

INTEGRATING

x = 3. Start de integratie; berekent het resultaat van

∫ =

$$\int_0^{\pi} f(t)$$

-0,8170



-0,2601

Het eindresultaat van $J_0(3)$.

Voorbeeld: Sinusintegraal.

Sommige problemen in de communicatietheorie (bijvoorbeeld pulstransmissie door geïdealiseerde netwerken) vereisen het berekenen van een integraal (soms sinusintegraal genoemd) van de vorm:

$$S_i(t) = \int_0^t \left(\frac{\sin x}{x} \right) dx$$

Bepaal $S_i(2)$.

8-4 Vergelijkingen integreren

Geef de expressie die de functie van de integrand definieert:

$$\frac{\sin x}{x}$$

Probeer de rekenmachine deze functie te evalueren bij $x = 0$, de ondergrens, dan treedt er een fout (DIVIDE BY 0) op. Het integratie-algoritme evalueert de functies gewoonlijk echter niet bij de grenzen, tenzij de grenzen van het integratie-interval heel dicht bij elkaar liggen of het aantal monsters zeer groot is.

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
EQN	De huidige vergelijking of EQN LIST TOP	Selecteert de vergelijkingenstand.
X	SIN(X)■	Start de vergelijking.
	SIN(X)■	Het afsluitende haakje is hier niet nodig.
X	SIN(X)÷X■	
	SIN(X)÷X	Beëindigt de vergelijking.
	CK=0EE0	Controlesom en lengte.
	LN=8	
		Verlaat de vergelijkingenstand.

Integreer deze functie nu naar x (dat is X) van nul tot 2 ($t = 2$).

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
{RAD}		Selecteert radialen.
0 2	2_	Geeft de integratiegrenzen op (eerst de ondergrens).
	SIN(X)÷X	Toont de huidige vergelijking.
X	INTEGRATING	Berekent het resultaat voor
	∫ =	$S_i(2)$.
	1.6054	

Nauwkeurigheid van integratie

De rekenmachine kan de waarde van een integraal niet precies berekenen. Het resultaat is slechts een *benadering*. De nauwkeurigheid hiervan is afhankelijk van de nauwkeurigheid van de functie zelf, zoals bekend wordt met uw vergelijking. Dit wordt beïnvloed door afrondingsfouten door afrondingsfouten in de rekenmachine en de nauwkeurigheid van empirische constanten.

Integralen van functies met bepaalde karakteristieken zoals steile pieken en snelle oscillaties *kunnen* fout worden berekend, maar waarschijnlijk is dat niet. De algemene karakteristieken van functies die problemen geven, en de technieken om ze te vermijden, vindt u in aanhangsel E.

Nauwkeurigheid opgeven

De instelling van de weergave (FIX, SCI, ENG of ALL) bepaalt de *nauwkeurigheid* van de integratie. Hoe groter het aantal cijfers, hoe groter de precisie van de berekende integraal (en hoe langer het duurt om deze te berekenen.). Hoe minder cijfers er worden getoond, hoe sneller de berekening, maar de rekenmachine veronderstelt dat de functie nauwkeurig is binnen de cijfers die in de weergave-instelling zijn opgegeven.

Om de *nauwkeurigheid* van de integratie op te geven, stelt u de weergave zo in dat het scherm niet meer cijfers toont dan u nauwkeurig genoeg vindt in de waarde van de integrand. U treft daarna dezelfde nauwkeurigheid aan in het resultaat van de integratie.

Is het weergeven van breuken ingeschakeld (flag 7 is dan gezet), dan wordt de nauwkeurigheid bepaald door de vorige instelling van de weergave.









De nauwkeurigheid interpreteren

Na het berekenen van de integraal, zet de rekenmachine de geschatte onnauwkeurigheid van het resultaat in het Y-register. Druk op $\boxed{x \leftrightarrow y}$ om de waarde van de onnauwkeurigheid te zien.

Bijvoorbeeld, is de integraal $S_i(2)$ gelijk aan $1,6054 \pm 0,0002$, dan is 0,0002 de fout of onnauwkeurigheid.

Voorbeeld: Onnauwkeurigheid opgeven.

Staat de weergave ingesteld op SCI 2, bereken dan de integraal in de expressie van $S_i(2)$ (uit het vorige voorbeeld).


	Invoer:	Weergave:	Uitleg:
	 {SCI} 2	1,61E0	Geeft wetenschappelijke notatie op met twee decimalen, zodat de functie op twee decimalen nauwkeurig is.
✓	 	0,00E0 2,00E0	Zet de integratiegrenzen terug van het Z-en T-register naar het X-en Y-register.
	 	SIN(X)÷X	Geeft de huidige vergelijking weer.
	  X	INTEGRATING ∫= 1,61E0	De integraal benaderd op twee decimalen.
		1,61E-2	De onnauwkeurigheid van de benadering van de integraal.

De integraal is $1,61 \pm 0,0161$. De onnauwkeurigheid heeft geen invloed op de benadering tot in de derde decimaal, dus u kunt aannemen dat alle weergegeven cijfers nauwkeurig zijn.

Is de onnauwkeurigheid van de benadering groter dan u kunt toestaan, dan moet u het aantal cijfers in de schermweergave vergroten en de integratie opnieuw uitvoeren (mits $f(x)$ nog steeds berekend wordt met de nauwkeurigheid van het aantal cijfers op het scherm). Meestal vermindert de fout van een integratie met een factor tien als u een extra cijfer toevoegt aan de schermweergave.

Voorbeeld: De nauwkeurigheid veranderen.

Geef, voor de zojuist berekende integraal van $S_i(2)$, op dat het resultaat in vier decimalen nauwkeurig moet zijn in plaats van twee.

	Invoer:	Weergave:	Uitleg:
	 {SCI} 4	1,6079E-2	Zet de nauwkeurigheid op vier decimalen. De fout uit het vorige voorbeeld staat nog op het scherm.

✓	R↓ R↓	0.0000E0 2.0000E0	Zet de integratiegrenzen terug uit het Z- en T-register naar het X- en Y-register.
	↵ EQN	SIN(X)÷X	Geef de huidige vergelijking weer.
	↵ ∫ X	INTEGRATING ∫ = 1.6054E0	Berekent het resultaat.
	X↔Y	1.6056E-4	De fout is nu nog maar 1/100 van de fout bij een instelling van SCI 2.
	DISPLAY {FIX} 4	0.0002	Herstelt de weergave op FIX 4.
	MODES {DEG}	0.0002	Herstelt de instelling in graden.

Deze onnauwkeurigheid geeft aan dat het resultaat *misschien* tot slechts drie decimalen nauwkeurig is. In werkelijkheid is het resultaat tot *zeven* decimalen nauwkeurig als het wordt vergeleken met de werkelijke waarde van de integraal. Doordat de onnauwkeurigheid voorzichtig wordt berekend, is de benadering van de rekenmachine meestal veel gunstiger dan wordt aangegeven.

Meer informatie

Dit hoofdstuk geeft u instructies voor het uitvoeren van integraties met de HP 33s. Diverse toepassingen werden genoemd. Aanhangsel E bevat meer details over de werking van het algoritme, voorwaarden die onjuiste resultaten zouden kunnen opleveren, voorwaarden die de rekentijd verlengen, en het bepalen van de huidige benadering van een integraal.

Bewerkingen met complexe getallen

De HP 33s kan werken met complexe getallen van de vorm

$$x + iy.$$

Er zijn bewerkingen voor complexe berekeningen (+, -, ×, ÷), complexe trigonometrie (sin, cos, tan) en de wiskundige functies $-z$, $1/z$, $z_1^{z_2}$, $\ln z$, en e^z . (waarin z_1 en z_2 complexe getallen zijn).

✓ Een complex getal invoeren:

1. Typ het *imaginaire* deel in.
2. Druk op **ENTER**.
3. Typ het *reële* deel in.

Complexe getallen worden door de HP 33s verwerkt door de twee delen (imaginair en reëel) als gescheiden getallen te beschouwen. Om twee complexe getallen in te voeren, moet u vier getallen intoetsen. Om een complexe berekening uit te voeren, drukt u op **↵** **CMPLEX** vóór de operator. Bijvoorbeeld, voor de berekening

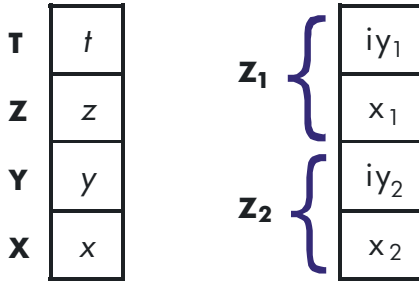
$$(2 + i 4) + (3 + i 5),$$

drukt u op 4 **ENTER** 2 **ENTER** 5 **ENTER** 3 **↵** **CMPLEX** **+**.

Het resultaat is $5 + i 9$. (De eerste regel is het *imaginaire* deel en de tweede regel is het *reële* deel.)

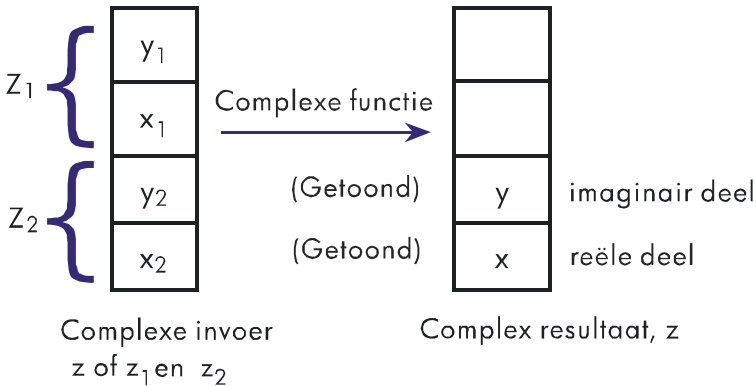
De complexe stapel

Werkt u met RPN, dan is de complexe stapel niet anders dan de gewone stapel die in twee dubbele registers is verdeeld, zodat er complexe getallen in passen, $z_{1x} + i z_{1y}$ en $z_{2x} + i z_{2y}$:




Reële stapel Complexe stapel

Het imaginaire en reële deel van een complex getal worden apart opgeslagen, dus u kunt desgewenst met elk deel apart werken.



Geef altijd eerst het *imaginaire* deel (het y -gedeelte) van een getal op. Van een resultaat wordt het *reële* deel (z_x) weergegeven; druk op $\boxed{x \leftrightarrow y}$ om het imaginaire deel (z_y) te zien. Het *reële* deel van het resultaat (z_x) wordt weergegeven op de tweede regel; het *imaginaire* deel (z_y) op de eerste regel. (Voor bewerkingen met twee getallen, wordt het eerste complexe getal, z_1 , gedupliceerd in het Z en T register van de stapel.)








Complexe bewerkingen

U werkt met complexe bewerkingen op dezelfde manier als met reële bewerkingen, naar de operator wordt voorafgegaan door  **CMPLEX**.

✓ Een bewerking met een enkel complex getal:

1. Geef het complexe getal op, bestaande uit $x + i y$, door y **ENTER** x in te voeren.
2. Selecteer de complexe functie.






Functies voor één complex getal, z

Om te berekenen:	Drukt u op:
Teken veranderen, $-z$	 CMPLEX +/-
Inverse, $1/z$	 CMPLEX 1/x
Natuurlijke log, $\ln z$	 CMPLEX LN
Natuurlijke anti log, e^z	 CMPLEX e^x
Sin z	 CMPLEX SIN
Cos z	 CMPLEX COS
Tan z	 CMPLEX TAN

✓ Een rekenkundige bewerking met twee complexe getallen:

1. Geef het eerste complexe getal op, z_1 (bestaande uit $x_1 + i y_1$), met y_1 **ENTER** x_1 **ENTER**. (Voor $z_1^{z_2}$, geeft u eerst de basis, z_1 , op.)
2. Geef het tweede complexe getal op, z_2 , met y_2 **ENTER** x_2 . (Voor $z_1^{z_2}$, geeft u nu de exponent, z_2 , op.)
3. Kies de rekenkundige bewerking:

Rekenen met twee complexe getallen, z_1 en z_2

Om te berekenen:	Drukt u op:
Optelling, $z_1 + z_2$	 CMPLEX +
Aftrekking, $z_1 - z_2$	 CMPLEX -
Vermenigvuldiging, $z_1 \times z_2$	 CMPLEX x
Deling, $z_1 \div z_2$	 CMPLEX ÷
Machtsverheffen, $z_1^{z_2}$	 CMPLEX y^x

Voorbeelden:

Hier zijn een paar voorbeelden van trigonometrische en rekenkundige functies met complexe getallen:

Bereken $(2 + i)^3$



Invoer:

3 2

Weergave:

-4,1689
9,1545

Uitleg:

Resultaat is $9,1545 - i$
 $4,1689$.

Evalueer de expressie

$$z_1 \div (z_2 + z_3),$$

waarin $z_1 = 23 + i$, $z_2 = -2 + i$, $z_3 = 4 - i$

Omdat de stapel slechts twee complexe getallen tegelijk kan bevatten, berekent u dit als

$$z_1 \times [1 \div (z_2 + z_3)]$$



Invoer:

1 2
3 4

Weergave:

-2,0000
2,0000
0,2500
0,2500

Uitleg:

Bereken $z_2 + z_3$; reëel deel wordt weergegeven.

$1 \div (z_2 + z_3)$.

13 23

9,0000
2,5000

$z_1 \div (z_2 + z_3)$. Resultaat is $2,5 + i$.

Evalueer $(4 - i)^2 / 5 (3 - i)^2 / 3$. Gebruik geen complexe functies als u werkt met slechts één deel van een complex getal.



Invoer:

2 5

Weergave:

-0,4000
-0,4000

Uitleg:

Voert imaginair deel van eerste complexe getal in als breuk.

4	ENTER	4,0000	Voert reëel deel van eerste complexe getal in.
		4,0000	
	2 3 +/- ENTER	-0,6667	Voert imaginair deel van tweede complexe getal in als breuk.
		-0,6667	
3	← CMPLX ×	-3,8667	Voltooit de invoer van het tweede getal en vermenigvuldigt de twee complexe getallen.
		11,7333	Resultaat is $11,7333 - i$
			3,8667.

Evalueer $e^{z^{-2}}$, waarin $z = (1 + i)$. gebruik **←** **CMPLX** **y^x** om z^{-2} te berekenen; geef -2 op als $-2 + i0$.

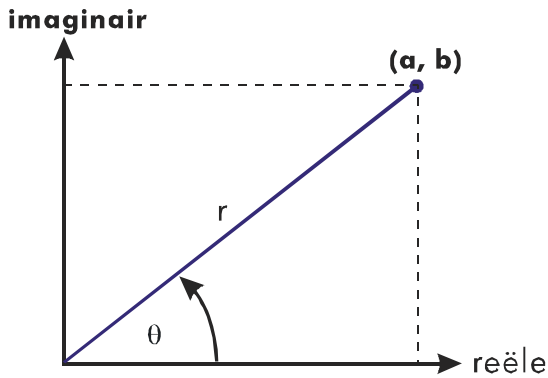


Invoer:	Weergave:	Uitleg:
1 ENTER 1 ENTER		Tussenresultaat van
0 ENTER 2 +/- ←		$(1 + i)^{-2}$
CMPLX y^x	-0,5000	
	0,0000	
← CMPLX e^x	-0,4794	Eindresultaten is
	0,8776	$0,8776 - i0,4794$.

Complexe getallen in polaire notatie

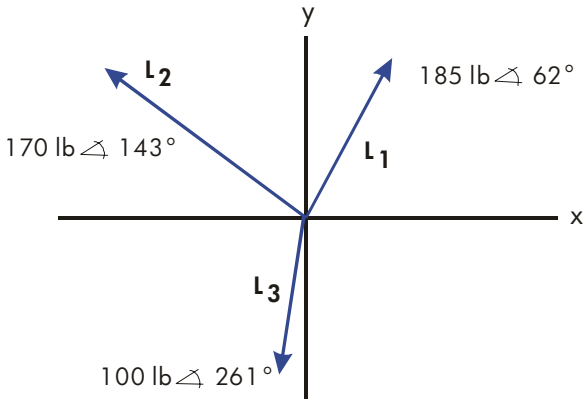
Veel toepassingen gebruiken reële getallen in polaire vorm. Ze gebruiken een paar getallen, net als complexe getallen, en u kunt ermee rekenen met behulp van de complexe functies. De complexe functies van de HP 33s' werken met rechthoekige coördinaten, en daarom moeten poolcoördinaten eerst naar rechthoekig geconverteerd worden (met **→** **→y.x**) voordat u de complexe bewerking uitvoert. Daarna kunt u het resultaat weer naar polair terugconverteren.

$$\begin{aligned}
 a + i b &= r (\cos \theta + i \sin \theta) = r e^{i\theta} \\
 &= r \angle \theta \quad (\text{Polaire of fase-vorm})
 \end{aligned}$$



Voorbeeld: Vectoroptelling.

Tel de volgende drie vectoren op. Converteer eerst de poolcoördinaten naar rechthoekige coördinaten.



Invoer:

Weergave:

Uitleg:

✓	$\boxed{\text{MODES}}$ $\boxed{\text{DEG}}$	
✓	62 $\boxed{\text{ENTER}}$ 185 $\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\rightarrow y.x}$	163,3453 86,8522
✓	143 $\boxed{\text{ENTER}}$ 170 $\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\rightarrow y.x}$	102,3086 -135,7680
	$\boxed{\text{CPLX}}$ $\boxed{+}$	265,6539 -48,9158

Stelt graden in.

Voert L_1 in en converteert naar rechthoekig.

Invoer en conversie van L_2 .

Telt vectoren op.


✓ 261 **ENTER** 100 **→** **→y,x** -98,7688
 -15,6434
← **CMPLEX** **+** 166,8850
 -64,5592
← **→θ,r** 111,1489
 178,9372

Invoer en conversie van L_3 .









Telt $L_1 + L_2 + L_3$ op.

Converteert vector terug naar polaire vorm; de waarde van r , θ wordt getoond.

Conversies en berekeningen met talstelsels

Met het menu BASE ( **BASE**) kunt u het talstelsel kiezen waarin u getallen en andere bewerkingen invoert (inclusief programmeren). Het veranderen van het talstelsel verandert ook het *weergegeven* getal.

Het menu BASE

Menu label	Omschrijving
{DEC}	<i>Decimaal.</i> Geen annunciator. Getallen worden geconverteerd naar decimaal. Getallen hebben een geheel deel en een gebroken deel.
{HEX}	<i>Hexadecimaal.</i> Annunciator HEX . Getallen worden geconverteerd naar hexadecimaal. Alleen gehele getallen. De toetsen op de bovenste rij zijn voor invoer van de cijfers  tot en met  .
{OCT}	<i>Octaal.</i> Annunciator OCT . Getallen worden geconverteerd naar octaal. Alleen gehele getallen. De  , de  en de toetsen op de bovenste rij zonder shift zijn niet actief.
{BIN}	<i>Binair.</i> Annunciator BIN . Getallen worden geconverteerd naar binair. Alleen gehele getallen. De cijfertoetsen, behalve  en  , en de toetsen op de bovenste rij zonder shift zijn niet actief. Is een getal langer dan 12 cijfers, daarna zijn de toetsen  en  actief om vensters te bekijken. (Zie "Vensters voor lange binaire getallen" verderop in dit hoofdstuk.)

Voorbeelden: Het talstelsel van een getal converteren.

De volgende toetsen zorgen voor de conversies.

Converteer $125,99_{10}$ naar hexadecimaal, octaal, en binair.

Invoer:**Weergave:****Uitleg:**

125,99

{HEX}

{OCT}

{BIN}

{DEC}

125,9900

7D

175

1111101

Converteer $24FF_{16}$ naar binair. Het binaire getal is langer dan 12 cijfers (het maximum op het scherm).

Invoer:**Weergave:****Uitleg:**

{HEX}

24FF

{BIN}

010011111111

{DEC}

9.471,0000

24FF_

10

010011111111

Gebruik de toets om "F" in te voeren.

Het gehele binaire getal past niet op het scherm. De annunciator wijst erop dat het getal links nog langer is.

Geeft de rest van het getal weer. Het volledige getal is 10010011111111_2 .

Geeft de eerste 12 cijfers weer. Terug naar decimaal.

Binair, octaal en hexadecimaal rekenen

De rekenkundige bewerkingen zoals , , , en zijn in ieder talstelsel mogelijk. De enige functietoetsen die alleen werken in de decimale stand zijn , , , , , en . U moet zich echter realiseren dat de meeste bewerkingen geen zinvolle resultaten zullen geven, omdat het deel achter de komma verdwijnt.

Het rekenen in de talstelsels 2, 8 en 16 werkt met 2's complement en werkt alleen met gehele getallen:

- Heeft een getal een deel achter de komma, dan wordt dat genegeerd bij rekenkundige bewerkingen.
- Het resultaat van een bewerking is altijd een geheel getal. Het deel achter de komma wordt afgekapt.

Een *conversie* verandert alleen de weergegeven waarde en niet het X-register, maar door te *rekenen* verandert de inhoud van het X-register.

Kan het resultaat van een bewerking niet in 36 bits worden opgeslagen, dan verschijnt in het scherm **OVERFLOW** plus het grootste positieve of negatieve getal dat mogelijk is.

Voorbeeld:

Hier zijn een paar voorbeelden van berekeningen met hexadecimale, octale en binaire getallen:

$$12F_{16} + E9A_{16} = ?$$

Invoer:

 **BASE** {HEX}

✓ 12F **ENTER** E9A **+**

Weergave:

FC9

Uitleg:

Stelt hexadecimaal in; annunciator **HEX** verschijnt. Resultaat.

$$7760_8 - 4326_8 = ?$$

 **BASE** {OCT}

✓ 7760 **ENTER** 4326 **-**

7711

Stelt octaal in: Annunciator **OCT** verschijnt. Weergegeven getal wordt naar octaal geconverteerd. Resultaat.






$$100_8 \div 5_8 = ?$$

✓ 100 **ENTER** 5 **÷**

14

Het gehele deel van het resultaat.

$$5A0_{16} + 1001100_2 = ?$$

 BASE {HEX} 5A0	5A0_	Stelt hexadecimaal in; annunciator HEX verschijnt.
 BASE {BIN} 1001100	1001100_	Stel binair in; annunciator BIN verschijnt. Dit sluit de cijferinvoer af, dus ENTER is niet nodig tussen de getallen.
✓ 	10111101100	Resultaat in binair.
 BASE {HEX}	5EC	Resultaat in hexadecimaal.
 BASE {DEC}	1.516,0000	Terug naar decimaal.

De representatie van getallen

Hoewel de weergave van een getal verandert als het talstelsel veranderd wordt, verandert er niets aan de opgeslagen vorm van het getal. Decimale getallen worden dus niet weergegeven— zolang ze niet worden gebruikt in berekeningen.

Is een getal hexadecimaal, octaal of binair, dan wordt het weergegeven als een naar rechts aangeschoven geheel getal met maximaal 36 bits (12 octale cijfers of 9 hexadecimale cijfers). Voorloopnullen worden niet weergegeven, maar ze zijn belangrijk omdat ze een positief getal aanduiden. Bijvoorbeeld, de binaire representatie van 125_{10} wordt weergegeven als:








1111101

en dat is hetzelfde als deze 36 cijfers:

000000000000000000000000000000001111101

Negatieve getallen

Het meest linkse bit (meest significant of "hoogste" bit) van een binair getal is het tekenbit. Het is 1 bij negatieve getallen. Zijn er voorafgaande nullen (die niet weergegeven worden), dan is het tekenbit nul en het getal positief. Een negatief getal is het 2's complement van het tegengestelde getal.

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
546  {BASE} {HEX}	222	Geeft een positief decimaal getal op en converteert het naar hexadecimaal.
	FFFFFF0DE	2's complement (teken veranderd).
 {BASE} {BIN}	110111011110	Binair getal;  betekent dat er nog meer cijfers zijn.
 	111111111111	Geeft het linker venster weer. Het getal is negatief want het hoogste bit is 1.
 {BASE} {DEC}	-546.0000	Negatief decimaal getal.

Bereik van getallen

De woordlengte van 36 bits beperkt de lengte van getallen die hexadecimaal (9 cijfers), octaal (12 cijfers) en binair (36 cijfers) kunnen worden opgeslagen, en het bereik van decimale getallen (11 cijfers) die hiernaar geconverteerd kunnen worden.

Bereik van getallen voor conversies naar een ander talstelsel

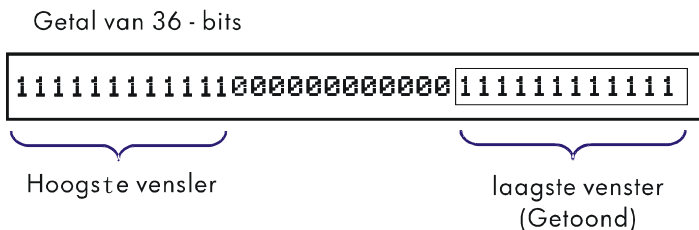
Talstelsel	Grootste positief getal	Grootste negatief getal
Hexadecimaal	7FFFFFFF	80000000
Octaal	377777777777	400000000000
Binair	01111111111111111111111111111111 1111111111111111	10000000000000000000000000000000 0000000000000000
Decimaal	34 359 738 367	-34 359 738 368

Voert u getallen in dan accepteert de rekenmachine niet meer dan het maximale aantal cijfers voor ieder talstelsel. Probeert u bijvoorbeeld een hexadecimaal getal van 10 cijfers in te toetsen, dan stopt de invoer en verschijnt de annunciator **▲**.

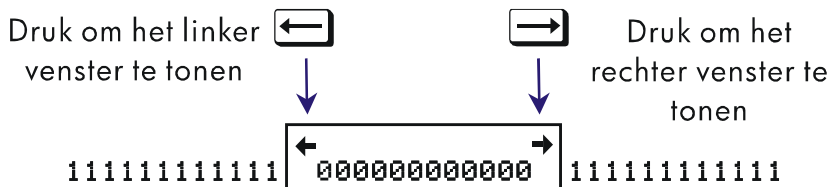
In de RPN-stand wordt de oorspronkelijke decimale waarde van een te groot getal in de berekeningen gebruikt. Resulteert een berekening in een getal dat buiten het hierboven gegeven bereik valt, dan verschijnt even het woord OVERFLOW op het scherm. Daarna ziet u het grootste positieve of negatieve getal dat met het huidige talstelsel gerepresenteerd kan worden. In de ALG-stand resulteert iedere bewerking (behalve +/- in de invoerregel, niet bij een prompt voor een variabele) met TOO BIG in de annunciator **▲**.

Vensters voor lange binaire getallen

Het langste binaire getal kan uit 36 cijfers bestaan — drie keer zo veel als er op het scherm passen. Ieder deel van 12 cijfers van een lang getal heet een *venster*.



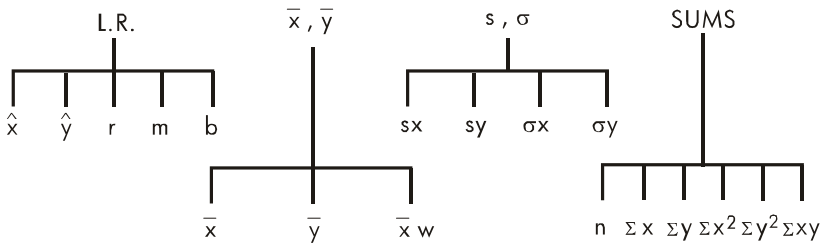
Is een binair getal groter dan 12 cijfers, dan verschijnt de annunciator **◀** of **▶** (of beide), die aangeeft in welke richting de extra cijfers zich bevinden. Druk op de aangegeven toets (**◀** of **▶**) om de rest te zien.



Statistische bewerkingen

De statistische menu's van de HP 33s bieden functies om gegevens met een of twee variabelen statistisch te analyseren:

- Gemiddelde afwijkingen en standaardafwijkingen van een steekproef en een populatie.
- Lineaire regressie en lineaire schatting (\hat{x} en \hat{y}).
- Gewogen gemiddelde (x gewogen met y).
- Statistische optellingen: n , Σx , Σy , Σx^2 , Σy^2 , and Σxy .






Statistische gegevens invoeren


Statistische gegevens met een of twee variabelen voert u in (en verwijdert u) met de toets $\Sigma+$ (of $\leftarrow \Sigma-$). De waarden worden geaccumuleerd als opgetelde gegevens in zes statistische registers (28 tot en met 33), waarvan de namen verschijnen in het menu SUMS. (Druk op \rightarrow **SUMS** en zoek naar n Σx Σy Σx^2 Σy^2 Σxy).



Opmerking Maak altijd de statistische registers leeg voordat u nieuwe gegevens gaat invoeren (druk op \leftarrow **CLEAR** $\{\Sigma\}$).




Gegevens met één variabele invoeren





1. Druk op   { Σ } om de vorige statistische gegevens te wissen.
2. Geef iedere waarde van x op en druk op .
3. Het scherm toont n , het aantal statistische gegevens. De waarden worden nu geaccumuleerd.



Door op  te drukken worden er eigenlijk twee waarden in de statistische registers opgeslagen, want de waarde die toevallig in het Y-register staat wordt als de y -waarde geaccumuleerd. Daardoor kan de rekenmachine lineaire regressie uitvoeren en waarden weergeven die gebaseerd zijn op y , zelfs als u alleen maar x -gegevens hebt ingevoerd— ja zelfs als u een ongelijk aantal x - en y -waarden hebt ingevoerd. Er treedt geen fout op, maar de resultaten zijn natuurlijk niet zinvol.

Om een waarde in het scherm terug te roepen, drukt u *direct nadat deze is ingevoerd* op  .

✓ Gegevens met twee variabelen invoeren

Werkt u met RPN, en bestaan uw gegevens uit twee variabelen, dan is x de *onafhankelijke variabele* en y de *afhankelijke variabele*. Denk eraan dat u de waarden (x, y) in de *omgekeerde volgorde* (y  x) invoert, zodat y in het Y-register en X in het X-register komt.

1. Druk op   { Σ } om de vorige statistische gegevens te wissen.
2. Geef *eerst* de y -waarde op en druk op .
3. Geef de daarmee corresponderende x -waarde op en druk op .
4. Op het scherm staat n , het aantal paren statistische gegevens dat u hebt opgegeven.
5. Ga verder met het opgeven van paren x, y . n wordt steeds bijgewerkt.

Om direct na het invoeren een x -waarde terug te roepen, drukt u op  .

Fouten verbeteren

Maakt u een fout bij het invoeren statistische gegevens, verwijder de fout dan en geef de juiste gegevens op. Zelfs als van het x , y -paar maar een getal verkeerd is, moet u *beide* gegevens opnieuw invoeren.

Statistische gegevens corrigeren:

1. Voer de onjuiste gegevens opnieuw in, maar druk nu niet op $\Sigma+$, maar op \leftarrow $\Sigma-$. Hiermee worden de waarden verwijderd en wordt n met 1 verminderd.
2. Geef de juiste waarden op met $\Sigma+$.

Hebt u de onjuiste waarden net ingevoerd, druk dan op \leftarrow $\text{LAST } x$ om ze terug te halen, en vervolgens op \leftarrow $\Sigma-$ om ze te verwijderen. (De onjuiste y -waarde bevindt zich nog in het Y -register, en de x -waarde staat in het $\text{LAST } X$ -register.)

Voorbeeld:

Geef de onjuiste waarden links op, en corrigeer ze met de juiste waarden rechts:

Oorspronkelijke x , y	Gecorrigeerde x , y
20, 4	20, 5
400, 6	40, 6

Invoer:

- \leftarrow CLEAR $\{\Sigma\}$
✓ 4 ENTER 20 $\Sigma+$
✓ 6 ENTER 400 $\Sigma+$

Weergave:

4,0000
1,0000
6,0000
2,0000

Uitleg:

Maak de statistische registers leeg.
Geef het eerste paar gegevens op.
Het scherm toont n , het aantal gegevensparen dat u hebt ingevoerd.

 LAST x

6,0000
400,0000

Haal de vorige waarde van x terug. De vorige y staat nog in het Y-register. (Druk twee keer op  om dit te controleren.)

6,0000
1,0000

Verwijder het laatste paar.

✓ 6  40 

6,0000
2,0000

Geef het laatste paar opnieuw op.

✓ 4  20  

4,0000
1,0000

Verwijder het eerste paar.

✓ 5  20 






5,0000
2,0000

Geef het eerste paar opnieuw op. Er staat nog steeds een totaal van twee paren in de statistische registers .

Statistische berekeningen

Nadat u de gegevens hebt ingevoerd, kunt u de functies in de statistiekmenu's gaan gebruiken.

Statistiekmenu's

Menu	Toets	Omschrijving
L.R.	 L.R.	Het menu voor lineaire regressie: lineaire schatting $\{\hat{x}\}$ $\{\hat{y}\}$ en curve-fitting $\{r\}$ $\{m\}$ $\{b\}$. Zie "Lineaire regressie" verderop in dit hoofdstuk.
\bar{x}, \bar{y}	 	Het menu voor gemiddelden: $\{\bar{x}\}$ $\{\bar{y}\}$ $\{\bar{x}\bar{y}\}$. Zie "Gemiddelde" hieronder.
s, σ	 S, σ	Het menu voor de standaarddeviatie: $\{s_x\}$ $\{s_y\}$ $\{\sigma_x\}$ $\{\sigma_y\}$. Zie "Standaarddeviatie van steekproef" en "Standaarddeviatie van populatie" verderop in dit hoofdstuk.
SUMS	 SUMS	Het sommeringsmenu: $\{n\}$ $\{\sum x\}$ $\{\sum y\}$ $\{\sum x^2\}$ $\{\sum y^2\}$ $\{\sum xy\}$. Zie "Statistieken sommeren" verderop in dit hoofdstuk.

Gemiddelde

Het gemiddelde is het wiskundige gemiddelde van een aantal getallen.

- Druk op { \bar{x} } voor het gemiddelde van de x-waarden.
- Druk op { \bar{y} } voor het gemiddelde van de y-waarden.
- Druk op { $\bar{x} \bar{y}$ } voor het *gewogen* gemiddelde van de x-waarden, waarbij de y-values als gewicht gelden. De gewichten hoeven geen gehele getallen te zijn.

Voorbeeld: Gemiddelde (Eén variabele).

Productiechef May Kitt wil de gemiddelde duur van het productieproces weten. Ze kiest zes willekeurige werknemers, observeert ze terwijl ze hun werk doen, en noteert de volgende tijden (in minuten):

15,5	9,25	10,0
12,5	12,0	8,5

Bereken de gemiddelde tijdsduur. (Beschouw alle gegevens als x-waarden.)

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
{ $\bar{\Sigma}$ }		Maakt de statistische registers leeg.
15,5	1,0000	Voert de eerste tijdsduur in.
9,25 10 12,5 12 8,5	6,0000	Voert de overige gegevens in; zes gegevens in totaal.
{ \bar{x} }	$\bar{x} \bar{y} \bar{x} \bar{y}$ 11,2917	Berekent de gemiddelde tijdsduur.

Voorbeeld: Gewogen gemiddelde (Twee variabelen).

Een fabriek koopt vier keer per jaar een zeker onderdeel. In het vorige jaar waren dat:

Stuksprijs (x)	€4,25	€4,60	€4,70	€4,10
Aantal (y)	250	800	900	1000

Bereken de standaardafwijking van de productietijden. (Beschouw alle gegevens als x -waarden.)

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
CLEAR {Σ}		Maakt de statistische registers leeg.
15,5	1,0000	Voert de eerste tijdsduur in.
9,25 10 12,5		Voert de overige gegevens in;
12 8,5	6,0000	zes gegevens in totaal.
S.σ {Σx}	Σx Σy σx σy	Berekent de standaardafwijking van de productietijd.
	2,5808	

Standaardafwijking van bevolking

De standaardafwijking geeft aan hoe de gegevens rondom het gemiddelde verdeeld zijn. Werken we met een bevolking, dan nemen we aan dat er geen sprake is van een steekproef, maar dat *alle* gegevens bekend zijn. We gebruiken nu n als deler.

- Druk op S.σ {σx} voor de standaardafwijking van een bevolking van de x -waarden.
- Druk op S.σ {σy} voor de standaardafwijking van een bevolking van de y -waarden.

Voorbeeld: Standaardafwijking van een bevolking.

Oma Hinkle heeft vier volwassen zonen met een lengte van 170, 173, 174 en 180 cm. Bepaal de standaardafwijking van deze lengtes.

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
CLEAR {Σ}		Maakt de statistische registers leeg.
170 173		Voert de gegevens in.
174 180	4,0000	
S.σ {σx}	Σx Σy σx σy	Berekent de standaardafwijking van de bevolking.
	3,6315	

Lineaire regressie

Lineaire regressie, L.R. (ook genoemd *lineaire schatting*) is een statistische methode om een rechte lijn te vinden die het best overeenkomt met een reeks x,y -gegevens.

Opmerking



Om de melding STAT ERROR te vermijden, moeten de gegevens worden ingevoerd, *voordat* u een van de functies in het menu L.R. uitvoert.

Het menu L.R. (lineaire regressie)

Menu-toets	Omschrijving
{ \hat{x} }	Schat (voorspelt) x voor een gegeven hypothetische waarde van y , gebaseerd op de lijn die uit de gegevens is berekend.
{ \hat{y} }	Schat (voorspelt) y voor een gegeven hypothetische waarde van x , gebaseerd op de lijn die uit de gegevens is berekend.
{ r }	Correlatiecoëfficiënt voor de (x, y) -gegevens. De correlatiecoëfficiënt is een getal tussen -1 en $+1$ dat aangeeft hoe goed de berekende lijn overeenkomt met de gegevens.
{ m }	Helling van de berekende lijn.
{ b }	y -intercept van de berekende lijn.

- Om een geschatte waarde te vinden voor x (of y), geeft u een hypothetische waarde op voor y (of x) en drukt u op [L.R.] { \hat{x} } (of [L.R.] { \hat{y} }).
- Om de waarden te vinden die het best overeenkomen met de lijn die door uw gegevens loopt, drukt u op [L.R.] gevolgd door { r }, { m }, of { b }.

Voorbeeld: Curve Fitting.

De opbrengst van een nieuwe variëteit van rijst is afhankelijk van de bemesting met stikstof. Bepaal de lineaire relatie tussen de volgende gegevens: de correlatiecoëfficiënt, de helling, en de y -intercept.

X, hoeveelheid stikstof (kg per hectare)	0,00	20,00	40,00	60,00	80,00
Y, opbrengst (ton per hectare)	4,63	5,78	6,61	7,21	7,78

Invoer:

Weergave:

Uitleg:

CLEAR {Σ}

Wist de vorige statistische gegevens.

Voert gegevens in, n wordt weergegeven.

✓ 4,63 **ENTER** 0 **Σ+**

✓ 5,78 **ENTER** 20 **Σ+**

✓ 6,61 **ENTER** 40 **Σ+**

✓ 7,21 **ENTER** 60 **Σ+**

✓ 7,78 **ENTER** 80 **Σ+**

7,2100

4,0000

7,7800

5,0000

⊗ \hat{y} r m b

0,9880

⊗ \hat{y} r m b

0,0387

Vijf paren gegevens ingevoerd.

Geeft het menu van de lineaire regressie weer.

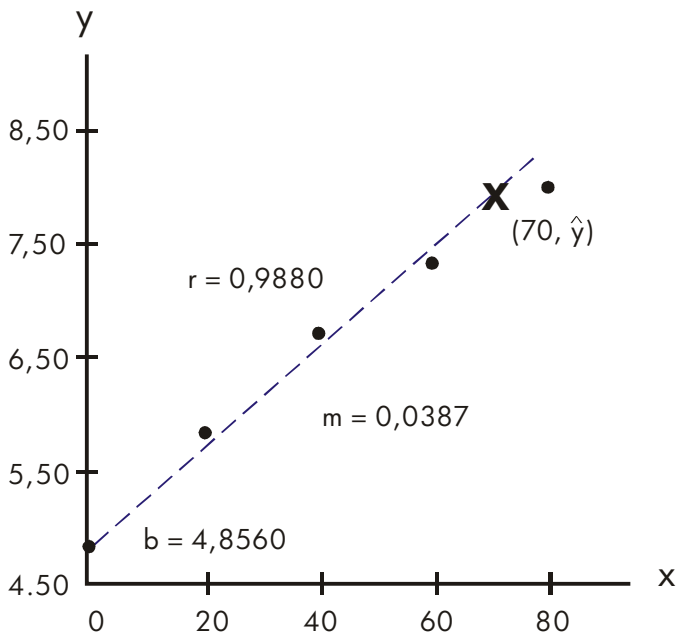
Correctiecoëfficiënt; gegevens benaderen een rechte lijn.

y -intercept.

L.R. {r}

⊗ \hat{y} r m b

4,8560



Stel dat er 70 kg stikstofmest wordt gebruikt? Voorspel de opbrengst op grond van de bovenstaande statistiek.

Invoer:

Weergave:

Uitleg:

7,7800

Voert de hypothetische x-waarde in.

70

\hat{x} \hat{y} r m b

Dit is de voorspelde opbrengst in tonnen per hectare.

7,5615

Nauwkeurigheidsoeprerkingen van de gegevens



De rekenmachine werkt met een beperkte precisie (12 à 15 cijfers) en dus zullen er afrondingsfouten ontstaan. Hier zijn twee voorbeelden:

Normaliseren van dicht bijeenliggende, grote getallen

De rekenmachine is wellicht niet in staat de standaardafwijking en lineaire regressie te herkennen voor een variabele waarvan de waarden relatief weinig verschillen. Om dit te voorkomen, kunt u de gegevens normaliseren door iedere waarde in te voeren als het verschil met een centrale waarde (bijvoorbeeld het gemiddelde). Voor genormaliseerde x -waarden moet dit verschil achteraf worden opgeteld bij een berekening van \bar{x} en \hat{x} , \hat{y} en b moeten ook worden bijgesteld. Bijvoorbeeld, als de x -waarden zijn 7776999, 7777000, en 7777001, dan geeft u ze op als -1, 0 en 1; vervolgens telt u 7777000 op bij \bar{x} en \hat{x} . Voor b , telt u $7777000 \times m$ bij. Om \hat{y} te berekenen geeft u een waarde van x op verminderd met 7777000.

Soortgelijke onnauwkeurigheden kunnen optreden de waarden van x en y in een heel andere orde van grootte liggen. Ook hier kan het wijzigen van de gegevens het probleem voorkomen.



Effect van verwijderde gegevens

Met   verwijdert u *niet* de afrondingsfouten die misschien in de statistische registers zijn ontstaan. Het verschil is niet ernstig, tenzij de onjuiste gegevens aanmerkelijk groter zijn dan de juiste gegevens. In dat geval is het wellicht verstandig alle gegevens te wissen en opnieuw te beginnen.

Waarden in de statistische registers optellen

De statistische registers zijn zes unieke locaties in het geheugen waarin de ingevoerde waarden worden geaccumuleerd.

Statistieken sommeren

Met   hebt u toegang tot de inhoud van de statistische registers:

- Druk op {n} om het aantal geaccumuleerde gegevens op te roepen.
- Druk op {x} om de som van de x -waarden op te roepen.

- Druk op $\{\Sigma\}$ om de som van de y -waarden op te roepen.
- Druk op $\{\Sigma x^2\}$, $\{\Sigma y^2\}$ en $\{\Sigma xy\}$ om de som van de kwadraten en de som van de producten van de x - en y -waarden op te roepen. Deze waarden zijn van belang bij het uitvoeren van andere statistische berekeningen die door de rekenmachine kunnen worden uitgevoerd.

Hebt u statistische gegevens ingevoerd, dan hebt u toegang tot de statistische registers. Druk op $\left[\leftarrow \right]$ $\left[\text{MEM} \right]$ $\{\text{VAR}\}$ en gebruik $\left[\uparrow \right]$ en $\left[\downarrow \right]$ om de statistische registers weer te geven.

Voorbeeld: De statistische registers bekijken.

Gebruik $\left[\Sigma+ \right]$ om de paren (1,2) en (3,4) in de statistische registers op te slaan. Bekijk nu de opgeslagen statistische waarden.

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
$\left[\leftarrow \right]$ $\left[\text{CLEAR} \right]$ $\{\Sigma\}$		Maakt de statistische registers leeg.
✓ 2 $\left[\text{ENTER} \right]$ 1 $\left[\Sigma+ \right]$	2,0000	Voert het eerste paar in (1,2).
	1,0000	
✓ 4 $\left[\text{ENTER} \right]$ 3 $\left[\Sigma+ \right]$	4,0000	Voert het tweede paar in (3,4).
	2,0000	
$\left[\leftarrow \right]$ $\left[\text{MEM} \right]$ $\{\text{VAR}\}$	n=	Toont de VAR-catalogus en bekijkt het register n.
	2,0000	
$\left[\uparrow \right]$	$\Sigma xy =$	Bekijkt het register Σxy .
	14,0000	
$\left[\uparrow \right]$	$\Sigma y^2 =$	Bekijkt register Σy^2 .
	20,0000	
$\left[\uparrow \right]$	$\Sigma x^2 =$	Bekijkt register Σx^2 .
	10,0000	
$\left[\uparrow \right]$	$\Sigma y =$	Bekijkt register Σy .
	6,0000	
$\left[\uparrow \right]$	$\Sigma x =$	Bekijkt register Σx .
	4,0000	
$\left[\text{C} \right]$	4,0000	Verlaat de VAR-catalogus.
	2,0000	

De statistische registers in het geheugen van de rekenmachine

De geheugenruimte voor de statistische registers wordt automatisch toegekend indien u drukt op $\Sigma+$ of $\Sigma-$. De registers worden uit het geheugen verwijderd als u drukt op \leftarrow CLEAR $\{\Sigma\}$.

Toegang tot de statistische registers

De statistische registers van de HP 33s zijn toegewezen als in de volgende tabel.

Statistische registers

Register	Nummer	Omschrijving
n	28	Aantal ingevoerde paren.
Σx	29	Som van de x -waarden.
Σy	30	Som van de y - waarden.
Σx^2	31	Som van de kwadraten van de x - waarden.
Σy^2	32	Som van de kwadraten van de y - waarden.
Σxy	33	Som van de producten van de x - en y - waarden.

U kunt een statistiekregister laden met een optelling door het nummer (28 tot en met 33) van het gewenste register op te slaan in i (nummer STO (i)) en daarna de optelling opslaan (waarde STO (i)). U kunt verder drukken op \rightarrow VIEW (i) om de waarde van een register te bekijken — naast de waarde ziet u de naam van het register. Het menu SUMS bevat functies om de waarden uit de registers op te roepen. Zie "Variabelen en labels indirect adresseren" in hoofdstuk 13 voor meer informatie.

Deel 2

Programmeren

Eenvoudig programmeren

Deel 1 van deze handleiding toonde u de functies en bewerkingen die u *handmatig* kunt invoeren, dat wil zeggen door voor iedere bewerking een toets in te drukken. Verder hebt u gezien hoe u vergelijkingen kunt gebruiken om berekeningen te herhalen zonder alle toetsen weer opnieuw te hoeven indrukken.

In deel 2 leggen we uit hoe u een *programma* kunt gebruiken voor herhaalde berekeningen — berekeningen die ingewikkelder zijn dan een eenvoudige vergelijking. Met een programma kunt u bewerkingen en berekeningen herhalen, precies op de manier die u wilt.

In dit hoofdstuk leggen we uit hoe u een reeks bewerkingen programmeert. In het volgende hoofdstuk, "Programmeringstechnieken", leert u over subroutines en voorwaardelijke instructies.

Voorbeeld: Een eenvoudig programma.

Om de oppervlakte te vinden van een cirkel met een straal van 5 gebruikt u de formule $A = \pi r^2$ en drukt u op

RPN: 5    

ALG:      

Om het resultaat te krijgen: 78,5398.

Maar als u nu de oppervlakte van een groot aantal verschillende cirkels wilt weten?

In plaats van de toetsaanslagen steeds te moeten herhalen (waarbij alleen de "5" anders is voor de verschillende stralen), kunt u de toetsaanslagen in een programma opnemen:

RPN	ALG
00001 x ²	00001 x ²
00002 π	00002 x
00003 x	00003 π
	00004 ENTER

Dit eenvoudige programma veronderstelt dat de straal zich in het X-register (op het scherm) bevindt als het programma start. De oppervlakte wordt berekend en in het X-register gezet.

In de stand RPN voert u dit programma als volgt in het programmageheugen in:

Invoer: (In de RPN-stand)	Weergave:	Uitleg:
CLEAR {ALL} {Y}		Maakt het geheugen leeg.
PRGM		Activeert de modus om een programma in te voeren (de annunciator PRGM verschijnt).
GTO	PRGM TOP	Zet de programmawijzer op PRGM TOP.
x ²	00001 x ²	(Straal) ²
π	00002 π	
x	00003 x	<i>Oppervlakte = πx²</i>
PRGM		Beëindigt de programma-invoer.

Nu gaan we dit programma uitvoeren met een straal van 5:

Invoer: (In de RPN-stand)	Weergave:	Uitleg:
GTO		Zet het programma aan het begin.
5 R/S	78,5398	Het antwoord!

We zullen dit programma verder gaan gebruiken om de verschillende concepten en methodes van het programmeren te bespreken.

12-2 Eenvoudig programmeren

Een programma ontwerpen

Hierna laten we zien welke instructies u in een programma kunt zetten. Wat u in een programma zet heeft invloed op het resultaat als u het programma bekijkt en op de werking als u het programma uitvoert.

Een stand selecteren

Programma's die gemaakt en opgeslagen zijn in de RPN-stand kunnen alleen in de RPN-stand worden bewerkt en uitgevoerd. Programma's die gemaakt en opgeslagen zijn in de ALG-stand kunnen alleen in de ALG-stand worden bewerkt en uitgevoerd. Wilt u zeker weten dat uw programma in de juiste stand wordt uitgevoerd, gebruik dan RPN of ALG als eerste instructie in het programma.

Programmagrenzen (LBL en RTN)

Wilt u meer dan een programma in het geheugen zetten, dan heeft een programma een *label* nodig om het begin te markeren (zoals `R0001 LBL R`) en een *return* om het einde te markeren (zoals `R0005 RTN`).

U ziet dat er bij de regelnummers een R komt te staan die overeenkomt met het label.

Programmatalabels

Programma's en segmenten van programma's (*routines*) moeten met een label beginnen. Als u een label wilt maken, drukt u op:

 **LBL** *lettertoets*

Het label is een willekeurige letter van A tot Z. De lettertoetsen worden gebruikt op dezelfde manier als bij variabelen (zoals besproken in hoofdstuk 3). U hetzelfde label niet meer dan een keer gebruiken (u krijgt dan de melding `DUPLICAT·LBL`), maar een label kan zonder bezwaar dezelfde letter hebben als een variabele.

Het is mogelijk dat een programma (het eerste) in het geheugen staat zonder label. Alle volgende programma's hebben echter een label nodig om ze van elkaar te kunnen onderscheiden.

De return-instructie

Programma's en subroutines moeten eindigen met een return-instructie. Deze voert u in met:

 `RTN`

Is een programma uitgevoerd, dan brengt de laatste RTN-instructie de programmawijzer terug naar `PRGM TOP`, het begin van het programmageheugen.

Gebruik van RPN, ALG en vergelijkingen in programma's

U kunt in een programma op dezelfde manier rekenen als met het toetsenbord:

- Gebruik van RPN-bewerkingen (die werken met de stapel, zoals beschreven in hoofdstuk 2).
- Gebruik van ALG-bewerkingen (uitgelegd in aanhangsel C).
- Gebruik van vergelijkingen (uitgelegd in hoofdstuk 6).

Het vorige voorbeeld gebruikte een reeks *RPN-bewerkingen* om de oppervlakte van een cirkel te berekenen. U kunt ook een *vergelijking* gebruiken in het programma. (Een voorbeeld ziet u later in dit hoofdstuk.) Veel programma's zijn een combinatie van RPN en vergelijkingen, met de voordelen van beide.

Voordelen van RPN-bewerkingen

Gebruiken minder geheugen.

Werken sneller.

Voordelen van vergelijkingen en ALG-bewerkingen

Gemakkelijker te schrijven en te lezen.

Automatische prompts mogelijk.

Voert een programma een regel uit met een vergelijking, dan wordt de vergelijking op dezelfde manier geëvalueerd als met `[XEQ]`. Bij de evaluatie in een programma wordt "=" in een vergelijking beschouwd als "-". (Er is geen programmeerbaar equivalent voor `[ENTER]` in een toekenningvergelijking — u moet dan de vergelijking als expressie schrijven en STO gebruiken om het resultaat in een variabele op te slaan.)

Bij beide soorten berekeningen kunt u RPN-instructies gebruiken om de invoer, de uitvoer en het programmaverloop te besturen.

Invoer en uitvoer van gegevens



Heeft uw programma meer dan een invoerwaarde of meer dan een uitvoerwaarde, dan kunt u zelf bepalen hoe het programma de invoer ontvangt en de uitvoer presenteert.

Bij invoer kunt u om een waarde vragen met de INPUT-instructie. U kunt een vergelijking gebruiken die om de waarde van een variabele vraagt, en u kunt waarden gebruiken die tevoren op de stapel zijn gezet.







Bij uitvoer kunt u de waarden presenteren met de VIEW-instructie. U kunt een bericht tonen dat is afgeleid met een vergelijking en u kunt ongemarkeerde waarden op de stapel laten staan.



Deze worden in dit hoofdstuk besproken onder "Gegevens invoeren en weergeven."



Een programma invoeren








Met   schakelt u de modus voor programmainvoer in en uit, zoals u ziet aan de annunciator **PRGM**. Tijdens de invoer van een programma worden toetsaanslagen opgeslagen als programmaregels. Iedere instructie bezet een regel in het programma, en er is geen beperking (behalve het beschikbare geheugen) aan het aantal regels in een programma.

Een programma in het geheugen invoeren:

1. Druk op   om de invoer van programma's aan te zetten.
2. Druk op     om PRGM TOP weer te geven. Dit zet de *programmawijzer* op een bekende plek, vóór alle andere programma's. Toetst u nu programmaregels in, dan worden ze toegevoegd vóór alle andere programmaregels.

Hebt u geen andere programma's nodig, maak het programmageheugen dan leeg met   {PGM}. Om te bevestigen dat *alle* programma's verwijderd moeten worden, drukt u op {Y} na de melding CLR PGMS? Y N.






3. Geef het programma een *label* — een enkele letter. Druk op   letter. Kies een letter waarmee u de functie van het programma gemakkelijk kunt onthouden, bijvoorbeeld een "A" voor de "oppervlakte".



Ziet u de melding DUPLICAT·LBL, kies dan een andere letter. U kunt ook het bestaande programma verwijderen met   {PGM}, gebruik  of  om het label te vinden en druk op   en .

4. Om de bewerkingen van de rekenmachine als programma-instructies op te nemen, drukt u op dezelfde toetsen die u ook zou indrukken als u de bewerking handmatig deed. Denk eraan dat veel functies niet op het toetsenbord staan, maar toegankelijk zijn via een menu.





Programma's die geschreven zijn om onder ALG te draaien, zullen in de regel een "=" (ENTER) hebben als laatste instructie (vóór de RTN-instructie). Hierdoor worden alle openstaande berekeningen voltooid en kan het resultaat in volgende berekeningen worden gebruikt.




Hieronder leest u hoe u vergelijkingen opneemt in een programmaregel.





5. Beëindig het programma met een *return*-instructie, waarna de programmawijzer terugkeert naar PRGM TOP als het programma is uitgevoerd. Druk op  .
6. Druk op  (of  ) om de programma-invoer te beëindigen.

Getallen worden in een programmaregel precies zo opgeslagen als u ze invoert en ze worden weergegeven met ALL of SCI. (Is een lang getal verkort weergegeven, druk dan op   om alle cijfers weer te geven.)

Een vergelijking in een programmaregel opnemen:




1. Druk op   om de vergelijkingenstand te starten. De annunciator **EQN** verschijnt.
2. Geef de vergelijking op dezelfde manier op als wanneer u met de vergelijkingenlijst werkt. Zie hoofdstuk 6 voor details. Gebruik  om typfouten te verbeteren.
3. Druk op  om de vergelijking af te sluiten en het linkerdeel ervan weer te geven. (De vergelijking komt *niet* in de vergelijkingenlijst.)



Nadat u een vergelijking hebt ingevoerd, drukt u op   om de controlesom en lengte te zien. De waarden blijven op het scherm zolang u de toets  vasthoudt.

Is de vergelijking lang, dan verschijnen de annunciators  en  om aan te geven dat verschuiven voor deze programmaregel actief is. Met  en  kunt u het beeld verschuiven.

Toetsen die gegevens verwijderen

Let bij de programma-invoer op de volgende voorwaarden:


-  beëindigt altijd de programma-invoer. Het maakt nooit een getal nul.
- Bevat de programmaregel geen vergelijking, dan verwijdert  de huidige programmaregel. Hij gaat een stap terug tijdens invoer van een getal (De cursor "_" staat dan op het scherm).
- Bevat de programmaregel een vergelijking, dan begint u met  de vergelijking te bewerken. Wordt er een vergelijking ingevoerd, dan dient deze toets om de meest rechtse functie of variabele te verwijderen (De cursor "■" staat dan op het scherm).









-  **CLEAR** {EQN} verwijdert een programmaregel als die een vergelijking bevat.
- Om een functie te programmeren die het X-register leegmaakt, gebruikt u  **CLEAR** {X}.

Funcienamen in programma's

De naam van een functie die in een programma wordt gebruikt is *niet* noodzakelijk gelijk aan het opschrift van de toets, de naam in het menu of in een vergelijking. De naam die in een programma wordt gebruikt is gewoonlijk een langere afkorting van de naam die op een toets of in een menu past. Deze langere naam verschijnt even in het scherm als u een functie uitvoert — zolang u de toets ingedrukt houdt, wordt de naam getoond.

Voorbeeld: Een gelabeld programma invoeren.

Met de volgende toetsen verwijdert u het vorige programma voor de oppervlakte van een cirkel en maakt u een nieuw programma met een label en een return-instructie. Maakt u tijdens de invoer een fout, druk dan op  om de regel te verwijderen en geef daarna de juiste programmaregel op.

Invoer: (In de RPN-stand)	Weergave:	Uitleg:
 PRGM		Start de invoer van een programma (PRGM verschijnt).
 CLEAR {PGM} {Y}	PRGM TOP	Maakt het programmegeheugen leeg.
 LBL A	A0001 LBL A	Geeft deze routine een label (A van "oppervlakte").
	A0002 x ²	Voert de drie programmaregels in.
	A0003 π	
	A0004 x	
 RTN	0005 RTN	Sluit het programma. af
 MEM {PGM}	LBL A LN=15	Toont label A en de lengte van het programma in bytes.

SHOW

CK=DEFD

Controlesom en lengte van het programma.

LN=15

Beëindigt de programma-invoer (De annunciator **PRGM** verdwijnt).


Een afwijkende controlesom betekent dat het programma niet precies is ingevoerd als het hier staat.

Voorbeeld: Een programma met een vergelijking invoeren.






Het volgende programma berekent de oppervlakte van een cirkel met een vergelijking, in plaats van met RPN zoals in het vorige programma.

Invoer: (In de RPN-stand)	Weergave:	Uitleg:
PRGM	PRGM TOP	Start de programma-invoer en zet de wijzer bovenaan.
GTO		
LBL E	E0001 LBL E	Geeft deze programmaroutine het label E (van "vergelijking").
STO R	E0002 STO R	Slaat de straal op in de variabele R.
EQN		Selecteert invoer van een vergelijking; voert de vergelijking in en gaat terug naar programma-invoer.
RCL R		
2 ENTER	E0003 $\pi \times R^2$	
SHOW	CK=7E5B	Controlesom en lengte van de vergelijking.
	LN=5	
RTN	E0004 RTN	Beëindigt het programma.
MEM {PGM}	LBL E	Toont label E en de lengte van het programma in bytes.
	LN=17	
SHOW	CK=4CDF	Controlesom en lengte van een vergelijking.
	LN=17	
		Beëindigt de programma-invoer.

Een programma uitvoeren

Om een programma uit te voeren moet de programma-invoer niet actief zijn, er worden dus geen regelnummers weergegeven en de annunciator **PRGM** is uit). Door te drukken op  beëindigt u de programma-invoer.






Een programma uitvoeren (XEQ)

Druk op  label om het programma met dat label uit te voeren. Staat er maar één programma in het geheugen, dan kunt u dat uitvoeren met     (*run/stop*). De annunciator **PRGM** knippert terwijl het programma loopt.

Geef zonodig de invoergegevens op, voordat u het programma start.








Voorbeeld:



Start de programma's A en E om de oppervlakten te berekenen van drie verschillende cirkels met een straal van 5, 2,5, en 2π . Denk eraan dat u de straal moet invoeren voordat u A of E start.

Invoer: (In de RPN-stand)	Weergave:	Uitleg:
5  A	RUNNING 78,5398	Voert de straal in en start programma A. De oppervlakte wordt getoond.
2,5  E	19,6350	Berekent de oppervlakte van de tweede cirkel met programma E.
2     A	124,0251	Berekent de oppervlakte van de derde cirkel.

Een programma testen


Als u weet dat er een fout zit in uw programma, maar niet waar, dan kunt u het programma testen door het stap voor stap uit te voeren. Het is trouwens verstandig een lang of gecompliceerd programma altijd van te voren te testen. Door de programmaregels een voor een uit te voeren, ziet u het resultaat van iedere programmaregel, zodat u kunt zien hoe correcte invoergegevens leiden tot een eindresultaat.

1. Evenals bij het gewone uitvoeren moet de programma-invoer niet ingeschakeld zijn (De annunciator **PRGM** is niet zichtbaar).
2. Druk op  **GTO** label om de programmawijzer bij het begin van het programma te zetten (d.w.z, bij de LBL-instructie). De **GTO**-instructie verplaatst de programmawijzer zonder de uitvoering te starten. (Is dit programma het eerst of het enige programma, dan kunt u het begin met  **GTO**   opzoeken.)
3. Houd  ingedrukt. U ziet nu de huidige programmaregel. Laat u  los, dan wordt de regel uitgevoerd. Het resultaat wordt weergegeven (het staat in het X- register). Om naar de *vorige* regel te gaan, drukt u op . Er wordt niets uitgevoerd.
4. De programmawijzer gaat naar de volgende regel. Herhaal stap 3 tot u een fout vindt (een onjuist resultaat) of het einde van het programma bereikt.

Is de programma-invoer actief, dan verandert u met  of  alleen de programmawijzer, zonder iets uit te voeren. Houdt u tijdens de programma-invoer een cursortoets ingedrukt, dan schuiven de regels automatisch voorbij.

Voorbeeld: Een programma testen.

Ga stap voor stap door de uitvoering van het programma met het label A. Gebruik een straal van 5 om de gegevens te testen. Controleer voordat u begint of de programma-invoer *niet* actief is:

Invoer: (In de RPN-stand)	Weergave:	Uitleg:
5  GTO A	5,0000	De programmawijzer gaat naar label A.

↓ (vasthouden)	A0001 LBL A	
(loslaten)	5,0000	
↓ (vasthouden)	A0002 \times^2	Kwadraat van invoer.
(loslaten)	25,0000	
↓ (vasthouden)	A0003 π	Waarde van π .
(loslaten)	3,1416	
↓ (vasthouden)	A0004 \times	25π .
(loslaten)	78,5398	
↓ (vasthouden)	A0005 RTN	Einde van programma. Resultaat is
(loslaten)	78,5398	juist.

Gegevens in- en uitvoeren

De *variabelen* van de rekenmachine dienen om invoer, tussenresultaten en eindresultaten op te slaan. (Variabelen, zoals uitgelegd in hoofdstuk 3, worden geïdentificeerd door een letter van A tot Z of i , maar die namen hebben niets te maken met de programmalabels.)

In een programma, kunt u op de volgende manieren gegevens invoeren:


- Met een INPUT-instructie, waarbij om de waarde van een variabele wordt gevraagd. (Dit is de handigste methode.)
- Met de stapel. (U kunt STO gebruiken om een waarde in een variabele op te slaan.)
- Met variabelen waarin al waarden zijn opgeslagen.
- Met automatische invoer in een vergelijking (indien dit is ingeschakeld met flag 11). (Dit is ook handig als u met vergelijkingen werkt.)

In een programma kunt u op de volgende manieren gegevens uitvoeren:

- Met een VIEW-instructie die de naam en de waarde van een variabele toont. (Dit is de handigste methode.)
- Met de stapel — alleen de waarde in het X-register is zichtbaar — (Met PSE stopt de uitvoering voor een seconde, zodat u de waarde kunt zien.)
- In een weergegeven vergelijking (indien dit is ingeschakeld met 10). (De "vergelijking" is meestal een bericht, geen echte vergelijking.)

Enkele van deze technieken worden hieronder beschreven.

INPUT gebruiken voor invoer

De INPUT-instructie ( INPUT *variabele*) stopt een lopend programma en toont een prompt voor de gegeven variabele. U ziet hier ook de oude waarde van de variabele, zoals


```
R?  
0,0000
```

waarin

"R" de naam is van de variabele,

"?" de prompt voor invoer,

0,0000 de huidige waarde van de variabele.

Druk op  (run/stop) om het programma te hervatten. De ingevoerde waarde vervangt de inhoud van het X-register en wordt opgeslagen in de gegeven variabele. Hebt u de weergegeven waarde niet veranderd, dan blijft die waarde in het X-register.

Met een INPUT-instructie ziet het programma voor de oppervlakte van een cirkel er zo uit:

RPN	ALG
A0001 LBL A	A0001 LBL A
A0002 INPUT R	A0002 INPUT R
A0003 \times^2	A0003 \times^2
A0004 π	A0004 \times
A0005 \times	A0005 π
A0006 RTN	A0006 ENTER
	A0007 RTN

INPUT gebruiken in een programma:

1. Stel vast welke waarden u nodig hebt en ken er namen aan toe. In het voorbeeld van de cirkel hebt u alleen de straal nodig en daaraan kent u de letter R toe.
2. Zet aan het begin van het programma een INPUT-instructie voor iedere variabele waarvan u de waarde nodig hebt. Later in het programma, als u het deel schrijft waarin de waarde nodig is, schrijft u de instructie `RCL` *variabele* om die waarde weer in de stapel terug te roepen.

Omdat de instructie INPUT de ingevoerde waarde ook in het X-register laat staan, hoeft u de waarde nu niet meer op te roepen—deze na INPUT meteen klaar voor gebruik. Daardoor kunt u misschien wat geheugen besparen. In een lang programma is het echter beter eerst alle gegevens in te voeren, en ze pas op te roepen als ze nodig zijn.

Denk er ook aan dat de gebruiker van het programma ook berekeningen kan uitvoeren terwijl het programma onderbroken is en op invoer wacht. Hiermee kan hij de inhoud van de stapel wijzigen, wat weer invloed heeft op de volgende berekening. Het is dus beter niet te veronderstellen dat de X-, Y-, en Z- registers van de stapel voor en na de INPUT-instructie onveranderd zijn. Vraagt u alle benodigde gegevens meteen aan het begin van het programma met de bedoeling ze weer op te roepen als ze nodig zijn, dan verhindert u dat de inhoud van de stapel onbedoeld veranderd wordt.

Zie, bijvoorbeeld, het programma "Coördinaattransformaties" in hoofdstuk 15. De routine *D* verzamelt alle benodigde invoer voor de variabelen *M*, *N* en *T* (regels D0002 tot en met D0004). Hiermee worden de *x*- en *y*-coördinaten en de hoek θ van een nieuw systeem gedefinieerd.

Antwoorden op een prompt:

Voert u het programma uit, dan stopt het bij iedere INPUT waar gevraagd wordt om de variabele, bijvoorbeeld $R?0.0000$. De weergegeven waarde (en de inhoud van het X-register) is de huidige inhoud van R.

- **Om de waarde ongewijzigd te laten**, drukt u op **[R/S]**.
- **Om de waarde te wijzigen**, geeft u de nieuwe waarde op en drukt u op **[R/S]**. Deze nieuwe waarde vervangt de oude inhoud van X-register. U kunt de waarde ook als breuk opgeven. Moet u een waarde berekenen, doe dat dan en druk op **[R/S]**. U kunt bijvoorbeeld drukken op 2 **[ENTER]** 5 **[$\frac{\square}{\square}$]** **[R/S]**.
- **Wilt u rekenen met het weergegeven getal**, druk dan op **[ENTER]** voordat u een ander getal invoert.
- **Om de INPUT-prompt te annuleren**, drukt u op **[C]**. De huidige waarde van de variabele blijft in het X-register. Drukt u op **[R/S]** om het programma te hervatten, dan ziet u opnieuw de INPUT-prompt. Drukt u op **[C]** tijdens het invoeren van een getal, dan wordt het getal nul. Door opnieuw op **[C]** te drukken annuleert u de INPUT-prompt.
- **Om cijfers weer te geven die door de prompt verborgen worden**, drukt u op **[\square]** **[SHOW]**. (Is het een binair getal met meer dan 12 cijfers, dan ziet u met **[\leftarrow]** en **[\rightarrow]** de rest.)

VIEW gebruiken voor het weergeven van gegevens

De geprogrammeerde VIEW-instructie (**[\square]** **[VIEW]** *variabele*) stopt een lopend programma en toont de inhoud van een gegeven variabele, zoals

R=
78,5398

Dit is *alleen* weergave, de inhoud van het X-register verandert niet. Staat de weergave van breuken aan , dan wordt de waarde als breuk weergegeven.

- Met **[ENTER]** kopieert u dit getal naar het X-register.
- Is het getal breder dan 14 cijfers, dan geeft **[\square]** **[SHOW]** het volledige getal. (Is het een binair getal met meer dan 12 cijfers, dan kunt u de rest zien met **[\leftarrow]** en **[\rightarrow]**.)

- Drukt u op **C** (of **←**) dan wordt de VIEW-weergave gewist en ziet u weer het X-register.
- Door te drukken op **↩** **CLEAR** verwijdert u de inhoud van de weergegeven variabele.

Druk op **R/S** om het programma voort te zetten.

Wilt u niet dat het programma stopt, lees dan "Gegevens weergegeven zonder te stoppen" hieronder.

Zie bijvoorbeeld het programma voor "Normale en inverse verdelingen" in hoofdstuk 16. De regels T0015 en T0016 aan het einde van de routine T tonen het resultaat van X. U ziet dat de VIEW-instructie in dit programma wordt voorafgegaan door een RCL-instructie. Dat is niet nodig, maar plezierig omdat het de weergegeven waarde naar het X-register kopieert, zodat deze voor verdere handmatige berekeningen beschikbaar is. (Drukt u op **ENTER** terwijl de variabele op het scherm staat, dan heeft dat hetzelfde effect.) De andere toepassingsprogramma's in hoofdstukken 15 tot en met 17 zorgen er ook voor dat de VIEW-variabele in het X-register komt — met uitzondering van het programma dat wortels van veeltermen vindt.

Vergelijkingen gebruiken om berichten weer te geven

Vergelijkingen worden niet gecontroleerd op de juiste syntaxis als ze niet geëvalueerd worden. Dat betekent dat u bijna iedere reeks tekens als vergelijking kunt invoeren — u toetst ze op dezelfde manier in als een vergelijking. Op een programmaregel drukt u op **EQN** om de vergelijking te starten. Met cijfer- en functietoetsen krijgt u cijfers en symbolen. Druk op **RCL** voor iedere letter. Druk op **ENTER** om de vergelijking te besluiten.

Is flag 10 gezet, dan worden de vergelijkingen niet *geëvalueerd* maar *weergegeven*. Dat betekent dat u een bericht kunt weergegeven door het als vergelijking in te voeren. (Flags worden besproken in hoofdstuk 13.)

Wordt het bericht weergegeven, dan stopt het programma— druk op **R/S** om verder te gaan. Is het weergegeven bericht langer dan 14 tekens, dan verschijnt de annunciator **➡**. U kunt dan **→** en **←** gebruiken om de rest te zien.

Wilt u niet dat het programma stopt, lees dan "Gegevens weergegeven zonder te stoppen" hieronder.

Voorbeeld: INPUT, VIEW en berichten in een programma.

Schrijf een vergelijking om de oppervlakte en de inhoud te vinden van een cilinder waarvan de straal en de hoogte gegeven zijn. Noem het programma C (van *cilinder*), en gebruik de variabelen S (oppervlakte), V (inhoud), R (straal), en H (hoogte). Dit zijn de formules:

$$V = \pi R^2 H$$

$$S = 2\pi R^2 + 2\pi RH = 2\pi R (R + H)$$

Invoer: (In de RPN-stand)	Weergave:	Uitleg:
PRGM	PRGM TOP	Programma, invoer; zet de wijzer bij het begin van het geheugen.
	C0001 LBL C	Geeft het programma een naam.
LBL C	C0002 INPUT R	
INPUT R	C0003 INPUT H	Instructies om de straal en de hoogte te vragen.
INPUT H		Berekent de inhoud.
EQN	C0004 $\pi \times R^2 \times H$	
RCL R x^y 2	CK=74FE	Controlesom en lengte van de vergelijking.
RCL H	LN=7	
SHOW	C0005 STO V	Slaat de inhoud op in V.
STO V		Berekent de oppervlakte.
EQN 2		
RCL R		
RCL R RCL		
H ENTER	C0006 $2 \times \pi \times R \times R$	
SHOW	CK=19B3	Controlesom en lengte van de vergelijking.
STO S	LN=11	
	C0007 STO S	Slaat de oppervlakte op in S.

Invoer:
(In de RPN-stand)

[F7] **[FLAGS]** **{SF}** **[.]**

0 C0008 SF 10

[F7] **[EQN]** **[RCL]** **V**

[RCL] **0** **[RCL]** **L**

[SPACE] **[+]** **[SPACE]**

[RCL] **A** **[RCL]** **R** **[RCL]**

E **[RCL]** **A** **[ENTER]** C0009 VOL + AR

[F7] **[FLAGS]** **{CF}** **[.]**

0 C0010 CF 10

[F7] **[VIEW]** **V**

C0011 VIEW V

[F7] **[VIEW]** **S**

C0012 VIEW S

[F7] **[RTN]**

C0013 RTN

[F8] **[MEM]** **{PGM}**

LBL C

LN=67

[F7] **[SHOW]**

CK=6182

LN=67

[C] **[C]**

Uitleg:

Zet flag 10 om vergelijkingen weer te geven.

Geeft bericht als vergelijking weer.

Wist flag 10.

Geeft de inhoud weer.

Geeft de oppervlakte weer.

Beëindigt het programma.

Toont label C en de lengte van het programma in bytes.

Controlesom en lengte van het programma.

Beëindigt de programma-invoer.

Bepaal nu de inhoud en de oppervlakte van een cilinder met een straal van 2 $\frac{1}{2}$ cm en een hoogte van 8 cm.

Invoer:
(In de RPN-stand)

[XEQ] **C**

R?

waarde

Starts het programma C; vraagt om R. (De toevallige vorige waarde van R wordt getoond R.)

2 **[.]** 1 **[.]** 2 **[R/S]**

H?

waarde

Voert 2 $\frac{1}{2}$ als breuk in. Vraagt om H.

8 **[R/S]**

VOL + AREA

Bericht wordt weergegeven.

[R/S]

V=

157,0796

Inhoud in cm^3 .

[R/S]

S=

164,9336

Oppervlakte in cm^2 .

Gegevens weergeven zonder te stoppen

Normaliter stopt een programma als er een vergelijking of een variabele met VIEW wordt weergegeven. U moet dan op **R/S** drukken om verder te gaan.

Als u wilt, kunt u het programma verder uitvoeren, terwijl de gegevens op het scherm staan. Bevat de *volgende* programmaregel — na VIEW of na een getoonde vergelijking — een PSE (*pauze*) instructie, dan wordt de informatie weergegeven en gaat het uitvoeren verder na een pauze van 1 seconde. In dit geval is schuiven niet mogelijk en invoer via het toetsenbord ook niet.

Het beeld wordt leeggemaakt door andere weergaven en door de bewerking RND als flag 7 gezet is (afronden naar een breuk).

Druk op **R/S** **PSE** om PSE in een programma op te nemen.

De regels VIEW en PSE of de vergelijking en PSE worden als één instructie beschouwd, als u het programma regel voor regel uitvoert.

Een programma stoppen of onderbreken

Een stop of pauze programmeren (STOP, PSE)

- Drukt u op **R/S** (*run/stop*) tijdens het invoeren van een programma, dan wordt er een STOP-instructie ingevoegd. Deze onderbreekt het programma tot u het weer hervat door op **R/S** te drukken. U kunt STOP gebruiken in plaats van RTN om een programma te beëindigen zonder dat de programmawijzer weer naar het begin verplaatst.
- Drukt u tijdens het invoeren van een programma op **R/S** **PSE** dan wordt er een PSE-instructie (*pauze*) ingevoegd. Deze onderbreekt een lopend programma en toont het X-register gedurende 1 seconde — met de volgende uitzondering. Wordt PSE direct gevolgd door een VIEW-instructie of een vergelijking die weergegeven wordt (flag 10 gezet), dan wordt die variabele of vergelijking weergegeven — en de weergave blijft na de pauze van één seconde staan.

Een lopend programma onderbreken

U kunt een lopend programma op ieder moment onderbreken door te drukken op **C** of **R/S**. Het programma maakt de huidige instructie af voordat het stopt. Druk op **R/S** (*run/stop*) om het programma te hervatten.

Onderbreekt u een programma en drukt u daarna op **XEQ**, **↩** **GTO**, of **↪** **RTN**, dan kunt u het programma niet meer hervatten met **R/S**. Het kan alleen alleen opnieuw gestart worden met (**XEQ** *label*).

Fouten in programma's

Treedt er een fout op tijdens de uitvoering van een programma, dan stopt de uitvoering en wordt er een foutmelding getoond. (Een lijst van foutmeldingen en condities vindt u in aanhangsel F.)





Wilt u weten in welke programmaregel de fout optrad, druk dan op **↩** **PRGM**. Dat is de instructie die de fout veroorzaakte. Het zou een \div kunnen zijn, die een deling door nul probeerde uit te voeren.)

Een programma bewerken

U kunt een programma in het programmageheugen bewerken door programmaregels toe te voegen, te verwijderen en te veranderen. Bevat een programmaregel een vergelijking, dan kunt u die wijzigen. Voor alle andere programmaregels, ook voor minimale veranderingen, kunt u alleen de oude regel verwijderen en een nieuwe invoegen.

Een programmaregel verwijderen:

1. Selecteer het gewenste programma of routine (**↩** **GTO** *label*), start programma-invoer (**↩** **PRGM**) en druk op **↓** of **↑** om de programmaregel te vinden die gewijzigd moet worden. Houd de cursortoets ingedrukt om door de regels te bladeren. (Kent u het regelnummer, druk dan op **↩** **GTO** **·** *label nnnn* om de programmawijzer direct daar te zetten.)




2. Verwijder de regel die u wilt veranderen. Is het een vergelijking, druk dan op  **CLEAR** {EQN}; en anders op . De wijzer gaat nu naar de *vorige* regel. (Verwijdert u meerdere opeenvolgende regels, begin dan met de laatste in de groep.)
3. Toets de eventuele nieuwe instructie in. Deze vervangt de verwijderde instructie.
4. Sluit de programma-invoer af ( of  **PRGM**).

Een programmaregel toevoegen:

1. Zoek de programmaregel voor de plek waar u een regel wilt invoegen.
2. Voer de nieuwe instructie in. Deze komt *na* de weergegeven regel te staan.


Bijvoorbeeld, u wilt iets invoegen tussen regel A0004 en A0005 van een programma. Ga nu eerst naar regel A0004 en voer de nieuwe instructie(s) in. De daarop volgende programmaregels, te beginnen met de oorspronkelijke regel A0005, schuiven naar beneden en krijgen een nieuw nummer.

Een vergelijking in een programmaregel bewerken:

1. Zoek de programmaregel met de vergelijking.
2. Druk op . Hiermee zet u de cursor "█" aan, maar er wordt nog niets verwijderd uit de vergelijking.
3. Druk op  tot de functie of het getal dat u wilt verwijderen, verwijderd is. Breng daarna de correcties aan.
4. Druk op  om het bewerken af te sluiten.



Programmageheugen








Programmageheugen bekijken



Drukt u op  **PRGM** dan wordt de programma-invoer uit- en aangezet (De annunciator **PRGM** verschijnt en u ziet programmaregels). Is de programmainvoer actief, dan wordt de inhoud van het programmageheugen weergegeven.

Het programmegeheugen begint bij PRGM TOP. De lijst van programmaregels is circulair, dus de programmawijzer gaat van de laatste regel naar de eerste en andersom. Tijdens de programma-invoer zijn er drie manieren om de programmawijzer (de weergegeven regel) te wijzigen:

- Drukt u bij de laatste regel op   en  . Door op de laatste regel op   te drukken gaat de wijzer naar PRGM TOP, en drukt u   bij PRGM TOP, dan gaat de wijzer naar de laatste programmaregel.

Om snel naar een andere regel te gaan, houdt u de toets  of  ingedrukt.

- Druk op     om de programmawijzer op PRGM TOP te zetten.
- Druk op    *label nnn* om naar een gelabeld regelnummer te gaan dat minder is dan 10000.





Is de programma-invoer niet actief (er worden geen programmaregels weergegeven), dan kunt u ook de programmawijzer verplaatsen met   *label*.

Door de programma-invoer te beëindigen verandert de waarde van de programmawijzer niet.

Geheugengebruik

Krijgt u tijdens het invoeren van een programma de melding MEMORY FULL, dan is er niet genoeg ruimte in het programmegeheugen voor de regel die u wilt invoeren. U kunt meer ruimte maken door andere programma's of andere gegevens te verwijderen. Zie "Een of meer programma's wissen" hieronder, of "Het geheugen beheren" in aanhangsel B.

De catalogus van programma's (MEM)

De catalogus van programma's is een lijst met alle programmalabels, inclusief het aantal bytes dat voor ieder label nodig is en de regels die erbij horen. Druk op   {PGM} om de catalogus weer te geven en op  of  om door de lijst te bladeren. Dit kunt u met de catalogus doen:

- Labels in het programmeergeheugen bekijken met het geheugengebruik van ieder programma en iedere routine.
- Een programma uitvoeren. (Druk op **XEQ** of **R/S** terwijl het label op het scherm staat.)
- Een programma weergeven. (Druk op **↵** **PRGM** terwijl het label op het scherm staat.)
- Programma's verwijderen. (Druk op **↵** **CLEAR** terwijl het label op het scherm staat.)
- De controlesom van een stuk programma bekijken. (Druk op **➡** **SHOW**.)

De catalogus toont hoeveel bytes ieder programma in beslag neemt. De programma's zijn te herkennen aan de labels:

```
LBL C
LN=67
```

waarin 67 het aantal bytes is dat het programma gebruikt.

Een of meer programma's wissen

Een specifiek programma uit het geheugen verwijderen

1. Druk op **↵** **MEM** {PGM} en geef (met **↓** en **↑**) het label van het programma weer.
2. Druk op **↵** **CLEAR**.
3. Druk op **C** om de catalogus te annuleren of op **←** als u van gedachten verandert.





Alle programma's uit het geheugen verwijderen:

1. Druk op **↵** **PRGM** om de programmeregels weer te geven (De annunciator **PRGM** staat aan).
2. Druk op **↵** **CLEAR** {PGM} om het programmeergeheugen leeg te maken.
3. Het bericht **CLR PGMS? Y N** vraagt om bevestiging. Druk op {Y}.
4. Druk op **↵** **PRGM** om de programma-invoer te beëindigen.





Wist u het hele geheugen (**↵** **CLEAR**{ALL}), dan worden ook de programma's gewist.

De controlesom

De *controlesom* is een unieke hexadecimale waarde die aan ieder programmalabel en de bijbehorende regels (tot het volgende label) wordt toegevoegd. Dit getal is bruikbaar om te vergelijken met de bekende controlesom van een bestaand programma, bijvoorbeeld als u het uit een boek hebt overgetypt. Komt de controlesom in het boek overeen met de controlesom op de rekenmachine, dan hebt u het programma foutloos ingevoerd. Dit doet u om de controlesom te zien:

1. Druk op   {PGM} voor de catalogus van programmalabels.
2. Geef het gewenste label met de cursortoetsen weer.
3. Houd   ingedrukt om CK=*controlesom* en LN=*lengte* te tonen.

Bijvoorbeeld, de controlesom van het huidige programma (het "cilinder" – programma):

Invoer: (In de RPN-stand)	Weergave:	Uitleg:
  {PGM}	LBL C LN=67	Toont label C dat 67 bytes gebruikt.
  (vasthouden)	CK=7F8F LN=67	Controlesom en lengte.

Komt de controlesom *niet* hiermee overeen, dan hebt u het programma niet goed ingevoerd.

U ziet dat alle toepassingsprogramma's in de hoofdstukken 15 tot en met 17 bij iedere routine een controlesom vermelden, zodat u kunt controleren of u ze correct hebt ingevoerd.

Verder heeft iedere vergelijking in een programma een controlesom. Zie "Een vergelijking in een programmaregel opnemen" eerder in dit hoofdstuk.

Niet-programmeerbare functies

De volgende functies van de HP 33s zijn *niet* programmeerbaar:

CLEAR {PRGM}	GTO
CLEAR {ALL}	GTO <i>label nnnn</i>
	MEM
, , ,	SHOW
PRGM	EQN
,	FDISP

Programmeren met BASE

U kunt instructies programmeren om het talstelsel te veranderen met **BASE**. Deze instelling werkt in een programma net zo goed als wanneer u hem met het toetsenbord opgeeft. Daardoor kunt u programma's schrijven die getallen accepteren in een talstelsel naar keuze. U kunt rekenen in ieder talstelsel en resultaten weergeven in ieder talstelsel.

Schrijft u programma's die een getal gebruiken met een ander grondtal dan 10, dan moet u het talstelsel opgeven als de huidige instelling van de rekenmachine en bovendien in het programma (als een instructie).

Een talstelsel kiezen in een programma

Zet de instructie BIN, OCT of HEX aan het begin van het programma. Zet ook een DEC-instructie aan het einde, zodat de rekenmachine terugkeert naar de decimale instelling als het programma uitgevoerd is.

Een instructie in een programma om de basismodus te veranderen bepaalt hoe de invoer geïnterpreteerd wordt en hoe de uitvoer eruit ziet *tijdens en na de uitvoering van het programma*, maar heeft *geen* invloed op de programmaregels zoals u ze invoert.

Het evalueren van vergelijkingen, SOLVE, en \int FN werkt automatisch decimaal.

Getallen die in programmaregels zijn ingevoerd

Voordat u een programma invoert, moet u het talstelsel instellen. De huidige instelling bepaalt het talstelsel van de getallen die u in de programmaregels opneemt. De weergave van deze getallen verandert als u het talstelsel wijzigt.

Regelnummers van een programma zijn altijd decimaal.

Een annunciator geeft aan welk talstelsel actief is. Vergelijk de programmaregels hieronder met elkaar. Alle niet-decimale getallen zijn in het scherm van de rekenmachine naar rechts opgeschoven. U ziet dat het getal 13 er hexadecimaal uitziet als D.

Decimaal:

```
      :  
      :  
PRGM  
A0009 HEX  
PRGM  
A0010 13  
      :  
      :
```

Hexadecimaal:

```
      :  
      :  
PRGM HEX  
A0009 HEX  
PRGM HEX  
A0010          D  
      :  
      :
```


Veeltermexpressies en het schema van Horner


















Sommige expressies, zoals veeltermen, gebruiken dezelfde variabele meerdere keren voor de oplossing. Bijvoorbeeld, de expressie:

$$Ax^4 + Bx^3 + Cx^2 + Dx + E$$

gebruikt de variabele x vier keer. Een programma om een dergelijke expressie te berekenen met ALG-bewerkingen zou meerdere malen een kopie van x uit een variabele moeten oproepen.

Voorbeeld:

Schrijf een programma met ALG-bewerkingen voor $5x^4 + 2x^3$, en evalueert hem voor $x = 7$.

Invoer: (In de ALG-stand)	Weergave:	Uitleg:
 PRGM 	PRGM TOP	
  	A0001 LBL A	
 LBL A	A0002 INPUT X	Vult de stapel met x .
 INPUT X	A0003 5	5
5	A0004 \times	
 \times	A0005 RCL X	$5x$.
 RCL X	A0006 y^x	
 y^x	A0007 4	$5x^4$
4	A0008 +	$5x^4 +$
 +	A0009 2	$5x^4 + 2$
2	A0010 \times	
 \times	A0011 RCL X	$5x^4 + 2x$
 RCL X	A0012 y^x	
 y^x	A0013 3	$5x^4 + 2x^3$
3	A0014 ENTER	
 ENTER	A0015 RTN	
 RTN	LBL A	Geeft label A, dat 93 bytes
 MEM {PGM}		

 **SHOW**

LN=93
CK=6A3F
LN=93

nodig heeft, weer.
Controlesom en lengte.

C **C**

Beëindigt de
programma invoer.

Evalueer deze veelterm nu voor $x = 7$.

Invoer:
(In de ALG-stand)

Weergave:

Uitleg:

 A

X?

Vraagt om x.

waarde

7 

12.691,0000

Resultaat.

Een meer algemene vorm van dit programma voor een willekeurige vergelijking $Ax^4 + Bx^3 + Cx^2 + Dx + E$ zou zijn:

```
A0001 LBL A
A0002 INPUT A
A0003 INPUT B
A0004 INPUT C
A0005 INPUT D
A0006 INPUT E
A0007 INPUT X
A0008 RCL X
A0009 RCL× A
A0010 RCL+ B
A0011 RCL× X
A0012 RCL+ C
A0013 RCL× X
A0014 RCL+ D
A0015 RCL× X
A0016 RCL+ E
A0017 ENTER
A0018 RTN
```

Controlesom en lengte: E41A 54

Programmeringstechnieken

Hoofdstuk 12 behandelde de principes van het programmeren. Dit hoofdstuk bespreekt wat meer geavanceerde maar handige trucs :

- U kunt programma's vereenvoudigen met subroutines. Een deel van het programma wordt apart gehouden en van een label voorzien. Zo'n deel heeft dan een aparte taak. Het gebruik van subroutines maakt een programma korter in geval een reeks stappen meerdere keren moet worden uitgevoerd.
- Met voorwaardelijke instructies (vergelijkingen en flags) kunt u opgeven welke instructies als subroutines moeten worden uitgevoerd.
- Met lussen en tellers kunt u een groep instructies meerdere malen uitvoeren.
- Met indirect adresseren kunt u verschillende variabelen gebruiken met dezelfde programma-instructie.

Routines in Programma's

Een programma bestaat uit een of meer *routines*. Een routine is een functionele eenheid die een specifieke taak uitvoert. Gecomplieerde programma's hebben routines nodig om taken te groeperen en te scheiden. Hierdoor is een programma makkelijker te schrijven, te lezen, te begrijpen en te onderhouden.

Bijvoorbeeld, het programma voor "Normale en inverse verdelingen" in hoofdstuk 16. Routine S "initializeert" het programma door invoer te verzamelen voor het gemiddelde en de standaardafwijking. Routine D stelt een integratielimit vast, roept routine Q aan en geeft het resultaat weer. Routine Q integreert de functie die gedefinieerd is in routine F en voltooit de waarschijnlijkheidsberekening van $Q(x)$.

Een routine begint als regel met een label (LBL) en eindigt met een instructie die de uitvoering van het programma wijzigt of beëindigt, zoals RTN, GTO, STOP of misschien weer een label.

Subroutines aanroepen (XEQ, RTN)

Een *subroutine* is een routine die wordt *aangeropen* (uitgevoerd) door een andere routine en die na voltooiing naar diezelfde routine terugkeert. De subroutine *moet* beginnen met een LBL en eindigen met een RTN. Een subroutine is zelf een routine en kan andere subroutines aanroepen.

- XEQ moet een label (LBL) opgeven voor de subroutine. (Het kan geen regelnummer opgeven.)
- Bij de eerstvolgende RTN gaat de uitvoering verder bij de regel na de XEQ.

Bijvoorbeeld, routine Q in het programma "Normale en inverse verdelingen" van hoofdstuk 16 is een subroutine (om $Q(x)$ te berekenen) die wordt aangeropen in routine D door de regel `D0003 XEQ Q`. Routine Q eindigt met een RTN-instructie die de executie terugstuurt naar regel D0004 van D (om het resultaat op te slaan en weer te geven). Zie de tekeningen hieronder.

De organigrammen in dit hoofdstuk gebruiken deze notatie:

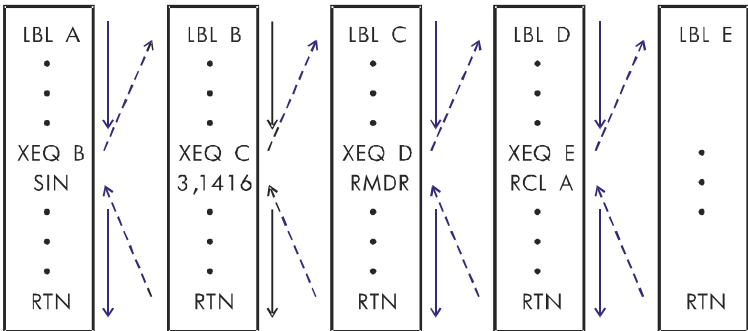
- | | | |
|--------------------------|-----------------|--|
| <code>A0005 GTO B</code> | \rightarrow ① | Uitvoering van het programma vertakt van deze regel naar de regel die gemarkeerd is met \leftarrow ① ("van 1"). |
| <code>B0001 LBL B</code> | \leftarrow ① | Uitvoering van het programma vertakt van een regel die gemarkeerd is met \rightarrow ① ("naar 1") naar deze regel. |

D0001 LBL D		Uitvoering begint hier.
D0002 INPUT X		
D0003 XEQ Q	→ ①	Roept subroutine Q aan.
D0004 STO Q	← ②	Komt hier terug.
D0005 VIEW Q		
D0006 GTO D		Start D weer.
Q0001 LBL Q	← ①	Start van subroutine.
⋮		
Q0016 RTN	→ ②	Terug naar routine D.

Geneste subroutines

Een subroutine kan een andere subroutine aanroepen en die subroutine kan weer een andere subroutine aanroepen. Dit "nesten" van subroutines — een subroutine aanroepen vanuit een andere subroutine — is beperkt tot een diepte van zeven niveaus (het bovenste niveau niet meegeteld). De werking van subroutines wordt hier geïllustreerd:

Hoofdprogramma (bovenste niveau)



Eind van programma

Probeert u meer dan zeven niveaus diep te gaan, dan krijgt u de foutmelding XEQ OVERFLOW.

Voorbeeld: een geneste subroutine.

De volgende subroutine, genaamd S, berekent de waarde van de expressie:

$$\sqrt{a^2 + b^2 + c^2 + d^2}$$

als deel van een berekening in een groter programma. De subroutine roept een andere subroutine aan (een geneste subroutine) met de naam Q, voor het herhaaldelijk vermenigvuldigen en optellen. Dit bespaart geheugen omdat het programma zo korter is dan zonder subroutine.

In de RPN-stand,


S0001	LBL S		De subroutine begint hier.
S0002	INPUT A		Invoer van A.
S0003	INPUT B		Invoer van B.
S0004	INPUT C		Invoer van C.
S0005	INPUT D		Invoer van D.
S0006	RCL D		Roopt gegevens terug.
S0007	RCL C		
S0008	RCL B		
S0009	RCL A		
S0010	x ²		A ² .
S0011	XEQ Q	→ ①	A ² + B ² .
② → S0012	XEQ Q	→ ③	A ² + B ² + C ²
④ → S0013	XEQ Q	→ ⑤	A ² + B ² + C ² + D ²
⑥ → S0014	√ x		$\sqrt{A^2 + B^2 + C^2 + D^2}$
S0015	RTN		Terug naar hoofdroutine.
Q0001	LBL Q	← ① ③ ⑤	Geneste subroutine
Q0002	x<>y		
Q0003	x ²		
Q0004	+		Telt x ² op.
② ④ ⑥ ← Q0005	RTN		Keert terug naar subroutine S.

Vertakken (GTO)

Bij de subroutines zagen we dat het vaak gewenst is de uitvoering te vervolgen met een andere regel dan de direct daaropvolgende regel. Dit heet **vertakken**.

Onvoorwaardelijk vertakken gebeurt met de instructie GTO (*go to*). Deze springt naar een programma **label**. Het is in een programma niet mogelijk naar een regelnummer te springen.



Een geprogrammeerde GTO-instructie

De instructie GTO *label* (druk op  GTO *label*) verplaatst de uitvoering van het programma naar de regel waarin dat label staat, waar dat ook mag zijn. Het programma wordt vervolgd op de nieuwe locatie en gaat niet meer vanzelf terug naar de plaats van herkomst. GTO wordt dus niet gebruikt voor subroutines.

Als voorbeeld nemen we het programma "Curve fitting" hoofdstuk 16. De instructie GTO Z vertakt van een van drie onafhankelijke initialiseroutines naar LBL Z, de routine die het gemeenschappelijke startpunt is van de kern van het programma:

S0001 LBL S		Kan hier beginnen.
.		
.		
S0005 GTO Z	→①	Springt naar Z.
L0001 LBL L		Kan hier beginnen.
.		
.		
L0005 GTO Z	→①	Springt naar Z.
E0001 LBL E		Kan hier beginnen.
.		
.		
E0005 GTO Z	→①	Springt naar Z.
Z0001 LBL Z	←①	Springt hierheen.
.		
.		

GTO gebruiken op het toetsenbord

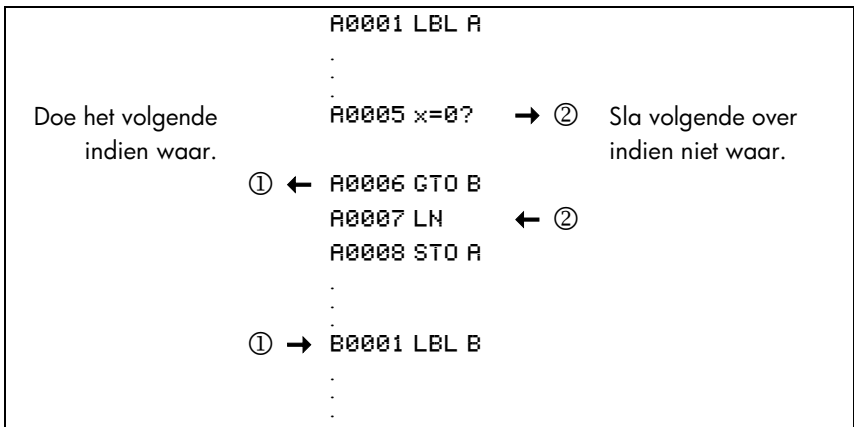
U kunt   gebruiken om de programmawijzer naar een bepaald label of regelnummer te verplaatsen *zonder* een programma uit te voeren.

- Naar PRGM TOP:    .
- Naar een regelnummer:    *label nnnn* (*nnnn* < 10000).
Bijvoorbeeld,    A0005.
- Naar een label:   *label* —maar alleen als de programmainvoer niet actief is (dus als er geen programmaregels worden weergegeven en de annunciator **PRGM** niet op het scherm staat). Bijvoorbeeld,   A.

Voorwaardelijke instructies

Een andere manier om de volgorde van executie te veranderen is met een *voorwaardelijke* test, een vergelijking tussen twee getallen die de volgende instructie van het programma overslaat als niet aan de voorwaarde is voldaan.

Bijvoorbeeld, een voorwaardelijke instructie op regel A0005 is $x=0?$ (d.w.z. *is x gelijk aan nul?*). Het programma vergelijkt de inhoud van het X-register met nul. Is deze inderdaad *nul*, dan gaat het programma verder met de volgende regel. Bevat het X-register *geen nul*, dan wordt de volgende regel *overgeslagen*, zodat de executie verder gaat met regel A0007. Men noemt dit "Doe dat indien waar."





Het bovenstaande voorbeeld toont een algemene techniek die wordt gebruikt bij voorwaardelijke tests: de regel direct na de test, die alleen wordt uitgevoerd als er aan de voorwaarde is voldaan, is een *vertakking* naar een ander label. Het effect van de test is dus dat het programma onder bepaalde omstandigheden met een andere routine verder gaat.

Er zijn drie categorieën van voorwaardelijke instructies:

- Vergelijkingen. Deze vergelijken de registers X en Y, of ze vergelijken het X-register met nul.
- Flags. Deze bekijken de toestand van een flag die is gezet of gewist.
- Lustellers. Deze worden voornamelijk in een lus gebruikt die een aantal keren moet worden uitgevoerd.

Vergelijkingen (x?y, x?0)

Er zijn 12 vergelijkingen beschikbaar voor de programmeur. Drukt u op  of  dan verschijnt er een menu voor een van de twee testcategorieën:

- x?y voor tests die x met y vergelijken.
- x?0 voor tests die x met 0 vergelijken.

Denk eraan dat x duidt op het getal in het X-register, en y op het getal in het Y-register. Ze hebben *niets* te maken met de *variabelen* X en Y.

Selecteer de vergelijkingscategorie en druk op de menu-toets voor de gewenste voorwaardelijke instructie.

De testmenu's

x?y	x?0
{≠} voor $x \neq y?$	{≠} voor $x \neq 0?$
{≤} voor $x \leq y?$	{≤} voor $x \leq 0?$
{<} voor $x < y?$	{<} voor $x < 0?$
{>} voor $x > y?$	{>} voor $x > 0?$
{≥} voor $x \geq y?$	{≥} voor $x \geq 0?$
{=} voor $x = y?$	{=} voor $x = 0?$

Voert u een voorwaardelijke test uit op het toetsenbord, dan antwoordt de rekenmachine met YES of NO.

Bijvoorbeeld, als $x = 2$ en $y = 7$, doet u de test $x < y$.

	Invoer:	Weergave:
In de RPN-stand	7 ENTER 2 ← x?y {<}	YES
In de ALG-stand	7 x↔y 2 ← x?y {<}	YES

Voorbeeld:

Het programma "Normale en inverse verdelingen" in hoofdstuk 16 gebruikt $x < y$ in routine T:

Programmaregels: (In de RPN-stand)

Omschrijving


:	
:	
:	
T0009 ÷	Berekent de correctie voor X_{guess} .
T0010 STO+ X	Telt een correctie bij om een X_{guess} nieuw te vormen.
T0011 ABS	
T0012 0,0001	
T0013 $x < y$?	Onderzoekt of de correctie significant is.
T0014 GTD T	Zo ja, ga terug naar het begin van de lus. Zo niet, ga verder.
T0015 RCL X	
T0016 VIEW X	Geeft de berekende waarden van X weer.
:	
:	


Regel T0009 berekent de correctie voor X_{guess} . Regel T0013 vergelijkt de absolute waarde van de berekende correctie met 0,0001. Is de waarde minder dan 0,0001 ("Doe dat indien waar"), dan voert het programma regel T0014 uit; is de waarde gelijk of groter, dan 0,0001 gaat het programma naar regel T0015.

Flags

Een flag is een toestandsindicator. Hij is gezet (*true*) of gewist (*false*). Het testen van een flag is ook een voorwaardelijke test die de regel "Doe dat indien waar" volgt: de uitvoering van het programma gaat verder als de flag gezet is en slaat een regel over als de flag gewist.

Betekenis van flags

De HP 33s heeft 12 flags, genummerd van 0 tot en met 11. Alle flags kunnen gezet, gewist en getest worden met het toetsenbord en met een programma-instructie. De standaardtoestand van de 12 flags is *gewist*. Met de bewerking van drie toetsen in aanhangsel B waarmee het geheugen wordt leeggemaakt, wist u ook alle flags. De flags worden niet beïnvloed door  **CLEAR** {RLL} {Y}.

- **Flags 0, 1, 2, 3, en 4** hebben geen bijzondere betekenis. dat wil zeggen dat u zelf bepaalt wat ze betekenen in uw programma. (Zie het voorbeeld hieronder.)
- **Flag 5.** Is deze flag gezet, dan wordt een lopend programma onderbroken als er een overflow optreedt. U ziet dan de melding **OVERFLOW** en . Een overflow treedt op als een berekening een groter getal oplevert dan de rekenmachine aan kan. In dat geval wordt het grootste mogelijke getal als antwoord ingevuld. Is flag 5 gewist, dan loopt het programma verder, hoewel er uiteindelijk **OVERFLOW** op het scherm komt als het programma uiteindelijk stopt.
- **Flag 6** wordt door de rekenmachine *automatisch* gezet als er een overflow optreedt (maar u kunt de flag ook zelf zetten). Deze flag heeft geen effect, maar kan getest worden.

Met flags 5 en 6 hebt u controle over de overflowcondities die tijdens de uitvoering van het programma kunnen optreden. Door flag 5 te zetten stopt een programma direct na de regel waarop de overflow optrad. Door flag 6 in een programma te testen, kunt u het verloop van een programma veranderen in het geval er een overflow is opgetreden.



- **Flags 7, 8 en 9** bepalen de weergave van breuken. Flag 7 kan ook vanaf het toetsenbord worden gewijzigd. Als de weergave van breuken in

en uit wordt geschakeld met  **[FDISP]**, dan wordt in feite flag 7 veranderd.

Toestand van flag	Betekenis van flag		
	7	8	9
Gewist (standaard)	Weergave van breuken uitgeschakeld, reële getallen worden als decimaal getal weergegeven.	Noemer van breuk niet groter dan de waarde in /c.	Breuken worden zo veel mogelijk vereenvoudigd.
Gezet	Weergave van breuken ingeschakeld; reële getallen worden als breuk weergegeven.	Noemer is een factor van de waarde in /c.	Breuken worden niet vereenvoudigd. (Alleen als flag 8 gezet is.)

- **Flag 10** bepaalt hoe een programma vergelijkingen uitvoert: Is flag 10 gewist (standaard), dan worden vergelijkingen in lopende programma's geëvalueerd en komt het resultaat op de stapel.

Is flag 10 gezet, dan worden vergelijkingen in lopende programma's weergegeven als berichten, zodat ze zich gedragen als in een VIEW-statement:

1. Uitvoering van programma stopt.
2. De programmawijzer gaat naar de volgende programmaregel.
3. De vergelijking wordt weergegeven zonder de stapel te beïnvloeden. De weergave kan verwijderd worden door te drukken op  of . Door op een willekeurige toets te drukken wordt deze functie uitgevoerd.
4. Is de volgende programmaregel een PSE, dan gaat het uitvoeren na een seconde verder.

De toestand van flag 10 wordt alleen gewijzigd door de bewerkingen SF en CF vanaf het toetsenbord, of door SF en CF in een programma.

- **Flag 11** bepaalt of er om invoer wordt gevraagd bij het uitvoeren van een vergelijking in een programma — *het heeft geen invloed op het automatisch vragen om invoer wanneer de vergelijking vanaf het toetsenbord wordt uitgevoerd:*

Is flag 11 gewist (de standaardtoestand), dan geschiedt het evalueren, SOLVE, en ∫FN van vergelijkingen in programma's zonder onderbreking. De huidige waarde van iedere variabele in de vergelijking wordt automatisch gebruikt. Prompts van INPUT worden niet beïnvloed.

Is flag 11 gezet, dan wordt bij iedere variabele om een waarde gevraagd als deze voor het eerst voorkomt in de vergelijking. Dit geschiedt maar een keer per variabele, ook als de variabele meerdere keren voorkomt in de vergelijking. Bij het oplossen wordt er niet gevraagd naar de waarde van de onbekende, bij het integreren niet voor de waarde waarnaar geïntegreerd wordt. Prompts onderbreken de uitvoering. Door op **R/S** te drukken wordt de uitvoering hervat met de waarde die u invoerde, of met de oorspronkelijke waarde van de variabele als u niets anders doet dan op **R/S** drukken.

Flag 11 wordt automatisch gewist na de evaluatie, na SOLVE, of na ∫FN van een vergelijking in een programma. De toestand van flag 11 wordt natuurlijk ook veranderd door de instructies SF en CF op het toetsenbord en door SF en CF in een programma.

Annunciators voor gezette flags

De flags 0, 1, 2, 3 en 4 hebben annunciators in het scherm die zichtbaar worden als een flag gezet is. Aan de aanwezigheid of afwezigheid van de cijfers **0**, **1**, **2**, **3** en **4** kunt u zien of een van deze vijf flags gezet is of niet. Er is geen indicatie voor flag 5 tot en met 11. De toestand van deze flags kan worden opgevraagd met de instructie FS? van het toetsenbord. (Zie "Flags gebruiken" hieronder.)

Flags gebruiken

Door te drukken op **▢** **FLAGS** verschijnt het menu **FLAGS: {SF} {CF} {FS?}**. Nadat u de gewenste functie geselecteerd hebt, wordt gevraagd om het nummer van de flag (0-11). Bijvoorbeeld, druk op **▢** **FLAGS** **{SF}** **0** om flag 0 te zetten; op **▢** **FLAGS** **{SF}** **▢** **0** om flag 10 te zetten; en op **▢** **FLAGS** **{SF}** **▢** **1** om flag 11 te zetten.

Het menu FLAGS

Menu-toets	Omschrijving
{SF} <i>n</i>	Zet flag. Zet flag <i>n</i> .
{CF} <i>n</i>	Wis flag. Wis flag <i>n</i> .
{FS?} <i>n</i>	Is flag gezet? Test de toestand van flag <i>n</i> .

Een flagtest is een voorwaardelijke test die de uitvoering van een programma beïnvloedt, net als de vergelijkingen. De instructie FS? *n* controleert of de gegeven flag gezet is. Zo ja, dan wordt de volgende regel in het programma uitgevoerd. Zo niet, dan wordt de volgende regel overgeslagen. Dit is de "Doe dat indien waar"-regel, die we ook al illustreerden onder "Voorwaardelijke instructies" eerder in dit hoofdstuk.

Test u een flag met het toetsenbord, dan verschijnt op de rekenmachine "YES" of "NO".

Het is een goede gewoonte bij het programmeren om ervoor te zorgen dat alle voorwaarden die u gebruikt met een bekende aanvangssituatie beginnen. De huidige waarden van flags zijn afhankelijk van hoe vorige programma's ze hebben achtergelaten. U moet niet veronderstellen dat een flag bij het starten van een programma gewist is, en dat hij alleen maar gezet kan worden als uw eigen programma daarvoor zorgt. Zorg er dus voor dat de flags gewist worden, voordat de voorwaarde optreedt waaronder hij gezet zou kunnen worden. Zie het voorbeeld hieronder.

Voorbeeld: Flags gebruiken.

Het programma "Curve Fitting" in hoofdstuk 16 gebruikt flag 0 en 1 om te bepalen of de natuurlijke logaritme moet worden genomen van de X- en Y-waarden:

- Regels S0003 en S0004 wissen beide flags zodat de regels W0007 en W0011 (in de invoerlus) niet de natuurlijke logaritme van de invoer nemen als de waarden resulteren in een rechte lijn.
- Regel L0003 zet flag 0 zodat regel W0007 de natuurlijke log neemt van de X-invoer voor een logaritmische curve.
- Regel E0004 zet flag 1 zodat regel W0011 de natuurlijke log neemt van de Y- invoer voor een exponentiële curve.

- Regels P0003 en P0004 zetten beide flags zodat regels W0007 en W0011 de natuurlijke logaritme nemen van zowel de X- als de Y-invoer voor een machtcurve.

U ziet dat regels S0003, S0004, L0004 en E0003 flag 0 en 1 wissen om er zeker van te zijn dat ze alleen gezet kunnen worden als het nodig is voor de verschillende curven.

**Programmaregels:
(In de RPN-stand)**


Beschrijving:

S0003 CF 0	Wist flag 0, de indicator voor ln X.
S0004 CF 1	Wist flag 1, de indicator voor ln Y.
L0003 SF 0	Zet flag 0, de indicator voor ln X.
L0004 CF 1	Wist flag 1, de indicator voor ln Y.
E0003 CF 0	Wist flag 0, de indicator voor ln X.
E0004 SF 1	Zet flag 1, de indicator voor ln Y.
P0003 SF 0	Zet flag 0, de indicator voor ln X.
P0004 SF 1	Zet flag 1, de indicator voor ln Y.
W0006 FS? 0	Is flag 0 gezet ...
W0007 LN	... dan wordt de natuurlijke log genomen van de X-invoer.
W0010 FS? 1	Is flag 1 gezet...
W0011 LN	... dan wordt de natuurlijke log genomen van de Y-invoer.

Voorbeeld: De weergave van een breuk.

In het volgende programma oefent u met de mogelijkheden van de rekenmachine om een breuk weer te geven. Het programma vraagt om uw invoer en gebruikt die voor een gebroken getal en een noemer (de waarde /c). Het programma bevat ook voorbeelden van het gebruik van de drie flags (7, 8, en 9) voor de weergave van breuken, en flag (10) voor het weergeven van berichten.

Berichten in het programma worden weergegeven als MESSAGE en ingevoerd als vergelijkingen:

1. Stel de vergelijkingenstand in met  **EQN** (de annunciator **EQN** verschijnt).
2. Druk op **RCL** letter voor ieder letter in het bericht; druk op **SPACE** (de toets **R/S**) voor iedere spatie.
3. Druk op **ENTER** om het bericht in de huidige programmaregel in te voegen en de vergelijkingenstand te beëindigen.

Programmaregels: (In de ALG-stand)

Omschrijving:

F0001	LBL F	Hier begint het breukenprogramma.
F0002	CF 7	Wist de drie breukflags.
F0003	CF 8	
F0004	CF 9	
F0005	SF 10	Geeft berichten weer.
F0006	DEC	Kiest een decimaal grondtal.
F0007	INPUT V	Vraagt om een getal.
F0008	INPUT D	Vraagt om een noemer (2 – 4095).
F0009	RCL V	Geeft bericht weer, laat daarna decimaal getal zien.
F0010	DECIMAL	
F0011	PSE	
F0012	STOP	
F0013	RCL D	
F0014	/C	Stelt /c in en zet flag 7.
F0015	RCL V	

F0016	MOST PRECISE	Geeft bericht weer, laat daarna de breuk zien.
F0017	PSE	
F0018	STOP	
F0019	SF 8	Zet flag 8.
F0020	FACTOR DENOM	Geeft bericht weer, laat daarna de breuk zien.
F0021	PSE	
F0022	STOP	
F0023	SF 9	Zet flag 9.
F0024	FIXED DENOM	Geeft bericht weer, laat daarna de breuk zien.
F0025	PSE	
F0026	STOP	
F0027	GTO F	Gaat naar begin van programma.
Controlesom en lengte: 6F14 123		

Gebruik het bovenstaande programma om de verschillende manieren te zien waarop een breuk wordt weergegeven:

Invoer: (In de ALG-stand)	Weergave:	Uitleg:
XEQ F	V?	Voert label <i>F</i> uit; vraagt om een breuk (V).
2,53 R/S	D?	Slaat 2,53 op in V; vraagt om de noemer (D).
16 R/S	DECIMAL	Slaat 16 op in /c. Geeft het bericht weer gevolgd door een decimaal getal.
R/S	MOST PRECISE	Bericht geeft de wijze aan waarop de breuk wordt weergegeven (noemer is niet groter dan 16) en toont daarna de breuk. ▼ geeft aan dat de noemer iets lager is dan 8.
R/S	FACTOR DENOM	Bericht geeft de wijze aan waarop de breuk wordt weergegeven

Invoer:
(In de ALG-stand)

Weergave:

Uitleg:

R/S

FIXED DENOM
2 8/16 ▲

(noemer is een factor van 16), en toont daarna de breuk.

Bericht geeft de wijze waarop de breuk wordt weergegeven (noemer is 16), en toont daarna de breuk.

R/S **C**

2.5300

Stopt het programma en wist flag 10.

▶ **FLAGS** {CF} **◦** 0

Lussen

Door terugwaarts te springen — dat wil zeggen naar een label in een eerdere regel— kunt u een deel van een programma meerdere keren uitvoeren. Dit heet een *lus*.

```
D0001 LBL D
D0002 INPUT M
D0003 INPUT N
D0004 INPUT T
D0005 GTO D
```

Deze routine (uit "Coördinatentransformaties" op pagina 15–34 in hoofdstuk 15) is een voorbeeld van een *oneindige lus*. Hij wordt gebruikt om de gegevens in te lezen voordat de coördinaten getransformeerd worden. Nadat de drie waarden zijn ingevoerd, kan de gebruiker de lus beëindigen door aan te geven welke transformatie moet worden uitgevoerd (door te drukken **XEQ** N voor transformatie van oud naar nieuw, en op **XEQ** O voor transformatie van nieuw naar oud).

Voorwaardelijke lussen (GTO)

Wilt u een bewerking uitvoeren, totdat er aan een bepaalde voorwaarde is voldaan, maar weet u niet hoe lang dat duurt, dan moet u een lus schrijven met een voorwaardelijke test en een GTO-instructie.

Bijvoorbeeld, de volgende routine gebruikt een lus om de waarde A te verminderen met een constante waarde B , totdat A kleiner is dan of gelijk aan B .

Programmaregels: (In de RPN-stand)

```
R0001 LBL A
R0002 INPUT A
R0003 INPUT B
```



Controlesom en lengte: D548 9

Omschrijving:

```
S0001 LBL S
S0002 RCL A      Het is gemakkelijker A op te roepen dan te onthouden
                  waar het in de stapel staat.
S0003 RCL - B    Berekent  $A - B$ .
S0004 STO A      Vervangt de oude A door de nieuwe.
S0005 RCL B      Roept de constante op voor de vergelijking.
S0006 x<y?      Is  $B <$  de nieuwe A?
S0007 GTO S      Ja: herhaal de procedure.
S0008 VIEW A     Nee, stop en geef de nieuwe A weer.
S0009 RTN
```

Controlesom en lengte: AC36 27

Lussen met tellers (DSE, ISG)

Wilt u een lus een aantal keren uitvoeren, gebruik dan de voorwaardelijke functies  ISG (verhogen en overslaan indien groter) of  DSE (verlagen en overslaan indien kleiner of gelijk). Steeds als een lus in een programma wordt uitgevoerd, wordt een teller in een variabele automatisch verlaagd of verhoogd. De huidige teller wordt vergeleken met een eindwaarde, en afhankelijk van het resultaat van de vergelijking wordt de lus voortgezet of beëindigd.

Om omlaag te tellen, gebruikt u  DSE variabele

Om omhoog te tellen, gebruikt u  ISG variabele



Deze functies doen hetzelfde als een FOR-NEXT-lus in BASIC:

FOR *variabele* = *beginwaarde* TO *eindwaarde* STEP *stap*

:
:
:

NEXT *variabele*

Een DSE-instructie is als een FOR-NEXT-lus met een negatieve stap.

Nadat u een shifttoets indrukt voor ISG of DSE ( ISG of  DSE), wordt er gevraagd naar de variabele waarin de *lusteller* zich bevindt (zie hieronder).

De lusteller

De opgegeven variabele moet een lusteller bevatten, $\pm ccccccc.fffii$, waarin:

- $\pm ccccccc$ de huidige waarde van de teller is (1 à 12 cijfers). Deze waarde verandert steeds terwijl de lus wordt uitgevoerd.
- fff is de uiteindelijke waarde van de teller (altijd drie cijfers). Deze waarde verandert *niet* terwijl de lus wordt uitgevoerd.
- ii is de waarde waarmee de teller verhoogd of verlaagd moet worden (dit moeten twee cijfers zijn). Deze waarde verandert niet. Ontbreekt deze waarde, dan wordt hij verondersteld 01 te zijn, dus dan wordt er verhoogd of verlaagd met 1.

Bij het uitvoeren van de lusinstructie handelt DSE als volgt. De lusteller is $ccccccc.fffii$. DSE berekent $ccccccc = ccccccc - ii$, vergelijkt de nieuwe $ccccccc$ met fff en slaat de volgende programmaregel over als $ccccccc \leq fff$.

En ISG handelt als volgt. De lusteller is $ccccccc.fffii$. ISG berekent $ccccccc = ccccccc + ii$, vergelijkt de nieuwe $ccccccc$ met fff en slaat de volgende programmaregel over als $ccccccc > fff$.

<p>Is huidige waarde > eindwaarde, ga dan verder met de lus.</p>	<p>① →</p> <p>① ←</p>	<pre> W0001 LBL W . . W0009 DSE A W0010 GTO W W0011 XEQ X . . </pre>	<p>→ ②</p> <p>← ②</p>	<p>Is huidige waarde ≤ eindwaarde, beëindig dan de lus.</p>
<p>Is huidige waarde ≤ eindwaarde, ga dan verder met de lus.</p>	<p>① →</p> <p>① ←</p>	<pre> W0001 LBL W . . W0009 ISG A W0010 GTO W W0011 XEQ X . . </pre>	<p>→ ②</p> <p>← ②</p>	<p>Is huidige waarde > eindwaarde, beëindig dan de lus.</p>



Bijvoorbeeld, de lusteller 0,050 betekent voor ISG dat er wordt begonnen met nul, dat die waarde steeds met 1 verhoogd moet worden tot de waarde 50 is bereikt.

Het volgende programma gebruikt ISG om een lus 10 keer uit te voeren. De lusteller (000001,01000) bevindt zich in variabele Z. Nullen aan het begin en het einde mogen worden weggelaten.

```

L0001 LBL L
L0002 1,01
L0003 ST0 Z
M0001 LBL M
M0002 ISG Z
M0003 GTO M
M0004 RTN

```

druk op   Z om vast te stellen dat de lusteller nu 11,0100 is.

Variabelen en labels indirect adresseren

Indirect adresseren is een techniek die door geavanceerde programmeurs wordt gebruikt om een variabele of label te gebruiken *zonder tevoren op te geven welke variabele dat is*. Dit wordt bepaald als het programma draait, het is dus afhankelijk van de tussenresultaten (of invoer) van het programma.

Indirect adresseren werkt met twee verschillende toetsen: \boxed{i} (met $\boxed{\cdot}$) en $\boxed{(i)}$ (met $\boxed{\text{ENTER}}$).

De variabele i heeft niets te maken met $\boxed{(i)}$ van de variabele i . Deze toetsen werken voor veel functies die A tot en met Z gebruiken als variabelen of labels.

- i is een variabele waarvan de inhoud kan verwijzen naar een andere variabele of label. Deze bevat een waarde zoals iedere andere (A tot en met Z).
- $\boxed{(i)}$ is een programmeerfunctie die inhoudt: "Gebruik het getal in i om te bepalen welke variabele of welk label geadresseerd moet worden." Dit is een *indirect adres*. (A tot en met Z zijn *direct adressen*.)

\boxed{i} en $\boxed{(i)}$ worden samen gebruikt om een indirect adres te vormen. (Zie de voorbeelden hieronder.)

Op zich is i gewoon een variabele.

Op zich is $\boxed{(i)}$ ongedefinieerd (geen waarde in i) of onbestuurd (maakt gebruik van het getal dat zich toevallig nog in i bevindt).

De variabele "i"

In i kunt u waarden opslaan, terugroepen, manipuleren, zoals met alle andere variabelen. U kunt zelfs een vergelijking oplossing voor i en integreren naar i . De onderstaande functies maken gebruik van "i".

STO i	INPUT i	DSE i
RCL i	VIEW i	ISG i
STO $+,-, \times, \div$ i	\int FN d i	$x < >$ i
RCL $+,-, \times, \div$ i	SOLVE i	

Het indirecte adres, (i)

Veel functies die gebruik maken van A tot en met Z (als variabelen of labels) kunnen $\overline{(i)}$ gebruiken om *indirect* te verwijzen naar A tot en met Z (variabelen of labels) of naar statistische registers. De functie $\overline{(i)}$ gebruikt de waarde van de variabele *i* om te bepalen welke variabele, welk label, of welk register geadresseerd moet worden. De volgende tabel laat zien hoe

Bevat i:	Dan adresseert (i):
± 1	variabele A of label A
.	.
.	.
± 26	variabele Z of label Z
± 27	variabele i
± 28	n register
± 29	Σx register
± 30	Σy register
± 31	Σx^2 register
± 32	Σy^2 register
± 33	Σxy register
≥ 34 of ≤ -34 of 0	fout: INVALID $\langle i \rangle$

Alleen de absolute waarde van het gehele deel van het getal *i* wordt gebruikt voor de adressering.

De bewerkingen INPUT(**i**) en VIEW(**i**) zetten de naam van de indirect geadresseerde variabele of het indirect geadresseerde register.

Met het menu SUMS kunt u waarden oproepen uit de statistische registers. U moet echter indirecte adressering gebruiken voor andere bewerkingen met deze registers, zoals STO, VIEW en INPUT.

De hieronder genoemde functies kunnen (**i**) als adres gebruiken. Voor GTO, XEQ, en FN= verwijst (**i**) naar een label; voor alle andere functies verwijst (**i**) naar een variabele of register.

STO(i)	INPUT(i)
RCL(i)	VIEW(i)
STO +, -, ×, ÷, (i)	DSE(i)
RCL +, -, ×, ÷, (i)	ISG(i)
XEQ(i)	SOLVE(i)
GTO(i)	∫ FN d(i)
X<>(i)	FN=(i)

Programmabesturing met (i)

De inhoud van i kan veranderen terwijl een programma draait — een programmainstructie als `GTO(i)` kan op verschillende momenten naar een ander label springen. U bent daardoor flexibel doordat u (tot het programma draait) niet hoeft te weten welke variabele of welk programmalabel gebruikt zal worden. (Zie het eerste voorbeeld hieronder.)

Indirect adresseren is zeer bruikbaar bij het tellen en besturen van lussen. De variabele i dient dan als *index*, met het adres van de variabele die de luster teller bevat voor de functies DSE en ISG. (Zie het tweede voorbeeld hieronder.)

Voorbeeld: Subroutines kiezen met (i).

Het programma "Curve fitting" in hoofdstuk 16 gebruikt indirecte adressering om te bepalen welk model gebruikt moet worden om geschatte waarden te berekenen voor x en y . (Verschillende subroutines berekenen x en y voor de verschillende modellen.) U ziet dat i wordt opgeslagen en daarna indirect geadresseerd in diverse verwijderde delen van het programma.

De eerste vier routines (S, L, E, P) van het programma specificeren het curvefittingmodel dat gebruikt zal worden en kennen een nummer toe (1, 2, 3, 4) aan elk van deze modellen. Dit nummer wordt opgeslagen in routine Z, het gemeenschappelijke startpunt van alle modellen:

```
Z0003 STO i
```

Routine Y gebruikt i om de juiste subroutine aan te roepen (afhankelijk van het model) die de schattingen van x en y berekent. Regel Y0003 roept de subroutine aan om \hat{y} te berekenen:

Y0003 XEQ(i)

en regel Y0008 roept een andere subroutine aan om \hat{x} te berekenen nadat i met 6 verhoogd is:

Y0006 6

Y0007 STO+ i

Y0008 XEQ(i)

Bevat i:	Dan roept XEQ(i) aan:	Om te berekenen:
1	LBL A	\hat{y} voor een rechte lijn.
2	LBL B	\hat{y} voor een logaritmisch model.
3	LBL C	\hat{y} voor een exponentieel model.
4	LBL D	\hat{y} voor een machtmiddel.
7	LBL G	\hat{x} voor een rechte lijn.
8	LBL H	\hat{x} voor een logaritmisch model.
9	LBL I	\hat{x} voor een exponentieel model.
10	LBL J	\hat{x} voor een machtmiddel.

Voorbeeld: Een lus met (i).

Een indexwaarde in i wordt gebruikt door het programma "Oplossingen van een stelsel van vergelijkingen — Matrixinversiemethode" in hoofdstuk 15. Dit programma gebruikt de lusinstructies ISG i en DSE i in combinatie met de indirecte instructies RCL(i) en STO(i) om een matrix te vullen en te manipuleren.

Het eerste deel van dit programma is routine A, die een getal voor besturing van de lus in i opslaat.

**Programmeregels:
(In de RPN-stand)**

Omschrijving:

- A0001 LBL A Het startpunt voor de invoer van gegevens.
- A0002 1,012 Lusteller: lus van 1 tot 12 met stappen van 1.
- A0003 STO i Slaat de lusteller op in i .

De volgende routine is L, een lus om alle 12 bekende waarden van een matrix van 3 bij 3 (de variabelen $A - I$) en de drie constanten ($J - L$) op te slaan.

Programmeregels: (In de RPN-stand)

Omschrijving:

L0001 LBL L	Deze routine verzamelt alle waarden in de drie vergelijkingen.
L0002 INPUT(i)	Vraagt een getal en slaat het op in de variabele die geadresseerd wordt door <i>i</i> .
L0003 ISG i	Telt 1 op bij <i>i</i> en herhaalt de lus tot <i>i</i> de waarde 13,012 heeft.
L0004 GTO L	
L0005 GTO A	Overschrijdt <i>i</i> de eindwaarde, dan gaat de uitvoering terug naar A.

Label J is een lus die de inversie van de matrix uitvoert.

Programmeregels: (In de RPN-stand)

Omschrijving:

J0001 LBL J	Deze routine bepaalt het omgekeerde van een matrix door te delen door de determinant.
J0002 STO+(i)	Deelt het element.
J0003 DSE i	Vermindert de index zodat hij dichterbij A komt.
J0004 GTO J	Lus met volgende waarde.
J0005 RTN	Terug naar het oproepende programma of naar PRGM TOP.

Vergelijkingen met (i)

U kunt **(i)** in een vergelijking gebruiken om indirect naar een variabele te verwijzen. Let erop dat **(i)** de variabele aangeeft die wordt aangewezen door de inhoud van variabele *i* (een *indirecte* referentie), maar dat *i* of **(i)** variabele *i* betekent.

Het volgende programma gebruikt een vergelijking om de som van de kwadraten van de A tot en met Z.


**Programmaregels:
(In de RPN-stand)**

E0001 LBL E	Hier begint het programma.
E0002 CF 10	Vergelijkingen uitvoeren.
E0003 CF 11	Geen prompts tijdens het uitvoeren van een vergelijking.
E0004 1,026	Teller van 1 tot 26.
E0005 STO i	Teller opslaan.
E0006 0	Som initialiseren.

Controlesom en lengte: AEC5 42

Omschrijving:

**Programmaregels:
(In de RPN-stand)**

F0001 LBL F	Start de sommeringslus.
F0002 (i)^2	Vergelijking om het i -de kwadraat te berekenen. (Druk op  EQN om de vergelijking te starten.)

Controlesom en lengte van de vergelijking: F09C 5

F003 +	Telt het i -de kwadraat bij de som op.
F0004 ISG i	Lus beëindigd.
F0005 GTO F	Naar volgende variabele.
F0006 RTN	Eind van programma.

Controlesom en lengte van het programma: E005 23




Omschrijving:

Programma's oplossen en integreren






Oplossen

In hoofdstuk 7 zagen we hoe u een vergelijking kunt invoeren — hij wordt toegevoegd aan de vergelijkingenlijst — en voor een willekeurige variabele kunt oplossen. U kunt ook een *programma* invoeren dat een functie berekent en dat voor een willekeurige variabele oplost. Dat is vooral handig als de vergelijking voor verschillende condities anders is, of als er herhaalde berekeningen moeten worden uitgevoerd.

Een geprogrammeerde functie oplossen:

1. Voer een programma in dat de functie definieert. (Zie hieronder "Een programma schrijven voor SOLVE".)
2. Selecteer het programma dat u wilt oplossen: druk op   *label*. (Deze stap kunt u overslaan als u hetzelfde programma opnieuw gebruikt.)
3. Los op voor de onbekende variabele: druk op  *variabele*.

U ziet dat FN= vereist is als u een geprogrammeerde functie oplost, maar niet als u een vergelijking oplost in de vergelijkingenlijst.

Om een berekening te stoppen, drukt u op  of . De huidige beste schatting van de wortel bevindt zich in de onbekende variabele; gebruik   om deze te zien zonder de stapel te verstoren. Om verder te gaan met de berekening, drukt u op .

Een programma schrijven voor SOLVE:

Het programma kan gebruik maken van vergelijkingen, ALG, RPN— U kiest zelf in welke combinatie.

1. Begin het programma met een *label*. Dit label identificeert de functie die met SOLVE geëvalueerd moet worden ($FN=label$).
2. Schrijf een INPUT-instructie voor iedere variabele, inclusief de onbekende. INPUT-instructies maken het mogelijk dat u voor iedere variabele in een functie met meerdere variabelen oplost. INPUT voor de *onbekende* wordt door de rekenmachine genegeerd, dus u hoeft maar één programma te schrijven met een *aparte* INPUT-instructie voor *iedere* variabele (inclusief de onbekende).

Schrijft u geen INPUT-instructies, dan gebruikt het programma de waarden die zich reeds in de variabelen bevinden of die bij een prompt van een vergelijking zijn ingevoerd.

3. Geef de instructies om de functie te evalueren.

Een functie die geprogrammeerd is als een functie die geprogrammeerd is als een RPN- of ALG-reeks van meerdere regels moet uiteindelijk nul geven. Is de vergelijking $f(x) = g(x)$, dan berekent uw programma $f(x) - g(x)$. " $=0$ " wordt verondersteld.

Een functie die geprogrammeerd is als een vergelijking kan van ieder type zijn — gelijkheid, toekenning of expressie. De vergelijking wordt door het programma geëvalueerd en de waarde moet nul zijn. Wilt u dat de vergelijking vraagt om de waarden van variabelen, zonder INPUT-instructies te gebruiken, dan moet flag 11 gezet zijn.

4. Beëindig het programma met een RTN. De uitvoering moet eindigen met de waarde van de functie in het X-register.

Bevat het programma de instructie VIEW of STOP, of een bericht dat moet worden getoond (een vergelijking met Flag 10 gezet), dan wordt de instructie gewoonlijk maar een keer uitgevoerd — dus niet elke keer als het programma door SOLVE wordt aangeropen. Wordt echter VIEW of een bericht gevolgd door PSE, dan wordt de waarde of het bericht gedurende een seconde getoond voor iedere keer dat het programma wordt aangeropen. (STOP gevolgd door PSE wordt genegeerd.)

SOLVE werkt alleen met *reële* getallen. Hebt u echter een complexe functie waarvan het reële en imaginaire deel gescheiden kunnen worden, dan kan SOLVE die twee delen apart oplossen.

Voorbeeld: Een programma met ALG.

Schrijf een programma met ALG-bewerkingen dat een willekeurige onbekende oplost in de wet van Boyle – Gay Lussac. De vergelijking is:

$$P \times V = N \times R \times T$$

waarin

P = Druk (atmosfeer of N/m²).

V = Inhoud (liters).

N = Hoeveelheid gas (mol).

R = De universele gasconstante (0,0821 liter-atm/mol-K of 8,314 J/mol-K).

T = Temperatuur (Kelvin; K = °C + 273,1).

Zet allereerst de rekenmachine in de programmeerstand; zet zonodig de programmawijzer bovenaan het programmageheugen.

Invoer:
(In de ALG-stand)



Weergave:

PRGM TOP

Uitleg:

Programmeerstand.

Voer het programma in:

**Programmeregels:
(In de ALG-stand)**

Omschrijving:

G0001 LBL G	Identificeert de geprogrammeerde functie.
G0002 INPUT P	Slaat <i>P</i> op.
G0003 INPUT V	Slaat <i>V</i> op.
G0004 INPUT N	Slaat <i>N</i> op.
G0005 INPUT R	Slaat <i>R</i> op.
G0006 INPUT T	Slaat <i>T</i> op.
G0007 RCL P	Druk.
G0008 RCL× V	Druk × inhoud.
G0009 -	Druk × volume -
G0010 RCL N	Druk × volume - Aantal mol gas.
G0011 RCL× R	Druk × volume - Mol × gasconstante
G0012 RCL× T	Druk × volume - Mol × gasconstante × temp.
G0013 ENTER	Geeft het resultaat.
G0014 RTN	Sluit het programma af.

Controlesom en lengte: EB2A 42

Druk op **[C]** om de programmainvoer te beëindigen.

Gebruik programma "G" om op te lossen voor 0,005 mol kooldioxide in een vat van 2 liter bij 24 °C.

**Invoer:
(In de ALG-stand)**

Weergave:

Uitleg:

[F2] [FN=] G		Selecteert "G" — het programma. SOLVE evalueert om de waarde van de onbekende te vinden.
[SOLVE] P	V? waarde	Selecteert <i>P</i> ; vraagt om <i>V</i> .
2 [R/S]	N? waarde	Slaat 2 op in <i>V</i> ; vraagt om <i>N</i> .
,005 [R/S]	R? waarde	Slaat 0,005 op in <i>N</i> ; vraagt om <i>R</i> .
,0821 [R/S]	T? waarde	Slaat 0,0821 op in <i>R</i> ; vraagt om <i>T</i> .

24	$\boxed{+}$	273,1	T?	Berekent T .
	$\boxed{\text{ENTER}}$		297,1000	
	$\boxed{\text{R/S}}$		SOLVING	Slaat 297,1 op in T ; lost P op. De druk is 0,0610 atm.
			P=	
			0,0610	

Voorbeeld: Programma dat een vergelijking gebruikt.

Schrijf een programma dat een vergelijking gebruikt om de wet van Boyle-Gay Lussac op te lossen."

Invoer: (In de RPN-stand)	Weergave:	Uitleg:
$\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\text{PRGM}}$ $\boxed{\leftarrow}$		Naar de programmeerstand.
$\boxed{\text{GTO}}$ $\boxed{\cdot}$ $\boxed{\cdot}$	PRGM TOP	Programmawijzer bovenaan de lijst van programma's.
$\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\text{LBL}}$ H	H0001 LBL H	Geeft het programma een label.
$\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\text{FLAGS}}$ {SF} $\boxed{\cdot}$		Zet de prompts in de vergelijking aan.
1	H0002 SF 11	Evalueert de vergelijking, flag 11 wordt gewist. (Controlesom en lengte: EDC8 9).
$\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\text{EQN}}$		
$\boxed{\text{RCL}}$ P $\boxed{\times}$		
$\boxed{\text{RCL}}$ V $\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\equiv}$		
$\boxed{\text{RCL}}$ N $\boxed{\times}$		
$\boxed{\text{RCL}}$ R $\boxed{\times}$		
$\boxed{\text{RCL}}$ T $\boxed{\text{ENTER}}$	H0003 P×V=N×R×	
$\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\text{RTN}}$	H0004 RTN	Beëindigt het programma.
$\boxed{\text{C}}$	0,0610	Beëindigt de programmeerstand.

Controlesom en lengte van het programma: 36FF 21

Bereken nu de druk van het kooldioxide als de temperatuur 10 °C lager is dan in het vorige voorbeeld.

Invoer: (In de RPN-stand)	Weergave:	Uitleg:
$\boxed{\text{STO}}$ L	0,0610	Slaat vorige druk op.
$\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\text{FN}}$ $\boxed{\equiv}$ H	0,0610	Selecteert programma "H."

SOLVE P	V?	Selecteert variabele P ; vraagt om V .
	2,0000	
R/S	N?	Bewaart 2 in V ; vraagt om N .
	0,0050	
R/S	R?	Bewaart 0,005 in N ; vraagt om R .
	0,0821	
R/S	T?	Bewaart 0,0821 in R ; vraagt om T .
	297,1000	
ENTER 10 ←	T?	Berekent nieuwe T .
	287,1000	
R/S	SOLVING	Slaat 287,1 op in T ; lost op voor nieuwe P .
	P=	
	0,0589	
RCL L ←	-0,0021	Berekent de drukverandering als de temperatuur van het gas daalt van 297,1 K naar 287,1 K (een negatief resultaat duidt op een lagere druk).

SOLVE in een programma gebruiken

U kunt SOLVE gebruiken als deel van een programma.

Desgewenst kunt u de beginwaarden opgeven (in de onbekende variabele en het X-register), voordat u de instructie SOLVE *variabele* start. De twee instructies voor het oplossen van een vergelijking voor een onbekende variabele verschijnen in een programma als:

$FN=$ *label*

SOLVE FOR *variabele*

De *geprogrammeerde* SOLVE-instructie geeft geen weergave met een label (*variabele = waarde*), omdat dat voor uw programma wellicht geen significante uitvoer is (dat wil zeggen, u wilt misschien andere berekeningen uitvoeren voor u het getal weergeeft). Wilt u het resultaat *wel* weergeven, voeg dan de instructie VIEW *variabele* toe na de SOLVE-instructie.

Wordt er geen oplossing gevonden voor de onbekende variabele, dan slaat u de volgende programmaregel over (volgens de regel "Doe dat indien waar", die is uitgelegd in hoofdstuk 13). Het programma moet dan de situatie opvangen waarin er geen wortel is gevonden, bijvoorbeeld door het met andere beginwaarden te proberen of door een invoerwaarde te veranderen.

Voorbeeld: SOLVE in een Programma.

Het volgende uittreksel komt uit een programma waarmee u x of y kunt oplossen door te drukken op XEQ X of Y.

Programmaregels: (In de RPN-stand)

Omschrijving:

X0001 LBL X
 X0002 24
 X0003 GTO L
 Controlesom en lengte: 4800 21

Instelling voor X.
 Index voor X.
 Naar hoofdroutine.

Y0001 LBL Y
 Y0002 25
 Y0003 GTO L
 Controlesom en lengte: C5E1 21

Instelling voor Y.
 Index voor Y.
 Naar hoofdroutine.

L0001 LBL L
 L0002 STO i
 L0003 FN= F
 L0004 SOLVE(i)
 L0005 VIEW(i)
 L0006 RTN
 Controlesom en lengte: D82E 18

Hoofdroutine.
 Slaat index op in i .
 Definieert op te lossen programma.
 Lost op voor een gegevens variabele.
 Geeft de oplossing weer.
 Besluit het programma.






F0001 LBL F
 :
 :
 F0010 RTN

Berekent $f(x,y)$. De vergelijking en INPUT vragen om de vereiste waarden.



Integreren met een programma

In hoofdstuk 8 zagen we hoe we een vergelijking (of expressie) invoerden — deze wordt toegevoegd aan de lijst van vergelijkingen — en integreerden naar een bepaalde variabele. U kunt ook een *programma* schrijven dat een functie berekent en naar een bepaalde variabele integreert. Dat is vooral handig als de functie onder bepaalde voorwaarden verandert of als er herhaalde berekeningen in voorkomen.

Een geprogrammeerde functie integreren:

1. Voer een programma in dat de functie van de integrand definieert. (Zie "Een programma schrijven voor \int FN" hieronder.)
2. Selecteer het programma dat de te integreren functie definieert: druk op   *label*. (U kunt deze stap overslaan als u hetzelfde programma weer integreert.)
- ✓ 3. Geef de grenzen van de integratie op: eerst de *ondergrens* en druk op , daarna de *bovengrens*.
4. Selecteer de variabele waarnaar geïntegreerd moet worden en start de berekening: druk op   *variabele*.

U ziet dat FN= vereist is als u een geprogrammeerde functie integreert, maar niet als u een vergelijking integreert uit de vergelijkingenlijst.

U kunt een lopende integratie stoppen door te drukken op  of . De berekening kan echter niet worden voortgezet.

Een programma schrijven voor \int FN:

Het programma vergelijkingen, ALG- en RPN-bewerkingen gebruiken — in de combinatie die u zelf verkiest.

1. Begin het programma met een *label*. Dit label identificeert de functie die u wilt integreren (FN=*label*).

2. Schrijf een INPUT-instructie voor iedere variabele, ook voor de variabele waarnaar geïntegreerd wordt. INPUT-instructies maken het mogelijk naar iedere gewenste variabele te integreren in een functie met meerdere variabelen. INPUT voor de variabele waarnaar geïntegreerd wordt, wordt genegeerd door de rekenmachine, zodat u maar één programma hoeft te schrijven met *aparte separate* INPUT-instructies voor *iedere* variabele (inclusief de variabele waarnaar geïntegreerd wordt).

Schrijft u geen INPUT-instructies, dan gebruikt het programma de waarden die zijn opgeslagen in de variabelen of zijn ingevoerd bij een prompt van een vergelijking.

3. Geef de instructies op om de functie te evalueren.
Een functie die geprogrammeerd is als een reeks ALG- en RPN-instructies moet de functiewaarden berekenen die u wilt integreren.
Een functie die geprogrammeerd is als een vergelijking is meestal een expressie met de integrand — maar het kan ook een vergelijking zijn van een ander type. Wilt u dat de vergelijking vraagt om de waarden van variabelen, zonder INPUT-instructies op te geven, zet dan flag 11.
4. Beëindig het programma met RTN. De uitvoering eindigt met de waarde van de functie in het X-register.

Voorbeeld: Programma dat een vergelijking gebruikt.

De sinusintegraal van het voorbeeld in hoofdstuk 8 is:

$$Si(t) = \int_0^t \left(\frac{\sin x}{x} \right) dx$$

Deze functie kan geëvalueerd worden door een programma te integreren dat de integrand definieert:

S0001 LBL S Definieert de functie.
 S0002 SIN(X)÷X De functie als expressie. (Controlesom en lengte: OEE0 8).
 S0003 RTN Sluit de subroutine af
 Controlesom en lengte van het programma: BDE3 17

Voer dit programma in en integreer de sinusintegraalfunctie naar x van 0 tot 2 (t = 2).


Invoer: (In de RPN-stand)	Weergave:	Uitleg:
MODES {RAD}		Stelt radialen in.
→ FN= S		Selecteert label S als integrand.
0 ENTER 2	2_	Geeft de integratiegrenzen op.
→ ✓ X	INTEGRATING	Integreert de functie van 0 tot 2; geeft het resultaat weer.
	∫ =	
	1,6054	
MODES {DEG}	1,6054	Terug naar graden.

Integratie in een programma

Integratie kan vanuit ieder programma gestart worden. Denk eraan dat u de integratiegrenzen opgeeft voordat u de integratie uitvoert, en houd er rekening mee dat de nauwkeurigheid van het resultaat afhankelijk is van de nauwkeurigheid van de schermweergave op het moment dat het programma draait. De twee integratie-instructies verschijnen in het programma als:

FN= *label*

∫FN *≠* *variabele*

De *geprogrammeerde* ∫FN-instructie geeft geen waarde weer met een label (∫ = *waarde*), omdat dit misschien niet de significante uitvoer is van uw programma (dat wil zeggen, u wilt misschien nog verdere berekeningen met het getal uitvoeren voordat u het weergeeft). Wilt u het resultaat weergeven, schrijf dan een PSE-( PSE) of STOP-(**R/S**) instructie om het resultaat in het X-register na de ∫FN-instructie weer te geven.

Bevat het programma de instructie VIEW of STOP, of een bericht dat moet worden getoond (een vergelijking met Flag 10 gezet), dan wordt de instructie gewoonlijk maar een keer uitgevoerd — dus niet elke keer als het programma door ∫FN wordt aangeroepen. Wordt echter VIEW of een bericht gevolgd door PSE, dan wordt de waarde of het bericht gedurende een seconde getoond voor iedere keer dat het programma wordt aangeroepen. (STOP gevolgd door PSE wordt genegeerd.)

Voorbeeld: ∫FN in een programma.

Het programma "Normale en inverse verdelingen" in hoofdstuk 16 bevat een integratie van de vergelijking van de functie van normale dichtheid:

$$\frac{1}{S\sqrt{2\pi}} \int_M^D e^{-\frac{(D-M)^2}{S^2}/2} dD.$$

De functie $e^{((D-M)+S)^2+2}$ wordt berekend door de routine F. Andere routines vragen naar de bekende waarden en verzorgen de andere berekeningen om $Q(D)$ te bepalen, de bovenste oppervlakte van een normale curve. De integratie zelf wordt voorbereid en uitgevoerd in routine Q:

00001 LBL Q	
00002 RCL M	Roept de ondergrens van de integratie op.
00003 RCL X	Roept de bovengrens van de integratie op. ($X = D$.)
00004 FN= F	Specificeert de functie.
00005 ∫FN d D	Integreert de normale functie met de dummy-variabele D .

Beperkingen bij het oplossen en integreren

De instructies SOLVE *variabele* en ∫FN d *variabele* kunnen niet een routine aanroepen waarin zich een andere SOLVE of ∫FN bevindt. Met andere woorden, deze instructies kunnen niet recursief werken. Bijvoorbeeld, een poging om een meervoudige integraal te berekenen resulteert in een ∫⟨∫FN⟩-fout. Verder kunnen SOLVE en ∫FN geen routine aanroepen met een FN=*label*. Probeer u dat toch, dan resulteert dat in de melding SOLVE ACTIVE of ∫FN ACTIVE. SOLVE kan geen routine aanroepen waarin zich een ∫FN-instructie bevindt (geeft de fout SOLVE⟨∫FN⟩), en ∫FN kan geen routine aanroepen waarin zich een SOLVE instructie bevindt (geeft de fout ∫⟨SOLVE⟩).

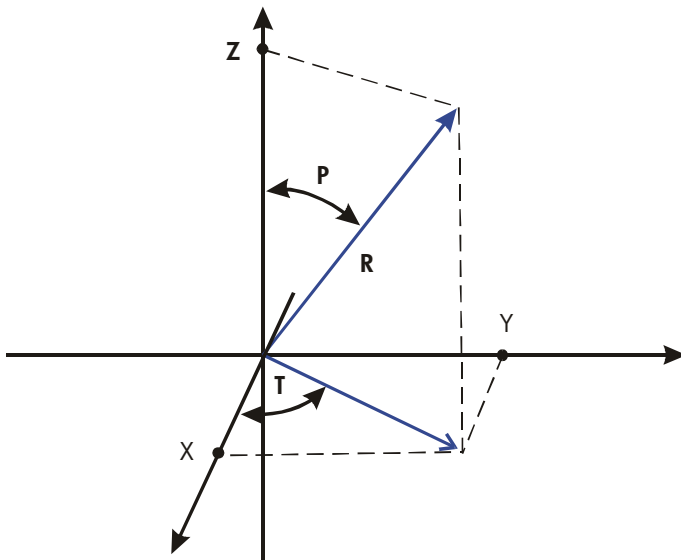
De instructies SOLVE *variabele* en ∫FN d *variabele* in een programma gebruiken een van de zeven niveaus om subroutines aan te roepen. (Zie "geneste subroutines" in hoofdstuk 13.)

De bewerkingen SOLVE en ∫FN stellen automatisch decimale weergave in.

Wiskundige programma's

Vectorbewerkingen

Dit programma verzorgt de principiële vectorbewerkingen zoals optellen, aftrekken, inwendig en uitwendig (of scalair) product. Het programma werkt met drie-dimensionale vectoren en met invoer en uitvoer in rechthoekige of polaire vorm. Het is ook mogelijk de hoek tussen vectoren te berekenen.



Dit programma gebruikt de volgende vergelijkingen. Coördinaatconversie:

$$X = R \sin(P) \cos(T)$$

$$R = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$$

$$Y = R \sin(P) \sin(T)$$

$$T = \arctan(Y/X)$$

$$Z = R \cos(P)$$

$$P = \arctan \frac{Z}{\sqrt{X^2 + Y^2}}$$

Vectoren optellen en aftrekken:

$$\mathbf{v}_1 + \mathbf{v}_2 = (X + U)\mathbf{i} + (Y + V)\mathbf{j} + (Z + W)\mathbf{k}$$

$$\mathbf{v}_2 - \mathbf{v}_1 = (U - X)\mathbf{i} + (V - Y)\mathbf{j} + (W - Z)\mathbf{k}$$

Inwendig product:

$$\mathbf{v}_1 \times \mathbf{v}_2 = (YW - ZV)\mathbf{i} + (ZU - XW)\mathbf{j} + (XV - YU)\mathbf{k}$$

Uitwendig Product:

$$D = XU + YV + ZW$$

Hoek tussen vectoren (γ):

$$G = \arccos \frac{D}{R_1 \times R_2}$$

waarin

$$\mathbf{v}_1 = X\mathbf{i} + Y\mathbf{j} + Z\mathbf{k}$$

en

$$\mathbf{v}_2 = U\mathbf{i} + V\mathbf{j} + W\mathbf{k}$$

De vector die wordt weergegeven door de invoerroutines (LBL P en LBL R) is V_1 .

Programmalingsting:

Programmeregels: (In de ALG-stand)

Omschrijving

R0001 LBL R Definieert het begin van de rechthoekige invoer- en weergaveroutine.
R0002 INPUT X Toont of accepteert invoer van X.
R0003 INPUT Y Toont of accepteert invoer van Y.
R0004 INPUT Z Toont of accepteert invoer van Z.
Controlesom en lengte: 8E7D 12

Q0001 LBL Q Definieert het begin van de conversie van rechthoekig naar polair.
Q0002 RCL Y
Q0003 x<>y
Q0004 RCL X
Q0005 y,x→θ,r Berekent $\sqrt{X^2 + Y^2}$ en $\arctan(Y/X)$.
Q0006 x<>y
Q0007 STO T Slaat $T = \arctan(Y/X)$ op.
Q0008 RCL Z
Q0009 y,x→θ,r Berekent $\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$ en P .
Q0010 STO R Slaat R op.
Q0011 x<>y
Q0012 STO P Slaat P op.
Controlesom en lengte: E230 36

P0001 LBL P Definieert het begin van de polaire invoer- en weergaveroutine.
P0002 INPUT R Toont of accepteert invoer van R.
P0003 INPUT T Toont of accepteert invoer van T.
P0004 INPUT P Toont of accepteert invoer van P.
P0005 RCL P
P0006 x<>y
P0007 RCL R
P0008 θ,r→y,x Berekent $R \cos(P)$ en $R \sin(P)$.
P0009 STO Z Slaat $Z = R \cos(P)$ op.

**Programmeregels:
(In de ALG-stand)**

Omschrijving

P0010 RCL T	
P0011 x<>y	
P0012 $\theta, r \rightarrow y, x$	Berekent $R \sin(P) \cos(T)$ en $R \sin(P) \sin(T)$.
P0013 STO X	Slaat $X = R \sin(P) \cos(T)$ op.
P0014 x<>y	
P0015 STO Y	Slaat $Y = R \sin(P) \sin(T)$ op.
P0016 GTO P	Terug naar een andere weergave in polaire vorm.
Controlesom en lengte: 5F1D 48	
E0001 LBL E	Definieert het begin van de routine voor invoer van een vector.
E0002 RCL X	Kopieert waarden in X, Y en Z respectievelijk naar U, V en W.
E0003 STO U	
E0004 RCL Y	
E0005 STO V	
E0006 RCL Z	
E0007 STO W	
E0008 GTO Q	Terug naar polaire conversie en weergave/invoer.
Controlesom en lengte: 1961 24	
X0001 LBL X	Definieert begin van routine om vectoren te verwisselen.
X0002 RCL X	Verwisselt X, Y en Z respectievelijk met U, V en W.
X0003 X<> U	
X0004 STO X	
X0005 RCL Y	
X0006 x<> V	
X0007 STO Y	
X0008 RCL Z	
X0009 x<> W	
X0010 STO Z	
X0011 GTO Q	Terug naar polaire conversie en weergave/invoer.
Controlesom en lengte: CE3C 33	

Programmeregels: (In de ALG-stand)

Omschrijving

A0001 LBL A Definieert begin van routine om vectoren op te tellen.
A0002 RCL X
A0003 RCL+ U
A0004 STO X Slaat $X + U$ op in X .
A0005 RCL V
A0006 RCL+ Y
A0007 STO Y Slaat $V + Y$ op in Y .
A0008 RCL Z
A0009 RCL+ W
A0010 STO Z Slaat $Z + W$ op in Z .
A0011 GTO Q Terug naar polaire conversie en weergave/invoer.
Controlesom en lengte: 6ED7 33

S0001 LBL S Definieert begin van routine om vectoren af te trekken.
S0002 -1 Vermenigvuldigt X , Y en Z met (-1) om het teken te wijzigen.
S0003 STO× X
S0004 STO× Y
S0005 STO× Z
S0006 GTO A Verder naar optelroutine.
Controlesom en lengte: 5FC1 30

C0001 LBL C Definieert begin van routine voor inwendig product.
C0002 RCL Y
C0003 RCL× W
C0004 -
C0005 RCL Z
C0006 RCL× V
C0007 ENTER Berekent $(YW - ZV)$, dat is de X component.
C0008 STO A
C0009 RCL Z
C0010 RCL× U
C0011 -
C0012 RCL X Berekent $(ZU - WX)$, dat is de Y component.

**Programmaregels:
(In de ALG-stand)**

Omschrijving

C0013 RCL×W	
C0014 ENTER	Slaat $(XV - YU)$ op, dat is de Z component.
C0015 STO B	
C0016 RCL X	
C0017 RCL×V	
C0018 -	
C0019 RCL Y	
C0020 RCL×U	
C0021 ENTER	
C0022 STO Z	
C0023 RCL A	
C0024 STO X	Slaat X component op.
C0025 RCL B	
C0026 STO Y	Slaat Y component op.
C0027 GT0 0	Terug naar polaire conversie en weergave/invoer.
Controlesom en lengte: 6F95 81	
D0001 LBL D	Definieert begin van routine voor uitwendig product en hoek tussen vectoren.
D0002 RCL X	
D0003 RCL×U	
D0004 +	
D0005 RCL Y	
D0006 RCL×V	
D0007 +	
D0008 RCL Z	
D0009 RCL×W	
D0010 ENTER	
D0011 STO D	Slaat het uitwendig product van $XU + YV + ZW$ op.
D0012 VIEW D	Toont het uitwendig product.
D0013 RCL V	
D0014 x<>y	
D0015 RCL U	
D0016 y,x→θ,r	

Programmaregels: (In de ALG-stand)

Omschrijving

D0017	x<>y	
D0018	RCL W	
D0019	v,x→θ,r	Berekent de absolute waarde van vector U, V, W.
D0020	STO E	
D0021	(
D0022	RCL D	
D0023	RCL ÷ R	Deelt het uitwendig product door de absolute waarde van de vector X, Y, Z.
D0024	÷	Deel vorige resultaat door de absolute waarde.
D0025	RCL E	
D0026)	
D0027	ACOS	Berekent hoek.
D0028	STO G	
D0029	VIEW G	Geeft hoek weer.
D0030	GTO P	Terug naar polaire conversie en weergave/invoer.

Controlesom en lengte: 0548 90

Gebruikte flags:

Geen.

Opmerkingen:

De termen "polair" en "rechthoekig," die eigenlijk dienen voor tweedimensionale stelsels, worden hier gebruikt in plaats van de juiste driedimensionale termen "sferisch" en "Cartesisch." Hierdoor komen de labels overeen met de functies en worden verwarringen vermeden. Bijvoorbeeld, als LBL C diende voor de invoer van Cartesiaanse coördinaten, dan was dat label niet meer beschikbaar voor inwendige product.

Gebruik van het programma:

1. Voer de programmaroutines in; druk vervolgens op **C**.

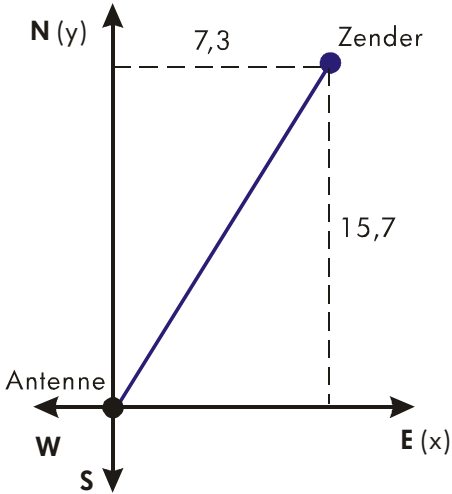
2. Staat uw vector in rechthoekige vorm, druk dan op $\boxed{\text{XEQ}}$ R en ga naar stap 4. Staat uw vector in polaire vorm, druk dan op $\boxed{\text{XEQ}}$ P en ga verder met stap 3.
3. Voer R in en druk op $\boxed{\text{R/S}}$, voer T in en druk op $\boxed{\text{R/S}}$, voer P in en druk op $\boxed{\text{R/S}}$. Ga verder met stap 5.
4. Voer X in en druk op $\boxed{\text{R/S}}$, voer Y in en druk op $\boxed{\text{R/S}}$, en voer Z in en druk op $\boxed{\text{R/S}}$.
5. Om een tweede vector in te voeren, drukt u op $\boxed{\text{XEQ}}$ E (enter) en gaat u naar stap 2.
6. Voer de gewenste vectorbewerking uit:
 - a. Tel vectoren op door te drukken op $\boxed{\text{XEQ}}$ A;
 - b. Trek vector een van vector twee af door te drukken op $\boxed{\text{XEQ}}$ S;
 - c. Bereken het inwendig product door te drukken op $\boxed{\text{XEQ}}$ C;
 - d. Bereken het uitwendig product door te drukken op $\boxed{\text{XEQ}}$ D en de hoek tussen de vectoren door te drukken op $\boxed{\text{R/S}}$.
7. Wilt u v_1 in polaire vorm zien, druk dan op $\boxed{\text{XEQ}}$ P, en vervolgens meerdere malen op $\boxed{\text{R/S}}$ voor de individuele elementen.
8. Wilt u v_1 in rechthoekige vorm zien, druk dan op $\boxed{\text{XEQ}}$ R, en vervolgens meerdere malen op $\boxed{\text{R/S}}$ voor de individuele elementen.
9. Hebt u een optelling, aftrekking of een inwendig product uitgevoerd, dan is v_1 vervangen door het resultaat. v_2 is niet veranderd. Wilt u met het resultaat verder rekenen, vergeet dan niet om op $\boxed{\text{XEQ}}$ E te drukken voor u een nieuwe vector opgeeft.
10. Ga naar stap 2 om verder te gaan met vectorberekeningen.

Gebruikte variabelen:

X, Y, Z	De rechthoekige componenten van v_1 .
U, V, W	De rechthoekige componenten van v_2 .
R, T, P	De straal, de hoek in het x - y -vlak (θ), en de hoek van de Z -as van v_1 (U).
D	Het uitwendige product
G	De hoek tussen vector (γ)

Voorbeeld 1:

Een microgolf-antenne wordt gericht op een zender die zich 15,7 kilometer noordelijk, 7,3 kilometer oostelijk en 0,76 kilometer lager bevindt. Gebruik de conversie rechthoekig naar polair om de totale afstand naar de zender te vinden.



Invoer:
(In de ALG-stand)

MODES {DEG}

XEQ R

7,3 **R/S**

15,7 **R/S**

,76 **+/-** **R/S**

R/S

R/S

Weergave:

X?
waarde

Y?
waarde

Z?
waarde

R?
17,3308

T?
65,0631

P?
92,5134

Uitleg:

Stelt graden in.

Start de routine voor rechthoekige invoer en weergave.

Maakt X gelijk aan 7,3.

Maakt Y gelijk aan 15,7.

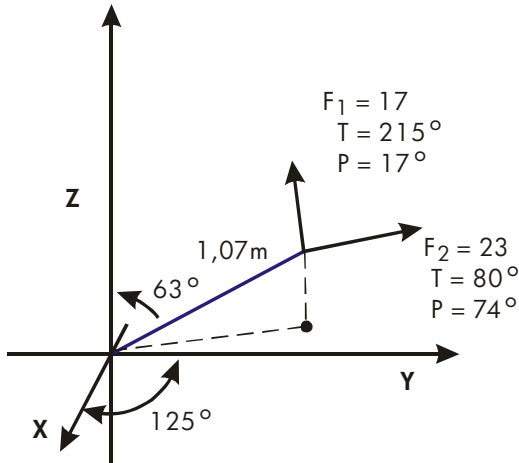
Maakt Z gelijk aan -0,76 en berekent R, de straal.

Berekent T, de hoek in het x/y-vlak.

Berekent P, de hoek van de z-as.

Voorbeeld 2:

Wat is het moment bij het draaipunt van de weergegeven hefboom? Wat is de component langs de hefboom? Wat is de hoek tussen de resultante van de krachten en de hefboom?



Tel eerst de krachten op.

Invoer: (In de ALG-stand)	Weergave:	Uitleg:
<input type="text" value="XEQ"/> P	R? waarde	Start de polaire invoerroutine.
17 <input type="text" value="R/S"/>	T? waarde	Maakt de straal 17.
215 <input type="text" value="R/S"/>	P? waarde	Maakt T gelijk aan 215.
17 <input type="text" value="R/S"/>	R? 17,0000	Maakt P gelijk aan 17.
<input type="text" value="XEQ"/> E	R? 17,0000	Geeft de vector op door hem te kopiëren naar \mathbf{v}_2 .
23 <input type="text" value="R/S"/>	T? -145,0000	Maakt de straal van \mathbf{v}_1 gelijk aan 23.
80 <input type="text" value="R/S"/>	P? 17,0000	Maakt T gelijk aan 80.

74	R/S	R?	Maakt P gelijk aan 74.
		23,0000	
	XEQ A	R?	Telt de vectoren op en toont de resultante R .
		29,4741	
	R/S	T?	Toont T van de resultante.
		90,7032	
	R/S	P?	Toont P van de resultante.
		39,9445	
	XEQ E	R?	Voert de resultante in.
		29,4741	

Het moment is gelijk aan het inwendig product van de straal en de kracht ($\mathbf{r} \times \mathbf{F}$).
 U geeft dus de vector in van de hefboom en berekent het inwendig product.

	Invoer: (In de ALG-stand)	Weergave:	Uitleg:
1,07	R/S	T?	Maakt R gelijk aan 1,07.
		90,7032	
125	R/S	P?	Maakt T gelijk aan 125.
		39,9445	
63	R/S	R?	Maakt P gelijk aan 63.
		1,0700	
	XEQ C	R?	Berekent het inwendig product en toont R van het resultaat.
		18,0209	
	R/S	T?	Toont T van het inwendig product.
		55,3719	
	R/S	P?	Toont P van het inwendig product.
		124,3412	
	XEQ R	X?	Toont rechthoekige vorm van het inwendig product.
		8,4554	
	R/S	Y?	
		12,2439	
	R/S	Z?	
		-10,1660	

Het uitwendig product kan gebruikt worden om de kracht (nog steeds in \mathbf{v}_2) te bepalen langs de as van de hefboom.

Invoer: (In de ALG-stand)	Weergave:	Uitleg:
XEQ P	R? 18,0209	Start de routine voor polaire invoer.
1 R/S	T? 55,3719	Definieert de straal als een vector van lengte 1.
125 R/S	P? 124,3412	Maakt T gelijk aan 125.
63 R/S	R? 1,0000	Maakt P gelijk aan 63.
XEQ D	D= 24,1882	Berekent het uitwendig product.
R/S	G= 34,8490	Berekent de hoek tussen de resultante kracht en de hefboom.
R/S	R? 1,0000	Terug naar de invoerroutine.

Oplossingen van een stelsel vergelijkingen

Dit programma lost een stelsel van lineaire vergelijkingen met twee of drie onbekenden op. Het doet dat door matrix-inversie en matrixvermenigvuldiging.

Een stelsel van drie lineaire vergelijkingen

$$AX + DY + GZ = J$$

$$BX + EY + HZ = K$$

$$CX + FY + IZ = L$$

Kan worden voorgesteld door de matrixvergelijking.

$$\begin{bmatrix} A & D & G \\ B & E & H \\ C & F & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J \\ K \\ L \end{bmatrix}$$

De matrixvergelijking kan worden opgelost voor X , Y en Z door de resultantematrix te vermenigvuldigen met het omgekeerde van de coëfficiëntenmatrix.

$$\begin{bmatrix} A' & D' & G' \\ B' & E' & H' \\ C' & F' & I' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} J \\ K \\ L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

Details over het omkeren van een matrix vindt u in het commentaar bij de omkeerroutine, I.

Programmalisting:

Programmaregels: (In de RPN-stand)

Omschrijving

A0001 LBL A	Hier begint de invoer van de coëfficiënten.
A0002 1,012	Lusteller: gaat van 1 tot 12, met één tegelijk.
A0003 STO i	Slaat de lusteller op in de indexvariabele.
Controlesom en lengte: 35E7 21	
L0001 LBL L	Start de invoerlus.
L0002 INPUT(i)	Ontvangt de variabele die geadresseerd wordt door i .
L0003 ISG i	Telt 1 bij i op.
L0004 GTO L	Is i minder dan 13, dan gaan we terug naar LBL L en vragen we de volgende waarde.
L0005 GTO A	Terug naar LBL A om waarden te bekijken.
Controlesom en lengte: 51AB 15	
I0001 LBL I	Deze routine keert een matrix van 3×3 om.
I0002 XEQ D	Berekent determinant en slaat de waarde op voor de delingslus, J .
I0003 STO W	
I0004 RCL A	
I0005 RCL× I	
I0006 RCL C	
I0007 RCL× G	

**Programmaregels:
(In de RPN-stand)**

Omschrijving

I0008 -	
I0009 STO X	Berekent $E' \times \text{determinant} = AI - CG$.
I0010 RCL C	
I0011 RCL \times D	
I0012 RCL A	
I0013 RCL \times F	
I0014 -	
I0015 STO Y	Berekent $F' \times \text{determinant} = CD - AF$.
I0016 RCL B	
I0017 RCL \times G	
I0018 RCL A	
I0019 RCL \times H	
I0020 -	
I0021 STO Z	Berekent $H' \times \text{determinant} = BG - AH$.
I0022 RCL A	
I0023 RCL \times E	
I0024 RCL B	
I0025 RCL \times D	
I0026 -	
I0027 STO i	Berekent $I' \times \text{determinant} = AE - BD$.
I0028 RCL E	
I0029 RCL \times I	
I0030 RCL F	
I0031 RCL \times H	
I0032 -	
I0033 STO A	Berekent $A' \times \text{determinant} = EI - FH$,
I0034 RCL C	
I0035 RCL \times H	
I0036 RCL B	
I0037 RCL \times I	
I0038 -	Berekent $B' \times \text{determinant} = CH - BI$.
I0039 RCL B	
I0040 RCL \times F	
I0041 RCL C	

**Programmaregels:
(In de RPN-stand)**

Omschrijving

I0042 RCL X E	
I0043 -	
I0044 STO C	Berekent $C' \times \text{determinant} = BF - CE$.
I0045 R↓	
I0046 STO B	Slaat B' op.
I0047 RCL F	
I0048 RCL X G	
I0049 RCL D	
I0050 RCL X I	
I0051 -	Berekent $D' \times \text{determinant} = FG - DI$.
I0052 RCL D	
I0053 RCL X H	
I0054 RCL E	
I0055 RCL X G	
I0056 -	
I0057 STO G	Berekent $G' \times \text{determinant} = DH - EG$.
I0058 R↓	
I0059 STO D	Slaat D' op.
I0060 RCL I	
I0061 STO I	Slaat I' op.
I0062 RCL X	
I0063 STO E	Slaat E' op.
I0064 RCL Y	
I0065 STO F	Slaat F' op.
I0066 RCL Z	
I0067 STO H	Slaat H' op.
I0068 9	
I0069 STO I	Stelt de index in zodat die wijst naar het laatste element van de matrix.
I0070 RCL W	Roept de determinant terug.
Controlesom en lengte: OFFB 222	
J0001 LBL J	Deze routine voltooit het omkeren door te delen door de determinant.

Programmeregels: (In de RPN-stand)

Omschrijving

J0002 STO+(i)	Deelt element.
J0003 DSE i	Vermindert index zodat deze A benadert.
J0004 GTO J	Lus naar volgende waarde.
J0005 RTN	Terug naar oproepend programma of naar PRGM TOP.

Controlesom en lengte: 1FCF 15

M0001 LBL M	Deze routine vermenigvuldigt een kolommatrix met een matrix van 3×3 .
M0002 7	Zet de index op het laatste element van de eerste rij.
M0003 XEQ N	
M0004 8	Zet de index op het laatste element van de tweede rij.
M0005 XEQ N	
M0006 9	Zet de index op het laatste element van de derde rij.

Controlesom en lengte: DA21 54

N0001 LBL N	Deze routine berekent het product van de kolomvector en de rij die door de index wordt aangewezen.
N0002 STO i	Slaat index op in i .
N0003 RCL J	Roept J terug uit de kolomvector.
N0004 RCL K	Roept K terug uit de kolomvector.
N0005 RCL L	Roept L terug uit de kolomvector.
N0006 RCL×(i)	Vermenigvuldigt met laatste element in de rij.
N0007 XEQ P	Vermenigvuldigt met tweede element in de rij en telt op.
N0008 XEQ P	Vermenigvuldigt met eerste element in de rij en telt op.
N0009 23	Stelt index in zodat X , Y of Z wordt weergegeven, gebaseerd op de ingevoerde rij.
N0010 STO i	
N0011 R↓	Haalt resultaat terug.
N0012 STO(i)	Slaat resultaat terug.

**Programmaregels:
(In de RPN-stand)**

Omschrijving

N0013 VIEW(i) Geeft resultaat weer.
N0014 RTN Terug naar het oproepende programma of naar PRGM TOP.

Controlesom en lengte: DFF4 54

P0001 LBL P Deze routine vermenigvuldigt waarden en telt ze op binnen een rij.
P0002 x<>y Waarde van volgende kolom.
P0003 DSE i Index wijst naar waarde van volgende rij.
P0004 DSE i
P0005 DSE i
P0006 RCLx(i) Vermenigvuldigt kolomwaarde met rijwaarde.
P0007 + Telt product op bij vorige som.
P0008 RTN Terug naar het oproepende programma.

Controlesom en lengte: 7F00 24

D0001 LBL D Deze routine berekent de determinant.
D0002 RCL A
D0003 RCLx E
D0004 RCLx I Berekent $A \times E \times I$.
D0005 RCL D
D0006 RCLx H
D0007 RCLx C
D0008 + Berekent $(A \times E \times I) + (D \times H \times C)$.
D0009 RCL G
D0010 RCLx F
D0011 RCLx B
D0012 + Berekent $(A \times E \times I) + (D \times H \times C) + (G \times F \times B)$.
D0013 RCL G
D0014 RCLx E
D0015 RCLx C
D0016 - $(A \times E \times I) + (D \times H \times C) + (G \times F \times B) - (G \times E \times C)$.
D0017 RCL A
D0018 RCLx F

Programmaregels: (In de RPN-stand)

Omschrijving

D0019 RCL× H

D0020 - $(A \times E \times I) + (D \times H \times C) + (G \times F \times B) - (G \times E \times C) - (A \times F \times H).$

D0021 RCL D

D0022 RCL× B

D0023 RCL× I

D0024 - $(A \times E \times I) + (D \times H \times C) + (G \times F \times B) - (G \times E \times C) - (A \times F \times H) - (D \times B \times I).$

D0025 RTN Terug naar het oproepende programma of naar PRGM TOP.

Controlesom en lengte: 7957 75

Gebruikte flags:

Geen.

Programma Instructies:

1. Voer de programmaroutines in; druk op **C** als u klaar bent.
2. Druk op **XEQ** A om de coëfficiënten van de matrix en de kolomvector in te voeren.
3. Geef de coëfficiënt van de vectorwaarde (A toto en met I) op bij iedere prompt en druk op **R/S**.
4. Eventueel: druk op **XEQ** D om de determinant van het systeem van 3×3 te berekenen.
5. Druk op **XEQ** I om het omgekeerde van de matrix van 3×3 te berekenen.
6. Eventueel: druk op **XEQ** A en meerdere malen op **R/S** om de waarden van de omgekeerde matrix te zien.
7. Druk op **XEQ** M om de omgekeerde matrix te vermenigvuldigen met de kolomvector en de waarde van X te zien. Druk op **R/S** om de waarde van Y te zien, druk daarna weer op **R/S** om de waarde van Z te zien.
8. Ga voor een nieuw probleem terug naar stap 2.

Gebruikte variabelen:

A tot en met I	Coëfficiënten van matrix.
J tot en met L	Kolomvector.
W	Tijdelijke opslag voor de determinant.
X tot en met Z	Uitvoervector, ook voor tijdelijke opslag.
i	Lusteller (indexvariabele); ook voor tijdelijke opslag.

Opmerkingen:

Om twee vergelijkingen op te lossen, vult u nul in voor coëfficiënten C, F, H, G en voor L. Vul 1 voor coëfficiënt I.

Niet alle stelsels van vergelijkingen zijn oplosbaar.

Voorbeeld:

Bereken van het onderstaande stelsel het omgekeerde en de oplossing. Bekijk de omgekeerde matrix. Keer de matrix nogmaals om om vast te stellen dat dit weer de oorspronkelijke matrix oplevert.

$$23X + 15Y + 17Z = 31$$

$$8X + 11Y - 6Z = 17$$

$$4X + 15Y + 12Z = 14$$

Invoer:
(In de RPN-stand)

Weergave:

Uitleg:

XEQ A

R?

Start de invoer.

waarde

23 R/S

B?

Maakt eerste coëfficiënt, A, gelijk aan 23.

waarde

8 R/S

C?

Maakt B gelijk aan 8.

waarde

4 R/S

D?

Maakt C gelijk aan 4.

waarde

15 **R/S**

·
·
·

14 **R/S**

XEQ I

XEQ M

R/S

R/S

XEQ A

R/S

R/S

R/S

R/S

R/S

R/S

R/S

R/S

XEQ I

XEQ A

E?

waarde

·
·
·

A?

23,0000

4,598,0000

X=

0,9306

Y=

0,7943

Z=

-0,1364

A?

0,0483

B?

-0,0261

C?

0,0165

D?

0,0163

E?

0,0452

F?

-0,0620

G?

-0,0602

H?

0,0596

I?

0,0289

0,0000

A?

23,0000

Maakt D gelijk aan 15.

Vervolg voor E tot en met L .

Terug naar de eerste ingevoerde
coëfficiënt.

Berekent het omgekeerde en toont
de determinant.

Vermenigvuldigt met kolomvector
om X te berekenen.

Berekent en toont Y .

Berekent en toont Z .

Bekijken van de omgekeerde
matrix.

Geeft volgende waarde weer.

Geeft volgende waarde weer.

Geeft volgende waarde weer.

Geeft volgende waarde weer.

Geeft volgende waarde weer.

Geeft volgende waarde weer.

Geeft volgende waarde weer.

Geeft volgende waarde weer.

Keert de matrix opnieuw om om
de oorspronkelijke matrix terug te
krijgen.

Bekijken van de matrix.

R/S

B?

Geeft volgende waarde
weer, en zo voort.

8.0000

:
:
::
:
:

De wortels van een veelterm

Dit programma bepaalt de wortels van een veelterm van graad 2 tot en met 5 met reële coëfficiënten. Het berekent zowel reële als complexe wortels.

Voor dit programma, heeft een veelterm de vorm

$$x^n + a_{n-1}x^{n-1} + \dots + a_1x + a_0 = 0$$

waarin $n = 2, 3, 4$, of 5 . De coëfficiënt van de eerste term (a_n) moet 1 zijn. Is de eerste coëfficiënt niet 1, dan moet u hem 1 maken door alle coëfficiënten in de vergelijking te delen door de eerste coëfficiënt. (Zie voorbeeld 2.)

De routines voor veeltermen van de derde en vijfde graad gebruiken SOLVE om één reële wortel te vinden, want een veelterm van een oneven graad heeft altijd minstens één reële wortel. Daarna wordt synthetische deling toegepast om de oorspronkelijke veelterm te reduceren tot een veelterm van de tweede of vierde graad.

Om een veelterm van de vierde graad op te lossen, is het eerst nodig deze derdegraads veelterm op te lossen:

$$y^3 + b_2y^2 + b_1y + b_0 = 0$$

waarin $b_2 = -a_2$

$$b_1 = a_3a_1 - 4a_0$$

$$b_0 = a_0(4a_2 - a_3^2) - a_1^2.$$

Stel dat y_0 de grootste reële wortel is van bovenstaande veelterm. De vierdegraads veelterm kan dan gereduceerd worden tot twee tweedegraads veeltermen:

$$x^2 + (J + L)x + (K + M) = 0$$

$$x^2 + (J - L)x + (K - M) = 0$$

waarin $J = a_3/2$

$$K = y_0/2$$

$$L = \sqrt{J^2 - a_2 + y_0} \times (\text{het teken van } JK - a_1/2)$$

$$M = \sqrt{K^2 - a_0}$$

Wortels van de vierdegraads veelterm worden gevonden door de twee tweedegraads veeltermen op te lossen.

Een tweedegraads veelterm $x^2 + a_1x + a_0 = 0$ wordt opgelost met de bekende formule

$$x_{1,2} = -\frac{a_1}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{a_1}{2}\right)^2 - a_0}$$

Is de discriminant $d = (a_1/2)^2 - a_0 \geq 0$, dan zijn de wortels reëel; is $d < 0$, dan zijn de wortels complex, te weten $u \pm iv = -(a_1/2) \pm i\sqrt{-d}$.

Programmalisting:

Programmaregels: (In de RPN-stand)

Omschrijving

P0001 LBL P	Definieert het begin van de routine om wortels van veeltermen te vinden.
P0002 INPUT F	Vraagt om de graad van de veelterm.
P0003 STO i	De graad wordt lusteller.
Controlesom en lengte: 5CC4 9	

Programmeregels: (In de RPN-stand)

Omschrijving

I0001 LBL I	Start van de invoerroutine.
I0002 INPUT(i)	Vraagt een coëfficiënt.
I0003 DSE i	Teller van de invoerlus.
I0004 GTO I	Herhalen tot alle coëfficiënten zijn opgehaald.
I0005 RCL F	
I0006 STO i	De graad wordt gebruikt om de juiste routine te vinden.
I0007 GTO(i)	Gaat naar routine om wortel te vinden.
Controlesom en lengte: 588B 21	

H0001 LBL H	Evalueert veeltermen met het schema van Horner, en reduceert de graad van de veelterm met behulp van de wortel.
H0002 RCL H	
H0003 STO i	Wijzer naar veelterm is index.
H0004 1	Startwaarde voor schema van Horner.
Controlesom en lengte: 0072 24	

J0001 LBL J	Start de lus van Horner.
J0002 ENTER	Slaat de synthetische deelcoëfficiënt op.
J0003 RCLx X	Vermenigvuldigt huidige som met volgende macht van x.
J0004 RCL+(i)	Telt nieuwe coëfficiënt bij.
J0005 DSE i	Telt omlaag.
J0006 GTO J	Herhalen tot het klaar is.
J0007 RTN	
Controlesom en lengte: 2582 21	

Programmeregels: (In de RPN-stand)

Omschrijving

S0001 LBL S	
S0002 STO H	
S0003 250	
S0004 STO X	Eerste beginwaarde.
S0005 +/-	Tweede beginwaarde.
S0006 FN= H	Specificeert op te lossen routine.
S0007 SOLVE X	Lost reële wortel op.
S0008 GTO H	Synthetische delingscoëfficiënten voor de veelterm van de lagere graad.

S0009 0

S0010 ÷ Genereert DIVIDE BY 0 als er geen reële wortel is.

Controlesom en lengte: 15FE 54

Q0001 LBL Q	Start routine voor vierdegraads veelterm.
Q0002 x<>y	Verwisselt a_0 en a_1 .
Q0003 2	
Q0004 ÷	$a_1/2$.
Q0005 +/-	$-a_1/2$.
Q0006 ENTER	
Q0007 ENTER	Slaat $-a_1/2$ op.
Q0008 STO F	Slaat het reële deel op als de wortel complex is.
Q0009 x ²	$(a_1/2)^2$.
Q0010 R↑	a_0 .
Q0011 -	$(a_1/2)^2 - a_0$.
Q0012 CF 0	Initializeert flag 0.
Q0013 x<0?	Discriminant $(d) < 0$
Q0014 SF 0	Zet flag 0 als $d < 0$ (complexe wortels).
Q0015 ABS	$ d $
Q0016 √ x	$\sqrt{ d }$
Q0017 STO G	Slaat imaginair deel op als wortel complex is.
Q0018 FS? 0	Complexe wortels?
Q0019 RTN	Einde als wortels complex zijn.
Q0020 STO- F	Berekent $-a_1/2 - \sqrt{ d }$
Q0021 R↓	

**Programmaregels:
(In de RPN-stand)**

Omschrijving

00022 STO+ G Berekent $-a_1/2 + \sqrt{|d|}$

00023 RTN

Controlesom en lengte= B9A7 81

B0001 LBL B Start routine voor oplossing van tweedegraad.

B0002 RCL B Ontvangt L.

B0003 RCL A Ontvangt M.

B0004 GTO T Berekent en toont twee wortels.

Controlesom en lengte: DE6F 12

C0001 LBL C Start routine voor oplossing van derdegraad.

C0002 3 Het is een derdegraads veelterm.

C0003 XEQ S Lost een reële wortel op en zet a_0 en a_1 op de stapel voor de tweede graad.

C0004 R↓ Verwijdert functiewaarde van veelterm.

C0005 XEQ Q Lost resulterende tweedegraads veelterm op en slaat wortels op.

C0006 VIEW X Geeft reële wortel van derdegraads veelterm weer.

C0007 GTO N Geeft overige wortels weer.

Controlesom en lengte: 7A4B 33

Programmeregels: (In de RPN-stand)

Omschrijving

E0001 LBL E	Start routine voor oplossing van vijfdegraad.
E0002 5	Het is een vijfdegraads veelterm.
E0003 XEQ S	Lost een reële wortel op en zet drie synthetische deelcoëfficiënten voor een vierdegraads veelterm op de stapel.
E0004 R↓	Verwijdert functiewaarde van veelterm.
E0005 STO A	Slaat coëfficiënt op.
E0006 R↓	
E0007 STO B	Slaat coëfficiënt op.
E0008 R↓	
E0009 STO C	Slaat coëfficiënt op.
E0010 RCL E	
E0011 RCL+ X	Berekent a_3 .
E0012 STO D	Slaat a_3 op.
E0013 VIEW X	Geeft reële wortel van vijfdegraads veelterm weer.
Controlesom en lengte: C7A6 51	

D0001 LBL D	Start routine voor oplossing van vierdegraad.
D0002 4	
D0003 RCL× C	$4a^2$.
D0004 RCL D	a_3 .
D0005 x ²	a_3^2 .
D0006 -	$4a_2 - a_3^2$.
D0007 RCL× A	$a_0(4a_2 - a_3^2)$.
D0008 RCL B	a_1 .
D0009 x ²	a_1^2 .
D0010 -	$b_0 = a_0(4a_2 - a_3^2) - a_1^2$.
D0011 STO E	Slaat b_0 op.
D0012 RCL C	a_2 .
D0013 +/-	$b_2 = -a_2$.
D0014 STO G	Slaat b_2 op.
D0015 RCL D	a_3 .
D0016 RCL× B	$a_3 a_1$.
D0017 4	

Programmeregels: (In de RPN-stand)

Omschrijving

D0018 RCL× A	$4a_0$.
D0019 -	$b_1 = a_3a_1 - 4a_0$.
D0020 STO F	Slaat b_1 op.
D0021 4	Voor de invoer van regels D0021 en D0022;
D0022 3	Druk op 4   3.
D0023 10×	
D0024 ÷	
D0025 7	
D0026 +	Maakt 7,004 een wijzer naar de derdegraads coëfficiënten.
D0027 XEQ S	Lost reële wortel op en zet a_0 en a_1 op de stapel voor de tweedegraads veelterm.
D0028 R↓	Verwijdert functiewaarde van veelterm.
D0029 XEQ Q	Lost overige wortels van derdegraads veelterm op en slaat wortels op.
D0030 RCL X	Ontvangt reële wortel van veelterm.
D0031 STO E	Slaat reële wortel op.
D0032 FS? 0	Complexe wortels?
D0033 GTO F	Bereken vier wortels van resterende vierdegraads veelterm.
D0034 RCL F	Indien geen complexe wortels, bepaal de grootste reële wortel (y_0)
D0035 x<y?	
D0036 x<>y	
D0037 RCL G	
D0038 x<y?	
D0039 x<>y	
D0040 STO E	Slaat grootste reële wortel van derdegraads veelterm op.
Controlesom en lengte: C8B3 180	
F0001 LBL F	Start routine voor oplossing van vierdegraad.
F0002 2	
F0003 STO÷ D	$J = a_3/2$.
F0004 STO÷ E	$K = y_0/2$.

Programmeregels: (In de RPN-stand)

Omschrijving

F0005 9	
F0006 10^x	
F0007 $1/x$	Maakt 10^{-9} een ondergrens van M^2 .
F0008 RCL E	K
F0009 x^2	K^2 .
F0010 RCL- A	$M^2 = K^2 - a_0$.
F0011 $x < y ?$	
F0012 CLx	Is $M^2 < 10^{-9}$, gebruik dan 0 voor M^2 .
F0013 \sqrt{x}	$M = \sqrt{K^2 - a_0}$.
F0014 STO A	Slaat M op.
F0015 RCL D	J.
F0016 RCLx E	JK.
F0017 RCL B	a_1 .
F0018 2	
F0019 \div	$a_1/2$.
F0020 -	$JK - a_1/2$.
F0021 $x=0?$	
F0022 1	Gebruik 1 als $JK - a_1/2 = 0$
F0023 STO B	Slaat 1 of $JK - a_1/2$ op.
F0024 ABS	
F0025 STO+ B	Berekent teken van C.
F0026 RCL D	J.
F0027 x^2	J^2
F0028 RCL- C	$J^2 - a_2$.
F0029 RCL+ E	
F0030 RCL+ E	$J^2 - a_2 + y_0$.
F0031 \sqrt{x}	$C = \sqrt{J^2 - a_2 + y_0}$.
F0032 STOx B	Slaat C op met het juiste teken.
F0033 RCL D	J.
F0034 RCL+ B	$J + L$.
F0035 RCL E	K.
F0036 RCL+ A	$K + M$.
F0037 XEQ T	Berekent en toont twee wortels van de vierdegraads

Programmaregels: (In de RPN-stand)

Omschrijving

	veelterm.
F0038 RCL D	J.
F0039 RCL - B	J - L.
F0040 RCL E	K.
F0041 RCL - A	K - M.
Controlesom en lengte: 539D 171	
T0001 LBL T	Start routine voor het berekenen en weergeven van twee wortels.
T0002 XEQ Q	Gebruikt vierdegraads routine om twee wortels te vinden.
Controlesom en lengte: 410A 6	
N0001 LBL N	Start de routine om twee reële wortels en twee complexe wortels te tonen.
N0002 RCL F	Ontvangt de eerste reële wortel.
N0003 STO X	Slaat de eerste reële wortel op.
N0004 VIEW X	Geeft reële wortel of reëel deel van complexe wortel weer.
N0005 RCL G	Ontvangt de tweede reële wortel of het imaginaire deel van de complexe wortel.
N0006 FS? Q	Waren er complexe wortels?
N0007 GTO U	Geeft eventuele complexe wortels weer.
N0008 STO X	Slaat tweede reële wortel op.
N0009 VIEW X	Geeft tweede reële wortel weer.
N0010 RTN	Terug naar aanroepende routine.
Controlesom en lengte: 96DA 30	

Programmaregels: (In de RPN-stand)

Omschrijving

U0001 LBL U	Start routine om complexe wortels weer te geven.
U0002 STO i	Slaat het imaginaire deel van de eerste complexe wortel op.
U0003 VIEW i	Geeft het imaginaire deel van de eerste complexe wortel weer.
U0004 VIEW X	Geeft het reële deel van de tweede complexe wortel weer.
U0005 RCL i	Ontvangt het imaginaire deel van de complexe wortels.
U0006 +/-	Genereert het imaginaire deel van de tweede complexe wortel.
U0007 STO i	Slaat het imaginaire deel van de tweede complexe wortel op.
U0008 VIEW i	Geeft het imaginaire deel van de tweede complexe wortel weer.

Controlesom en lengte: 748D 24

Gebruikte flags:

Flag 0 Wordt gebruikt om te onthouden of een wortel reëel of complex is, d.w.z. om het teken van d te onthouden. Is d negatief, dan wordt flag 0 gezet. Flag 0 wordt verderop in het programma getest om ervoor te zorgen dat zowel het reële als het imaginaire deel van de wortels wordt weergegeven.

Opmerkingen:

Het programma werkt met veeltermen van de graad 2, 3, 4 en 5. Het controleert niet of de ingevoerde veelterm inderdaad van die graad is.

Het programma vereist dat de constante term a_0 niet nul is. (Is a_0 0, dan is 0 een reële wortel. Reduceer in dat geval de veelterm door hem te delen door x .)

De graad en de coëfficiënten blijven *niet* bewaard in het programma.

Door afrondfouten in numerieke berekeningen, kan het programma waarden produceren die niet werkelijk wortels zijn van de veelterm. De enige manier om dat te controleren is de veelterm handmatig te evalueren om vast te stellen of de waarde bij de berekende wortels inderdaad nul is.

Kan SOLVE geen reële wortel vinden bij een veelterm van de derde of hogere graad, dan ziet u de melding **DIVIDE BY 0**.

U kunt tijd en geheugen besparen door de overbodige routines weg te laten. Bent u niet geïnteresseerd in veeltermen van de vijfde graad, laat dan routine E weg. Lost u ook geen vierdegraads veeltermen op, dan zijn de routines D, E en F niet nodig. Lost u geen derdegraads of hogere veeltermen op, dan kunt u de routines C, D, E en F achterwege laten.

Gebruik van het programma:

1. Druk op **☞** **CLEAR** {**ALL**} om alle programma's en variabelen te verwijderen.
2. Voer de programmaroutines in; druk op **C** als u klaar bent.
3. Druk op **XEQ** P om het programma te starten.
4. Geef F op, de graad van de veelterm, en druk op **R/S**.
5. Geef nu de coëfficiënten op en druk op **R/S**. Er wordt niet gevraagd om de eerste coëfficiënt — deze is altijd 1. Geef 0 op voor coëfficiënten die 0 zijn. Coëfficiënt A mag niet 0 zijn.

Graad	Termen en coëfficiënten					
	x^5	x^4	x^3	x^2	x	Constante
5	1	E	D	C	B	A
4		1	D	C	B	A
3			1	C	B	A
2				1	B	A

6. Nadat u de coëfficiënten hebt opgegeven, wordt de eerste wortel berekend. Een reële wortel wordt weergegeven als \sqrt{x} =reële waarde. Een complexe wortel wordt weergegeven als \sqrt{x} = reëel deel, (Complexe wortels komen altijd voor in paren van de vorm $u \pm i v$, en ze worden in de uitvoer gekenmerkt als \sqrt{x} =reëel deel en i =*imaginaire deel*, zoals u zult zien in de volgende stap.)

7. Druk meermalen op **R/S** om de andere wortels te zien, of om $i = \text{imaginair deel}$, te zien, het imaginaire deel van een complexe wortel. De graad van de veelterm is dezelfde als het aantal wortels.
8. Voor een nieuwe veelterm gaat u naar stap 3.

A tot en met E	Coëfficiënten van veelterm; tijdelijke opslag.
F	Graad van de veelterm; tijdelijke opslag.
G	Tijdelijke opslag.
H	Wijzer naar de coëfficiënten.
X	De waarde van een reële wortel, of het reële deel van een complexe wortel
i	Het imaginaire deel van een complexe wortel, ook gebruikt als indexvariabele.

Voorbeeld 1:

Bepaal de wortels van $x^5 - x^4 - 101x^3 + 101x^2 + 100x - 100 = 0$.

Invoer: (In de RPN-stand)	Weergave:	Uitleg:
XEQ P	F? waarde	Starts het programma; vraagt om de graad.
5 R/S	E? waarde	Slaat 5 op in F; vraagt om E.
1 +/- R/S	D? waarde	Slaat -1 op in E; vraagt om D.
101 +/- R/S	C? waarde	Slaat -101 op in D. vraagt om C.
101 R/S	B? waarde	Slaat 101 op in C; vraagt om B.
100 R/S	A? waarde	Slaat 100 op in B; vraagt om A.
100 +/- R/S	X= 1,0000	Slaat -100 op in A; berekent de eerste wortel.
R/S	X= -10,0000	Berekent de tweede wortel.
R/S	X= -1,0000	Geeft de derde wortel weer.

R/S	X=	Geeft de vierde wortel weer.
	1,0000	
R/S	X=	Geeft de vijfde wortel weer.
	10,0000	

Voorbeeld 2:

Bepaal de wortels van $4x^4 - 8x^3 - 13x^2 - 10x + 22 = 0$. Omdat de eerste coëfficiënt 1 moet zijn, delen we alle coëfficiënten door 4.

Invoer: (In de RPN-stand)	Weergave:	Uitleg:
XEQ P	F?	Start het programma; vraagt om de graad.
4 R/S	waarde D?	Slaat 4 op in F; vraagt om D.
8 +/- ENTER 4 ÷ R/S	waarde C?	Slaat -8/4 op in D; vraagt om C.
13 +/- ENTER 4 ÷ R/S	waarde B?	Slaat -13/4 op in C. vraagt om B.
10 +/- ENTER 4 ÷ R/S	waarde A?	Stores -10/4 in B; prompts for A.
22 ENTER 4 ÷ R/S	waarde X=	Slaat 22/4 op in A; berekent de eerste wortel.
R/S	0,8820	Berekent de tweede wortel.
R/S	X=	
	3,1180	
R/S	X=	Geeft het reële deel van de derde wortel weer.
	-1,0000	
R/S	i=	Geeft het imaginaire deel van de derde wortel weer.
	1,0000	
R/S	X=	Geeft het reële deel van de vierde wortel weer.
	-1,0000	
R/S	i=	Geeft het imaginaire deel van de vierde wortel weer.
	-1,0000	

De derde en de vierde wortel zijn $-1,00 \pm 1,00 i$.

Voorbeeld 3:

Bepaal de wortels van deze vierkantsvergelijking:

$$x^2 + x - 6 = 0$$

Invoer: (In de RPN-stand)	Weergave:	Uitleg:
$\boxed{\text{XEQ}}$ P	F? waarde	Start het programma; vraagt om de graad.
2 $\boxed{\text{R/S}}$	B? waarde	Slaat 2 op in F; vraagt om B.
1 $\boxed{\text{R/S}}$	A? waarde	Slaat 1 op in B; vraagt om A.
6 $\boxed{+/-}$ $\boxed{\text{R/S}}$	X= -3,0000	Slaat -6 op in A; berekent de eerste wortel.
$\boxed{\text{R/S}}$	X= 2,0000	Berekent de tweede wortel.

Coördinatentransformaties

Dit programma verzorgt twee-dimensionale coördinatentransformaties en rotatie.

De volgende formules worden gebruikt om een punt P te converteren van Cartesiaanse coördinaten (x, y) in het oude stelsel naar het paar (u, v) in het nieuwe geconverteerde, geroteerde stelsel.

$$u = (x - m) \cos \theta + (y - n) \sin \theta$$

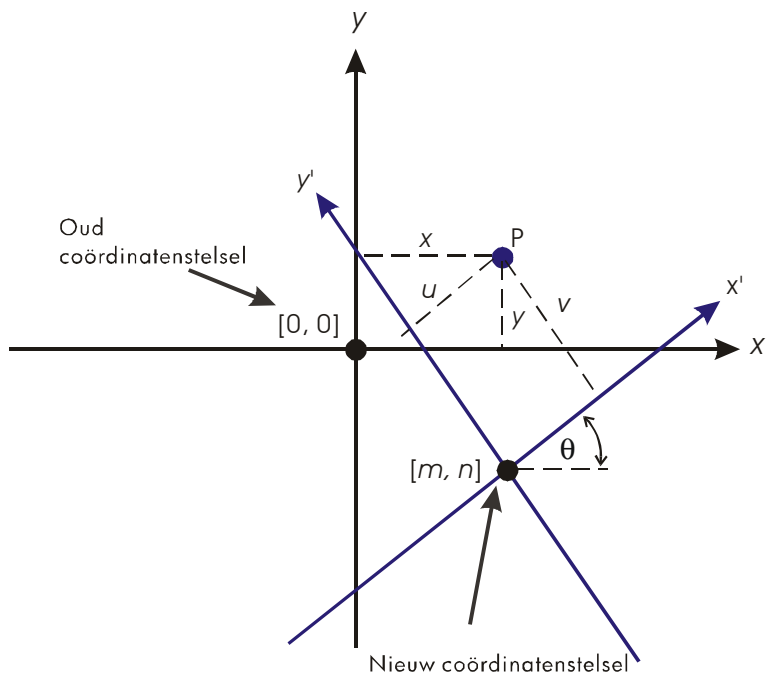
$$v = (y - n) \cos \theta - (x - m) \sin \theta$$

De inverse transformatie geschiedt met deze formules.

$$x = u \cos \theta - v \sin \theta + m$$

$$y = u \sin \theta + v \cos \theta + n$$

De HP 33s heeft complexe functies en functies die polair naar rechthoekig transformeren en die deze berekeningen heel eenvoudig maken.



Programmalisting:

Programmaregels: (In de RPN-stand)

D0001 LBL D	Deze routine definieert het nieuwe coördinatensysteem.
D0002 INPUT M	Vraagt naar M , de x -coördinaat van de nieuwe oorsprong.
D0003 INPUT N	Vraagt naar N , de y -coördinaat van de nieuwe oorsprong.
D0004 INPUT T	Vraagt naar T , de hoek θ .
D0005 GTO D	Lus voor het nakijken van de invoer.
Controlesom en lengte: 1EDA 15	

Omschrijving

Programmeregels: (In de RPN-stand)

Omschrijving

N0001 LBL N	Deze routine converteert van het oude stelsel naar het nieuwe stelsel.
N0002 INPUT X	Vraagt naar X , de oude x -coördinaat.
N0003 INPUT Y	Vraagt naar Y , de oude y -coördinaat.
N0004 RCL X	Duwt Y omhoog en haalt X weer in het X -register.
N0005 RCL N	Duwt X en Y omhoog en haalt N weer in het X -register.
N0006 RCL M	Duwt N , X , en Y omhoog en haalt M terug.
N0007 CPLX-	Berekent $(X - M)$ en $(Y - N)$.
N0008 RCL T	Duwt $(X - M)$ en $(Y - N)$ omhoog en haalt T terug.
N0009 +/-	Verandert het teken van T omdat $\sin(-T)$ gelijk is aan $-\sin(T)$.
N0010 1	Maakt de straal 1 voor berekening van $\cos(T)$ en $-\sin(T)$.
N0011 $\theta, r \rightarrow v, x$	Berekent $\cos(T)$ en $-\sin(T)$ in X - en Y -registers.
N0012 CPLXx	Berekent $(X - M) \cos(T) + (Y - N) \sin(T)$ en $(Y - N) \cos(T) - (X - M) \sin(T)$.
N0013 STO U	Slaat x -coördinaat op in variabele U .
N0014 $x \langle \rangle v$	Verwisselt posities van de coördinaten.
N0015 STO V	Slaat y -coördinaat op in variabele V .
N0016 $x \langle \rangle v$	Verwisselt posities van de coördinaten terug.
N0017 VIEW U	Stopt programma en toont U .
N0018 VIEW V	Stopt programma en toont V .
N0019 GTO N	Terug voor een volgende berekening.

Controlesom en lengte: 921A 69

00001 LBL 0	Deze routine converteert van het nieuwe stelsel naar het oude stelsels.
00002 INPUT U	Vraagt invoer van U .
00003 INPUT V	Vraagt invoer van V .
00004 RCL U	Duwt V omhoog en roept U terug.
00005 RCL T	Duwt U en V omhoog en roept T terug.
00006 1	Maakt de straal 1 voor berekening van $\sin(T)$ en $\cos(T)$.
00007 $\theta, r \rightarrow v, x$	Berekent $\cos(T)$ en $\sin(T)$.

Programmaregels: (In de RPN-stand)

Omschrijving

00008 CMPLX×	Berekent $U \cos(T) - V \sin(T)$ en $U \sin(T) + V \cos(T)$.
00009 RCL N	Duwt vorige resultaten omhoog en roept N terug.
00010 RCL M	Duwt resultaten omhoog en roept M terug.
00011 CMPLX+	Voltooit de berekening door M en N bij de vorige resultaten op te tellen.
00012 STO X	Slaat de x -coördinaat op in variabele X .
00013 x<>y	Verwisselt de posities van de coördinaten.
00014 STO Y	Slaat de y -coördinaat op in variabele Y .
00015 x<>y	Verwisselt de posities van de coördinaten terug.
00016 VIEW X	Stopt programma en toont X .
00017 VIEW Y	Stopt programma en toont Y .
00018 GTO 0	Terug voor een volgende berekening.

Controlesom en lengte: 8C82 66

Gebruikte flags:

Geen.

Gebruik van het programma:

1. Voer het programma in en druk op **C** als het klaar is.
2. Druk op **XEQ** D om de gegevens in te voeren die nodig zijn voor de coördinatentransformatie.
3. Geef de x -coördinaat van de oorsprong van het nieuwe stelsel M en druk op **R/S**.
4. Geef de y -coördinaat van de oorsprong van het nieuwe stelsel N en druk op **R/S**.
5. Geef de rotatiehoek T op en druk op **R/S**.
6. Om te converteren van het oude stelsel naar het nieuwe, gaat u verder met stap 7. Om te converteren van het nieuwe stelsel naar het oude, gaat u verder met stap 12.
7. Druk op **XEQ** N om de conversie van oud naar nieuw te starten.

8. Geef X op en druk op **R/S**.
9. Geef Y op, druk op **R/S**, en bekijk de x -coördinaat, U , in het nieuwe stelsel.
10. Druk op **R/S** en bekijk de y -coördinaat, V , in het nieuwe stelsel.
11. Druk voor een nieuwe conversie op **R/S** en ga naar stap 8. Voor een conversie van nieuw naar oud gaat u naar stap 12.
12. Druk op **XEQ** \bigcirc om de conversie van nieuw naar oud te starten.
13. Geef U op (de x -coördinaat in het nieuwe stelsel) en druk op **R/S**.
14. Geef V op (de y -coördinaat in het nieuwe stelsel) en druk op **R/S** om X te bekijken.
15. Druk op **R/S** om Y te bekijken.
16. Voor een andere conversie van nieuw naar oud, drukt u op **R/S** en gaat u naar stap 13. Voor een conversie van oud naar nieuw gaat u naar stap 7.

Gebruikte variabelen:

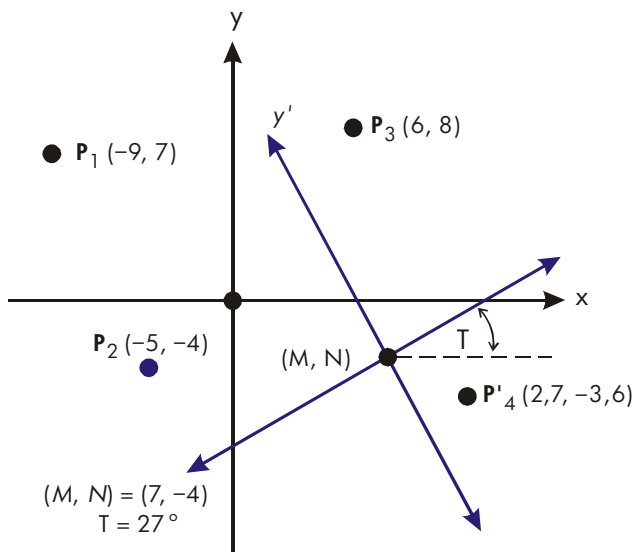
M	De x -coördinaat van de oorsprong van het nieuwe stelsel.
N	De y -coördinaat van de oorsprong van het nieuwe stelsel.
T	De rotatiehoek, θ , tussen de twee stelsels.
X	De x -coördinaat van een punt in het oude stelsel.
Y	De y -coördinaat van een punt in het oude stelsel.
U	De x -coördinaat van een punt in het nieuwe stelsel.
V	De y -coördinaat van een punt in het nieuwe stelsel.

Opmerking:

Wilt u alleen een omzetting, geef dan 0 op voor T . Wilt u alleen een rotatie, geef dan nul op voor M en N .

Voorbeeld:

Converteer in de hieronder weergegeven coördinatenstelsels de punten P_1 , P_2 en P_3 , die zich momenteel in het stelsel (X, Y) bevinden, naar punten in het stelsel (X', Y') . Converteer punt P'_4 , van het stelsel (X', Y') naar het stelsel (X, Y) .



Invoer:
(In de RPN-stand)

MODES {DEG}

XEQ D

7 **R/S**

4 **+/-** **R/S**

27 **R/S**

XEQ N

9 **+/-** **R/S**

7 **R/S**

R/S

Weergave:

M?

waarde

N?

waarde

T?

waarde

M?

7,0000

X?

waarde

Y?

waarde

U=

-9,2622

V=

17,0649

Uitleg:

Stelt graden in, want T is in graden gegeven

Start de routine die de conversie definieert.

Slaat 7 op in M.

Slaat -4 op in N.

Slaat 27 op in T.

Start de conversie van oud naar nieuw.

Slaat -9 op in X.

Slaat 7 op in Y en berekent U.

Berekent V.

R/S	X?	Herstart de routine van oud naar nieuw voor het volgende probleem.
	-9,0000	Slaat -5 op in X.
5 +/- R/S	Y?	
	7,0000	
4 +/- R/S	U=	Slaat -4 op in Y.
	-10,6921	
R/S	V=	Berekent V.
	5,4479	
R/S	X?	Herstart de routine van oud naar nieuw voor het volgende probleem.
	-5,0000	Slaat 6 op in X.
6 R/S	Y?	
	-4,0000	
8 R/S	U=	Slaat 8 op in Y en berekent U.
	4,5569	
R/S	V=	Berekent V.
	11,1461	
XEQ \circ	U?	Start de routine van nieuw naar oud.
	4,5569	Slaat 2,7 op in U.
2,7 R/S	V?	
	11,1461	
3,6 +/- R/S	X=	Slaat -3,6 op in V en berekent X.
	11,0401	
R/S	Y=	Berekent Y.
	-5,9818	

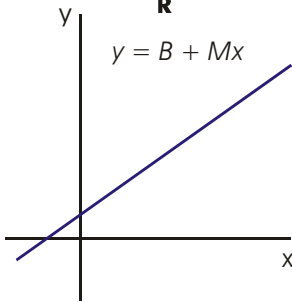
Statistische programma's

Curve fitting

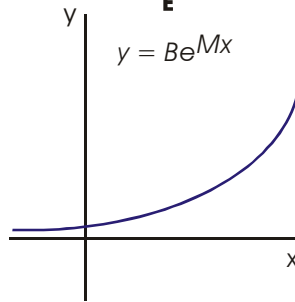
Dit programma wordt gebruikt voor een van vier modellen van vergelijkingen van uw gegevens. Deze modellen zijn: de rechte lijn, de logaritmische curve, de exponentiële curve en de machtcurve. Het programma accepteert twee of meer (x, y) paren van gegevens en berekent de correlatiecoëfficiënt, r , en de twee regressiecoëfficiënten, m en b . Het programma bevat een routine om de schattingen \hat{x} en \hat{y} te berekenen. (Voor een definitie van deze waarden, zie "Lineaire regressie" in hoofdstuk 11.)

Voorbeelden van de curves en de relevante vergelijkingen ziet u hieronder. De interne regressiefuncties van de HP 33s worden gebruikt om de regressiecoëfficiënten te berekenen.

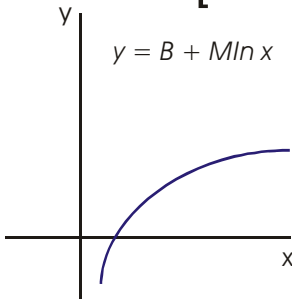
Rechte lijn
R



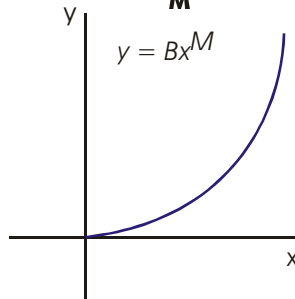
Exponentiële curve
E



Logaritmische curve
L



Machtcurve
M



Voor logaritmische curves, moet x positieve waarden hebben. Voor exponentiële curves moet de waarde van y positief zijn. Voor machtcurves, moeten zowel x als y positief zijn. De fout `LOG(NEG)` treedt op als u in deze gevallen een negatief getal opgeeft.

Zeer grote waarden die slechts weinig verschillen kunnen precisieproblemen opleveren, evenals gegevens die veel in grootte verschillen. Zie "Bependingen van de nauwkeurigheid van de gegevens" in hoofdstuk 11.

Programmalisting:

Programmeregels: (In de RPN-stand)

Omschrijving

S0001 LBL S	Deze routine stelt de toestand in voor de rechte lijn.
S0002 1	Geeft een indexwaarde op voor latere opslag in i (voor indirecte adressering).
S0003 CF 0	Wist flag 0, de indicator voor $\ln X$.
S0004 CF 1	Wist flag 1, de indicator voor $\ln Y$.
S0005 GTO Z	Gaat naar het gemeenschappelijke startpunt Z.
Controlesom en lengte: E3F5 27	
L0001 LBL L	Deze routine stelt de toestand in voor het logaritmische model.
L0002 2	Geeft een indexwaarde op voor latere opslag in i (voor indirecte adressering).
L0003 SF 0	Zet flag 0, de indicator voor $\ln X$.
L0004 CF 1	Wist flag 1, de indicator voor $\ln Y$
L0005 GTO Z	Gaat naar het gemeenschappelijke startpunt Z.
Controlesom en lengte: F78E 27	
E0001 LBL E	Deze routine stelt de toestand in voor het exponentiële model.
E0002 3	Geeft een indexwaarde op voor latere opslag in i (voor indirecte adressering).
E0003 CF 0	Wist flag 0, de indicator voor $\ln X$.
E0004 SF 1	Zet flag 1, de indicator voor $\ln Y$.
E0005 GTO Z	Gaat naar het gemeenschappelijke startpunt Z.
Controlesom en lengte: 293B 27	
P0001 LBL P	Deze routine stelt de toestand in voor het machtmodel.
P0002 4	Geeft een indexwaarde op voor latere opslag in i (voor indirecte adressering).
P0003 SF 0	Zet flag 0, de indicator voor $\ln X$.
P0004 SF 1	Zet flag 1, de indicator voor $\ln Y$
Controlesom en lengte: 43AA 24	
Z0001 LBL Z	Het gemeenschappelijke startpunt voor alle modellen.
Z0002 CLZ	Maakt de statistische registers leeg.

**Programmaregels:
(In de RPN-stand)**

Omschrijving

Z0003 STO i	Slaat de index waarde op in <i>i</i> voor indirecte adressering.
Z0004 0	Maakt de lusteller nul voor de eerste invoer.
Controlesom en lengte: 5AB9 24	
W0001 LBL W	Het begin van de invoerlus.
W0002 1	Stelt de lusteller in voor de invoer.
W0003 +	
W0004 STO X	Slaat de lusteller op in <i>X</i> zodat hij verschijnt als er om <i>X</i> wordt gevraagd.
W0005 INPUT X	Toont de teller met prompt en slaat de <i>X</i> invoer op.
W0006 FS? 0	Is flag 0 gezet . . .
W0007 LN	. . . neem dan de natuurlijke log van de <i>X</i> -invoer.
W0008 STO B	Opslaan voor de correctieroutine.
W0009 INPUT Y	Vraagt om <i>Y</i> .
W0010 FS? 1	Is flag 1 gezet . . .
W0011 LN	. . . neem dan de natuurlijke log van de <i>Y</i> -invoer.
W0012 STO R	
W0013 RCL B	
W0014 $\Sigma+$	Accumuleert <i>B</i> en <i>R</i> als <i>x,y</i> -gegevenspaar in statistische registers.
W0015 GTO W	Lus voor volgende <i>X, Y</i> paar.
Controlesom en lengte: C95E 57	
U0001 LBL U	Begin van de "herstel"-routine.
U0002 RCL R	Haalt het laatste gegevenspaar terug.
U0003 RCL B	
U0004 $\Sigma-$	Verwijdert dit paar uit de statistische accumulatie.
U0005 GTO W	Lus voor het volgende <i>X, Y</i> paar.
Controlesom en lengte: AB71 15	
R0001 LBL R	Begin van de uitvoerroutine
R0002 r	Berekent de correlatiecoëfficiënt.
R0003 STO R	Opslaan in <i>R</i> .
R0004 VIEW R	Toont de correlatiecoëfficiënt.
R0005 b	Berekent de coëfficiënt <i>b</i> .

**Programmeregels:
(In de RPN-stand)**

Omschrijving

R0006 FS? 1	Is flag 1 gezet, neem dan de natuurlijke antilog van b .
R0007 e ^X	
R0008 STO B	Slaat b op in B .
R0009 VIEW B	Geeft waarde weer,
R0010 m	Berekent coëfficiënt m .
R0011 STO M	Slaat m op in M .
R0012 VIEW M	Toont waarde.

Controlesom en lengte: 9CC9 36

Y0001 LBL Y	Het begin van de schattings(projectie-)lus.
Y0002 INPUT X	Geeft de x -waarde in X weer, en vraagt om een eventuele andere waarde.
Y0003 XEQ(i)	Roept een subroutine om \hat{y} te berekenen.
Y0004 STO Y	Slaat \hat{y} -waarde op in Y .
Y0005 INPUT Y	Geeft de y -waarde in Y weer, en vraagt om een eventuele andere waarde.
Y0006 6	
Y0007 STO+ i	Stelt de indexwaarde in om de juiste subroutine te adresseren.
Y0008 XEQ(i)	Roept subroutine aan om \hat{x} te berekenen.
Y0009 STO X	Slaat \hat{x} op in X voor de volgende lus.
Y0010 GTO Y	Lus voor volgende schatting.

Controlesom en lengte: 9B34 42.

A0001 LBL A	Deze subroutine berekent \hat{y} voor het rechte-lijnmodel.
A0002 RCL M	
A0003 RCL× X	
A0004 RCL+ B	Berekent $\hat{y} = MX + B$.
A0005 RTN	Terug naar oproepende routine.

Controlesom en lengte: F321 15

G0001 LBL G	Deze subroutine berekent \hat{x} voor het rechte-lijnmodel.
G0002 STO- i	Herstelt index waarde naar de oorspronkelijke waarde.
G0003 RCL Y	

**Programmaregels:
(In de RPN-stand)**

Omschrijving

G0004 RCL- B

G0005 RCL÷ M Berekent $\hat{X} = (Y - B) \div M$.

G0006 RTN Terug naar oproepende routine.

Controlesom en lengte: 65AB 18

B0001 LBL B Deze subroutine berekent \hat{Y} voor het logaritmische model.

B0002 RCL X

B0003 LN

B0004 RCL× M

B0005 RCL+ B Berekent $\hat{Y} = M \ln X + B$.

B0006 RTN Terug naar oproepende routine.

Controlesom en lengte: A5BB 18

H0001 LBL H Deze subroutine berekent \hat{X} voor het logaritmische model.

H0002 STO- i Herstelt index waarde naar de oorspronkelijke waarde.

H0003 RCL Y

H0004 RCL- B

H0005 RCL÷ M

H0006 e^X Berekent $\hat{X} = e^{(Y - B) \div M}$

H0007 RTN Terug naar oproepende routine.

Controlesom en lengte: 5117 21

C0001 LBL C Deze subroutine berekent \hat{Y} voor het exponentiële model.

C0002 RCL M

C0003 RCL× X

C0004 e^X

C0005 RCL× B Berekent $\hat{Y} = Be^{MX}$.

C0006 RTN Terug naar oproepende routine.

Controlesom en lengte: 1F92 18

I0001 LBL I Deze subroutine berekent \hat{X} voor het exponentiële model.

I0002 STO- i Herstelt index waarde naar de oorspronkelijke waarde.

Programmeregels: (In de RPN-stand)

Omschrijving

I0003 RCL Y
I0004 RCL ÷ B
I0005 LN
I0006 RCL ÷ M Berekent $\hat{X} = (\ln(Y \div B)) \div M$.
I0007 RTN Terug naar oproepende routine.
Controlesom en lengte: CC13 21

D0001 LBL D Deze subroutine berekent \hat{Y} voor het machmodel.
D0002 RCL X
D0003 RCL M
D0004 ψ^X
D0005 RCL \times B Berekent $Y = B(X^M)$.
D0006 RTN Terug naar oproepende routine.
Controlesom en lengte: 018C 18

J0001 LBL J Deze subroutine berekent \hat{X} voor het machmodel.
J0002 STO- i Herstelt indexwaarde naar de oorspronkelijke waarde.
J0003 RCL Y
J0004 RCL ÷ B
J0005 RCL M
J0006 $1/x$
J0007 ψ^X Berekent $\hat{X} = (Y/B)^{1/M}$
J0008 RTN Terug naar oproepende routine.
Controlesommen en lengte: 3040 24

Gebruikte flags:

Flag 0 wordt gezet als een natuurlijke log moet worden berekend van de X-invoer. Flag 1 wordt gezet als een natuurlijke log moet worden berekend van de Y-invoer.

Gebruik van het programma:

1. Voer de programmaroutines in; druk op **C** als u klaar bent.
2. Druk op **XEQ** en selecteer het type curve dat u wilt maken:
S voor een rechte lijn;

L voor een a logaritmische curve;

E voor een exponentiële curve; of

P voor een machtcurve.

3. Geef een x -waarde in en druk op **R/S**.
4. Geef een y -waarde in en druk op **R/S**.
5. Herhaal de stappen 3 en 4 voor ieder gegevenspaar. Ontdekt u dat u een fout hebt gemaakt, nadat u in stap 3 op **R/S** hebt gedrukt (met $Y?$ waarde nog steeds zichtbaar), druk dan weer op **R/S** (waarbij de prompt $X?$ waarde verschijnt) en druk op **XEQ** U om het laatste paar weer te verwijderen. Ontdekt u dat u een fout hebt gemaakt na stap 4, druk dan op **XEQ** U. In beide gevallen gaat u verder met stap 3.
6. Druk na het invoeren van alle gegevens op **XEQ** R om de correlatiecoëfficiënt, R , te zien.
7. Druk op **R/S** om de regressiecoëfficiënt B te zien.
8. Druk op **R/S** om de regressiecoëfficiënt M te zien.
9. Druk op **R/S** voor de prompt $X?$ waarde voor de schattingsroutine van \hat{x} , \hat{y} .
10. Wilt u \hat{y} schatten, uitgaande van x , geef dan x op bij de prompt $X?$ waarde en druk op **R/S** voor \hat{y} ($Y?$).
11. Wilt u \hat{x} schatten, uitgaande van y , druk dan op **R/S** tot u de prompt $Y?$ waarde ziet, geef y op, en druk op **R/S** voor \hat{x} ($X?$).
12. Voor meer schattingen gaat u naar stap 10 of 11.
13. Voor een nieuw probleem gaat u naar stap 2.

Gebruikte variabelen:

B	Regressiecoëfficiënt (y-intercept van een rechte lijn); ook gebruikt voor tijdelijke opslag.
M	Regressiecoëfficiënt (helling van een rechte lijn).
R	Correlatiecoëfficiënt; ook gebruikt voor tijdelijke opslag.
X	De x-waarde van een gegevenspaar bij de invoer, de hypothetische x bij het projecteren van \hat{Y} ; of \hat{x} (x-schatting) bij een gegeven hypothetische y.
Y	De y-waarde van een gegevenspaar bij de invoer, de hypothetische y bij het projecteren van \hat{x} ; of \hat{y} (y-schatting) bij een gegeven hypothetische x.
i	Indexvariabele om indirect de juiste \hat{x} -, \hat{y} -projectievergelijking te adresseren
Statistische registers	Statistische accumulatie en berekening.

Voorbeeld 1:

Trek een rechte lijn door de gegevens hieronder. Maak een opzettelijke fout in het derde gegevenspaar en verbeter deze. Schat y voor een x waarde van 37. Schat x voor een y waarde van 101.

X	40,5	38,6	37,9	36,2	35,1	34,6
Y	104,5	102	100	97,5	95,5	94

**Invoer:
(In de RPN-stand)**

Weergave:

Uitleg:

<p>XEQ S</p> <p>40,5 R/S</p> <p>104,5 R/S</p> <p>38,6 R/S</p> <p>102 R/S</p>	<p>X?</p> <p>1,0000</p> <p>Y?</p> <p>waarde</p> <p>X?</p> <p>2,0000</p> <p>Y?</p> <p>104,5000</p> <p>X?</p> <p>3,0000</p>	<p>Start de rechte-lijnroutine.</p> <p>Geeft x-waarde van gegevenspaar op.</p> <p>Geeft y-waarde van gegevenspaar op.</p> <p>Geeft x-waarde van gegevenspaar op.</p> <p>Geeft y-waarde van gegevenspaar op.</p>
---	---	---

Geef nu 379 op in plaats van 37,9, zodat u kunt zien hoe u fouten kunt verbeteren.

Invoer: (In de RPN-stand)	Weergave:	Uitleg:
379 R/S	Y? 102,0000	Geeft verkeerde x-waarde van gegevenspaar op.
R/S	X? 4,0000	Haal de prompt X? terug.
XEQ U	X? 3,0000	Verwijdert het laatste paar. Ga nu verder met de juiste gegevens.
37,9 R/S	Y? 102,0000	Geeft correcte x-waarde van gegevenspaar op.
100 R/S	X? 4,0000	Geeft y-waarde van gegevenspaar op.
36,2 R/S	Y? 100,0000	Geeft x-waarde van gegevenspaar op.
97,5 R/S	X? 5,0000	Geeft y-waarde van gegevenspaar op.
35,1 R/S	Y? 97,5000	Geeft x-waarde van gegevenspaar op.
95,5 R/S	X? 6,0000	Geeft y-waarde van gegevenspaar op.
34,6 R/S	Y? 95,5000	Geeft x-waarde van gegevenspaar op.
94 R/S	X? 7,0000	Geeft y-waarde van gegevenspaar op.
XEQ R	R= 0,9955	Berekent de correlatiecoëfficiënt.
R/S	B= 33,5271	Berekent de regressiecoëfficiënt B.
R/S	M= 1,7601	Berekent de regressiecoëfficiënt M.
R/S	X? 7,0000	Vraagt naar hypothetische x-waarde.
37 R/S	Y? 98,6526	Slaat 37 op in X en berekent \hat{y} .

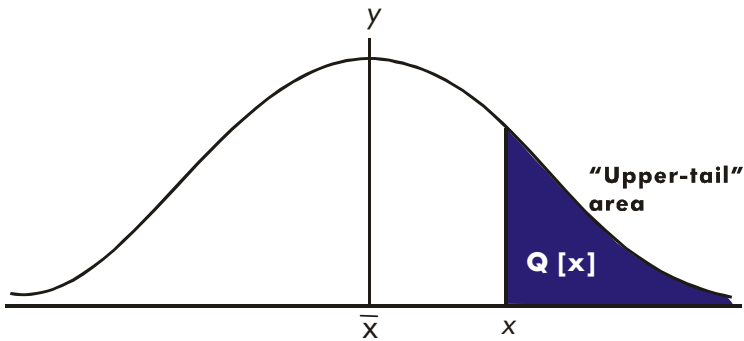
101 **R/S**X?
38,3336Slaat 101 op in Y en berekent
 \hat{X} .**Voorbeeld 2:**

Herhaal voorbeeld 1 (met dezelfde gegevens) voor een logaritmische, een exponentiële en machtcurve. De tabel hieronder geeft u het label waar de uitvoering start en de resultaten (de correlatie- en regressiecoëfficiënten en de x- en y- schattingen) voor iedere curve. Elke keer moet u de gegevens opnieuw invoeren als u het programma opnieuw draait voor een andere curve.

	Logaritmisch	Exponentieel	Macht
Start met:	XEQ L	XEQ E	XEQ P
R	0,9965	0,9945	0,9959
M	-139,0088	51,1312	8,9730
B	65,8446	0,0177	0,6640
$Y(\hat{y}$ als $X=37$)	98,7508	98,5870	98,6845
$X(\hat{x}$ als $Y=101$)	38,2857	38,3628	38,3151

Normale en inverse verdelingen

Normale verdeling wordt vaak gebruikt als model van het gedrag van een willekeurige variatie rondom een gemiddelde. Dit model veronderstelt dat de steekproef symmetrisch is om het gemiddelde, M , met een standaarddeviatie, S , en het resultaat benadert de klokvormige grafiek die u hieronder ziet. Met een gegeven x kan dit programma de waarschijnlijkheid berekenen, dat een willekeurige selectie van de gegevens een hogere waarde heeft. Dit heet het upper-tail area, $Q(x)$. Dit programma doet ook het omgekeerde, met een gegeven waarde $Q(x)$, berekent het programma de daarmee corresponderende waarde van x .



$$Q(x) = 0,5 - \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_{\bar{x}}^x e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(x-\bar{x})^2} dx$$

Dit programma gebruikt het ingebouwde integratieprogramma van de HP 33s om de vergelijking van de normale verdeling te integreren. De inverse wordt verkregen met de methode van Newton om iteratief te zoeken naar een waarde van x die de gegeven waarschijnlijkheid $Q(x)$ oplevert.

Programmaling:

Programmaregels: (In de RPN-stand)

Omschrijving

S0001 LBL S	Deze routine initialiseert het programma van de normale verdeling.
S0002 0	Slaat standaardwaarde voor het gemiddelde op.
S0003 STO M	
S0004 INPUT M	Vraagt om het gemiddelde, M .
S0005 1	Slaat standaardwaarde voor de standaarddeviatie op.
S0006 STO S	
S0007 INPUT S	Vraagt om de standaarddeviatie, S .
S0008 RTN	Stopt het weergeven van de waarde van de standaarddeviatie.

Controlesom en lengte: D72F 48

**Programmeregels:
(In de RPN-stand)**

Omschrijving

D0001 LBL D Deze routine berekent $Q(X)$ met een gegeven X .
D0002 INPUT X Vraagt om X .
D0003 XEQ Q Berekent upper-tail area.
D0004 STO Q Slaat waarde op in Q zodat de functie VIEW hem kan weergeven.
D0005 VIEW Q Geeft $Q(X)$ weer.
D0006 GTO D Lus om een andere $Q(X)$ te berekenen.
Controlesom en lengte: EA54 18

I0001 LBL I Deze routine berekent X met een gegeven $Q(X)$.
I0002 INPUT Q Vraagt om $Q(X)$.
I0003 RCL M Roept het gemiddelde op.
I0004 STO X Slaat het gemiddelde op als schatting voor X , genaamd X_{guess} .
Controlesom en lengte: 79B9 12

T0001 LBL T Dit label markeert de start van de iteratieve lus.
T0002 XEQ Q Berekent $(Q(X_{guess}) - Q(X))$.
T0003 RCL - Q
T0004 RCL X
T0005 STO D
T0006 R↓
T0007 XEQ F Berekent de afgeleide bij X_{guess} .
T0008 RCL ÷ T
T0009 ÷ Berekent de correctie voor X_{guess} .
T0010 STO + X Telt de correctie bij om een nieuwe X_{guess} te krijgen.
T0011 ABS
T0012 0.0001
T0013 x<y? Test of de correctie significant is.
T0014 GTO T Terug naar het begin van de lus als de correctie significant is. Gaat verder als de correctie niet significant is.
T0015 RCL X
T0016 VIEW X Geeft de berekende waarde van X weer.
T0017 GTO I Terug om een andere X te berekenen.

Programmeregels: (In de RPN-stand)

Omschrijving

Controlesom en lengte: 0E12 63

00001 LBL Q	Deze subroutine berekent de upper-tail area $Q(x)$.
00002 RCL M	Roept de ondergrens van de integratie op.
00003 RCL X	Roept de bovengrens van de integratie op.
00004 FN= F	Selecteert de functie LBL F voor de integratie.
00005 \int FN \downarrow D	Integreert de normale functie met de dummyvariabele D .
00006 2	
00007 π	
00008 \times	
00009 $\sqrt{\quad}$ \times	
00010 RCL \times S	Berekent $S \times \sqrt{2\pi}$.
00011 STO T	Slaat het resultaat tijdelijk op voor de inverse routine.
00012 \div	
00013 +/-	
00014 0,5	
00015 +	Telt de helft van de oppervlakte onder de curve bij omdat we hebben geïntegreerd met het gemiddelde als ondergrens.
00016 RTN	Terug naar de aanroepende routine.

Controlesom en lengte: FA83 72

F0001 LBL F	Deze subroutine berekent de integrand voor de normale functie $e^{-((X-M)+S)^2 \div 2}$
F0002 RCL D	
F0003 RCL - M	
F0004 RCL \div S	
F0005 \times^2	
F0006 2	
F0007 \div	
F0008 +/-	
F0009 e^X	
F0010 RTN	Terug naar de aanroepende routine.

Controlesom en lengte: 1981 42

Gebruikte flags:

Geen.

Opmerkingen:

De nauwkeurigheid van dit programma is afhankelijk van de instelling van de weergave. Bij invoer in het gebied van ± 3 standaarddeviaties is een nauwkeurigheid van vier of meer cijfers voldoende voor de meeste toepassingen.

Bij volledige precisie is de invoergrens ± 5 standaarddeviaties. De rekentijd is aanmerkelijk korter met minder cijfers.

In routine Q, kan de constante 0,5 vervangen worden door 2 en $\boxed{J/x}$.

U hoeft de inverse routine niet in te voeren (in routines I en T) als u daar geen gebruik van wilt maken.

Gebruik van het programma:

1. Voer de programmaroutines in; druk op \boxed{C} als u klaar bent.
2. Druk op \boxed{XEQ} S.
3. Voer na de prompt voor M het gemiddelde van de populatie in en druk op $\boxed{R/S}$. (Is het gemiddelde nul, druk dan alleen op $\boxed{R/S}$.)
4. Voer na de prompt voor S, de standaarddeviatie in en druk op $\boxed{R/S}$. (Is de standaarddeviatie 1, druk dan alleen op $\boxed{R/S}$.)
5. Om X te berekenen met een gegeven Q(X), gaat u verder met stap 9.
6. Om Q(X) te berekenen met een gegeven X, \boxed{XEQ} D.
7. Geef na de prompt de waarde van X op en druk op $\boxed{R/S}$. Het resultaat, Q(X), wordt weergegeven.
8. Om Q(X) te berekenen voor een nieuwe X met hetzelfde gemiddelde en dezelfde standaarddeviatie, drukt u op $\boxed{R/S}$ en gaat u naar stap 7.
9. Om X te berekenen met een gegeven Q(X), drukt u op \boxed{XEQ} I.
10. Geef na de prompt de waarde op van Q(X) en druk op $\boxed{R/S}$. Het resultaat, X, wordt weergegeven.
11. Om X te berekenen voor een nieuwe Q(X) met hetzelfde gemiddelde en dezelfde standaarddeviatie, drukt u op $\boxed{R/S}$ en gaat u naar stap 10.

Gebruikte variabelen:

<i>D</i>	Dummy-variabele voor integratie.
<i>M</i>	Gemiddelde van de populatie, standaardwaarde <i>nul</i> .
<i>Q</i>	Waarschijnlijkheid corresponderend met upper-tail area.
<i>S</i>	Standaarddeviatie van de populatie, standaardwaarde 1.
<i>T</i>	Variabele die wordt gebruikt om tijdelijk de waarde $S \times \sqrt{2\pi}$ aan het inverse programma door te geven.
<i>X</i>	Invoerwaarde die de linkerkant van upper-tail area definieert.

Voorbeeld 1:

Uw beste vriend vertelt u dat uw blind date een intelligentie heeft van " 3σ ". U begrijpt daaruit dat ze intelligenter is dan de plaatselijke bevolking, behalve dan de mensen waarvan de intelligentie meer dan drie standaarddeviaties boven het gemiddelde ligt.

Nu veronderstelt u dat de plaatselijke bevolking 10 000 mogelijke blind dates bevat. Hoeveel daarvan hebben een intelligentie van " 3σ "? Het probleem is gegeven in termen van standaarddeviaties, dus we gebruiken een waarde van nul voor *M* en 1 voor *S*.

Invoer: (In de RPN-stand)	Weergave:	Uitleg:
XEQ S	M? 0.0000	Start de initialisatieroutine.
R/S	S? 1.0000	Accepteert de standaardwaarde of nul voor <i>M</i> .
R/S	1.0000	Accepteert de standaardwaarde of 1 voor <i>S</i> .
XEQ D	X? waarde	Start het distributieprogramma en vraagt de waarde van <i>X</i> .

3 R/S	Q= 0,0013	Geeft 3 op voor X en start de berekening van $Q(X)$. Geeft het deel van de bevolking weer dat slimmer is dan drie standaarddeviaties boven het gemiddelde.
10000 X	13,4984	Vermenigvuldigt het antwoord met de bevolkingsgrootte. Dit is ongeveer het aantal blind dates dat aan de eisen voldoet.

Het is bekend dat uw vriend af en toe overdrijft, dus u besluit te bekijken hoe zeldzaam een afspraak van " 2σ " kan zijn. U kunt het programma herstarten door op **R/S** te drukken.

Invoer: (In de RPN-stand)	Weergave:	Uitleg:
R/S	X? 3,0000	Hervat het programma.
2 R/S	Q= 0,0228	Geeft als X -waarde 2 op en berekent $Q(X)$.
10000 X	227,5012	Vermenigvuldigt het antwoord met de bevolkingsgrootte voor een herziene schatting.

Voorbeeld 2:

Het gemiddelde proefwerkcijfer van een aantal leerlingen is 55. De standaarddeviatie is 15,3. Gaan we ervan uit dat de cijfers een normale verdeling hebben, wat is dan de kans dat een willekeurige leerling scoorde minstens 90 heeft? En wat is het cijfer dat door slechts 10 procent van de leerlingen wordt behaald? Welk cijfer wordt door 20 procent van de leerlingen niet gehaald?

Invoer: (In de RPN-stand)	Weergave:	Uitleg:
XEQ S	M? 0,0000	Start de initialisatieroutine.
55 R/S	S? 1,0000	Geeft 55 als het gemiddelde op.

15,3 R/S	15.3000	Geeft 15,3 voor de standaarddeviatie.
XEQ D	X?	Start het distributieprogramma en vraagt de waarde van X.
	waarde	
90 R/S	Q=	Geeft 90 op voor X en berekent Q(X).
	0.0111	

We kunnen dus verwachten dat ongeveer 1 procent van de leerlingen beter scoort dan 90.

Invoer: (In de RPN-stand)

Weergave:

Uitleg:

XEQ I

Q?

Start de inverse routine.

0.0111

0,1 **R/S**

X=

Geeft 0,1 (10 procent) in Q(X) en berekent X.

74.6077

R/S

Q?

Hervat de inverse routine.

0.1000

0,8 **R/S**

X=

Geeft 0,8 (100 procent min 20 procent) in Q(X) en berekent X.

42.1232

Gegroepeerde standaardafwijking

De standaarddeviatie van gegroepeerde gegevens, S_{xy} , is de standaarddeviatie van gegevenspunten x_1, x_2, \dots, x_n , die voorkomen bij positieve gehele frequenties f_1, f_2, \dots, f_n .

$$S_{xg} = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 f_i - \frac{(\sum x_i f_i)^2}{\sum f_i}}{(\sum f_i) - 1}}$$

Met dit programma kunt u gegevens invoeren, invoer corrigeren evenals de standaarddeviatie en het gewogen gemiddelde berekenen van de gegroepeerde gegevens.

Programmalisting:

Programmeregels: (In de ALG-stand)

Omschrijving

S0001 LBL S Start het programma voor de gegroepeerde standaarddeviatie.
S0002 CLΣ Maakt statistische registers leeg (28 tot en met 33).
S0003 0
S0004 STO N Maakt de teller N leeg.
Controlesom en lengte: EF85 24

I0001 LBL I Invoer van statistische gegevenspunten.
I0002 INPUT X Slaat gegevenspunt op in X .
I0003 INPUT F Slaat frequentie van gegevenspunt op in F .
I0004 1 Geeft stapgrootte voor N .
I0005 STO B
I0006 RCL F Roept de frequentie van gegevenspunt f_i terug.
Controlesom en lengte: 184C 30

F0001 LBL F Accumuleer de sommeringen.
F0002 28
F0003 STO i Slaat index op voor register 28.
F0004 RCL F
F0005 STO+(i) Wijzig $\sum f_i$ in register 28.
F0006 RCL×X $x_i f_i$
F0007 ENTER
F0008 STO Z
F0009 29
F0010 STO i Slaat index op voor register 29.
F0011 RCL Z
F0012 STO+(i) Wijzig $\sum x_i f_i$ in register 29.
F0013 RCL×X $x_i^2 f_i$
F0014 ENTER
F0015 STO Z Slaat index op voor register 31.
F0016 31
F0017 STO i
F0018 RCL Z

Programmaregels: (In de ALG-stand)

Omschrijving

F0019 STO+(i)	Wijzigt $\sum x_i^2 f_i$ in register 31.
F0020 RCL B	
F0021 STO+ N	Verhoogt (of verlaagt) N.
F0022 RCL N	
F0023 RCL F	
F0024 ABS	
F0025 STO F	
F0026 VIEW N	Geeft huidige aantal gegevensparen weer.
F0027 GTO I	Gaat naar label I voor volgende gegevensinvoer.
Controlesom en lengte: 3080 117	

G0001 LBL G	Berekent statistiek voor gegroepeerde gegevens.
G0002 s _x	Gegroepeerde standaarddeviatie.
G0003 STO S	
G0004 VIEW S	geeft gegroepeerde standaarddeviatie weer.
G0005 \bar{x}	Gewogen gemiddelde.
G0006 STO M	
G0007 VIEW M	Geeft gewogen gemiddelde weer.
G0008 GTO I	Terug voor meer punten.
Controlesom en lengte: 7246 24	

U0001 LBL U	Maakt invoerfout ongedaan.
U0002 -1	Vermindert waarde van N.
U0003 STO B	
U0004 RCL F	Roept de laatste invoer terug.
U0005 +/-	Verandert teken van f_j .
U0006 STO F	
U0007 GTO F	Corrigeert telling en somming.
Controlesom en lengte: 8366 23	

Gebruikte flags:

Geen.

Programma Instructies:

1. Voer de programmaroutines in; druk op **C** als u klaar bent.
2. Druk op **XEQ** S om gegevens in te voeren.
3. Geef op x_i -waarde (gegevenspunt) en druk op **R/S**.
4. Geef op f_i -waarde (frequentie) en druk op **R/S**.
5. Druk op **R/S** nadat u het aantal ingevoerde punten hebt gezien.
6. Herhaal stap 3 tot en met 5 voor ieder gegevenspunt.

Merkt u dat u een fout hebt gemaakt – (x_i of f_i) nadat u in stap 4 op **R/S** hebt gedrukt, druk dan op **XEQ** U en weer op **R/S**. Ga dan terug naar stap 3 om de juiste gegevens in te voeren.

7. Is het laatste gegevenspaar ingevoerd, druk dan op **XEQ** G om de gegroepeerde standaarddeviatie te berekenen.
8. Druk op **R/S** om het gewogen gemiddelde van de gegroepeerde gegevens weer te geven.
9. Om extra gegevens toe te voegen, drukt u op **R/S** en gaat u verder met stap 3.
Om een nieuw probleem te starten, begint u bij stap 2.

Gebruikte variabelen:

X	Gegevenspunt.
F	Frequentie van gegevenspunt.
N	Teller van gegevenspaar.
S	Gegroepeerde standaarddeviatie.
M	Gewogen gemiddelde.
i	Indexvariabele om indirect het juiste statistische register te kunnen adresseren.
Register 28	Sommering Σf_i .
Register 29	Sommering $\Sigma x_i f_i$.
Register 31	Sommering $\Sigma x_i^2 f_i$.

Voorbeeld:

Voer de volgende gegevens in en bereken de gegroepede standaarddeviatie.

Groep	1	2	3	4	5	6
x_i	5	8	13	15	22	37
f_i	17	26	37	43	73	115

Invoer: (In de ALG-stand)	Weergave:	Uitleg:
<code>[XEQ]</code> S	X? waarde	Vraagt om de eerste x_i .
5 <code>[R/S]</code>	F? waarde	Slaat 5 op in X; vraagt om de eerste f_i .
17 <code>[R/S]</code>	N= 1,0000	Slaat 17 op in F; toont de teller.
<code>[R/S]</code>	X? 5,0000	Vraagt om de tweede x_i .
8 <code>[R/S]</code>	F? 17,0000	Vraagt om de tweede f_i .
26 <code>[R/S]</code>	N= 2,0000	Geeft de teller weer.
<code>[R/S]</code>	X? 8,0000	Vraagt om de derde x_i .
14 <code>[R/S]</code>	F? 26,0000	Vraagt om de derde f_i .
37 <code>[R/S]</code>	N= 3,0000	Geeft de teller weer.
U gaf voor x_3 14 op inplaats van 13. Corrigeer de fout met routine U:		
<code>[XEQ]</code> U	N= 2,0000	Verwijdert de verkeerde gegevens, geeft de verbeterde teller weer.
<code>[R/S]</code>	X? 14,0000	Vraagt opnieuw om de derde x_i .
13 <code>[R/S]</code>	F? 37,0000	Vraagt opnieuw om de derde f_i .

R/S

N=
3,0000

Geeft de teller weer.

R/S

X?
13,0000

Vraagt om de vierde x_i .

15 **R/S**

F?
37,0000

Vraagt om de vierde f_i .

43 **R/S**

N=
4,0000

Geeft de teller weer.

R/S

X?
15,0000

Vraagt om de vijfde x_i .

22 **R/S**

F?
43,0000

Vraagt om de vijfde f_i .

73 **R/S**

N=
5,0000

Geeft de teller weer.

R/S

X?
22,0000

Vraagt om de zesde x_i .

37 **R/S**

F?
73,0000

Vraagt om de vijfde f_i .

115 **R/S**

N=
6,0000

Geeft de teller weer.

XEQ G

S=
11,4118

Berekent en toont de gegroepeerde standaarddeviatie (s_x) van de zes gegevenspunten.

R/S

M=
23,4084

Berekent en toont het gewogen gemiddelde (\bar{X}).

C

23,4084

Verwijdert VIEW.

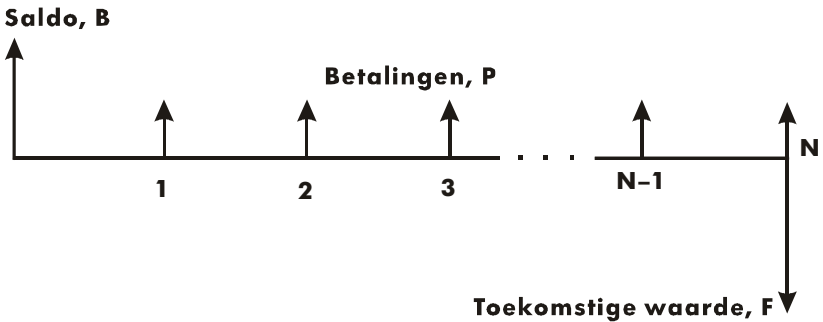
Diverse programma's en vergelijkingen

Tijdwaaarde van geld

Zijn vier van de vijf waarden in de vergelijking "Tijdwaaarde van geld" (TVM) bekend, dan kunt u de vijfde waarde oplossen. Deze vergelijking is handig voor diverse financiële toepassingen zoals consumentenleningen en spaarrekeningen.

De TVM-vergelijking is:

$$P \left[\frac{1 - (1 + I/100)^{-N}}{I/100} \right] + F(1 + (I/100))^{-N} + B = 0$$



De tekens van de bedragen (saldo, B ; betaling, P ; en toekomstig saldo, F) corresponderen met de richting van de geldstroom. Ontvangen geld heeft een positief teken en uitgegeven geld heeft een negatief teken. U ziet dat ieder probleem vanuit twee perspectieven bekeken kan worden. De geldschieter en de geldlener zien hetzelfde probleem, maar met een omgekeerd teken.

Invoer van de vergelijking:

Voer deze vergelijking in:

$$P \times 100 \times (1 - (1 + I \div 100)^{-N}) \div I + F \times (1 + I \div 100)^{-N} + B$$

Invoer:
(In de RPN-stand)

Weergave:

Uitleg:

[>] **[EQN]**

EQN LIST TOP

Gaat naar
vergelijkingstand.

[RCL] P **[X]** 100

P × 100 _

Start invoer van
vergelijking.

[X] **[>]** **[(]** 1 **[-]**

P × 100 × (1 - █

[>] **[(]** 1 **[+]**

P × 100 × (1 - (1 + █

[RCL] I **[÷]** 100

× (1 - (1 + I ÷ 100 _

[>] **[)]** **[y^x]**

(1 - (1 + I ÷ 100) ^ █

[-] **[RCL]** N **[>]** **[)]**

(1 + I ÷ 100) ^ -N █

[÷] **[RCL]** I **[+]** **[RCL]** F **[X]**

100) ^ -N) ÷ I + F × █

[>] **[(]** 1 **[+]** **[RCL]** I

^ -N) ÷ I + F × (1 + █

[÷] 100 **[>]** **[)]**

I + F × (1 + I ÷ 100) █

[y^x] **[-]** **[RCL]** N

× (1 + I ÷ 100) ^ -N █

[+] **[RCL]** B

1 + I ÷ 100) ^ -N + B █

[ENTER]

P × 100 × (1 - (1 + I ÷

Besluit de vergelijking.

[>] **[SHOW]** (vasthouden)

CK=382E

Controlesom en lengte.

LN=41

Opmerkingen:

De TVM-vergelijking vereist dat I niet nul is om de fout DIVIDE BY 0 te voorkomen. Lost u I op en twijfelt u over de huidige waarde, druk dan op **[STO]** I voordat u SOLVE start (**[SOLVE]** I).

De volgorde waarin om waarden wordt gevraagd is afhankelijk van de variabele die u oplost.

SOLVE instructies:

1. Wilt u in de eerste TVM-berekening een rentepercentage I oplossen,, druk dan op 1 **[STO]** I.
2. Druk op **[F2]** **[EQN]**. Druk zonodig op **[↑]** of **[↓]** om door de vergelijkingenlijst te bladeren tot u de TVM-vergelijking vindt.
3. Doe een van de volgende vijf bewerkingen:
 - a. Druk op **[SOLVE]** N om het aantal renteperioden te berekenen.
 - b. Druk op **[SOLVE]** I om de periodieke interest te berekenen.

Voor maandelijkse betalingen, is het resultaat voor I het *maandelijkse* rentepercentage, i . Druk op 12 **[X]** om het jaarlijkse percentage te vinden.

- c. Druk op **[SOLVE]** B om het beginkapitaal te berekenen van een lening of spaarrekening.
 - d. Druk op **[SOLVE]** P om de periodieke betaling te berekenen.
 - e. Druk op **[SOLVE]** F om het eindkapitaal te berekenen van een lening of spaarrekening.
4. Voer de waarden in van de vier bekende variabelen, als erom wordt gevraagd. Druk na iedere waarde op **[R/S]**.
 5. Drukt u op de laatste **[R/S]**, dan wordt de waarde van de onbekende variabele berekend en weergegeven.
 6. Om een nieuwe variabele te berekenen, of dezelfde variabele opnieuw te berekenen met andere gegevens, gaat u terug naar stap 2.

SOLVE werkt effectief in deze toepassing zonder beginwaarden.

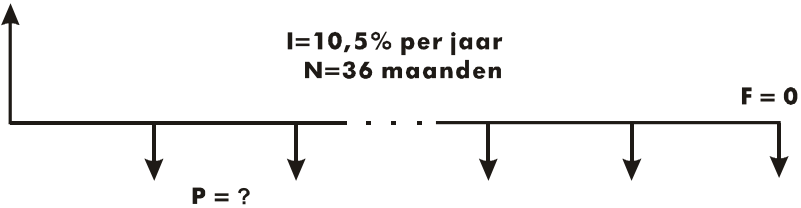
Gebruikte variabelen:

N	Het aantal renteperioden.
I	Het <i>periodieke</i> rentepercentage. (Bijvoorbeeld, is de <i>jaarlijkse</i> rente 15% en zijn er twaalf betalingen per jaar, dan vult u hier $15 \div 12 = 1,25\%$ in.)
B	Het startkapitaal van een lening of spaarrekening.
P	De periodieke betaling.
F	De toekomstige waarde van een lening of spaarrekening.

Voorbeeld:

Deel 1. U wilt de aankoop van een auto financieren met een lening van drie jaar (36 maanden) met een jaarlijks rentepercentage van 10,5%, maandelijks te betalen. De aankoopprijs van de auto is €7 250. U hebt zelf €1 500.

$$B = 7,250 - 1,500$$



Invoer:
(In de RPN-stand)

[DISPLAY] {F I X} 2

[>] **[EQN]** (**[↓]** zo nodig)

[SOLVE] P

10,5 **[ENTER]** 12 **[÷]**

[R/S]

36 **[R/S]**

0 **[R/S]**

7250 **[ENTER]** 1500 **[−]**

[R/S]

Weergave:

$P \times 100 \times (1 - (1 + I)^{-N})$ Geeft het linkerdeel van de TVM vergelijking weer.

I?
waarde

I?
0,88
Converteert het gegeven jaarlijkse rentepercentage naar de maandelijkse waarde.

N?
waarde

F?
waarde

B?
waarde

B?
5.750,00
Berekent B, het uitgangsbetrag.

SOLVING
P=
-186,89
Slaat 5750 op in B; berekent de maandelijkse betaling, P.

Het antwoord is negatief omdat de lening wordt bekeken vanuit het perspectief van de lener. Aanvankelijk ontvangt de lener geld en dat is positief. Vervolgens moet er worden afgelost, en dat is negatief.

Deel 2. Met welk rentepercentage is het maandelijkse bedrag €10 lager?

Invoer: (In de RPN-stand)	Weergave:	Uitleg:
EQN	$P \times 100 \times (1 - (1 + I)^{-n}) \div I$	Geeft het linkerdeel van de TVM vergelijking weer.
SOLVE	P? -186,89	Selecteert I ; vraagt om P .
RND	P? -186,89	Rondt het bedrag af naar twee cijfers achter de komma.
10	P? -176,89	Berekent nieuwe betaling.
R/S	N? 36,00	Slaat -176,89 op in P ; vraagt om N .
R/S	F? 0,00	Bewaart 36 in N ; vraagt om F .
R/S	B? 5.750,00	Bewaart 0 in F ; vraagt om B .
R/S	SOLVING I= 0,56	Bewaart 5750 in B ; berekent maandelijks rentepercentage.
12	6,75	Berekent jaarlijkse rentepercentage.

Deel 3. Met het gegeven rentepercentage (6,75%) wilt u de auto na twee jaar verkopen. Wat is uw saldo op dat moment? Met andere woorden, wat is het saldo na twee jaar?

U ziet dat het rentepercentage, I , uit deel 2 niet nul is, dus u hoeft niet bang te zijn voor een DIVIDE BY 0 als u de nieuwe I berekent.

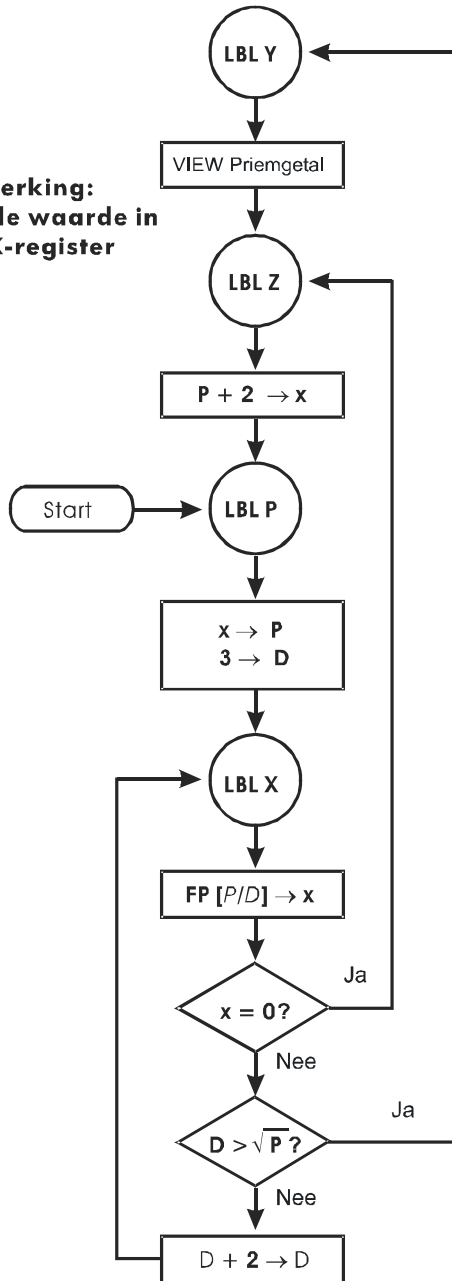
Invoer: (In de RPN-stand)	Weergave:	Uitleg:
$\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\text{EQN}}$	$P \times 100 \times (1 - (1 + I)^{-N})$	Geeft het linkerdeel van de TVM vergelijking weer.
$\boxed{\text{SOLVE}}$ F	P? -176,89	Selecteert F; vraagt om P.
$\boxed{\text{R/S}}$	I? 0,56	Bewaart P; vraagt om I.
$\boxed{\text{R/S}}$	N? 36,00	Bewaart 0,56 in I; vraagt om N.
24 $\boxed{\text{R/S}}$	B? 5.750,00	Slaat 24 op in N; vraagt om B.
$\boxed{\text{R/S}}$	SOLVING F= -2.047,05	Bewaart 5750 in B; berekent F, het toekomstige saldo. Weer is het teken negatief, dus u moet dit bedrag nog betalen.
$\boxed{\text{DISPLAY}}$ {FIX} 4		Stelt weergave FIX 4 in.

Generator van priemgetallen

Dit programma begint met een positief getal dat groter is dan 3. Is het een priemgetal (niet deelbaar door gehele getallen behalve door zichzelf en 1), dan geeft het programma de ingevoerde waarde terug. Is de invoer geen priemgetal, dan wordt het eerstvolgende priemgetal teruggegeven.

Het programma herkent priemgetallen door één voor één alle mogelijke factoren te proberen. Is een getal niet priem, dan telt het programma er 2 bij op (zodat de waarde nog steeds oneven is) en controleert of het resultaat priem is. Dit proces gaat door totdat er een priemgetal is gevonden.

Opmerking:
x is de waarde in
het X-register



Programmalisting:

Programmeregels: (In de ALG-stand)

Omschrijving

Y0001 LBL Y Deze routine geeft het priemgetal P weer.

Y0002 VIEW P

Controlesom en lengte: AA7A 6

Z0001 LBL Z Deze routine telt 2 bij P op.

Z0002 2

Z0003 RCL+ P

Controlesom en lengte: 8696 21

P0001 LBL P Deze routine slaat de ingevoerde waarde voor P op.

P0002 STO P

P0003 ÷

P0004 2

P0005 ENTER

P0006 FP

P0007 x<>y

P0008 0

P0009 x=y? Controleer of de invoer even is.

P0010 1

P0011 STO+ P Verhoog P als het even is.

P0012 3 Slaat 3 op in de deler, D .

P0013 STO D

Controlesom en lengte: DOB8 87

X0001 LBL X Deze routine onderzoekt of P priem is.

X0002 RCL P

X0003 RCL÷D

X0004 FP Berekent het gebroken deel van $P ÷ D$.

X0005 x=0? Controleert of de rest nul is (*niet* priem).

X0006 GTO Z Is het getal niet priem, probeer dan het volgende getal.

X0007 RCL P

X0008 \sqrt{x}

X0009 x<>y

X0010 RCL D

Programmaregels: (In de ALG-stand)

Omschrijving

X0011 x>y?	Controleert of alle mogelijke factoren onderzocht zijn.
X0012 GTO Y	Zijn alle factoren onderzocht, ga dan naar de uitvoerroutine.
X0013 Z	Berekent de volgende mogelijke factor, $D + 2$.
X0014 STO+ D	
X0015 GTO X	Ga verder om het getal te onderzoeken met de nieuwe factor.

Controlesom en lengte: 161E 57

Gebruikte flags:

Geen.

Programma Instructies:

1. Voer de programmaroutines in; druk op **C** als u klaar bent.
2. Geef een positief getal op groter dan 3.
3. Druk op **XEQ** P om het programma te starten. Priemgetal P wordt weergegeven.
4. Druk voor het volgende priemgetal op **R/S**.

Gebruikte variabelen:

P	Priemwaarde en mogelijke priemwaarden.
D	Deler om de huidige waarden van P te onderzoeken.

Opmerkingen:

Er wordt niet gecontroleerd of de invoer groter is dan 3.

Voorbeeld:

Wat is het eerste priemgetal na 789? Wat is het volgende priemgetal?

Invoer: (In de ALG-stand)	Weergave:	Uitleg:
789 XEQ P	P= 797,0000	Bereken volgende priemgetal na 789.
R/S	P= 809,0000	Bereken volgende priemgetal na 797.

Deel 3

Aanhangsels en Referentie

Ondersteuning, batterijen en service

Ondersteuning van de rekenmachine

Hebt u vragen over uw rekenmachine, neem dan contact op met onze Calculator Support Department. Wij weten uit ervaring dat veel klanten dezelfde vragen hebben over onze producten, en daarom vindt u hieronder "Antwoorden op veelgestelde vragen". Vindt u geen antwoord op uw vraag, raadpleeg dan de Ondersteuningsafdeling, waarvan u het adres vindt op pagina A-9.

Antwoorden op veelgestelde vragen

V:Hoe bepaal ik of de rekenmachine goed functioneert?

A:Op pagina A-6 vindt u een testprogramma.

V:Mijn getallen bevatten komma's in plaats van punten. Hoe herstel ik dat?

A:Gebruik de functie **MODES** {·} (pagina 1-19).

V:Hoe verander ik het aantal decimalen op het scherm?

A:Gebruik het menu **DISPLAY** (pagina 1-20).

V: Hoe maak ik het geheugen geheel of gedeeltelijk leeg?

A:**☐** **CLEAR** toont het menu CLEAR, waarmee u alle variabelen, alle programma's (alleen tijdens programma-invoer), de statistische registers, en het gebruikersgeheugen (niet tijdens programma-invoer) kunt wissen.

V: Wat betekent een "E" in een getal (bijvoorbeeld, $2,51E-13$)?

A: *Exponent* van tien; dus $2,51 \times 10^{-13}$.

V: De rekenmachine geeft het bericht MEMORY FULL. Wat nu?

A: Wis een deel van het geheugen voor u verdergaat. (Zie aanhangsel B.)

V: Bij het berekenen van de sinus (of tangens) van π radialen krijg ik een heel klein getal in plaats van 0. Hoe komt dat 0?

A: π kan niet *precies* gerepresenteerd worden binnen de 12-cijferige precisie van de rekenmachine.

V: Waarom krijg ik onjuiste antwoorden bij de trigonometrische functies?

A: Zorg ervoor dat de rekenmachine de juiste hoekeenheden gebruikt (**MODES** {DEG}, {RAD} of {GRAD}).

V. Wat betekent een *annunciator* op het scherm?

A: Hij geeft iets aan over de toestand van de rekenmachine. Zie "Annunciators" in hoofdstuk 1.

V: getallen verschijnen als breuken. Hoe krijg ik weer decimale getallen?

A: Druk op  **FDISP**.


Bedrijfsomgeving

Voor een betrouwbare werking, dienen onderstaande temperaturen en vochtigheidsgraden in acht genomen te worden:

- Bedrijfstemperatuur: van 0 tot 45 °C (van 32 tot 113 °F).
- Opslagtemperatuur: van -20 tot 65 °C (van -4 tot 149 °F).
- Opslag- en bedrijfsvochtigheid: maximaal 90% relatieve vochtigheid bij 40 °C (104 °F).

De batterijen vervangen

De rekenmachine werkt op twee lithiumbatterijen van 3 volt, type CR2032.

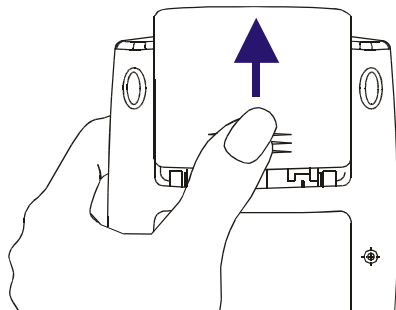
Vervang de batterijen zo snel mogelijk als de annunciator () aangeeft dat de batterij bijna leeg is. Ziet u deze annunciator, en wordt het scherm zwakker, dan zou u gegevens kunnen verliezen. Gaan de gegevens verloren, dan verschijnt de melding MEMORY CLEAR.

Hebt u de batterijen verwijderd, vervang ze dan binnen 2 minuten om te voorkomen dat u gegevens verliest. Zorg ervoor dat u de nieuwe batterijen bij de hand hebt voor u het batterijvak opent.

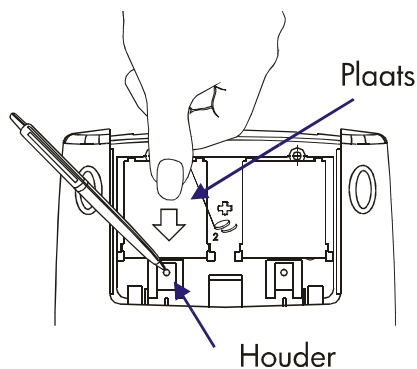
Vervang de batterijen uitsluitend door verse knoopbatterijen. Beide batterijen moeten gelijktijdig vervangen worden. Gebruik geen oplaadbare batterijen.

Batterijen plaatsen:

1. Zorg ervoor dat u twee verse knoopbatterijen bij de hand hebt. Raak de aansluitingen van de batterijen niet aan — houd de batterijen bij de randen vast.
2. Zorg ervoor dat de rekenmachine UIT staat. **Druk niet weer op (C) voordat de nieuwe batterijen geplaatst zijn. Staat de rekenmachine AAN zonder batterijen, dan gaat de inhoud van het continue geheugen verloren.**
3. Draai de rekenmachine om en open het batterijvak.



- 4. Verwijder de twee oude batterijen niet tegelijkertijd. Het geheugen kan verloren gaan.** Verwijder eerst een van de twee batterijen en plaats een nieuwe batterij. Druk de houder omlaag. Duw de plaat in de getoonde richting en til hem op.



Let op



Beschadig en doorboor de batterijen niet en gooi ze niet in het vuur. De batterijen kunnen barsten of exploderen, waarbij milieuvriendelijke stoffen vrijkomen.

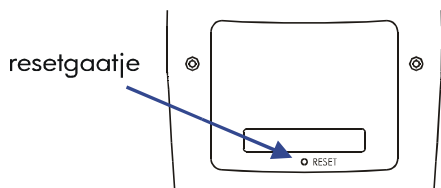
5. Plaats een nieuwe CR2032 lithium-batterij, met het plusteken (+) aan de buitenkant. Zet de plaat terug en duw hem naar de oorspronkelijke plaats.
6. Vervang nu de andere batterij zoals in stap 4~5. Let erop dat het plusteken (+) naar buiten wijst.
7. Sluit het deksel van het batterijvak.
8. Druk op **C**.

De werking van de rekenmachine controleren

Gebruik de volgende richtlijnen om vast te stellen of de rekenmachine goed functioneert. Test de rekenmachine na iedere stap om vast te stellen of hij nog goed werkt. Moet de rekenmachine gerepareerd worden, lees dan pagina A-9.

■ De rekenmachine laat zich niet inschakelen (stappen 1-4) of reageert niet als u op toetsen drukt (stappen 1-3):

1. Reset de rekenmachine. Houd de toets **[C]** ingedrukt en druk op **[LN]**. Het kan nodig zijn deze toetsaanslagen een paar keer te herhalen.
2. Wis het geheugen. Houd **[C]** ingedrukt en houd daarna tegelijkertijd **[e^x]** en **[Σ+]** ingedrukt. Het geheugen wordt gewist en het bericht MEMORY CLEAR verschijnt als u de drie toetsen loslaat.
3. Verwijder de batterijen (zie "De batterijen vervangen") en druk zachtjes met een munt op de twee batterijcontacten in de rekenmachine. Doe de batterijen terug en zet de rekenmachine aan. U ziet de tekst MEMORY CLEAR.
4. Reageert de calculator nog steeds niet op de toetsaanslagen, druk dan een puntig voorwerp in het resetgaatje. Opgeslagen gegevens blijven gewoonlijk intact.



Werkt de rekenmachine nu nog niet goed, dan moet hij gerepareerd worden.

■ De rekenmachine reageert op toetsaanslagen, maar u vermoedt dat hij niet goed functioneert:

1. Voer de hierna beschreven test uit. Mislukt de test, dan moet de rekenmachine gerepareerd worden.
2. Lukt de test van de rekenmachine, dan hebt u het apparaat waarschijnlijk niet goed bediend. Lees de handleiding en vooral de "Antwoorden op veelgestelde vragen" (pagina A-1).
3. Raadpleeg de Ondersteuningsafdeling waarvan u het adres vindt op pagina A-9.

De zelftest

Als het scherm werkt, maar de rekenmachine niet goed lijkt te werken, voer dan de volgende zelftest uit.

1. Houd de toets **C** ingedrukt en druk tegelijk op **y^x**.
2. Druk een willekeurige toets acht keer ingedrukt en let op de getoonde patronen. Nadat u een toets acht keer hebt ingedrukt, toont de rekenmachine het auteursrecht © 2003 HP DEV CO. L. P. en daarna KBD 01.
3. Begin met **e^x** en druk van links naar rechts op ieder toets van de bovenste rij. Druk vervolgens van links naar rechts op iedere toets in de tweede rij, de derde rij en alle volgende rijen tot u iedere toets een keer ingedrukt hebt, totdat u gedrukt hebt op **+**. Druk daarna op volgorde de volgende toetsen in: **ENG** **↑** **MODES** **←** **→** **SOLVE** **↓** **DISPLAY**.

Drukt u de toetsen in de juiste volgorde in en functioneren ze goed, dan verschijnt de tekst KBD gevolgd door getallen van twee cijfers. (De rekenmachine telt de toetsen hexadecimaal.)

Drukt u in de verkeerde volgorde op een toets, of functioneert een toets niet goed, dan verschijnt er bij de volgende toets een foutmelding (zie stap 4).

4. De zelftest geeft een van de volgende twee resultaten:

De rekenmachine toont 33S-OK als de test geslaagd is. Ga naar stap 5.

De rekenmachine toont 33S-FAIL gevolgd door een cijfer als de test mislukt is. Als dat komt omdat u de toetsen in de verkeerde volgorde indrukte, reset de rekenmachine dan (houd **C** ingedrukt en druk op **LN**) en voer de zelftest opnieuw uit. Als u deze melding krijgt, hoewel u de toetsen in de juiste volgorde indrukte, herhaal de zelftest dan om dit zeker te weten. Mislukt de test dan opnieuw, dan moet de rekenmachine gerepareerd worden (zie pagina A-9). Verzendt u de rekenmachine voor reparatie, sluit dan een kopie van het FAIL-bericht bij.

5. Als u de zelftest wilt beëindigen, reset u de rekenmachine (houd **C** ingedrukt en druk op **LN**).

Door te drukken op **C** en **1/x** wordt er een continue zelftest gestart die in de fabriek wordt gebruikt. Deze test kunt u stoppen door op een willekeurige toets te drukken.

Garantie

HP 33s wetenschappelijke rekenmachine; garantieperiode: 12 maanden

1. HP garandeert u, klant en gebruiker, dat de hardware, onderdelen en toebehoren van HP vrij zijn van defecten aan materiaal en constructie vanaf de datum van aankoop en voor de hierboven vermelde duur. Ontvangt HP binnen de garantieperiode een bericht van een dergelijk defect, dan zal HP, naar keuze, het defecte product repareren of vervangen. Vervangingsonderdelen zullen nieuw of zo goed als nieuw zijn.
2. HP garandeert u dat de HP-software de programmeerinstrucies goed zal uitvoeren vanaf de datum van aankoop en voor de hierboven vermelde duur, mits correct geïnstalleerd en behandeld. Ontvangt HP binnen de garantieperiode een bericht van een dergelijk defect, dan zal HP de software vervangen die door dit defect de programmeerinstrucies niet goed uitvoert.
3. HP garandeert niet dat de werking van HP-producten foutloos en vrij van onderbrekingen is. Is HP niet in staat binnen een redelijke termijn een product te repareren of te vervangen, waarmee het weer binnen de garantievoorwaarden valt, dan heeft de koper, tegen teruggave van het product, recht op teruggave van de aankoopprijs.
4. HP-producten kunnen onderdelen bevatten die zo goed als nieuw functioneren of incidenteel gebruikt zijn geweest.
5. De garantie is niet van toepassing op defecten die voortvloeien uit (a) onjuist of onvoldoende onderhoud of kalibratie, (b) software, interfaces, onderdelen die niet door HP zijn geleverd, (c) onbevoegde wijziging of misbruik, (d) gebruik buiten de opgegeven omgevingscondities voor het product, of (e) ondeskundige voorbereiding of onderhoud.

6. HP GEEFT GEEN ANDERE UITDRUKKELIJKE GARANTIE, SCHRIFTELIJK NOCH MONDELING, VOORZOVER NIET VEREIST DOOR LOKALE WETGEVING. IEDERE IMPLICIETE GARANTIE VAN GESCHIKTHEID VOOR VERKOOP, BEVREDIGENDE KWALITEIT, GESCHIKTHEID VOOR EEN BEPAALD DOEL IS BEPERKT TOT DE UITDRUKKELIJKE HIERBOVEN BESCHREVEN GARANTIE. Sommige landen, staten en provincies staan een beperkte impliciete garantie niet toe, zodat de hierboven genoemde beperking voor u niet van toepassing hoeft te zijn. Deze garantie geeft u bepaalde wettelijke rechten en u zou nog meer rechten kunnen hebben die van land tot land, van staat tot staat of van provincie tot provincie verschillen.
7. BINNEN DE BEPERKINGEN DIE ZIJN TOEGESTAAN DOOR DE LOKALE WETGEVING, ZIJN ER GEEN GARANTIEMOGELIJKHEDEN, BEHALVE DE HIERBOVEN VERMELDE. BEHALVE VOOR DE HIERBOVEN VERMELDE GEVALLEN, ZIJN HP NOCH ZIJN WEDERVERKOPERS AANSPRAKELIJK VOOR VERLIES VAN GEGEVENS OF VOOR DIRECTE, SPECIALE, INCIDENTELE, CONSEQUENTIËLE EN ANDERE SCHADE, INCLUSIEF WINSTDERVING, VOLGENS DE VERMELDING IN HET CONTRACT OF ANDERSZINS. Sommige landen, staten en provincies staan de uitsluiting of beperking van incidentele of consequentiële schade niet toe, zodat de hierboven genoemde beperking voor u niet van toepassing hoeft te zijn.
8. De enige garanties voor HP-producten en -diensten staan vermeld in de uitdrukkelijke garantieverklaringen die bij die producten en diensten worden geleverd. Verder kan niets worden opgevat als een extra garantie. HP is niet verantwoordelijk voor technische fouten en schrijffouten in de documentatie.

VOOR CONSUMENTENTRANSACTIES IN AUSTRALIË EN NIEUW ZEELAND: DE GARANTIEVOORWAARDEN IN DIT DOCUMENT, VOORZOVER WETTELIJK TOEGESTAAN, BETEKENEN GEEN UITSLUITING, BEPERKING OF WIJZIGING EN ZIJN SLECHTS EEN UITBREIDING VAN DE VERPLICHTE STATUTAIRE RECHTEN DIE VAN TOEPASSING ZIJN OP DE VERKOOP VAN DIT PRODUCT AAN U.

REPARATIE

Europa

Land	Telefoonnummer
Austria	+43-1-3602771203
België	+32-2-7126219
Denemarken	+45-8-2332844
Oost-Europese landen	+420-5-41422523
Finland	+35-89640009
Frankrijk	+33-1-49939006
Duitsland	+49-69-95307103
Griekenland	+420-5-41422523
Nederland	+31-2-06545301
Italië	+39-02-75419782
Noorwegen	+47-63849309
Portugal	+351-229570200
Spanje	+34-915-642095
Zweden	+46-851992065
Zwitserland	+41-1-4395358 (Duits) +41-22-8278780 (Frans) +39-02-75419782 (Italiaans)
Tsjechië	+420-5-41422523
Verenigd Koninkrijk	+44-207-4580161
Turkije	+420-5-41422523
Zuidelijk Afrika	+27-11-2376200
Luxembourg	+32-2-7126219
Andere Europese landen	+420-5-41422523

Azië Oceanië

Land	Telefoonnummer
Australië	+61-3-9841-5211
Singapore	+61-3-9841-5211

L.Amerika

Land	Telefoonnummer
Argentinië	0-810-555-5520
Brazilië	Sao Paulo 3747-7799; ROTC 0-800-157751
Mexico	México City 5258-9922; ROTC 01-800-472-6684
Venezuela	0800-4746-8368
Chili	800-360999
Colombia	9-800-114726
Perú	0-800-10111
Centraal Amerika & Caraïbisch gebied	1-800-711-2884
Guatemala	1-800-999-5105
Puerto Rico	1-877-232-0589
Costa Rica	0-800-011-0524

N.Amerika

Land	Telefoonnummer
USA	1800-HP INVENT
Canada	(905)206-4663 of 800-HP INVENT

ROTC = Rest van het land

Ga naar <http://www.hp.com> voor de laatste informatie over onze service en ondersteuning.

Lokale voorschriften

Hier staat informatie over de manier waarop de wetenschappelijke rekenmachine HP 33s voldoet aan de voorschriften in bepaalde gebieden en landen. Iedere wijziging in de rekenmachine die niet uitdrukkelijk is toegestaan door Hewlett-Packard kan betekenen dat de gebruiker niet meer bevoegd is de 33s in deze gebieden te gebruiken.

USA

Deze rekenmachine genereert en gebruikt radiofrequente energie en kan zulke energie uitstralen. Dit kan storingen veroorzaken bij de ontvangst van radio- en televisieuitzendingen. De rekenmachine voldoet aan de eisen voor een digitaal apparaat van klasse B, volgens deel 15 van de FCC-voorschriften. Deze voorschriften zijn opgesteld om een redelijke bescherming te bieden tegen schadelijke storingen bij installatie in een woning. Er is echter geen garantie dat interferentie in een bepaalde installatie niet zal optreden. In het onwaarschijnlijke geval dat er storing optreedt bij de ontvangst van radio- of televisieuitzendingen (wat kan worden vastgesteld door de rekenmachine uit en aan te zetten), wordt de gebruiker geadviseerd een of meer van de volgende maatregelen te nemen:

- Verander de oriëntatie of locatie van de ontvangantenne.
- Verplaats de rekenmachine uit de buurt van de ontvanger.

Canada

Dit digitale apparaat van klasse B voldoet aan de Canadese norm ICES-003.

Cet appareil numérique de la classe B est conforme a la norme NMB-003 du Canada.

Japan

この装置は、情報処理装置等電波障害自主規制協議会 (VCCI) の基準に基づく第二情報技術装置です。この装置は、家庭環境で使用することを目的としていますが、この装置がラジオやテレビジョン受信機に近接して使用されると、受信障害を引き起こすことがあります。

取扱説明書に従って正しい取り扱いをしてください。

Ruisverklaring. Op de plaats van de gebruiker in normale situaties (per ISO 7779): $L_pA < 70\text{dB}$.

Verwijdering van afgedankte apparatuur door privé-gebruikers in de Europese Unie



Dit symbool op het product of de verpakking geeft aan dat dit product niet mag worden gedeponeerd bij het normale huishoudelijke afval. U bent zelf verantwoordelijk voor het inleveren van uw afgedankte apparatuur bij een inzamelingspunt voor het recyclen van oude elektrische en elektronische apparatuur. Door uw oude apparatuur apart aan

te bieden en te recyclen, kunnen natuurlijke bronnen worden behouden en kan het materiaal worden hergebruikt op een manier waarmee de volksgezondheid en het milieu worden beschermd. Neem contact op met uw gemeente, het afvalinzamelingsbedrijf of de winkel waar u het product hebt gekocht voor meer informatie over inzamelingspunten waar u oude apparatuur kunt aanbieden voor recycling.

Het gebruikersgeheugen en de stapel


Dit aanhangsel bespreekt

- Toekenning en vereisten van het gebruikersgeheugen,
- Hoe u de rekenmachine reset zonder het geheugen te wissen,
- Hoe u het volledige geheugen wist en de systeemstandaarden terugroept, en
- Welke bewerkingen de stapel optillen.

Het geheugen beheren





De HP 33s heeft 31KB gebruikersgeheugen dat beschikbaar is voor opgeslagen gegevens (variabelen, vergelijkingen of programmaregels). SOLVE, ∫FN, en statistische berekeningen hebben ook geheugen nodig. (de bewerking ∫FN neemt bijzonder veel geheugen in beslag.)

Al uw opgeslagen gegevens blijven behouden tot u ze uitdrukkelijk verwijdert. Het bericht MEMOR'Y FULL betekent dat er momenteel niet genoeg geheugen is voor de gevraagde bewerking. U moet dan wat geheugen vrijmaken. U kunt bijvoorbeeld:





- Vergelijkingen verwijderen (zie "Vergelijkingen bewerken en wissen" in hoofdstuk 6).
- Programma's verwijderen (zie "Een of meer programma's wissen" in hoofdstuk 12).
- Het hele geheugen wissen (druk op  CLEAR {ALL}).

Om te weten hoeveel geheugen er beschikbaar is, drukt u op  MEM. Het scherm geeft het aantal bytes weer.


Om de geheugenvereisten te zien van specifieke vergelijkingen in de vergelijkingenlijst:


1. Druk op  **EQN** om de vergelijkingenstand te openen. (EQN LIST TOP of de linkerkant van de huidige vergelijking wordt weergegeven.)
2. Schuif zonnodig door de vergelijkingenlijst (druk op  of ) tot u de gewenste vergelijking ziet.
3. Druk op  **SHOW** voor de controlesom (hexadecimaal) en de lengte (in bytes) van de vergelijking. Bijvoorbeeld, CK=382E LN=41.

Als u het totale geheugenverbruik van een specifiek programma wilt zien:

1. Druk op  **MEM** {PGM} om het eerste label in de programmalijst te tonen.
2. Blader door de programmalijst (met  of ) tot u de grootte van het gewenste programma ziet. Bijvoorbeeld, LBL F LN=57.
3. Eventueel: Druk op  **SHOW** om de controlesom (hexadecimaal) en lengte (in bytes) van het programma te zien. Bijvoorbeeld, CK=9CC9 LN=57 voor programma F.

Als u het geheugenverbruik van een vergelijking in een programma wilt zien:

1. Geef de programmaregel met de vergelijking weer.
2. Druk op  **SHOW** m de controlesom en lengte te zien. Bijvoorbeeld, CK=AB71 LN=15.

Om handmatig het geheugen vrij te maken dat voor een SOLVE of ∫FN is toegekend, terwijl die bewerking onderbroken is, drukt u op  **RTN**. Deze ruimte wordt automatisch vrijgegeven als u een programma of een andere SOLVE of ∫FN uitvoert.

De rekenmachine resetten

Reageert de rekenmachine niet op toetsaanslagen of gedraagt hij zich vreemd, probeer hem dan te resetten. Hiermee stopt u de huidige berekening en annuleert u de programma-invoer, cijferinvoer, een lopend programma, een SOLVE-berekening. Een \int FN-berekening, een VIEW-weergave, of een INPUT-weergave. Opgeslagen gegevens blijven gewoonlijk intact.

Om de rekenmachine te resetten, houd u de toets **C** ingedrukt en drukt u **LN**. Lukt het resetten niet, plaats dan nieuwe batterijen. Lukt reset dan nog niet, of functioneert hij niet goed, maak dan het geheugen leeg met de speciale procedure hieronder.

Reageert de calculator nog steeds niet op de toetsaanslagen, druk dan een puntig voorwerp in het resetgatje.

De rekenmachine kan zichzelf resetten als hij valt of als de voeding tijdelijk onderbroken wordt.

Geheugen wissen

De gebruikelijke manier om het gebruikersgeheugen te wissen is met **↵** **CLEAR** {**FLL**}. Er is echter een krachtigere methode die ook extra informatie reset en die handig is als het toetsenbord niet goed functioneert.

Reageert de rekenmachine niet op toetsaanslagen, en werkt een reset of het vervangen van de batterijen ook niet, probeer dan de volgende MEMORY CLEAR procedure om het geheugen te wissen. Hiermee maakt u het hele geheugen leeg, reset u de rekenmachine en herstelt u alle standaardinstellingen (zie hieronder):

1. Houd de toets **C** ingedrukt.
2. Houd de toets **e^x** ingedrukt.
3. Druk op **Σ+**. (Er zijn nu drie toetsen tegelijkertijd ingedrukt). Laat u de drie toetsen los, dan verschijnt MEMORY CLEAR in geval de bewerking succesvol was.

Categorie	Alles wissen	Geheugen wissen (standaard)
Hoek	Onveranderd	Graden
Talstelsel	Onveranderd	Decimaal
Contrastinstelling	Onveranderd	Middel
Decimaalteken	Onveranderd	", , "
Noemer (\sqrt{c} value)	Onveranderd	4095
Weergave	Onveranderd	FIX 4
Flags	Onveranderd	Gewist
Weergave van breuken	Onveranderd	Uit
Seed voor willekeurige getallen	Onveranderd	Nul
Vergelijkingenwijzer	EQN LIST TOP	EQN LIST TOP
Vergelijkingenlijst	Gewist	Gewist
FN = label	Nul	Nul
Programmawijzer	PRGM TOP	PRGM TOP
Programmageheugen	Gewist	Gewist
Stapel optillen	Ingeschakeld	Ingeschakeld
Stapelregisters	Gewist, nul	Gewist, nul
Variabelen	Gewist, nul	Gewist, nul

Het geheugen kan onbedoeld gewist worden als de rekenmachine valt of als de voeding onderbroken wordt.

De toestand van het optillen van de stapel

De vier stapelregisters zijn altijd aanwezig en de stapel heeft altijd een optiltoestand. Dat wil zeggen dat het optillen van de stapel wordt in- of uitgeschakeld als het volgende getal in het X-register wordt gezet (Zie hoofdstuk 2, "De automatische geheugenstapel.")

Alle functies, behalve de functies in de volgende twee lijsten, schakelen het optillen van de stapel in.

Uitschakelende bewerkingen

De vier bewerkingen ENTER, $\Sigma+$, $\Sigma-$ en CLx schakelen het optillen uit. Een getal dat wordt ingevoerd na een van deze bewerkingen overschrijft de inhoud van het X-register. Het Y-, Z- en T-register verandert niet.

Verder, als **C** en **←** zich gedragen als CLx, dan schakelen ze ook het optillen uit.

De INPUT-functie schakelt het optillen uit als hij een programma onderbreekt voor invoer (een ingevoerd getal overschrijft dus het X-register), maar het optillen wordt weer ingeschakeld als het programma verder gaat.

Neutrale bewerkingen

De volgende bewerkingen hebben geen invloed op het optillen van de stapel:

DEG, RAD, GRAD	FIX, SCI, ENG, ALL	DEC, HEX, OCT, BIN	CLVARS
PSE OFF	SHOW R/S en STOP	RADIX . RADIX , ↑ en ↓	CL Σ C * en ← *
MEM {VAR}**	MEM {PGM}**	GTO . • •	GTO . • label nnnn
EQN	FDISP	fouten	PRGM en programmainvoer
Binaire vensters schuiven	Cijferinvoer		
* behalve indien gebruikt als CLx.			
** Inclusief alle bewerkingen die worden uitgevoerd als de catalogus wordt weergegeven, behalve {VAR} ENTER en {PGM} XEQ , die het optillen inschakelen.			

De toestand van het register LAST X

De volgende bewerkingen slaan x op in het LAST -X register:

+, -, ×, ÷	\sqrt{x} , x^2 , $\sqrt[3]{x}$, x^3	e^x , 10^x
LN, LOG	y^x , $\sqrt[y]{y}$	1/x, INT÷, Rmdr
SIN, COS, TAN	ASIN, ACOS, ATAN	
SINH, COSH, TANH	ASINH, ACOSH, ATANH	IP, FP, SGN, INTG, RND, ABS
%, %CHG	$\Sigma+$, $\Sigma-$	RCL+, -, ×, ÷
$y, x \rightarrow \theta, r$	\rightarrow HR, \rightarrow HMS	\rightarrow DEG, \rightarrow RAD
$\theta, r \rightarrow y, x$		
nCr	x!	CMPLX +/-
nPr		
CMPLX +, -, ×, ÷	CMPLX e^x , LN, y^x , 1/x	CMPLX SIN, COS, TAN
\rightarrow kg, \rightarrow lb	\rightarrow °C, \rightarrow °F	\rightarrow cm, \rightarrow in
\rightarrow l, \rightarrow gal		

De bewerking /c heeft geen invloed op LAST X.


Met terugroepen-en-rekenen x **[RCL]** **[+]** *variabele* wordt een andere waarde in LAST X opgeslagen dan met x **[RCL]** *variabele* **[+]**. De eerste bewerking slaat x op in LAST X; de tweede slaat het opgeroepen getal op in LAST X.

ALG: Samenvatting

Informatie over ALG

Dit aanhangsel geeft een samenvatting van enkele mogelijkheden die uniek zijn voor ALG, waaronder:

- Rekenen met twee getallen
- Kettingberekeningen
- De stapel bekijken
- Coördinatenconversies
- Bewerkingen met complexe getallen
- Een vergelijking integreren
- Rekenen met talstelsels 2, 8 en 16
- Statistische gegevens met twee variabelen invoeren

Drukt u op  **ALG** om de rekenmachine in de ALG-stand te zetten. Staat de rekenmachine in de ALG-stand, dan ziet u de ALG-annunciator.

In de ALG-stand worden bewerkingen met de volgende prioriteit uitgevoerd:

1. Bewerkingen tussen haakjes
2. Functies die een waarde nodig hebben voordat er op de functietoets wordt gedrukt, zoals COS, SIN, TAN, ACOS, ASIN, ATAN, LOG, LN, x^2 , $1/x$, \sqrt{x} , π , $\sqrt[3]{x}$, $x!$, %, CMPLX, RND, RAND, IP, FP, INTG, SGN, ABS, e^x , 10^x , en eenheidsconversie
3. $\sqrt[x]{y}$ en y^x
4. nPr, nCr, %CHG.
5. \times , \div , INT \div , Rmdr.
6. +, -.

Rekenen met twee getallen in ALG

Deze bespreking van berekeningen met ALG vervangt de volgende delen, die door de ALG-stand worden beïnvloed. Functies van één getal- (zoals \sqrt{x}) werken in ALG en RPN identiek.

Berekeningen met twee getallen zijn verschillend in ALG:

- Eenvoudig rekenen.
- Machtfuncties (y^x , $\sqrt[y]{x}$)
- Percentageberekeningen ($\%$ of $\%$ CHG)
- Permutaties en combinaties (nCr , nPr)
- Quotiënt en rest bij deling ($INT\div$, $RmDr$)

Eenvoudig rekenen

Hier zijn een paar voorbeelden van eenvoudig rekenen. Let op het volgende

In de stand ALG geeft u eerst het eerste getal op, gevolgd door de operator ($+$, $-$, \times , \div), het tweede getal en tenslotte de toets ENTER .

Om dit te berekenen:	Drukt u op:	Weergave:
12 + 3	12 $+$ 3 ENTER	12+3= 15,0000
12 - 3	12 $-$ 3 ENTER	12-3= 9,0000
12 \times 3	12 \times 3 ENTER	12 \times 3= 36,0000
12 \div 3	12 \div 3 ENTER	12 \div 3= 4,0000

Machtfuncties

In de stand ALG berekent u y in de macht x met y y^x x, gevolgd door ENTER .

Om dit te berekenen:	Drukt u op:	Weergave:
12^3	12 y^x 3 ENTER	$12^3=$ 1,728,0000
$64^{1/3}$ (derdemachts wortel)	3 \sqrt{y} 64 ENTER	$3 \times \sqrt{64}=$ 4,000

Percentageberekeningen

De procentfunctie. De toets $\%$ deelt een getal door 100. Gecombineerd met $+$ of $-$ kunt u er percentages mee optellen en aftrekken.

Om dit te berekenen:	Drukt u op:	Weergave:
27% van 200	200 \times 27 $\%$ ENTER	$200 \times 27\%=$ 54,0000
200 minus 27%	200 $-$ 27 $\%$ ENTER	$200 - 27\%=$ 146,0000
12% meer dan 25	25 $+$ 12 $\%$ ENTER	$25 + 12\%=$ 28,0000

Om dit te berekenen	Drukt u op:
x% of y	$y \times x \%$ ENTER
Procentuele verandering van y naar x. ($y \neq 0$)	$y \%$ CHG $x \%$ ENTER

Vergelijk de toetsaanlagen in RPN en ALG:

	RPN	ALG
27% van 200	200 ENTER 27 $\%$	200 \times 27 $\%$ ENTER
200 minus 27%	200 ENTER 27 $\%$ $-$	200 $-$ 27 $\%$ ENTER

Voorbeeld:

Stel dat een artikel van €15,76 vorig jaar nog €16,12 kostte. Wat is de procentuele verandering in de prijs van vorig jaar?

Toetsen:

16,12 $\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\%CHG}$
15,76 \boxed{ENTER}

Weergave:

16,12%CHG15,76=
-2,2333

Omschrijving:

Dit jaar is de prijs ongeveer
2,2% lager dan vorig jaart.

Permutaties en combinaties

Voorbeeld: Combinaties van personen.

Een bedrijf heeft 14 vrouwen en 10 mannen in dienst. Er wordt een comité gevormd van zes personen. Op hoeveel manieren kan dat?

Invoer:

24 $\boxed{\leftarrow}$ \boxed{nCr} 6
 \boxed{ENTER}

Weergave:

24nCr6=
134.596.0000

Uitleg:

Totaal aantal mogelijke
combinaties.

Quotiënt en rest bij deling

U kunt $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{INT\div}$ en $\boxed{\rightarrow}$ \boxed{Rmdr} gebruiken om het quotiënt of de rest te bepalen als er twee gehele getallen worden gedeeld.

Integer 1 $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{INT\div}$ Integer 2.

Integer 1 $\boxed{\rightarrow}$ \boxed{Rmdr} Integer 2.

Voorbeeld:

Hoeveel is $58 \div 9$, en wat is de rest?

Invoer:

58 $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{INT\div}$ 9 \boxed{ENTER}

Weergave:

58INT÷9=
6,0000

Uitleg:

Geeft het quotiënt weer.

58 $\boxed{\rightarrow}$ \boxed{Rmdr} 9 \boxed{ENTER}

58RMDR9=
4,0000

Geeft de rest weer.

Berekeningen met haakjes

In de stand ALG kunt u haakjes gebruiken tot maximaal 13 niveaus. Bijvoorbeeld, u wilt dit berekenen:

$$\frac{30}{85-12} \times 9$$

Voert u in 30 \div 85 $-$, dan berekent de rekenmachine het tussenresultaat, 0,3529. Dat is niet wat u wilt. De deling moet worden uitgesteld tot u 85-12 hebt berekend, en daarvoor gebruikt u haakjes:

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
30 \div $\left[\right]$ 85 $-$	30÷(85- 85,0000	Er wordt niet gerekend.
12 $\left[\right]$ $\left[\right]$	30÷(85-12) 73,0000	Berekent 85 - 12.
\times 9	30÷(85-12)× 9_	Berekent 30/73.
$\left[\text{ENTER} \right]$	30÷(85-12)×9= 3,6986	Berekent 30/(85 - 12) × 9.

Voor een linker haakje kunt u het vermenigvuldigsteken (\times) weglaten. Impliciete vermenigvuldig is in de vergelijkingstand niet beschikbaar. Bijvoorbeeld, de expressie $2 \times (5 - 4)$ kan worden ingevoerd als 2 $\left[\right]$ 5 $-$ 4 $\left[\right]$, zonder dat u op \times drukt tussen de 2 en het linker haakje.

Kettingberekeningen

Voor een kettingberekening hoeft u niet na iedere bewerking op $\left[\text{ENTER} \right]$ te drukken, maar alleen aan het einde.

Bij voorbeeld, om $\frac{750 \times 12}{360}$ te berekenen, voert u in:

750 \times 12 ENTER \div 360 ENTER

of

750 \times 12 \div 360 ENTER

In het tweede geval werkt de toets \div als ENTER door het resultaat te tonen van

750×12 .

Hier is een langere kettingberekening: $\frac{456 - 75}{18.5} \times \frac{68}{1.9}$

Deze berekening kunt u schrijven als: 456 $-$ 75 ENTER \div 18,5 \times 68 \div 1,9 ENTER . Let op wat er in het scherm gebeurt terwijl u dit invoert:

Invoer:

Weergave:

456 $-$ 75 ENTER

456-75=

381,0000

\div 18,5 \times

381÷18,5×

20,5946

68 \div

381÷18,5×68÷

1.400,4324

1,9 ENTER

381÷18,5×68÷1,9=

737,0697

De stapel bekijken

De toets $\text{R}\uparrow$ of $\text{R}\rightarrow$ $\text{R}\uparrow$ toont een menu op het scherm— registers X1, X2, X3, X4, waarmee u de volledige inhoud van de stapel kunt bekijken. Het verschil tussen $\text{R}\uparrow$ en $\text{R}\rightarrow$ $\text{R}\uparrow$ is de locatie van de onderstreping in het scherm. Met $\text{R}\rightarrow$ $\text{R}\uparrow$ komt de onderstreping in register X4 en met $\text{R}\uparrow$ in register X2.

Met $\text{R}\uparrow$ verschijnt het volgende menu:







X1 X2 X3 X4


waarde

Met   verschijnt het volgende menu:

X1 X2 X3 X4








waarde

U kunt drukken op  of  (of  en   ) om de hele inhoud van de stapel te bekijken en op te roepen.

Bij normaal bedrijf in de ALG-stand is de inhoud van de stapel echter anders dan in RPN-stand (Drukt u op , dan wordt het resultaat namelijk niet in X1, X2 enz geplaatst) *Alleen na het evalueren van een vergelijking, programma of integrerende vergelijking*, is de inhoud van de vier registers dezelfde als in de RPN-stand.






Coördinatenconversies

Converteren tussen rechthoekige en polaire coördinaten:

1. Geef de coördinaten (in rechthoekige of polaire vorm) op die u wilt converteren. Werkt u met ALG, dan is de volgorde y  x of θ  r .
2. Voer de gewenste conversie uit: druk op   (van rechthoekig naar polair) of   (van polair naar rechthoekig). De geconverteerde coördinaten komen in het X- en Y-register.
3. Het scherm (het X-register) toont r (polair resultaat) of x (rechthoekig resultaat). Druk op  om θ of y te zien.

Voorbeeld:

Als $x = 5$, $y = 30$, wat zijn dan r , θ ?

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
 {DEG}		Stelt graden in.
30  5  	30,5→θ,r r=30,4138	Berekent hypotenusa (r).
	30,5→θ,r θ=80,5377	Toont θ .

Als $r = 25$, $\theta = 56$, wat zijn dan x , y ?

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
MODES {DEG}		Stelt graden in.
56 $\leftrightarrow y,x$ 25 $\rightarrow y,x$ $\leftrightarrow y,x$	56,25 $\rightarrow y,x$ X=13,9798	Berekent x.
\downarrow	56,25 $\rightarrow y,x$ Y=20,7259	Toont y.

Wilt u een coördinatenconversie uitvoeren als deel van een kettingberekening, gebruik dan haakjes om de juiste volgorde van de bewerkingen te forceren.

Voorbeeld:

Als $r = 4,5$, $\theta = \frac{2}{3}\pi$, wat zijn dan x , y ?

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
MODES {RAD}		De radialenstand opgeven.
$\rightarrow y,x$ () 2 \div 3	(2 \div 3 $\times\pi$)	Gebruik haakjes om de juiste volgorde van de bewerkingen te forceren.
\times $\rightarrow y,x$ π $\rightarrow y,x$ ()	2,0944	Berekent x.
$\leftrightarrow y,x$ 4,5 $\rightarrow y,x$ $\leftrightarrow y,x$	2,09439510239,4, X=-2,2500	Toont y.
\downarrow	2,09439510239,4, Y=3,8971	

Een vergelijking integreren



1. Voer een vergelijking in (zie "Vergelijkingen aan de lijst van vergelijkingen toevoegen" in hoofdstuk 6) en verlaat de vergelijkingenstand.
2. Geef de integratiegrenzen op: Voer eerst de *ondergrens* in en druk op $\leftrightarrow y,x$, voer daarna de *bovengrens* in.

3. Toon de vergelijking: Druk op   en loop zonodig door de vergelijkingenlijst (met  of ) tot de gewenste vergelijking getoond is.
4. Selecteer de variabele waarnaar geïntegreerd moet worden: Druk op   *variabele*. De berekening wordt nu gestart.

Bewerkingen met complexe getallen



Een complex getal invoeren :

$$x + iy.$$



1. Typ het reële deel x in, gevolgd door de functietoets.
2. Type het imaginaire deel y in en druk daarna op  .

Bijvoorbeeld, voor $2 + i4$, drukt u op 2  4  .


Het resultaat van complexe bewerkingen bekijken :

Nadat u een complex getal hebt ingevoerd, drukt u op  voor de berekening. Het reële deel van het resultaat verschijnt. Druk op  voor het imaginaire deel.

Complexe bewerkingen

Gebruik de complexe bewerkingen op dezelfde manier als reële bewerkingen, maar zet   achter het imaginaire deel.

Een bewerking met één complex getal:

1. Geef het complexe getal z op. (Gebruik haakjes voor z als het reële deel bestaat).
2. Selecteer de complexe functie.
3. Druk op  voor de berekening.

Een bewerking met twee complexe getallen:




1. Geef het eerste complexe getal, z_1 , op. (Gebruik haakjes voor z als het reële deel bestaat).

2. Selecteer de wiskundige bewerking.
3. Geef het eerste complexe getal, z_2 , op. (Gebruik haakjes voor z als het reële deel bestaat).
4. Druk op **[ENTER]** voor de berekening.

Hier zijn een paar voorbeelden met complexe getallen:

Voorbeelden:

Evalueer $\sin(2 + 3i)$

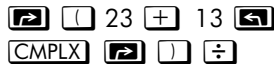
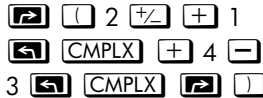


Invoer:	Weergave:	Uitleg:
	$(2 + 3i)$ RE=2.0000 SIN(2+3i) RE=9.1545 SIN(2+3i) IM=-4.1689	
		
		Resultaat is 9,1545 - i 4,1689

Voorbeelden:

Evalueer de expressie

$$z_1 \div (z_2 + z_3),$$

waarin $z_1 = 23 + i 13$, $z_2 = -2 + i$ $z_3 = 4 - i 3$

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
		Reële deel van resultaat.
		
	$(23 + 13i) \div (-2 + 1i)$ RE=2.5000 $(23 + 13i) \div (-2 + 1i)$	Resultaat is
		

IM=9.0000

2,5000 + i 9,0000

Voorbeelden:

Evalueer $(4 - i 2/5)(3 - i 2/3)$

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
(4 - . 2 . 5 [CPLX]) (3 - . 2 . 3 [CPLX]) [ENTER]	$(4 - 0.2/5i) \times (3 -$ RE=11.7333 $(4 - 0.2/5i) \times (3 -$ IM=-3.8667	Reële deel van resultaat. Resultaat is 11,7333 - i 3,8667

Rekenen met grondtal 2, 8 en 16

In de stand ALG, past de expressie in de eerste regel niet op het scherm, dan verschijnen er drie puntjes (· · ·) aan de rechterkant, wat aangeeft dat de expressie te lang is voor weergave.

Hier zijn een paar voorbeelden van rekenen met hexadecimale, octale en binaire getallen:

Voorbeeld:

	$12F_{16} + E9A_{16} = ?$	
Invoer:	Weergave:	Uitleg:
[BASE] {HEX}		Kiest hexadecimaal; de annunciator HEX verschijnt.
12F [+] E9A [ENTER]	h12F+E9A= FC9	Resultaat.
	$7760_8 - 4326_8 = ?$	
[BASE] {OCT}	h12F+E9A= 7711	Kiest octaal; de annunciator OCT verschijnt.

7760 $\boxed{\ominus}$ 4326 $\boxed{\text{ENTER}}$ $07760-04326=$ 3432 Converteert weergegeven
getal naar octaal.

$$100_8 \div 5_8 = ?$$

100 $\boxed{\div}$ 5 $\boxed{\text{ENTER}}$ $0100 \div 05 =$ 14 Geheel deel van het
resultaat.

$$5A0_{16} + 1001100_2 = ?$$

$\boxed{\text{BASE}}$ {HEX} 5A0 Kiest hexadecimaal; de
 $\boxed{+}$ h5A0+ annunciator **HEX**
5A0 verschijnt.

$\boxed{\text{BASE}}$ {BIN} Kiest binair; de
10011000 h5A0+ annunciator **BIN**
10011000_ verschijnt.

$\boxed{\text{ENTER}}$ h5A0+b1001100... Resultaat in binair.
11000111000

$\boxed{\text{BASE}}$ {HEX} h5A0+b1001100... Resultaat in
638 hexadecimaal.

$\boxed{\text{BASE}}$ {DEC} h5A0+b10011000 Herstelt decimaal.
1.592.0000

Statistische gegevens met twee variabelen opgeven

Denk eraan dat u met ALG een paar van (x, y) in de *omgekeerde volgorde* ($\boxed{x \leftrightarrow y}$ x) moet invoeren, zodat y in het Y-register komt en X in het X-register.

1. Druk op $\boxed{\text{CLEAR}}$ $\{\Sigma\}$ om de statistische registers te wissen.
2. Geef *eerst* de y -waarde op en druk op $\boxed{x \leftrightarrow y}$.
3. Geef de corresponderende x -waarde op en druk op $\boxed{\Sigma+}$.
4. Het scherm toont n , het aantal statistische gegevensparen dat u hebt ingevoerd.
5. Ga door met het invoeren van x, y -paren. n wordt steeds bijgewerkt.

Voorbeeld:

Voer de x , y -waarden links in, en maak de correcties rechts:

Aanvankelijke x , y	Gecorrigeerde x , y
20, 4	20, 5
400, 6	40, 6

Invoer:

CLEAR $\{\Sigma\}$

4 $x \leftrightarrow y$ 20 $\Sigma+$

6 $x \leftrightarrow y$ 400 $\Sigma+$

LASTx

$\Sigma-$

6 $x \leftrightarrow y$ 40 $\Sigma+$

4 $x \leftrightarrow y$ 20 $\Sigma-$

5 $x \leftrightarrow y$ 20 $\Sigma+$

Weergave:

20,4

$n=1,0000$

400,6

$n=2,0000$

LASTx

400,0000

400,6

$n=1,0000$

40,6

$n=2,0000$

20,4

$n=1,0000$

20,5

$n=2,0000$

Uitleg:

Wist de statistische registers .

Geeft het eerste paar op.

Het scherm toont n , het aantal ingevoerde paren.

Haalt de laatste x -waarde terug. De laatste y is nog in het Y -register.

Verwijdert het laatste paar.

Geeft het laatste paar opnieuw op.

Verwijdert het eerste paar.

Geeft het eerste paar opnieuw op. Er staan nog steeds twee paren in de statistische registers.

Meer over het oplossen met SOLVE

Dit aanhangsel geeft informatie over de SOLVE-bewerking. Het is een uitbreiding van hoofdstuk 7.

Hoe SOLVE een wortel vindt

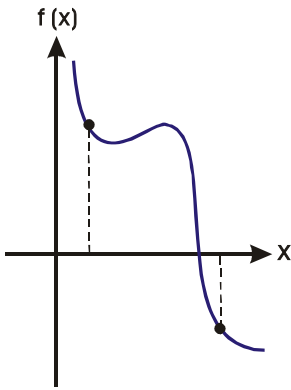
SOLVE probeert eerst de vergelijking direct voor de onbekende variabele op te lossen. Lukt dat niet, dan doet SOLVE het met een iteratieve (herhaalde) procedure. De *iteratieve* bewerking voert de vergelijking meermalen uit. De teruggegeven waarde is een functie $f(x)$ van de onbekende variabele x . ($f(x)$ is een wiskundige notatie voor een functie die gedefinieerd is in termen van de onbekende variabele x .) SOLVE start met een schatting voor de onbekende variabele x , en verfijnt die schatting met iedere volgende executie van de functie $f(x)$.

Hebben twee opeenvolgende evaluaties van de functie $f(x)$ een tegengesteld teken, dan veronderstelt SOLVE dat de functie $f(x)$ daartussen minstens een keer de x -as kruist. Het interval wordt verder vernauwd tot er een wortel wordt gevonden.

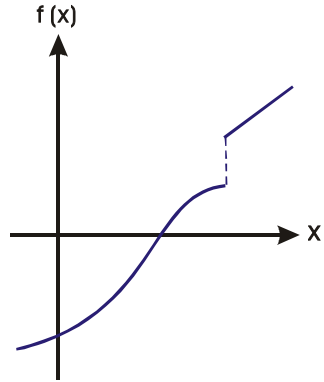
Om met SOLVE een wortel te kunnen vinden, is het wel nodig dat de wortel bestaat binnen het bereik van de rekenmachine, en de functie moet wiskundig gedefinieerd zijn op de plaats waar iteratief wordt gezocht. SOLVE vindt altijd een wortel, mits die bestaat (binnen de grenzen van overflow), als er aan een of meer van de volgende condities is voldaan:

- Twee schattingen geven functiewaarden $f(x)$ met een tegengesteld teken, en de functie kruist de x -as op minstens een plaats tussen die schattingen (afbeelding a, hieronder).

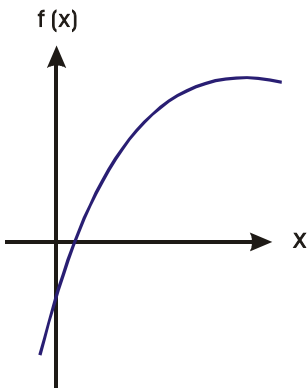
- $f(x)$ is monotoon: de functiewaarde stijgt of daalt altijd als x stijgt (afbeelding b, hieronder).
- De grafiek van $f(x)$ is overal concaaf of overal convex (afbeelding c, hieronder).
- Als $f(x)$ een of meer lokale minima of maxima heeft, bevindt ieder zich tussen twee opeenvolgende wortels van $f(x)$ (afbeelding d, hieronder).



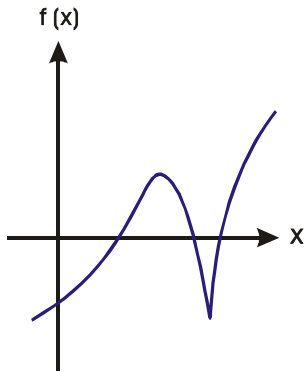
a



b



c



d

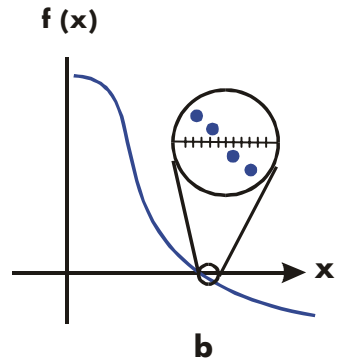
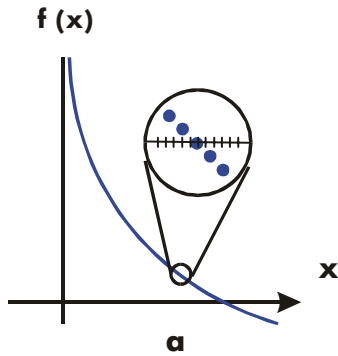
Functies waarvan de wortel gevonden kan worden

In de meeste situaties is de berekende wortel een nauwkeurige schatting van de theoretische, oneindig nauwkeurige wortel van de vergelijking. Een "ideale" oplossing is een oplossing waarbij $f(x) = 0$. Een zeer kleine waarde van $f(x)$ is vaak acceptabel omdat die kan voortvloeien uit de benadering met een precisie van 12 cijfers.

Resultaten interpreteren

De SOLVE-bewerking geeft een oplossing onder één van de volgende voorwaarden:

- Indien er een schatting wordt gevonden waarvoor $f(x)$ gelijk is aan nul. (Zie afbeelding a, hieronder.)
- Indien er een schatting wordt gevonden waarvoor $f(x)$ niet gelijk is aan nul, maar de berekende wortel een getal is van 12 cijfers nabij het punt waar de grafiek van de functie de x -as kruist (zie afbeelding b, hieronder). Dat is het geval als de twee schattingen buren zijn (d.w.z. ze verschillen 1 in het twaalfde cijfer) en de functiewaarde positief is voor de ene schatting en negatief voor de andere. Of ze zijn $(0, 10^{-499})$ of $(0, -10^{-499})$. In de meeste gevallen zal $f(x)$ relatief dicht bij nul zijn.



Geval waarin een wortel gevonden is

- ✓ Voor extra informatie over het resultaat, drukt u op **[R]** om de vorige schatting van de wortel te zien, die zich nog in het Y-register bevindt. Druk opnieuw op **[R]** om de waarde van $f(x)$ te zien, die zich in het Z-register bevindt. Is $f(x)$ gelijk aan nul of relatief klein, dan is het waarschijnlijk dat er een oplossing is gevonden. Is $f(x)$ relatief groot, wees dan voorzichtig bij het interpreteren van de resultaten.

Voorbeeld: Een vergelijking met één wortel.

Bepaal de wortel van de vergelijking:

$$-2x^3 + 4x^2 - 6x + 8 = 0$$

Voer de vergelijking in als een expressie:

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
\rightarrow EQN		Selecteert de vergelijkingenstand.
2 $\frac{\square}{\square}$ \times		Voert de vergelijking in.
RCL X y^x 3		
+ 4 \times		
RCL X y^x 2		
- 6 \times RCL X		
+ 8 ENTER	$-2 \times X^3 + 4 \times X^2 - 6 \times$	
\rightarrow SHOW	CK=B9AD LN=18	Controlesom en lengte.
C		Beëindigt vergelijkingenstand.

Los nu de vergelijking op om de wortel te vinden:

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
0 STO X 10	10_	Beginwaarden voor de wortel.
\rightarrow EQN	$-2 \times X^3 + 4 \times X^2 - 6 \times$	Selecteert de vergelijkingenstand; geeft het linkerdeel van de vergelijking weer.
SOLVE X	SOLVING X= 1.6506	Lost X op; geeft het resultaat weer.
✓ \uparrow	1.6506	Laatste twee schattingen zijn hetzelfde in vier decimalen.
✓ \uparrow	$-4.0000E-11$	$f(x)$ is zeer klein, dus de benadering is een goede wortel.

Voorbeeld: Een vergelijking met twee wortels.

Bepaal de twee wortels van de parabolische vergelijking:

$$x^2 + x - 6 = 0.$$

Voer de vergelijking in als een expressie:

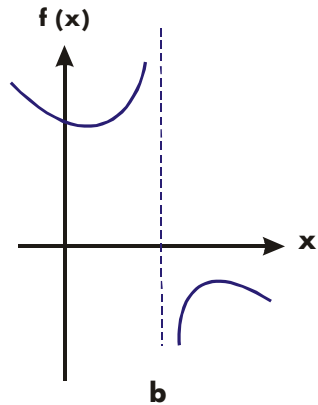
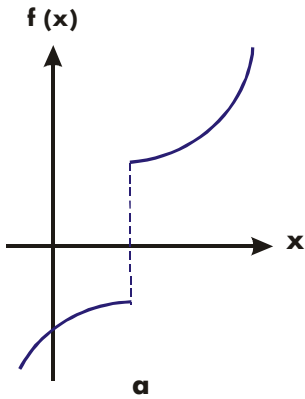
Invoer:	Weergave:	Uitleg:
EQN		Selecteert de vergelijkingenstand
RCL X y^x 2 + RCL		Voert de vergelijking in.
X $\frac{\square}{\square}$ 6 ENTER	X^2+X-6	
SHOW	CK=3971	Controlesom en lengte.
	LN=7	
C		Beëindigt vergelijkingenstand.

Los nu de vergelijking op om de positieve en negatieve wortel te vinden:

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
0 STO X 10	10_	Beginwaarden voor de positieve wortel.
EQN	X^2+X-6	Selecteert de vergelijkingenstand; geeft van de vergelijking weer.
SOLVE X	SOLVING	Berekent de positieve wortel met beginwaarden 0 en 10.
	X=	
	2,0000	
R \downarrow	2,0000	Laatste twee schattingen zijn hetzelfde.
R \downarrow SHOW	0,000000000000	$f(x) = 0$.
0 STO X 10 $\frac{\square}{\square}$	-10_	Beginwaarden voor de negatieve wortel.
EQN	X^2+X-6	Toont weer de vergelijking.
SOLVE X	SOLVING	Berekent de negatieve wortel met beginwaarden 0 an -10.
	X=	
	-3,0000	
R \downarrow R \downarrow SHOW	0,000000000000	$f(x) = 0$.

Bij sommige gevallen is nog wat denkwerk nodig:

- Heeft de grafiek van de functie een discontinuïteit die de x -as kruist, dan geeft SOLVE een waarde vlak naast de discontinuïteit (zie afbeelding a, hieronder). In dat geval kan $f(x)$ relatief groot zijn.
- Waarden van $f(x)$ kunnen naderen tot oneindig op de plaats waar het teken van de functie verandert (zie afbeelding b, hieronder). Deze situatie heet een *paal*. Doordat SOLVE vaststelt dat het teken verandert tussen twee opeenvolgende waarden van x , veronderstelt hij dat zich hier een wortel bevindt. De waarde van $f(x)$ is echter relatief hoog. Bevindt de paal zich bij een waarde die precies met 12 cijfers gerepresenteerd kan worden, dan zal de berekening bij die waarde vastlopen met een foutmelding.



Speciaal geval: een discontinuïteit en een paal

Voorbeeld: Discontinue functie.

Bepaal de wortel van de vergelijking:

$$IP(x) = 1,5$$

Voer de vergelijking in:

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
EQN		Selecteert de vergelijkingenstand.
IP RCL X		Voert de vergelijking in.
] = 1,5		
ENTER	IP(X)=1,5	
SHOW	CK=02C1 LN=9	Controlesom en lengte.
C		Beëindigt vergelijkingenstand.

Nu oplossen om de wortel te vinden:

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
0 STO X		Uw beginwaarden voor de wortel.
5	5_	
EQN	IP(X)=1,5	Selecteert de vergelijkingenstand; geeft van de vergelijking weer.
SOLVE X	SOLVING X= 2,0000	Zoekt een wortel met beginwaarden 0 en 5.
SHOW	1,99999999999	Geeft de wortel met 11 decimalen weer.
✓ R SHOW	2,00000000000	De vorige schatting is iets groter.
✓ R	-0,5000	$f(x)$ is tamelijk groot.

Let op het verschil tussen de laatste twee schattingen, en op de hoge waarde van $f(x)$. Het probleem is dat er geen waarde van x is waarbij $f(x) = 0$. Bij $x = 1,99999999999$ is er echter een waarde in de directe omgeving x waarbij de functiewaarde het omgekeerde teken heeft.

Voorbeeld:

Bepaal de wortel van de vergelijking

$$\frac{x}{x^2 - 6} - 1 = 0$$

Nader x tot $\sqrt{6}$, dan wordt $f(x)$ een zeer groot positief of negatief getal.

Voer de vergelijking in als een expressie.

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
EQN		Selecteert de vergelijkingenstand.
RCL X \div		Voert de vergelijking in.
() RCL X		
y^x 2 $-$ 6		
) $-$ 1		
ENTER	X:(X^2-6)-1	
SHOW	CK=7358 LN=11	Controlesom en lengte.
C		Beëindigt vergelijkingenstand.

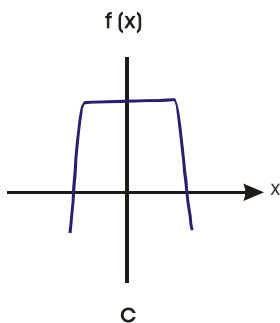
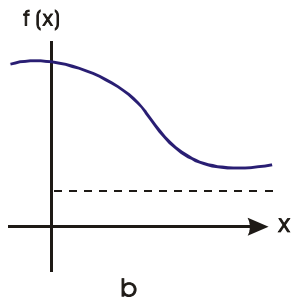
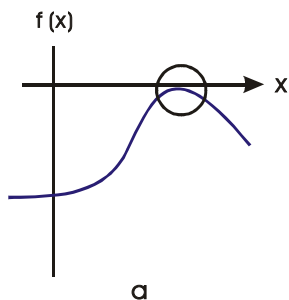
Nu oplossen om de wortel te vinden.

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
2,3 X		Uw beginwaarden voor de wortel.
2,7	2,7_	
EQN	X:(X^2-6)-1	Selecteert de vergelijkingenstand; geeft van de vergelijking weer.
X	NO ROOT FND	Geen wortel gevonden voor $f(x)$.
	81.649.658.092,0	$f(x)$ is relatief groot.

Als SOLVE geen wortel kan vinden

Soms kan SOLVE geen wortel vinden. De volgende condities resulteren in de melding NO ROOT FND:

- De zoektocht eindigt bij een lokaal minimum of maximum (zie afbeelding a, hieronder). Is de eindwaarde van $f(x)$ (in het Z-register) relatief dicht bij nul, dan is het mogelijk dat er een wortel gevonden wordt. Het getal in de onbekende variabele kan een getal van 12 cijfers zijn dat heel dicht bij de theoretische wortel ligt.
- De zoektocht eindigt omdat SOLVE werkt met een horizontale asymptoot—waarin $f(x)$ vrijwel constant is voor een groot bereik van x (zie afbeelding b, hieronder). De eindwaarde van $f(x)$ is de waarde van de potentiële asymptoot.
- De zoektocht is geconcentreerd in een lokaal "vlak" interval van de functie (zie afbeelding c, hieronder). De eindwaarde van $f(x)$ is de waarde van de functie in dit interval.



Geval waarin geen wortel gevonden is

De SOLVE-bewerking geeft een rekenfout terug als een schatting resulteert in een niet geoorloofde bewerking, zoals een deling door nul, de wortel van een negatief getal, of de logaritme van nul. Denk eraan dat SOLVE schattingen over een ruim bereik kan genereren. U kunt zulke fouten soms vermijden door goede beginwaarden te kiezen. Treed er een fout op, druk dan op **[RCL]** *onbekende variabele* (of **[F2]** **[VIEW]** *variabele*) om de waarde te zien die de fout veroorzaakte.

Voorbeeld: Een relatief minimum.

Bereken de wortel van deze parabolische vergelijking:

$$x^2 - 6x + 13 = 0.$$

Hij heeft een minimum bij $x = 3$.

Voer de vergelijking in als een expressie.

Invoer:

Weergave:

Uitleg:

[F2] **[EQN]**

Selecteert de vergelijkingenstand. Voert de vergelijking in.

[RCL] X **[y^x]** 2

[−] 6 **[X]** **[RCL]** X **[+]**

13 **[ENTER]**

X^2-6xX+13

[F2] **[SHOW]**

CK=EC74

Controlesom en lengte.

LN=10

[C]

Beëindigt vergelijkingenstand.

Nu oplossen om de wortel te vinden:

Invoer:

Weergave:

Uitleg:

0 **[STO]** X

Uw beginwaarden voor de wortel.

10

10_

[F2] **[EQN]**






X^2-6xX+13

Selecteert de vergelijkingenstand; geeft van de vergelijking weer.

[SOLVE] X

NO ROOT FND

De zoektocht faalt met beginwaarden 0 en 10










	  SHOW	2,99999984596	Geeft de laatste schatting x weer.
✓	  SHOW	2,99999984594	Vorige schatting was niet dezelfde.
✓		4,0000	Laatste waarde van $f(x)$ is tamelijk groot.

Voorbeeld: Een asymptoot.

Bepaal de wortel van deze vergelijking

$$10 - \frac{1}{x} = 0$$

Voer de vergelijking in als een expressie.

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
 EQN		Selecteert de vergelijkingenstand.
10   RCL X		Voert de vergelijking in.
) ENTER	10-INV(X)	Controlesom en lengte.
 SHOW	CK=6EAB LN=9	Beëindigt vergelijkingenstand.
C		Uw positieve beginwaarden voor de wortel.
,005 STO X		Selecteert de vergelijkingenstand; toont van de vergelijking.
5	5_	Lost x op met beginwaarden 0,005 en 5.
 EQN	10-INV(X)	Vorige schatting was dezelfde.
SOLVE X	X=	$f(x) = 0$
✓ 	0,1000	
✓   SHOW	0,1000	
	0,000000000000	

Dit gebeurt er als u negatieve beginwaarden gebruikt:

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
1 $\boxed{+/-}$ \boxed{STO} X	-1,0000	Uw negatieve beginwaarden voor de wortel.
2 $\boxed{+/-}$ $\boxed{=}$ \boxed{EQN}	10-INV(X)	Selecteert de vergelijkingenstand; toont van de vergelijking.
\boxed{SOLVE} X	NO ROOT FND	Lost X op en toont het resultaat.

Voorbeeld: Een rekenfout.

Bepaal de wortel van deze vergelijking:

$$\sqrt{[x \div (x + 0.3)]} - 0.5 = 0$$

Voer de vergelijking in als een expressie:

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
$\boxed{=}$ \boxed{EQN}		Selecteert de vergelijkingenstand.
$\boxed{\sqrt{x}}$ \boxed{RCL} X $\boxed{\div}$ $\boxed{=}$		Voert de vergelijking in.
$\boxed{}$ \boxed{RCL} X $\boxed{+}$ $\boxed{\cdot}$ 3		
$\boxed{=}$ $\boxed{}$ $\boxed{=}$ $\boxed{}$ $\boxed{-}$		
$\boxed{\cdot}$ 5 \boxed{ENTER}	SQRT(X÷(X+0,3))	
$\boxed{=}$ \boxed{SHOW}	CK=9F3B LN=19	Controlesom en lengte.
\boxed{C}		Beëindigt vergelijkingenstand.

Probeer eerst een positieve wortel te vinden:

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
0 \boxed{STO} X		Uw positieve beginwaarden voor de wortel.
10	10_	
$\boxed{=}$ \boxed{EQN}	SQRT(X÷(X+0,3))	Selecteert de vergelijkingenstand; geeft het linkerdeel van de vergelijking weer.
\boxed{SOLVE} X	X=	Berekent de wortel met

0,1000

beginwaarden 0 en 10.

Probeer nu een negatieve wortel te vinden met de beginwaarden 0 en -10. Merk op dat de functie ongedefinieerd is voor waarden van x tussen 0 en -0,3 omdat die waarden een positieve noemer geven maar een negatieve teller, zodat de wortel moet worden getrokken van een negatief getal.

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
0 STO X		
10 +/-	-10	
▢ EQN	$\text{SQRT}(X \div (X + 0,3))$	Selecteert de vergelijkingenstand; geeft het linkerdeel van de vergelijking weer.
SOLVE X	NO ROOT FND	Geen wortel gevonden voor $f(x)$.
C		Verwijdert de foutmelding en beëindigt de vergelijkingenstand.
▢ VIEW X	X= 0,0000	Geeft de laatste schatting van x weer.

Voorbeeld: een lokaal "vlak" interval.

Zoek de wortel van de functie

$$f(x) = x + 2 \text{ indien } x < -1,$$

$$f(x) = 1 \text{ indien } -1 \leq x \leq 1 \text{ (een lokaal vlak interval),}$$

$$f(x) = -x + 2 \text{ indien } x > 1.$$

In de RPN-stand, voer de functie in als een programma:

```
J0001 LBL J
J0002 1
J0003 ENTER
J0004 2
J0005 RCL+ X
J0006 x<y?
J0007 RTN
J0008 4
J0009 -
J0010 +/-
J0011 x>y?
```

J0012 R↓
J0013 RTN

Controlesom en lengte: 4A2E 75

U kunt nu regel J0003 verwijderen om geheugen te sparen.

Los X op met beginwaarden 10^{-8} en -10^{-8} .

Invoer: (In de RPN-stand)	Weergave:	Uitleg:
$\boxed{E} 8 \boxed{+/-} \boxed{STO} X$		Geeft beginwaarden op.
$1 \boxed{+/-} \boxed{E} 8 \boxed{+/-}$	$-1E-8$	
$\boxed{\rightarrow} \boxed{FN=} J$	$-1,0000E-8$	Selecteert programma "J" als de functie.
$\boxed{SOLVE} X$	$X=$ $-2,0000$	Lost X op en toont het resultaat.

Afrondfouten

De beperkte precisie (12-cijfers) van de rekenmachine kan afrondfouten veroorzaken, die de iteratieve oplossingen van SOLVE en integratie nadelig kunnen beïnvloeden. Bijvoorbeeld,

$$[(|x| + 1) + 10^{15}]^2 - 10^{30} = 0$$

heeft geen wortels omdat $f(x)$ is altijd groter is dan nul. Echter, met beginwaarden 1 en 2 zal SOLVE de waarde 1,0000 geven door een afrondfout.

Afrondfouten kunnen ook tot gevolg hebben dat SOLVE geen wortel vindt. De vergelijking

$$|x^2 - 7| = 0$$

heeft een wortel bij $\sqrt{7}$. Er is echter geen getal van 12 cijfers dat *precies* gelijk is aan $\sqrt{7}$, dus de rekenmachine slaagt er niet in de functiewaarde nul te maken. Verder verandert het teken van de functie nooit. SOLVE geeft dan ook de melding **NO ROOT FND**. Echter, de laatste schatting van x (druk op \leftarrow om hem te zien) is de beste benadering van de wortel op het moment dat SOLVE ermee stopt.

Underflow

Underflow ontstaat als de absolute waarde van een getal kleiner is dan de rekenmachine kan opslaan. In dat geval wordt er nul ingevuld. Dit kan het resultaat van SOLVE beïnvloeden. Neem bijvoorbeeld de vergelijking

$$\frac{1}{x^2}$$

waarvan de wortel oneindig groot is. Door *underflow* vindt SOLVE een zeer grote waarde als wortel. (De rekenmachine kan trouwens *oneindig* toch niet representeren.)

Meer over integratie

Dit aanhangsel geeft achtergrondinformatie over integratie. Het is een uitbreiding van hoofdstuk 8.

Hoe de integraal geëvalueerd wordt

Het algoritme dat wordt gebruikt voor integraties, $\int_{FN} dx$, berekent de integraal van een functie $f(x)$ door een gewogen gemiddelde te bepalen van de functiewaarden bij een groot aantal waarden van x (monsterpunten) binnen het integratie-interval. De nauwkeurigheid van een dergelijke integratie is afhankelijk van het aantal monsterpunten. Over het algemeen geldt, hoe meer monsterpunten, hoe nauwkeuriger. Zouden we $f(x)$ bij een oneindig aantal monsterpunten evalueren, dan zou het algoritme — afgezien van de onnauwkeurigheid bij het berekenen van de functiewaarde $f(x)$ — altijd een exact antwoord geven.

Natuurlijk zou het algoritme eeuwig duren als er bij een oneindig aantal monsterpunten werd geëvalueerd. Dit is echter ook niet nodig, omdat de nauwkeurigheid toch al beperkt wordt door de nauwkeurigheid van de berekende functiewaarden. Door een eindig aantal monsterpunten te gebruiken, kan het algoritme een integraal berekenen die zo nauwkeurig als gerechtvaardigd is, als we rekening houden met de onnauwkeurigheid in $f(x)$.

Het integratie-algoritme kijkt eerst een aantal monsterpunten, die een relatief onnauwkeurige benadering geven. Is deze benadering nog niet zo nauwkeurig als de nauwkeurigheid van $f(x)$ toestaat, dan wordt het algoritme geïtereerd (herhaald) met een groter aantal monsterpunten. Zo gaat het verder, waarbij er steeds twee keer zoveel monsterpunten worden genomen, tot het resultaat na het resultaat zo nauwkeurig als gerechtvaardigd is met betrekking tot de inherente onnauwkeurigheid in $f(x)$.

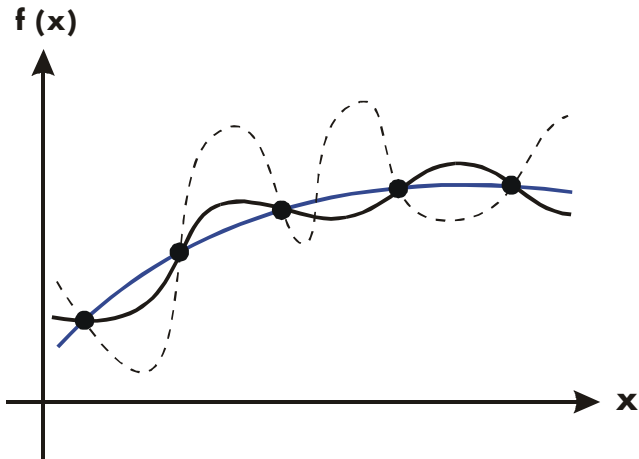
In hoofdstuk 8 legden we al uit dat de onzekerheid van de uiteindelijke benadering wordt afgeleid van de decimalen die in de weergave zijn ingesteld. Aan het einde van iedere iteratie vergelijkt het algoritme de berekende benadering met de benadering van de twee vorige iteraties. Is het verschil tussen één van deze benaderingen en de andere twee minder dan de onzekerheid die geoorloofd is in het eindresultaat, dan eindigt de berekening. De huidige benadering komt in het X-register en de onzekerheid in het Y-register.

Het is uiterst onwaarschijnlijk dat de fouten in de drie opeenvolgende benaderingen— dat wil zeggen, de verschillen tussen de werkelijke integraal en de benaderingen— groter zijn dan de verschillen tussen de benaderingen zelf. De fout in de uiteindelijke benadering is dus minder dan de onzekerheid (mits $f(x)$ niet zeer snel varieert). Hoewel we de fout in de uiteindelijke benadering niet kunnen weten, is het uiterst onwaarschijnlijk dat die fout groter is dan de weergegeven onzekerheid in de benadering. Met andere woorden, de schatting van de onzekerheid in het Y-register is vrijwel zeker een "bovengrens" van het verschil tussen de benadering en de werkelijke integraal.

Voorwaarden waaronder er onjuiste resultaten ontstaan

Hoewel het integratie-algoritme in de HP 33s één van de beste is, zijn er situaties waarin het — zoals alle algoritmen voor numerieke integratie — een onjuist antwoord oplevert. *De kans dat dit gebeurt is uiterst gering.* Het algoritme is ontworpen om nauwkeurige resultaten te geven met bijna iedere *continue* functie. Alleen voor functies die zich *uiterst* onregelmatig gedragen is er een zekere kans dat u een onnauwkeurig antwoord krijgt. Zulke functies komen zelden voor in problemen die verband houden met een werkelijke fysieke situatie, en als ze voorkomen, zult u ze meestal herkennen, zodat u weet dat ze beter op een andere manier geïntegreerd kunnen worden.

Helaas weet het algoritme niets meer van $f(x)$ dan de functiewaarden bij de monsterpunten. Het kan geen onderscheid maken tussen $f(x)$ en een andere functie die op de monsterpunten *dezelfde* functiewaarden heeft. Deze situatie is hieronder geïllustreerd, met (over een deel van het integratie-interval) drie functies waarvan de grafieken veel monsterpunten gemeen hebben.



Met dit aantal monsterpunten vindt het algoritme dezelfde benadering voor de integraal voor elk van de drie weergegeven functies. De ware integralen van de functies met de doorgetrokken zwarte en blauwe lijnen zullen niet zo veel verschillen, zodat de benadering redelijk nauwkeurig is als $f(x)$ een van deze functies is. Echter, de ware integraal van de gestreepte lijn is heel anders. De gevonden benadering is dus niet nauwkeurig als $f(x)$ deze functie is.

Het algoritme bepaalt het algemene gedrag van de functie door de functie op steeds meer punten te bemonsteren. Lijkt de fluctuatie van de functie in het ene interval veel op het gedrag in de rest van het integratie-interval, dan zal het algoritme die fluctuatie waarschijnlijk wel ontdekken. Gebeurt dat, dan wordt het aantal monsterpunten verhoogd tot opeenvolgende iteraties benaderingen opleveren die rekening houden met de snelste, *maar kenmerkende*, fluctuaties.

Bijvoorbeeld, neem de benadering van

$$\int_0^{\infty} x e^{-x} dx.$$

Omdat u deze integraal numeriek evalueert, zou u kunnen denken dat u als bovenlimiet 10^{499} moet opgeven, het hoogste getal dat u in de rekenmachine kunt invoeren.

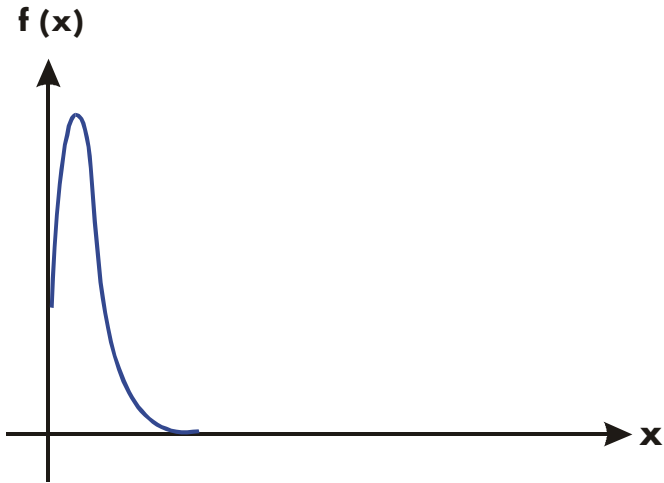
Probeer het maar. Voer eerst de functie in: $f(x) = x e^{-x}$.

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
\rightarrow EQN		Selecteert de vergelijkingenstand.
RCL X \times e^x	$X \times \text{EXP}(\square)$	Voert de vergelijking in.
\leftarrow RCL X \rightarrow \square ENTER	$X \times \text{EXP}(-X)$	Einde van de vergelijking.
\rightarrow SHOW	CK=DF17 LN=9	Controlesom en lengte.
C		Beëindigt vergelijkingenstand.

Zet de nauwkeurigheid van de weergave op SCI 3, geef als onder- en bovengrens nul en 100^{499} op en start de integratie.

Invoer:	Weergave:	Uitleg:
\checkmark DISPLAY {SCI} 3 0 ENTER E 499	$1E499$ _	Geeft het nauwkeurigheidsniveau en de integratiegrenzen op.
\rightarrow EQN	$X \times \text{EXP}(-X)$	Selecteert de vergelijkingenstand; geeft de vergelijking weer.
\rightarrow \int X	INTEGRATING $\int =$ $0,000E0$	Benadering van de integraal.

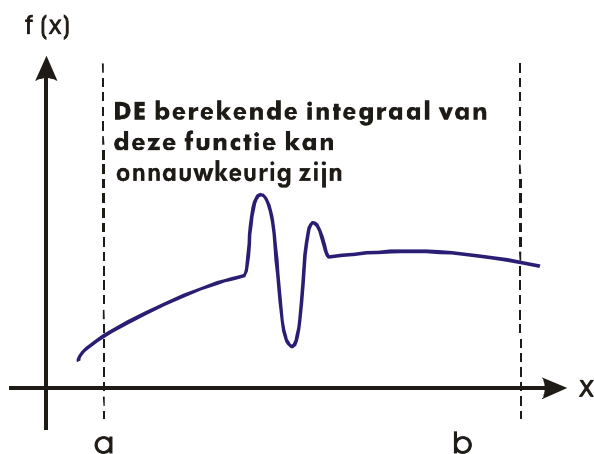
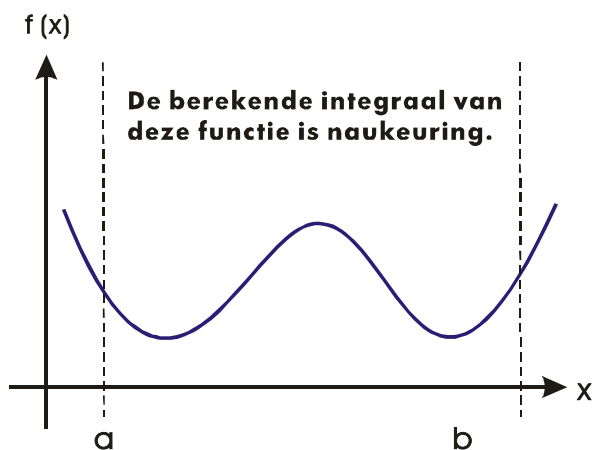
Het antwoord is duidelijk onjuist, want de ware integraal van $f(x) = xe^{-x}$ tussen nul en oneindig is precies 1. Het probleem is echter niet dat ∞ was voorgesteld door 10^{499} , want de integraal van dat interval ligt zeer dicht bij 1. De oorzaak van het onjuiste antwoord blijkt uit de grafiek van $f(x)$ over het integratie-interval.



De grafiek is een impuls die zeer dicht bij de oorsprong ligt. Helaas was er geen monsterpunt om die impuls te ontdekken en het algoritme veronderstelde dat $f(x)$ gelijk was aan nul over het hele integratie-interval. Zelfs als u het aantal monsterpunten verhoogt door de integraal met SCI 11 of ALL te berekenen, zal geen van de monsterpunten de impuls ontdekken als deze functie over het gegeven interval geïntegreerd wordt. (Voor een betere aanpak van dergelijke problemen, verwijzen we naar "Conditie die de rekentijd verlengen" hieronder.)

Zulke functies (met een fluctuatie die je niet zou verwachten als je het gedrag van een ander deel van de functie zag) zijn gelukkig zo ongebruikelijk dat het niet waarschijnlijk is dat u er ooit een zult integreren. Een functie die onjuiste resultaten kan opleveren kan geïdentificeerd worden door de snelheid waar de functie en de eerste afgeleiden variëren rondom het integratie-interval. Hoe sneller de functie varieert in de afgeleiden, en vooral als dat in de eerste paar afgeleiden gebeurt, hoe trager de berekening zal verlopen, en hoe minder betrouwbaar het resultaat uiteindelijk is.

Merk op dat de snelheid van de variatie in de functie (van de eerste paar afgeleiden) beschouwd moet worden binnen het integratie-interval. Met een gegeven aantal monsterpunten, kan een functie $f(x)$ die drie fluctuaties heeft beter gekarakteriseerd worden met de monsters als die variaties zijn uitgespreid over de breedte van het integratie-interval dan wanneer ze beperkt zijn tot een klein deel van het interval. (Deze twee situaties zijn afgebeeld in de volgende twee illustraties.) Beschouwen we de variaties als een soort oscillatie in de functie, dan gaat het om de verhouding tussen de periode van de trillingen en de breedte van het integratie-interval: hoe groter deze verhouding, hoe sneller de berekening voltooid is, en hoe betrouwbaarder de resulterende benadering.



In veel gevallen zult u wel bekend zijn met de functie die u wilt integreren, zodat u wel weet of er vreemde fluctuaties zijn binnen het integratie-interval. Bent u niet bekend met de functie, en vreest u problemen, dan kunt u snel een grafiek tekenen door de functie te evalueren met de vergelijking of het programma dat u daarvoor hebt geschreven.





Als u, om welke reden dan ook, na het berekenen van een integraal, twijfelt aan de juistheid ervan, dan is er een eenvoudige manier om deze te controleren: verdeel het integratie-interval in twee of meer aaneengesloten subintervallen, integreer de functie over ieder subinterval, en tel de resultaten op. Hierdoor wordt de functie bemonsterd op een geheel andere reeks monsterpunten, waardoor wellicht verborgen onregelmatigheden aan het licht komen. Is de oorspronkelijke benadering juist, dan zal hij gelijk zijn aan de som van de benaderingen over subintervallen.

Conditie die de rekestijd verlengen

In het vorige voorbeeld gaf het algoritme een onjuist antwoord doordat de impuls in de functie niet werd opgemerkt. Dat kwam doordat de impuls zo smal was ten opzichte van de breedte van het integratie-interval. Was het interval smaller, dan zou u het juiste antwoord hebben gekregen, maar dat zou ook langer geduurd hebben als het interval nog steeds te breed was.

Neem een integraal waarvan het integratie-interval breed genoeg is om veel tijd nodig te hebben, maar niet zo breed dat de berekening onjuist zal zijn. Doordat $f(x) = xe^{-x}$ snel tot nul nadert als x nadert tot ∞ , draagt de functiewaarde bij hoge waarden van x weinig bij aan de waarde van de integraal. Het is dus voldoende om de integraal te evalueren door ∞ , de bovengrens van het interval, te vervangen door een lager getal, niet door 10^{499} — maar bijvoorbeeld 10^3 .

Herhaal het vorige integratieprobleem met de nieuwe bovengrens:

	Invoer:	Weergave:	Uitleg:
✓	0   3  	1E3_ XxEXP(-X)	Nieuwe bovengrens. Selecteert de vergelijkingenstand; geeft de vergelijking weer.



INTEGRATING

Integraal. (De berekening duurt ongeveer twee minuten.)

$\int =$

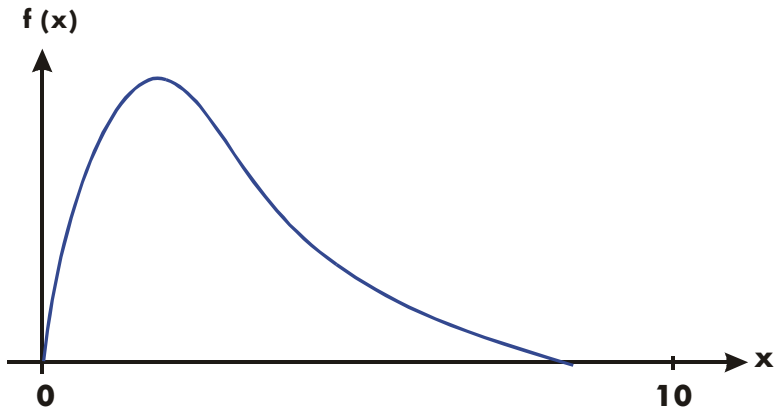
1,000E0



1,000E-3

Onnauwkeurigheid van de benadering.

Dit is het juiste antwoord, maar het duurde erg lang. Om dat te begrijpen, vergelijken we de grafiek van de functie tussen $x = 0$ en $x = 10^3$, die er ongeveer net zo uitziet als in het vorige voorbeeld, met de grafiek van de functie tussen $x = 0$ en $x = 10$:



U ziet dat de functie eigenlijk alleen bij kleine waarden van x "interessant". Bij grotere waarden van x , is de functie niet van belang, want hij nadert steeds dichter tot nul.

Het algoritme bemonstert de functie met een grotere dichtheid van monsterpunten totdat het verschil tussen twee opeenvolgende benaderingen voldoende klein is. Binnen een klein interval in een gebied waar de functie interessant is, kost het minder tijd om de kritieke dichtheid te bereiken.

Om dezelfde dichtheid van monsterpunten te bereiken, zijn er over een groot interval veel meer monsterpunten nodig dan over een klein interval. Dus waren er veel meer iteraties nodig over het grotere interval om een benadering te krijgen met dezelfde nauwkeurigheid, en dus kostte de berekening van de integraal veel meer tijd.

Doordat de rekentijd afhangt van de snelheid waarmee een zekere dichtheid van monsterpunten wordt bereikt in het gebied waarin de functie interessant is, duurt de berekening van de integraal van een functie langer als het integratie-interval voornamelijk gebieden bevat waarin weinig interessants gebeurt. Als u zo'n integraal moet berekenen, dan kunt het probleem gelukkig veranderen, zodat de rekentijd aanmerkelijk verminderd wordt. Twee van zulke technieken zijn het onderverdelen van het integratie-interval en transformatie van variabelen. Met deze methoden kunt u de functie of de integratiegrenzen veranderen zodat de integrand zich beter gedraagt binnen het integratie-interval.

Berichten

De rekenmachine reageert op sommige condities door een melding te tonen. Het symbool **A** geeft aan dat uw aandacht vereist. Bij een significante conditie blijft de melding staan tot u hem verwijdert. Met de toets **C** of **←** verwijdert u het bericht; met een willekeurige andere toets wordt het bericht verwijderd en de functie van die toets uitgevoerd.

∫ FN ACTIVE	Een lopend programma probeerde een programmalabel te selecteren(FN=label) terwijl er een integratie actief was.
∫ < ∫ FN)	Een lopend programma probeerde een programma te integreren < ∫ FN ≠ variabele) terwijl er een andere integratie actief was.
∫ (SOLVE)	Een lopend programma probeerde een programma op te lossen terwijl er een integratie actief was.
ALL VARS=0	De catalogus van variabelen (↶ MEM {VAR}) geeft aan dat er geen waarden zijn opgeslagen.
CALCULATING	De rekenmachine voert een functie uit die enige tijd kan duren.
CLR EQN? Y N	Hiermee kunt u een vergelijking verwijderen die u aan het bewerken bent. (Treedt alleen op in de vergelijkingenstand.)
CLR PGMS? Y N	Hiermee bevestigt u dat u alle programma's uit het geheugen wilt verwijderen. (Treedt alleen op bij programmainvoer.)
DIVIDE BY 0	Poging te delen door nul. (Ook bij %CHG) als het Y-register nul bevat.)
DUPLICAT . LBL	Poging om een programmalabel op te geven dat al bestaat in een andere programmaroutine.
EQN LIST TOP	De "bovenkant" van het vergelijkingengeheugen. het geheugenscherm is circulair, zodat EQN LIST TOP ook de "vergelijking" is na de laatste vergelijking in het vergelijkingengeheugen.

INTEGRATING	De rekenmachine berekent de integraal van een vergelijking of programma. <i>Dit kan enige tijd duren.</i>
INTERRUPTED	Een actieve SOLVE of \int FN bewerking is onderbroken met C of R/S .
INVALID DATA	Gegevensfout <ul style="list-style-type: none"> ■ Poging om combinaties of permutaties te berekenen met $r > n$, met niet-gehele r of n, of met $n \geq 10^{16}$. ■ Poging om een trigonometrische of hyperbolische functie te berekenen met een illegaal argument: <ul style="list-style-type: none"> ■ TAN als x een oneven meervoud is van 90°. ■ ACOS of ASIN met $x < -1$ of $x > 1$. ■ HYP ATAN met $x \leq -1$; of $x \geq 1$. ■ HYP ACOS met $x < 1$.
INVALID EQN	Er werd een syntaxfout gevonden in de vergelijking tijdens het evalueren van de vergelijking, SOLVE, of \int FN.
INVALID VAR	Er werd geprobeerd een ongeldige variabele in te voeren tijdens het oplossen van een vergelijking.
INVALID $\times!$	Er werd geprobeerd een faculteit of gamma operatie te berekenen met een negatief geheel getal.
INVALID ψ^x	Fout bij machtsverheffen: <ul style="list-style-type: none"> ■ Nul in de macht nul of in een negatieve macht. ■ Een negatief getal in een gebroken macht. ■ Een complex getal ($0 + i 0$) in een macht met een negatief reëel deel.
INVALID $\langle i \rangle$	Een bewerking werd uitgevoerd met een indirect adres, maar de waarde in het indexregister is ongeldig ($ i \geq 34$ of $0 \leq i < 1$).
LOG(0)	Logaritme van nul of van $(0 + i0)$.
LOG(NEG)	Logaritme van een negatief getal.
MEMORY CLEAR	Het gehele gebruikers geheugen is gewist (zie pagina B-3).
MEMORY FULL	De rekenmachine heeft onvoldoende geheugen om de bewerking uit te voeren (Zie aanhangsel B).
NO	De conditie die werd getest door een testinstructie is niet waar. (Alleen indien uitgevoerd vanaf het toetsenbord.)

NONEXISTENT	<p>Verwijzing naar een niet-bestaand programmalabel (of regelnummer) met GTO, GTO □, XEQ, of {FN}.</p> <p>De melding NONEXISTENT kan betekenen</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ u hebt expliciet (met het toetsenbord) een programmalabel opgeroepen dat niet bestaat; of ■ het programma dat u hebt aangeroepen refereerde aan een ander label, dan niet bestaat.
NO LABELS	<p>De catalogus van programma's (□ MEM {PGM}) geeft aan dat er geen programmalabels zijn opgeslagen.</p>
NO ROOT FND	<p>SOLVE kan de wortel van de vergelijking niet vinden met de huidige beginwaarden (zie pagina D-9). Een SOLVE-bewerking in een programma geeft deze fout niet; dezelfde voorwaarde doet de uitvoering doorgaan naar de volgende programmaregel (de regel na de instructie <i>SOLVE variabele</i>).</p>
OVERFLOW	<p>Waarschuwing (verschijnt kortstondig); de absolute waarde van een resultaat is groter dan de rekenmachine kan verwerken. De rekenmachine toont ±9,9999999999E499 volgens de huidige weergave-instelling. (Zie "bereik van getallen en overflow" op pagina 1-17.) Deze conditie zet flag 6. Is flag 5 gezet, dan heeft overflow nog het effect dat een lopend programma onderbroken wordt. De melding blijft dan op het scherm tot u een toets indrukt.</p>
PRGM TOP	<p>Duidt op de "bovenkant" van het programmageheugen. Het geheugenschema is circulair, zodat PRGM TOP ook de regel is na de laatste regel in het programmageheugen.</p>
SELECT FN	<p>Poging om <i>SOLVE variabele</i> of <i>∫FN d variabele</i> uit te voeren zonder een programmalabel te selecteren. Dit kan alleen de eerste keer gebeuren nadat u SOLVE of <i>∫FN</i> gebruikt na de melding MEMORY CLEAR, of het treedt op als het huidige label niet meer bestaat.</p>
SOLVE ACTIVE	<p>Een lopend programma heeft geprobeerd een programmalabel te selecteren (FN=label), terwijl er een SOLVE-bewerking actief was.</p>

SOLVE(SOLVE)	Een lopend programma heeft geprobeerd een programma op te lossen terwijl er een SOLVE-bewerking actief was.
SOLVE(∫FN)	Een lopend programma heeft geprobeerd een programma te integreren terwijl er een SOLVE-bewerking actief was.
SOLVING	De rekenmachine lost een vergelijking of programma op voor de wortel. Dit kan even duren.
SQRT(NEG)	Poging om de wortel van een negatief getal te vinden.
STAT ERROR	Statistiekfout: <ul style="list-style-type: none"> ■ Statistische berekening met $n = 0$. ■ Berekening van s_x, s_y, \hat{x}, \hat{y}, m, r, of b met $n = 1$. ■ Berekening van r, \hat{x} of \bar{XW} met alleen x-gegevens (alle y-waarden zijn nul). ■ Berekening van \hat{x}, \hat{y}, r, m, of b waarbij alle x-waarden gelijk zijn.
TOO BIG	Het getal is te groot om geconverteerd te worden naar HEX, OCT of BIN; het getal moet liggen in het interval $-34\ 359\ 738\ 368 \leq n \leq 34\ 359\ 738\ 367$.
XEQ OVERFLOW	Een lopend programma heeft geprobeerd een subroutine aan te roepen op het achtste XEQ niveau. (Er kunnen maar zeven subroutines genest worden.) Omdat SOLVE en ∫FN ook een niveau nodig hebben, kunnen zij deze fout ook genereren.
YES	De conditie, die is getest door een test-instructie, is waar. (Alleen indien uitgevoerd vanaf het toetsenbord.)

Berichte van de zelftest:

33S-OK	De zelftest en de test van het toetsenbord zijn geslaagd.
33S-FAIL n	De zelftest of de test van het toetsenbord is mislukt en de rekenmachine moet gerepareerd worden.
© 2003 HP DEV CO. L. P.	Auteursrechtmelding verschijnt na een succesvolle zelftest.








Index van bewerkingen
















In dit aanhangsel vindt u een snelle referentie van alle functies en bewerkingen en hun formules, voorzover van toepassing. De listing is in alfabetische volgorde op naam van de functie. Deze naam wordt gebruikt in programmaregels. Bijvoorbeeld, de functie genaamd `FIX n` wordt uitgevoerd als `DISPLAY {FIX} n`.












Nite-programmeerbare functies zijn afgebeeld als toetsen. Bijvoorbeeld, .

Griekse letters en tekens die geen letters zijn komen vóór de letters. Functienamen die worden voorafgegaan door een pijl zijn gealfabetiseerd alsof de pijl er niet was (bijvoorbeeld `→DEG`).

De laatste kolom, met *gemarkeerd, verwijst naar de voetnoten aan het einde.

Naam	Toetsen en omschrijving	Pagina	*
+/-	 verandert het teken van een getal.	1-15	1
+	 <i>optelling</i> . Geeft $y + x$.	1-18	1
-	 <i>Aftrekking</i> . Geeft $y - x$.	1-18	1
×	 <i>Vermenigvuldiging</i> . Geeft $y \times x$.	1-18	1
÷	 <i>Deling</i> . Geeft $y \div x$.	1-18	1
^	 <i>Machtsverheffen</i> . Geeft een exponent.	6-17	2
	Verwijdert het laatste ingevoerde cijfer, maakt x leeg; verwijdert een menu; wist de laatste functie in een vergelijking; start het muteren van een vergelijking; verwijdert een programmastap.	1-5 1-9 6-3 12-7	










Naam	Toetsen en omschrijving	Pagina	*
	Gaat naar de vorige regel in de catalogus; gaat naar de vorige vergelijking in de vergelijkingenlijst; gaat naar de vorige programmaregel.	1-26 6-3 12-11 12-20	
	Gaat naar de volgende regel in de catalogus; gaat naar de volgende vergelijking in de vergelijkingenlijst; gaat naar de volgende programmaregel (tijdens programmainvoer); voert de huidige programmaregel uit (niet tijdens programmainvoer);.	1-26 6-3 12-11 12-20	
 of 	Schuift het beeld zodat er links en rechts meer cijfers worden getoond; toont de rest van een vergelijking of binair getal; gaat naar de volgende menupagina van het menu CONST of SUMS.	1-12 6-4 10-6	
 	Gaat naar de bovenste regel van de vergelijkingenlijst of programmalijst.	6-3	
 	Gaat naar de laatste regel van de vergelijkingenlijst of programmalijst.	6-3	
:	 Scheidt de twee argumenten van een functie.	6-6	2
1/x	 <i>Omgekeerde.</i>	1-18	1
10 ^x	 <i>gewone anti-log.</i> Geeft 10 in de macht x.	4-2	1
%	 <i>Procent.</i> Geeft $(y \times x) \div 100$.	4-6	1
%CHG	 <i>Procentuele verandering.</i> Geeft $(x - y)(100 \div y)$.	4-6	1
π	 <i>Geeft de benadering 3,14159265359 (12 cijfers).</i>	4-3	1
$\Sigma+$	 <i>Accumuleert (y, x) in statistische registers.</i>	11-2	

Naam	Toetsen en omschrijving	Pagina	*
$\Sigma-$	 $\{\Sigma-\}$ Verwijdert (y, x) uit statistische registers.	11-2	
Σx	 $\{\Sigma x\}$ Geeft de som van de x -waarden.	11-11	1
Σx^2	 $\{\Sigma x^2\}$ Geeft de som van de kwadraten van de x -waarden.	11-11	1
Σxy	 $\{\Sigma xy\}$ Geeft de som van de producten van de x - en y -waarden.	11-11	1
Σy	 $\{\Sigma y\}$ Geeft de som van de y -waarden.	11-11	1
Σy^2	 $\{\Sigma y^2\}$ Geeft de som van de kwadraten van de y -waarden.	11-11	1
σx	 $\{\sigma x\}$ Geeft standaarddeviatie van een populatie van x -waarden:	11-6	1
σy	 $\{\sigma y\}$ Geeft standaarddeviatie van een populatie van y -waarden:	11-6	1
$\theta, r_{y,x}$	 $\{\theta, r_{y,x}\}$ <i>Polaire naar rechthoekige coördinaten.</i> Converteert (r, θ) to (x, y) .	4-10	
\int FN d variabele	 $\{\int\}$ $\{\text{FN d variabele}\}$ Integreert de weergegeven vergelijking van het programma dat geselecteerd is door FN=, met de ondergrens van de integratievariabele in het Y-register en de bovengrens in het X-register.	8-2 14-8	
( $\{\text{Linker haakje}\}$ Start een hoeveelheid die geassocieerd is met een functie in een vergelijking.	6-7	2

Naam	Toetsen en omschrijving	Pagina	*
)	<i>Rechter haakje.</i> Eindigt een hoeveelheid die geassocieerd is met een functie in een vergelijking.	6-7	2
A through Z	<i>variabele</i> of <i>variabele</i> Waarde van genoemde variabele.	6-5	2
ABS	<i>Absolute waarde.</i> Geeft $ x $.	4-16	1
ACOS	<i>Arc cosinus.</i> Geeft $\cos^{-1} x$.	4-4	1
ACOSH	<i>Hyperbolische arc cosinus.</i> Geeft $\cosh^{-1} x$.	4-5	1
	Activeert algebraïsche berekeningen.	1-10	
ALOG	<i>Gewone anti-log.</i> Geeft 10 inde macht x (anti-logaritme).	6-17	2
ALL	{}	1-22	
ASIN	<i>Arc sinus</i> Geeft $\sin^{-1} x$.	4-4	1
ASINH	<i>Hyperbolische arc sinus.</i> Geeft $\sinh^{-1} x$.	4-5	1
ATAN	<i>Arc tangens.</i> Geeft $\tan^{-1} x$.	4-4	1
ATANH	<i>Hyperbolische arc tangens.</i> Geeft $\tanh^{-1} x$.	4-5	1
b	{ b } Geeft de y -intercept van de regressielijn: $\bar{y} - m\bar{x}$.	11-11	1
	Geeft het menu voor conversies van talstelsel weer.	8-1	
BIN	{BIN} Selecteert binair (grondtal 2).	8-1	















Naam	Toetsen en omschrijving	Pagina	*
	Zet de rekenmachine aan; wist x ; verwijdert berichten en prompts; annuleert menu's; annuleert catalogi; annuleert invoer van vergelijking; annuleert programmainvoer; stopt uitvoering van een vergelijking; stopt een lopend programma.	1-1 1-5 1-9 1-26 6-3 12-7 12-20	
/c	Noemer. Geeft de maximale noemer voor weergegeven breuken van x . Is $x = 1$, dan verschijnt de huidige /c.	5-5	
→°C	°C Converteert ° F naar ° C.	4-13	1
CB	Derde macht van argument.	6-17	2
CBRT	Derdemachtswortel van argument.	6-17	2
CF n	{CF} n Wist flag n ($n = 0$ tot en met 11).	13-11	
	Geeft het menu weer om getallen of delen van het geheugen te wissen; wist de aangeduide variabele of het aangeduide programma uit een MEM-catalogus; wist weergegeven vergelijking.	1-6 1-26	
{ALL}	Wist alle opgeslagen gegevens, vergelijkingen en programma's.	1-26	
{PGM}	Wist alle programma's (rekenmachine in programmeerstand).	12-23	
{EQN}	Wist de weergegeven vergelijking (rekenmachine in programmeerstand).	12-7	
CLΣ	{Σ} Wist statistische registers.	11-13	
CLVARS	{VARS} Maakt alle variabelen nul.	3-4	

Naam	Toetsen en omschrijving	Pagina	*
CLx	CLEAR {x} Maakt x (het X-register) nul.	2-2 2-7 12-7	
→CM	→cm Converteert inches naar centimeters.	4-13	1
CMPLX	Geeft het voorvoegsel CMPLX_ voor complexe functies weer.	9-3	
CMPLX +/-	CMPLX Complex teken veranderen. Geeft $-(z_x + i z_y)$.	9-3	
CMPLX +	CMPLX Complexe optelling. Geeft $(z_{1x} + i z_{1y}) + (z_{2x} + i z_{2y})$.	9-3	
CMPLX -	CMPLX Complexe aftrekking. Geeft $(z_{1x} + i z_{1y}) - (z_{2x} + i z_{2y})$.	9-3	
CMPLX ×	CMPLX Complexe vermenigvuldiging. Geeft $(z_{1x} + i z_{1y}) \times (z_{2x} + i z_{2y})$.	9-3	
CMPLX ÷	CMPLX Complexe deling. Geeft $(z_{1x} + i z_{1y}) \div (z_{2x} + i z_{2y})$.	9-3	
CMPLX 1/x	CMPLX Complex omgekeerde. Geeft $1/(z_x + i z_y)$.	9-3	
CMPLXCOS	CMPLX Complexe cosinus. Geeft $\cos(z_x + i z_y)$.	9-3	
CMPLXe ^x	CMPLX Complexe natuurlijke anti-log. Geeft $e^{(z_x + i z_y)}$.	9-3	
CMPLXLN	CMPLX Complexe natuurlijke log. Geeft $\log_e(z_x + i z_y)$.	9-3	
CMPLXSIN	CMPLX Complexe sinus. Geeft $\sin(z_x + i z_y)$.	9-3	
CMPLXTAN	CMPLX Complexe tangens. Geeft $\tan(z_x + i z_y)$.	9-3	





Naam	Toetsen en omschrijving	Pagina	*
CMPLX y^x	 CMPLX  <i>Complexe macht.</i> Geeft $(z_{1x} + iz_{1y})^{(z_{2x} + iz_{2y})}$.	9–3	
C n,r	 nCr <i>Combinaties van n objecten, r tegelijk.</i> Geeft $n! \div (r! (n - r)!)$.	4–14	2
COS	COS <i>Cosinus.</i> Geeft $\cos x$.	4–3	1
COSH	 HYP COS <i>Hyperbolische cosinus.</i> Geeft $\cosh x$.	4–5	1
 CONST	Functies voor 40 natuurkundige constanten.	4–8	
DEC	 BASE { DEC }	8–1	
DEG	MODES { DEG }	4–4	
→DEG	 →DEG <i>van radialen naar graden.</i> Geeft $(360/2\pi) x$.	4–13	1
DISPLAY	Menu verschijnt om de weergave in te stellen.	1–20	
DSE variabele	 DSE <i>variabele Verminderen, Overslaan indien gelijk of minder.</i> Besturingsvariabele <i>cccccc.fffii</i> wordt verminderd met <i>ii</i> (stapgrootte) van <i>cccccc</i> (teller) en als het resultaat \leq <i>fff</i> (eindwaarde), wordt de volgende programmaregel overgeslagen.	13–17	
E	Beginnt de invoer van exponenten en voegt "E" to aan het ingevoerde getal. Geeft aan dat een macht van 10 volgt.	1–15	1
ENG n	DISPLAY { ENG } n Selecteert engineering-weergave met n cijfers na het eerste cijfer ($n = 0$ tot en met 11).	1–21	
ENG en  ←ENG	Converteert de weergegeven exponent in een veelvoud van 3.	1–21	









Naam	Toetsen en omschrijving	Pagina	*
ENTER	Scheidt twee achter elkaar ingevoerde getallen; voltooit de invoer van een vergelijking; evalueert de weergegeven vergelijking (en slaat zonodig het resultaat op).	1-18 6-4 6-12	
ENTER	ENTER Kopieert x in het Y-register, kopieert y naar het Z-register, kopieert z in het T-register. t haat verloren.	2-5	
EQN	Activeert of annuleert de stand om vergelijkingen in te voeren.	6-3 12-7	
e^x	e^x <i>Natuurlijke anti-log.</i> Geeft e in de macht x .	4-1	1
EXP	e^x <i>Natuurlijke anti-log.</i> Geeft e in de opgegeven macht.	6-17	2
$\rightarrow^{\circ}\text{F}$	$\rightarrow^{\circ}\text{F}$ Converteert $^{\circ}\text{C}$ naar $^{\circ}\text{F}$.	4-13	1
FDISP	Zet weergave van breuken aan en uit.	4-1	
FIX n	DISPLAY { FIX } n Selecteert vaste weergave met n cijfers achter de komma: $0 \leq n \leq 11$.	1-20	
FLAGS	Geeft het menu weer om flags te zetten, te wissen en te testen.	13-11	
FN = <i>label</i>	FN= <i>label</i> Selecteer het <i>gelabelde</i> programma als de huidige functie (gebruikt door SOLVE en \int FN).	14-1 14-8	
FP	FP <i>Gebroken deel van x.</i>	4-16	1
FS? n	FLAGS { FS? } n Is flag n ($n = 0$ tot en met 11) gezet, dan wordt de volgende programmaregel uitgevoerd; is flag n gewist, dan wordt de volgende programmaregel overgeslagen.	13-11	
\rightarrow GAL	\rightarrowgal Converteert liters naar gallons.	4-13	1

Naam	Toetsen en omschrijving	Pagina	*
GRAD	[MODES] {GRAD} Hoeken worden gemeten in decimale graden.	4-4	
GTO <i>label</i>	[↵] [GTO] <i>label</i> Zet de programmawijzer aan het begin van het gegeven <i>label</i> van het programmegeheugen.	13-5 13-16	
[↵] [GTO] [.] <i>label</i> <i>nnnn</i>	Zet de programmawijzer op regel <i>nnnn</i> of bij het <i>label</i> .	12-21	
[↵] [GTO] [.] [.]	Zet de programmawijzer op PRGM TOP.	12-21	
HEX	[↵] [BASE] {HEX} Stelt hexadecimale weergave (grondtal 16) in.	8-1	
[↵] [HYP]	Geeft de prefix HYP_ voor hyperbolische functies weer.	4-5	
→HMS	[↵] [→HMS] <i>Van uren naar uren, minuten en seconden.</i>	4-12	1
→HR	[↵] [→HR] <i>Converteert x van een decimale breuk naar uren–minuten–seconden.</i>	4-12	1
i	[RCL] <i>i</i> of [STO] <i>i</i> Waarde van variabele <i>i</i> .	6-5	2
(i)	[RCL] (i) [STO] (i) <i>Indirect.</i> Waarde of variabele waarvan de letter correspondeert met de numerieke waarde in variabele <i>i</i> .	6-5 13-21	2
→IN	[↵] [→in] Converteert centimeters naar inches.	4-13	1
IDIV	[↵] [INT÷] Produceert het quotiënt van een deling van twee gehele getallen.	4-2	2

Naam	Toetsen en omschrijving	Pagina	*
INT÷	 INT÷ Geeft het quotiënt van een deling van twee gehele getallen.	4-2	1
INTG	 INTG Het grootste gehele getal dat gelijk is aan of minder dan een gegeven getal.	4-17	1
INPUT <i>variabele</i>	 INPUT <i>variabele</i> Roept de <i>variabele</i> in het X-register, geeft de naam weer van de <i>variabele</i> en de waarde, en stopt de uitvoering van het programma. Druk op R/S (om de uitvoering te hervatten) of  (om de huidige programmaregel uit te voeren) en uw invoer wordt in de <i>variabele</i> opgeslagen. (Wordt alleen in programma's gebruikt.)	12-13	
INV	 Omgekeerde van argument.	6-17	2
IP	 IP Geheel deel van x .	4-16	1
ISG <i>variabele</i>	 ISG <i>variabele</i> <i>Verhogen, Overslaan indien groter.</i> Besturingsvariabele <i>cccccc.fffii</i> wordt verhoogd met <i>ii</i> (stapgrootte) van <i>cccccc</i> (teller) en als het resultaat $>fff$ (eindwaarde), wordt de volgende programmaregel overgeslagen.	13-17	
→KG	  kg Converteert Engelse ponden naar kilogram.	4-13	1
→L	  l Converteert gallons naar liters.	4-13	1
LAST x	 LASTx Roept het getal in LAST X op.	2-8	
→LB	  lb Converteert kilogram naar Engelse ponden.	4-13	1



















Naam	Toetsen en omschrijving	Pagina	*
LBL <i>label</i>	LBL <i>label</i> Labelt een programma met een enkele letter voor referentie door de bewerkingen XEQ, GTO of FN=. (Wordt alleen in programma's gebruikt.)	12-3	
LN	LN <i>Natuurlijke logaritme.</i> Geeft $\log_e x$.	4-1	1
LOG	LOG <i>Gewone logaritme.</i> Geeft $\log_{10} x$.	4-1	1
L.R.	Menu verschijnt voor lineaire regressie.	11-4	
m	L.R. {m} Geeft de helling van de regressielijn: $[\Sigma(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})] \div \Sigma(x_i - \bar{x})^2$	11-8	1
MEM	Geeft de hoeveelheid beschikbaar geheugen en het catalogusmenu weer.	1-25	
MEM {PGM}	Begint catalogus van programma's.	12-22	
MEM {VAR}	Begint catalogus van variabelen.	3-3	
MODES	Geeft menu weer om de hoekinstelling en de radix op te geven (· of °).	1-19	
n	SUMS {n} Geeft het aantal paren gegevenspunten.	11-11	1
OCT	BASE {OCT} Kiest octale weergave (grondtal 8).	8-1	
OFF	Zet de rekenmachine uit.	1-1	
Pn,r	nPr <i>Permutaties van n objecten, r tegelijk. Geeft $n! \div (n-r)!$.</i>	4-15	2
PRGM	Activeert of annuleert de programmainvoer.	12-6	

















Naam	Toetsen en omschrijving	Pagina	*
PSE	 PSE <i>Pause.</i> Stopt een programma even om de waarde van x , een variabele of vergelijking te tonen. Gaat daarna weer verder. (Wordt alleen in programma's gebruikt.)	12–19 12–19	
r	 L.R. $\{r\}$ Geeft de correlatiecoëfficiënt tussen de waarden x en y : $\frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \times (y_i - \bar{y})^2}}$	11–8	1
RAD	MODES $\{\text{RAD}\}$ Hoeken in radialen.	4–4	
→RAD	 →RAD <i>Van graden naar radialen.</i> Geeft $(2\pi/360) x$.	4–13	1
RADIX ,	MODES $\{,\}$ Selecteert de komma als decimaalteken.	1–19	
RADIX .	MODES $\{.\}$ Selecteert de punt als decimaalteken.	1–19	
RANDOM	 RAND Voert de RANDOM-functie uit. Geeft een willekeurig getal in het interval 0 tussen 1.	4–15	1
RCL variabele	RCL <i>variabele</i> <i>Terugroepen.</i> Kopieert <i>variabele</i> naar het X-register.	3–5	
RCL+ variabele	RCL + <i>variabele</i> Geeft $x +$ variabele.	3–5	
RCL- variabele	RCL - <i>variabele.</i> Geeft $x -$ variabele.	3–5	
RCLx variabele	RCL x <i>variabele.</i> Geeft $x \times$ variabele.	3–5	
RCL÷ variabele	RCL ÷ <i>variabele.</i> Geeft $x \div$ variabele.	3–5	






Naam	Toetsen en omschrijving	Pagina	*
RMDR	 Rmdr Geeft de rest bij deling van twee gehele getallen.	4–2	2
RND	 RND <i>Afronden.</i> Rondt x af naar n decimalen, als de weergave op FIX n staat; op $n + 1$ significante cijfers als de weergave op SCI n of ENG n staat; en naar een decimaal getal dat zich het dichtst bij de weergegeven breuk bevindt als er breuken worden weergegeven.	4–17 5–8	1
 RPN	Activeert omgekeerde Poolse notatie.	1–10	
RTN	 RTN <i>Return.</i> Markeert het einde van een programma; de programmawijzer gaat naar de aanroepende routine.	12–4 13–2	
R↘	 Onlaag rollen. Verplaatst t naar het Z-register, z naar het Y-register, y naar het X-register, en x naar het T-register in de RPN-stand. Toont het menu X1~X4 om de stapel in de ALG-stand te bekijken.	2–3 C–6	
R↑	 R↑ <i>Omhoog rollen.</i> Verplaatst t naar het X-register, z naar het T-register, y naar het Z-register, en x naar het Y-register in de RPN-stand. Toont het menu X1~X4 om de stapel in de ALG-stand te bekijken.	2–3 C–6	
 S.O	Geeft het menu voor de standaarddeviatie weer.	11–4	
SCI n	DISPLAY { SC I } n Selecteert wetenschappelijke weergave met n cijfers achter de komma. ($n = 0$ tot en met 11.)	1–20	
SEED	 SEED Herstart de reeks van willekeurige getallen met de seed	4–15	

Naam	Toetsen en omschrijving	Pagina	*
SF n	$ x $. FLAGS {SF} n Zet flag n ($n = 0$ tot en met 11).	13–11	
SGN SHOW	SGN Geeft het teken van x . Geeft de volledige mantisse (alle 12 cijfers) van x (of het getal in de huidige programmaregel) weer; evenals de hexadecimale controlesom en de decimale lengte van vergelijkingen en programma's.	4–17 6–20 12–24	1
SIN	SIN Sinus. Geeft $\sin x$.	4–3	1
SINH	HYP SIN Hyperbolische sinus. Geeft $\sinh x$.	4–5	1
SOLVE <i>variabele</i>	SOLVE <i>variabele</i> Lost de weergegeven vergelijking of het geselecteerde programma op, met de opgegeven beginwaarden in <i>variabele</i> en x .	7–1 14–1	
SPACE	R/S Voegt een spatie in in een vergelijking.	13–14	2
SQ	x² Kwadraat van argument.	6–17	2
SQRT	√x Vierkantswortel van x .	6–17	2
STO <i>variabele</i>	STO <i>variabele</i> Kopieert x naar <i>variabele</i> .	3–2	
STO + <i>variabele</i>	+ <i>variabele</i> Slaat <i>variabele</i> + x op in <i>variabele</i> .	3–5	
STO – <i>variabele</i>	– <i>variabele</i> Slaat <i>variabele</i> – x op in <i>variabele</i> .	3–5	
STO × <i>variabele</i>	× <i>variabele</i> Slaat <i>variabele</i> × x op in <i>variabele</i> .	3–5	
STO ÷ <i>variabele</i>	÷ <i>variabele</i> Slaat <i>variabele</i> ÷ x op in <i>variabele</i> .	3–5	
STOP	R/S Start/stop. Begint uitvoering van een programma bij de huidige programmaregel; stopt een lopend programma en toont het X-register.	12–19	

Naam	Toetsen en omschrijving	Pagina	*
SUMS sx	Geeft het sommeringsmenu weer. S.σ { Σx }	11-4 11-6	1
sy	Geeft de standaarddeviatie van x-waarde: $\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \div (n - 1)}$ S.σ { Σy }	11-6	1
TAN	Geeft de standaarddeviatie of y-waarden: $\sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2 \div (n - 1)}$ TAN Tangens. Geeft tan x.	4-3	1
TANH	HYP TAN Hyperbolische tangens. Geeft tanh x.	4-5	1
VIEW <i>variabele</i>	VIEW <i>variabele</i> Geeft de gelabelde inhoud van <i>variabele</i> weer zonder de waarde naar de stapel te kopiëren.	3-3 12-15	
XEQ	Evalueert de weergegeven vergelijking.	6-14	
XEQ <i>label</i>	XEQ <i>label</i> Voert het programma uit dat wordt aangegeven door <i>label</i> .	13-2	
x ²	x² Kwadraat van x.	4-2	1
x ³	x³ Derde macht van x.	4-2	1
\sqrt{x}	\sqrt{x} Vierkantswortel van x.	4-2	1
$\sqrt[3]{x}$	$\sqrt[3]{x}$ Derdemachtswortel van x.	4-2	1
$\sqrt[y]{x}$	$\sqrt[y]{x}$ De wortel met grondtal x van y.	4-2	1
\bar{x}	\bar{x} { \bar{x} }	11-4	1
\hat{x}	Gemiddelde van x waarden: $\Sigma x_i \div n$. \hat{x} { \hat{x} }	11-11	1
	Geeft met een y-waarde in het X-register de x-schatting gebaseerd op de regressielijn: $\hat{x} = (y - b) \div m$.		

Naam	Toetsen en omschrijving	Pagina	*
$x!$	  Faculteit (of gamma). Geeft $(x)(x-1) \dots (2)(1)$, of $\Gamma(x+1)$.	4-14	1
XROOT	 Het <i>argument</i> ₁ wortel van <i>argument</i> ₂ .	6-17	2
\bar{x} w	Geeft gewogen gemiddelde van x waarden: $(\sum y_i x_i) \div \sum y_i$.	11-4	1
 	Geeft het menu weer voor het gemiddelde (wiskundig gemiddelde).	11-4	
$x \leftrightarrow$ variabele	  x <i>verwisselen</i> . Verwisselt x met een variabele.	3-7	
$x \leftrightarrow y$	 x <i>verwisselen met y</i> . Verplaatst x naar het Y-register en y naar het X-register.	2-4	
 	Geeft het menu voor de vergelijking " $x?y$ " weer.	13-7	
$x \neq y$	  $\{\neq\}$ Is $x \neq y$, dan wordt de volgende programmaregel uitgevoerd; is $x = y$, dan wordt de volgende programmaregel overgeslagen.	13-7	
$x \leq y?$	  $\{\leq\}$ Is $x \leq y$, dan wordt de volgende programmaregel uitgevoerd; is $x > y$, dan wordt de volgende programmaregel overgeslagen,	13-7	
$x < y?$	  $\{<\}$ Is $x < y$, dan wordt de volgende programmaregel uitgevoerd; is $x \geq y$, dan wordt de volgende programmaregel overgeslagen.	13-7	
$x > y?$	  $\{>\}$ Is $x > y$, dan wordt de volgende programmaregel uitgevoerd; is $x \leq y$, dan wordt de volgende programmaregel overgeslagen.	13-7	

Naam	Toetsen en omschrijving	Pagina	*
$x \geq y?$	  $\{\geq\}$ Is $x \geq y$, dan wordt de volgende programmaregel uitgevoerd; is $x < y$, dan wordt de volgende programmaregel overgeslagen.	13-7	
$x = y?$	  $\{=\}$ Is $x = y$, dan wordt de volgende programmaregel uitgevoerd; is $x \neq y$, dan wordt de volgende programmaregel overgeslagen.	13-7	
 	Geeft het menu "x?0" voor de vergelijkingen weer.	13-7	
$x \neq 0?$	  $\{\neq\}$ If $x \neq 0$, dan wordt de volgende programmaregel uitgevoerd; if $x = 0$, dan wordt de volgende programmaregel overgeslagen.	13-7	
$x \leq 0?$	  $\{\leq\}$ If $x \leq 0$, dan wordt de volgende programmaregel uitgevoerd; if $x > 0$, dan wordt de volgende programmaregel overgeslagen.	13-7	
$x < 0?$	  $\{<\}$ If $x < 0$, dan wordt de volgende programmaregel uitgevoerd; if $x \geq 0$, dan wordt de volgende programmaregel overgeslagen.	13-7	
$x > 0?$	  $\{>\}$ If $x > 0$, dan wordt de volgende programmaregel uitgevoerd; if $x \leq 0$, dan wordt de volgende programmaregel overgeslagen.	13-7	
$x \geq 0?$	  $\{\geq\}$ If $x \geq 0$, dan wordt de volgende programmaregel uitgevoerd; if $x < 0$, dan wordt de volgende programmaregel overgeslagen.	13-7	

Naam	Toetsen en omschrijving	Pagina	*
$x=0?$	 $\{X?0\}$ {=} <p>If $x=0$, dan wordt de volgende programmaregel uitgevoerd; if $x \neq 0$, dan wordt de volgende programmaregel overgeslagen:</p>	13-7	
\bar{y}	 $\{\bar{X}, \bar{Y}\}$ { \bar{Y} } <p>Geeft gemiddelde van y waarden. $\Sigma y_i \div n$.</p>	11-4	1
\hat{y}	 $\{LR\}$ { \hat{Y} } <p>Geeft met een x-waarde in het X-register, de y-schatting gebaseerd op de regressielijn: $\hat{y} = m x + b$.</p>	11-11	1
$y, x \rightarrow \theta, r$	 $\{\rightarrow \theta, r\}$ Van rechthoekige naar polaire coördinaten. Converteert (x, y) naar (r, θ) .	4-10	
y^x	 Macht. Geeft y in de macht x .	4-2	1

Voetnoten:

1. Functie kan worden gebruikt in vergelijkingen.
2. Functie komt alleen voor in vergelijkingen.

Index

Speciale lettertekens

- ∫ FN. Zie integratie
- % functies, 4–6
- ←. Zie backspacetoets
- ✓. Zie integratie
- +/-, 1–15
- ▲, 1–25
- π , 4–3, A–2
- ⋮, 6–6
- . Zie vergelijkingen invoer
- ↔ annunciators
 - binaire getallen, 10–6
 - vergelijkingen, 6–8, 12–7
- (in breuken), 1–23, 5–1
- ▲▼ annunciators
 - in breuken, 3–4, 5–2, 5–3
 - in catalogi, 3–4
- _. Zie getal invoer
- 2's complement, 10–3, 10–5
- ↵ ↻ annunciators, 1–3
- annunciator, 1–1, A–3

A

- A..Z** annunciator, 1–3, 3–2, 6–5
- aan- en uitzetten, 1–1
- absolute waarde (reëel getal), 4–16
- adresseren
 - indirect, 13–20, 13–21, 13–22
- afgerond
 - breuken, 5–8

afronden

- breuken, 5–8, 12–19
 - getallen, 4–17
 - integratie, 8–6
 - SOLVE, D–14
 - statistiek, 11–11
 - trigonometrie, 4–4
 - ALG, 1–10
 - in programma's, 12–4
 - vergeleken met vergelijkingen, 12–4
 - algebraïsche modus, 1–10
 - algemene informatie wissen, 1–5
 - ALL. Zie weergave
 - in vergelijkingen, 6–6
 - ALL-weergave
 - in programma's, 1–22, 12–7
 - annunciators
 - batterij, 1–1, A–3
 - flags, 13–11
 - letters, 1–3
 - lijst van, 1–7
 - omschrijving, 1–12
 - shift-toetsen, 1–3
 - weinig energie, 1–1
 - antwoorden op vragen, A–1
 - asymptoten van functies, D–9
- ## B
- backspacetoets
 - bediening, 1–5
 - begint bewerken, 12–7
 - berichten verwijderen, 1–5

- begint bewerken, 12-7
- berichten verwijderen, 1-5
- berichten wissen, 1-5, F-1
- bewerken starten, 6-9
- menu's verlaten, 1-5, 1-9
- programmainvoer, 12-7
- programmaregels verwijderen, 12-21
- start bewerken, 12-21
- vergelijking, 6-9
- vergelijkingen invoeren, 1-5
- weergave annuleren, 3-3
- X-register wissen, 2-2, 2-7
- batterij-annunciator, 1-1
- batterijen, 1-1, A-3
- beginwaarden
 - SOLVE, 7-2, 7-6
- beginwaarden voor SOLVE, 7-7, 7-11, 14-6
- berekeningen
 - algemene procedure, 1-17
 - stapelwerking, 2-4
- berichten
 - antwoorden op, 1-25
 - in vergelijkingen, 12-16
 - reageren, F-1
 - samenvatting, F-1
 - tonen, 12-19
 - wissen, 1-25
- berichten tonen, 12-16
- Bessel-functie, 8-3
- beste rechte lijn, 11-8
- best-fit regressie, 16-1
- betalingen, 17-1
- bevolking standaarddeviatie, 11-7
- BIN** annunciator, 10-1
- binair
 - getallen invoeren, 10-1
 - rekenen, 10-2
- binaire getallen. Zie getallen
 - alle cijfers bekijken, 10-6
 - alle cijfers zien, 3-4
 - bereik, 10-5
 - converteren, 10-1
 - schuiven, 10-6
- breuken
 - afgerond, 5-8
 - afronden, 5-8
 - en programma's, 5-8, 12-15, 13-9
 - en vergelijkingen, 5-8
 - flags, 5-6, 13-9
 - instellen, 13-10
 - invloed op VIEW, 12-15
 - invoeren, 1-23, 5-1
 - nauwkeurigheid, 5-2
 - nauwkeurighedsannunciator, 5-3
 - niet statistische registers, 5-2
 - noemers, 1-23, 5-5, 13-10, 13-14
 - rekenen met, 5-1
 - talstelsel, 5-2
 - vereenvoudiging, 5-3, 5-6
 - volledig weergeven, 5-4
 - weergave, 5-1, 5-2, 5-5, 5-6, A-2
 - weergave instellen, 5-6, 13-14
- Breuken
 - instellen, A-2
 - weergave, 1-24
- breukenweergave
 - beïnvloed afronden, 5-8
- Breukenweergavestand

C

%CHG argumenten, 4-7

C

- aan en uit, 1-1
- bediening, 1-5
- berichten verwijderen, F-1
- berichten wissen, 1-5
- catalogus verlaten, 1-5, 3-4
- contrast instellen, 1-1
- menu's verlaten, 1-5, 1-9
- programma's onderbreken, 12-20
- programma-invoer beëindigen, 12-7
- programmeerstand verlaten, 12-7
- prompts annuleren, 1-5, 6-15, 12-15
- SOLVE stoppen, 7-7, 14-1
- stoppen
 - integratie, 8-2
- stoppen van integratie, 14-8
- vergelijkingenstand
 - verlaten, 6-4
- vergelijkingenstand beëindigen, 6-5
- weergave annuleren, 3-3
- X-register wissen, 2-2, 2-7

CMPLX, 9-1, 9-3

/c, 5-5, B-4

/c waarde, B-6

catalogus

- gebruik, 1-25
- programma, 1-25, 12-22
- variabelen, 1-25, 3-3

cijferinvoer

backspace, 12-7

in programma's, 12-7

cijferinvoer cursor

betekenis, 1-16

cijfers invoeren

backspace, 1-5

CLEAR menu, 1-6

combinaties, 4-14

complexe getallen

bekijken, 9-2

bewerkingen, 9-1, 9-3

coördinaatsystemen, 9-5

invoeren, 9-1

op de stapel, 9-2

veeltermen, 15-21

constante

stapel vullen, 2-6

contante waarde. *Zie* financiële berekeningen

Continu geheugen, 1-1

contrast instellen, 1-2

controlesom

programma, 12-23

vergelijkingen, 6-20, 12-7, 12-24

conversie

inhoud, 4-13

lengte, 4-13

massa, 4-13

talstelsel, 10-1

temperatuur, 4-13

conversiefuncties, 4-10

conversies

coördinaten, 4-10, 9-5, 15-1

hoekweergave, 4-13

tijdweergave, 4-12

coördinaten

converteren, 4-5, 4-10, 15-1

converteren, 4-5, 4-10, 15-1
transformatie, 15-34
correlatiecoëfficiënt, 11-8, 16-1
cosinus, 9-3
cursor
 bij invoer van getallen, 6-6
curve fitting, 11-9, 16-1

D

decimaalteken, 1-19, A-1
decimale getallen. *Zie* grondtal
decimale graden (hoekeenheden),
 A-2
derde macht, 4-2
derdegraads veelterm, 15-21
derdemachtswortel, 4-3
discontinuïteiten van functies, D-6
DISPLAY menu, 1-20
do if true, 14-7
doen indien waar, 13-6
DSE, 13-17

E

ENTER

dupliceren getallen, 2-6
evalueren van vergelijkingen,
 6-12
getallen scheiden, 1-17, 2-5
scheiden van getallen, 1-18
stapel leegmaken, 2-6
variabele in VIEW kopiëren,
 12-16
vergelijkingen afsluiten, 12-7
vergelijkingen beëindigen, 6-5
vergelijkingen bewerken, 6-9
vergelijkingen evalueren, 6-11
werking van de stapel, 2-5

E (exponent), 1-16
E in getallen, 1-15, 1-21, A-2
eenheidconversie, 4-13
ENG. *Zie ook* weergave
ENG weergave, 1-21

EQN annunciator

 in lijst van vergelijkingen, 6-5
 in programma-invoer, 12-7
 in vergelijkingenlijst, 6-8
EQN LIST TOP, 6-8, F-1
executeren
 programma's, 12-10
exponenten van tien, 1-16
exponentiële curve fitting, 16-1
exponentiële functies, 1-16, 4-1,
 9-3
expressies, 6-11, 6-12
 vergelijkingen, 7-1

F

∫FN. *Zie* integratie

FDISP

flag, 13-10
niet programmeerbaar, 5-9
toggles display mode, A-2
weergave omschakelen, 1-24,
 5-1
 weergave-instelling, A-2
faculteit, 4-14
financiële berekeningen, 17-1
FIX. *Zie ook* weergave
FIX weergave, 1-20
flags
 annunciators, 13-11
 betekenis, 13-9
 bewerkingen, 13-11
 overflow, 13-9

testen, 13-9, 13-12
vergelijking, 13-10
vergelijking evalueren, 13-10
weergave van breuken, 5-6,
13-10
wissen, 13-12
zetten, 13-11
zonder betekenis, 13-9

flowcharts, 13-2

FN=

in programma's, 14-6, 14-11
integrerende programma's,
14-8
programma's oplossen, 14-1

fouten

corrigeren, F-1
verbeteren, 2-8
verwijderen, 1-5

foutmeldingen, F-1

foutzoeken, A-5, A-6

functies

één getal, 1-18, 2-9, 9-3
in programma's, 12-7
in vergelijkingen, 6-6, 6-17
lijst, G-1
namen in weergave, 4-17
namen op het scherm, 12-8
niet programmeerbaar, 12-25
reële getallen, 4-1
twee getallen, 1-18, 2-9, 9-3

G

GTO

naar PRGM TOP, 12-6, 12-22,
13-6
programmalabels zoeken,
12-10, 13-5
programmaregels zoeken,

12-20, 12-22, 13-5

gammafunctie, 4-14

gebroken deel, 4-16

gegroepeerde standaarddeviatie,
16-18

geheel deel, 4-16

geheugen

maintained while off, 1-1

geheugen

beschikbaar, 1-25

gebruik, B-1

grootte, 1-25, B-1

programma's, 12-21, B-2

programma's verwijderen,
12-6

programma's wissen, 1-26,
12-22

stapel, 2-1

statistische registers, 11-13

statistische registers wissen,
11-2, 11-13

variabelen, 3-4

variabelen wissen, 1-26, 3-4

vergelijkingen wissen, 6-9

vol, A-1

vrijmaken, B-2

wissen, 1-6, 1-26, A-1, A-5,
B-1, B-3

GEHEUGEN CLEAR, A-5

geheugen wissen, A-5, B-3

geld, 17-1

geldlener, 17-1

geldschietter, 17-1

geldstroom, 17-1

gelijkheden, 6-12

gelijkheden, 6-11

gelijkheid

- gelijkheid
 - vergelijkingen, 7-1
 - gemiddelde menu, 11-4
 - gemiddelden (statistiek)
 - berekenen, 11-4
 - normale verdeling, 16-11
 - geneste routines, 13-3, 14-12
 - getalinvoer
 - backspace, 6-9
 - getallen. *Zie* binaire getallen, hexadecimale getallen, octale getallen, variabelen
 - afkappen, 10-4
 - afronden, 4-17
 - alle cijfers tonen, 1-22
 - beperkingen, 1-15
 - bereik, 1-17, 10-5
 - breuken, 1-23, 5-1
 - complex, 9-1
 - decimalen, 1-20
 - delen ervan, 4-16
 - E in, 1-15, 1-16
 - groot en klein, 1-15, 1-17
 - hergebruik, 2-6
 - in programma's, 12-7
 - in vergelijkingen, 6-6
 - interne representatie, 1-20, 10-4
 - invoeren, 1-15, 1-16, 6-6, 10-1
 - mantisse, 1-16
 - met de letter E, A-2
 - negatief, 1-15, 9-3, 10-5
 - opnieuw gebruiken, 2-10
 - oproepen, 3-2
 - opslaan, 3-2
 - precisie, 1-20, D-14
 - priem, 17-6
 - punten en komma's, 1-19, A-1
 - reëel, 4-1, 8-1
 - rekenen, 1-17
 - talstelsel, 10-1, 12-25
 - teken veranderen, 1-15, 1-18, 9-3
 - verwisselen, 2-4
 - volgorde in berekeningen, 1-19
 - weergave, 1-20, 10-4
 - wissen, 1-6
 - getallen bewerken, 1-15, 1-17
 - getallen wissen, 1-15, 1-17
 - gewichtconversie, 4-13
 - gewogen gemiddelde, 11-5
 - go to. *Zie* GTO
 - graden
 - converteren naar radialen, 4-13
 - hoekeenheden, 4-4, A-2
 - grads (hoekeenheden), 4-4
 - Grandma Hinkle, 11-7
 - grenzen van integratie, 14-8, C-8
 - grondtal
 - vergelijkingen, 6-6
 - grootste gehele getal, 4-17
 - GTO, 13-5, 13-16
- ## H
- haakjes
 - bij berekeningen, 2-12
 - in vergelijkingen, 6-6, 6-7, 6-16
 - helling (curve-fit), 11-8, 16-1
 - HEX** annunciator, 10-1
 - hex getallen. *Zie* hexadecimale numbers

- converteren, 10–1
- getallen invoeren, 10–1
- rekenen, 10–2
- hexadecimale getallen. *Zie* getallen bereik, 10–5
- hoeken
 - eenheden, 4–4
 - eenheden converteren, 4–13
 - impliciete eenheden, A–2
 - tussen vectoren, 15–1
 - weergave converteren, 4–13
- hoekinstelling, A–2, B–4
- hoekmodus, 4–4
- Horner, 12–27
- hulp bij problemen, A–1
- hyperbolische functies, 4–5

I

- i, 3–8, 13–20
- (i), 3–8, 13–20, 13–21, 13–24
- imaginair deel (complexe getallen), 9–1, 9–2
- indirect adresseren, 13–20, 13–21, 13–22
- inhoudsconversie, 4–13

INPUT

- antwoorden, 12–15
- gegevens invoeren, 12–12
- in integratieprogramma's, 14–9
- in SOLVE-programma's, 14–2
- prompt altijd, 13–11
- verborgen cijfers tonen, 12–15

integratie

- bepalingen, 14–12
- geheugengebruik, B–2
- grenzen, 8–2, 14–8, C–8, E–7
- hoe werkt het?, E–1

- in programma's, 14–11
- moeilijke functies, E–2, E–7
- nauwkeurigheid, 8–2, 8–6, E–1
- onderbreken, B–2
- onnauwkeurigheid, 8–6
- onnauwkeurigheid van resultaat, 8–6
- onzekerheid van resultaat, 8–2, E–2
- programma's evalueren, 14–8
- resultaten op stapel, 8–2, 8–6
- stoppen, 8–2, 14–8
- subintervals, E–7
- talstelsel, 12–25, 14–12
- tijdsduur, 8–6, E–7
- transformatie van variabelen, E–9
- variabele, 8–2, C–9
- weergave, 8–2, 8–6, 8–7

integreren

- doel, 8–1
- gebruik, 8–2
- geheugengebruik, 8–2
- grenzen, 8–2

intercept (curve-fit), 11–8, 16–1

- inverse functie, 1–18, 9–3
- inverse hyperbolische functies, 4–5
- inverse-normaal verdeling, 16–11
- inwendig product, 15–1
- ISG, 13–17

K

- kettingberekeningen, 2–12
- komma's (in getallen), 1–19
- kwadraat, 1–18, 4–2

L

LAST X register, 2-8, B-6
LASTx-functie, 2-8
lengteconversie, 4-13
letters, 1-3
lettertoetsen, 1-3
lijst van vergelijkingen
 EQN annunciator, 6-5
 samenvatting bewerkingen,
 6-3
 toevoegen, 6-4
 vergelijkingenmodus, 6-3
lineaire regressie (schatting), 11-8,
16-1
logaritmische curve fitting, 16-1
logaritmische functies, 4-1
logaritmische functies, 9-3
Łukasiewicz, 2-1
lussen, 13-16
lusters, 13-17, 13-18, 13-22

M

MEM

hoeveelheid geheugen, 1-25
programmacatalogus, 1-25,
12-22
variabelencatalogus, 1-25,
3-3
macht van 10, 4-3
machtcurve fitting, 16-1
machten van tien, 1-15
machtfuncties, 1-16, 4-2
machtsverheffen, 9-3
mantissee, 1-16, 1-22
massaconversie, 4-13
matrixinversie, 15-12
maximum van functie, D-9

MEMORY CLEAR, F-2
MEMORY FULL, B-1, F-2
menu's
 algemene bediening, 1-7
 lijst van, 1-7
 voorbeeld van gebruik, 1-9
minutoetsen, 1-7
minimum van functie, D-9
MODES menu
 hoekmodus, 4-4
 radix opgeven, 1-19

N

natuurkundige constanten, 4-8
negatieve getallen, 1-15, 9-3,
10-5
noemers
 bereik, 1-23, 5-1, 5-2
 besturen, 5-5
 maximum, 5-5
 weergave instellen, 13-14
noemers van breuken, 13-10
normale verdeling, 16-11
nummers
 bewerken, 1-5
 wissen, 1-5
O
OFF, 1-1
OCT annunciator, 10-1
octaal
 converteren, 10-1
 getallen invoeren, 10-1
 rekenen, 10-2
octale getallen. *Zie* getallen
 bereik, 10-5
omgekeerde Poolse notatie. *Zie* RPN

onnauwkeurigheid bij integratie, 8-6
onzekerheid bij integratie, 8-2
oproepen
 rekenen, 3-5
overflow
 antwoord instellen, F-3
 flags, 13-9, F-3
 melding, 13-9
 resultaat van berekening, 1-17,
 10-3, 10-6
 testen op het voorkomen, 13-9

P

π , A-2
palen van functies, D-6
pauze. Zie PSE
percentagefuncties, 4-6
permutaties, 4-15
polair converteren naar rechthoekig,
4-10
polaire coördinaten converteren,
9-5
polair-naar-rechthoekige conversie,
15-1
precisie (getallen), 1-20, 1-22,
D-14
PRGM TOP, 12-4, 12-7, 12-22,
F-3
priemgetallen, 17-6
procenten veranderen, 4-6
programma labels
 springen naar, 13-16
programma's. Zie programmalabels
 ALG-bewerkingen, 12-4
 alle verwijderen, 1-6
 allemaal verwijderen, 12-6
 alles wissen, 12-23
 berekeningen, 12-14
 berichten in, 12-16, 12-19
 bewerken, 1-5, 12-7, 12-20
 breuken, 5-8, 12-15
 catalogus, 1-25, 12-22
 controlesom, 12-23, 12-24,
 B-2
 doel, 12-1
 en breuken, 13-9
 executeren, 12-10
 flags, 13-9, 13-11
 fouten, 12-20
 gegevens invoeren, 12-5,
 12-13, 12-15
 gegevens uitvoeren, 12-5,
 12-15, 12-19
 geheugengebruik, 12-22
 getallen, 12-7
 hervatten, 12-16
 indirect adresseren, 13-20,
 13-21, 13-22
 invoeren, 12-6
 lang getal tonen, 12-7
 lengte, 12-22, B-2
 lussen, 13-16
 lustellers, 13-17, 13-18
 met integratie, 14-11
 met SOLVE, 14-6
 niet onderbreken, 12-19
 onderbreken, 12-20
 ontwerp, 12-3, 13-1
 pauzeren, 12-19
 prompt voor gegevens, 12-12
 regelnummers, 12-20
 regels invoegen, 12-6, 12-21
 regels verwijderen, 12-20
 return, 12-4
 routines, 13-1

routines aanroepen, 13-2,
 13-3
 RPN-bewerkingen, 12-4
 springen, 13-5
 stap voor stap uitvoeren,
 12-11
 stoppen, 12-15, 12-17,
 12-19
 talstelsel, 12-25
 testen, 12-11
 uitvoeren, 12-10
 variabelen in, 12-12, 14-1,
 14-8
 verboden functies, 12-25
 vergelijking, 13-10
 vergelijking evalueren, 13-10
 vergelijkingen, 12-4, 12-7,
 13-7
 vergelijkingen bewerken, 12-7,
 12-20
 vergelijkingen verwijderen,
 12-7, 12-20
 vertakken, 13-2, 13-5, 13-7,
 13-16
 verwijderen, 1-26, 12-23
 voor integratie, 14-8
 voor SOLVE, 14-1, D-1
 voorwaardelijke tests, 13-7,
 13-9, 13-12, 13-16, 14-6
 wissen, 12-6, 12-23
 programmacatalogus, 1-25, 12-22
 programma-invoer, 1-5, 12-6
 programmalabels
 bekijken, 12-22
 controlesom, 12-24
 doel, 12-3
 duplicaat, 12-6
 indirect adresseren, 13-20,
 13-21, 13-22
 invoeren, 12-3, 12-6
 naam typen, 1-3
 opzoeken, 12-11
 springen, 13-5
 uitvoeren, 12-10
 vertakken, 13-2, 13-5
 verwijderen, 12-6
 programmanamen. Zie
 programmalabels
 programmaregels. Zie programma's
 programmawijzer, 12-6, 12-11,
 12-19, 12-22, B-4
 programmeren
 technieken, 13-1
 prompts
 annuleren, 6-15
 antwoorden, 6-15, 12-15
 geprogrammeerde
 vergelijkingen, 13-10, 14-1
 INPUT, 12-12, 12-15, 14-2,
 14-9
 invloed op stapel, 6-15,
 12-14
 programmed vergelijkingen,
 14-9
 verborgen cijfers tonen, 6-15,
 12-15
 vergelijkingen, 6-15
 verwijderen, 12-15
 wissen, 1-5
 PSE
 pauzeren
 programma's, 12-19
 programma pauzeren, 12-12,
 14-11
 verhinderen dat programma
 stopt, 13-10

punten (in getallen), 1–19, A–1

Q

Quotiënt en rest bij deling, 4–2

R

R/S

programma's hervatten, 12–16,
12–20

programma's onderbreken,
12–20

programma's starten, 12–23

prompts beëindigen, 6–12,
6–15, 7–2, 12–15

SOLVE stoppen, 7–7, 14–1

stoppen van integratie, 8–2,
14–8

R↓ and R↑, C–6

R↓ en R↑, 2–3

radialen

converteren naar graden, 4–13
hoekeenheden, 4–4, A–2

radix mark, 1–19

RCL, 12–14

RCL-rekenen, 3–5, B–6

rechthoekig converteren naar polair,
4–10

rechthoekige coördinaten
converteren, 9–5

rechthoekig-naar-polaire conversie,
15–1

reëel deel (complexe getallen), 9–1,
9–2

reële getallen

bewerkingen, 4–1

integreren met, 8–1

SOLVE, 14–2

regressie (lineair), 11–8, 16–1

rekenen

algemene procedure, 1–17

binair, 10–2

complexe getallen, 9–1

hexadecimaal, 10–2

lange berekeningen, 2–12

octaal, 10–2

reële getallen, 4–1

stapel, 9–2

stapelwerking, 2–4

tussenresultaten, 2–12

volgorde, 2–14

rekenen met opslag, 3–5

rekenmachine

aan-en uitzetten, 1–1

bedrijfsomgeving, A–2

contrast instellen, 1–2

reset, B–3

resetten, A–5

shorting contacts, A–5

standaardinstelling, B–4

testen, A–5, A–6

vragen, A–1

zelftest, A–6

rente (financiën), 17–3

reset, B–3

resetten van de rekenmachine, A–5

return (programma). Zie
programma's

rollen door de stapel, 2–3, C–6

root functions, 4–3

routines

aanroepen, 13–2

delen van programma's, 13–1

nesten, 13–3, 14–12

RPN

in programma's, 12–4

oorsprong, 2–1

vergeleken met vergelijkingen,
12-4

S

SHOW

breukcijfers digits, 5-4
cijfers van getal, 12-7
controlesom van vergelijking,
6-20, B-2
getal cijfers, 1-22
lengte van vergelijking, 6-20
lengte van vergelijking, B-2
programma controlesom,
12-23, B-2
programmалengte, 12-23, B-2
prompt cijfers, 6-15, 12-15
variabele cijfers, 3-4
variabele digits, 12-15

SPACE

komma, A-1
saldo (financiën), 17-1
schatting (statistisch), 11-8, 16-1
scherm
annunciators, 1-12
contrast instellen, 1-2
schuiven
binaire getallen, 10-6
vergelijkingen, 6-8, 12-7,
12-16
SCI. Zie weergave
SCI weergave
instellen, 1-20
SCI-weergave
in programma's, 12-7
seed (willekeurig getal), 4-15
shift-toetsen, 1-3
sinus, 9-3, A-2
SOLVE

afbreken, 7-2
afronden, D-14
asymptoten, D-9
beginwaarden, 7-2, 7-6, 7-7,
7-11, 14-6
discontinuïteit, D-6
doel, 7-1
gebruik, 7-1
geen beperkingen, 14-12
geenwortel gevonden, 7-7,
14-7, D-9
geheugengebruik, B-2
hervatten, 14-1
hoe werkt het, 7-6, D-1
in programma's, 14-6
meerdere wortels, 7-8
minimum of maximum, D-9
onderbreken, B-2
palen, D-6
programma's evalueren, 14-2
reële getallen, 14-2
resultaten controleren, 7-6,
D-3
resultaten op stapel, 7-2, 7-6,
D-3
stoppen, 7-7
talstelsel, 12-25, 14-12
underflow, D-15
vergelijkingen evalueren, 7-1,
7-6
vlakke intervals, D-9
sommen van statistische variabelen,
11-11
standaarddeviatie, 11-6, 11-7
berekenen, 11-6, 11-7
gegroepeerde gegevens,
16-18
normale verdeling, 16-11
standen. Zie hoek, talstelsel,

- vergelijkingen,
 - breuken, programma–invoer
- stap voor stap uitvoeren, 12–11
- stapel. *Zie* stapel optillen
 - beïnvloed door prompts, 6–15, 12–14
 - bladeren, 2–3, C–6
 - complexe getallen, 9–2
 - doel, 2–1, 2–2
 - effect van **ENTER**, 2–6
 - en variabelen, 3–2
 - grootte, 2–4, 9–2
 - invloed door VIEW, 12–16
 - lange berekeningen, 2–12
 - programma berekeningen, 12–14
 - programma–invoer, 12–12
 - programma–uitvoer, 12–12
 - registers, 2–1
 - rollen, 2–3, C–6
 - vergelijking, 6–12
 - verwisselen met variabelen, 3–7
 - vullen met constante, 2–6
 - werking, 2–1, 9–2
 - X en Y verwisselen, 2–4
- stapel optillen. *Zie* stapel
 - bewerkingen zonder invloed, B–5
 - inschakelen, B–4
 - standaard, B–4
 - uitschakelen, B–4
 - werking, 2–4
- statistische gegevens
 - wissen, 1–6
- statistiek
 - bewerkingen, 11–1
 - curve fitting, 11–9, 16–1
 - distributies, 16–11
 - gegevens met één variabele, 11–2
 - gegevens met twee variabelen, 11–2
 - gegroepeerde gegevens, 16–18
 - rekenen, 11–4
 - statistiek met twee variabelen, 11–2
 - statistiekmenu's, 11–4
 - statistische gegevens. *Zie* statistische registers
 - één variabele, 11–2
 - invoeren, 11–1
 - wissen, 11–2
 - statistische gegevens
 - corrigeren, 11–3
 - initialiseren, 11–2
 - precisie, 11–11
 - som van variabelen, 11–11
 - twee variabelen, 11–2
 - statistische menu's, 11–1
 - statistische registers. *Zie* statistische gegevens
 - bekijken, 11–12
 - geen breuken, 5–2
 - geheugen, 11–13
 - initialiseren, 11–2
 - optellingen, 11–1
 - sommen, 11–11
 - sommeringen, 11–13
 - toegang, 11–13
 - wissen, 1–6, 11–2, 11–13
 - statistische registers
 - fouten verbeteren, 11–3
- steekproef
 - standaarddeviatie, 11–6
- stelsel vergelijkingen, 15–12

STO, 12–12
STO rekenen, 3–5
STOP, 12–19
subroutines. Zie routines
syntaxis
 vergelijkingen, 6–20
syntaxis (vergelijkingen), 12–16
syntaxis van vergelijkingen, 6–15

T

talstelsel

 breuken, 5–2
 conversie, 10–1
 instellen, 10–1, 12–25, 14–12
 programma's, 12–25
 programmeren, 12–25
 rekenen, 10–2
 standaard, B–4
 vergelijkingen, 6–12, 12–25
 weergave, 10–4
tangens, 9–3, A–2
teken, 4–17
teken (van getallen), 1–15, 1–18,
 9–3, 10–5
teken veranderen, 1–15, 1–18
tekenconventie (financiën), 17–1
temperaturen
 beperkingen, A–2
temperatuurconversie, 4–13
teruggroepen en rekenen, B–6
testen van de rekenmachine, A–5,
 A–6
testmenu's, 13–7
tijdwaarde van geld, 17–1
tijdweergave, 4–12
toekenning
 vergelijkingen, 7–1

toekenningen, 6–11, 6–12
toekomstig saldo, 17–1
toetsen
 letters, 1–3
 shift, 1–3
transformatie van coördinaten,
 15–34
T-register, 2–5
trigonometrische functies, 4–4, 9–3
tussenresultaten, 2–12
TVG, 17–1

U

uitvoeren
 programma's, 12–10
uitwendig product, 15–1
underflow, D–15

V

variabelen
 alle cijfers tonen, 3–4, 12–15
 alle wissen, 1–6, 3–4
 bekijken, 3–3, 12–15, 12–19
 catalogus van, 1–25, 3–3
 en stapel, 3–2
 in programma's, 12–12, 14–1,
 14–8
 in vergelijkingen, 6–4, 7–1
 indirect adresseren, 13–20,
 13–21
 integratie, 8–2, 14–8, C–9
 naam typen, 1–3
 namen, 3–1
 oplossen, 7–1, 14–6
 oplossen voor, 14–1, D–1
 oproepen, 3–2, 3–3
 opslaan, 3–2
 opslag van getallen, 3–1

programma–invoer, 12–14
 programma–uitvoer, 12–15,
 12–19
 rekenen, 3–5
 resultaat van vergelijking, 6–12
 standaard, B–4
 veeltermen, 12–27
 verwijderen, 1–26
 verwijderen tijdens VIEW,
 12–16
 verwisselen met X, 3–7
 wissen, 3–4
 variabelencatalogus, 1–25, 3–3
 vectoren
 bewerkingen, 15–1
 coördinaatconversies, 4–12,
 9–6, 15–1
 toepassingsprogramma, 15–1
 veeltermen, 12–27, 15–21
 vensters (binaire getallen), 10–6
 vergelijking
 backspace, 6–9
 vergelijkingen, 13–7
 als toepassingen, 17–1
 backspace, 12–21
 bewerken, 1–5, 6–9
 bewerken in programma's,
 12–7, 12–20
 controlesom, 6–20, 12–7,
 12–24
 en breuken, 5–8
 evalueren, 6–11, 6–12, 6–14,
 7–6, 12–4, 13–10
 functies, 6–6, 6–17, G–1
 gebruik, 6–1
 geen wortel, 7–7
 geheugen in, 12–16
 getallen, 6–6
 grondtal, 6–6
 haakjes, 6–6, 6–7, 6–16
 in programma's, 12–4, 12–7,
 12–24, 13–10
 in programma's opnemen,
 12–7
 integreren, 8–2
 invoeren, 6–4, 6–9
 lang, 6–8
 lengte, 6–20, 12–7, B–2
 lijst. Zie vergelijkingenlijst
 lijst van vergelijkingen, 6–3
 meerdere wortels, 7–8
 met (i), 13–24
 numerieke waarde, 6–11,
 6–12, 7–1, 7–6, 12–4
 om waarden vragen, 6–12
 oplossen, 7–1, D–1
 opslaan in variabele, 6–12
 prompten in programma's,
 13–10, 14–9
 prompts in programma's, 14–1
 samenvatting bewerkingen,
 6–3
 schuiven, 6–8, 12–7, 12–16
 soorten, 6–11
 stapel, 6–12
 stelsel, 15–12
 syntaxis, 6–15, 6–20, 12–16
 talstelsel, 6–12, 12–25
 tonen in programma's, 12–16
 TVG–vergelijking, 17–1
 variabelen, 6–4, 7–1
 veeltermen, 15–21
 vergeleken met ALG, 12–4
 vergeleken met RPN, 12–4
 verwijderen, 6–10

- verwijderen in programma's, 12-7
- verwijderen uit programma's, 12-20
- volgorde van operators, 6-16
- vragen om waarden, 6-15
- weergeven, 6-8
- weergeven in programma's, 12-19, 13-10
- wijze van evalueren, 13-10
- wissen, 1-6
- wortels, 7-1
- vergelijkingen invoeren
 - backspace, 1-5
- vergelijkingenlijst
 - bewerken, 6-9
 - weergeven, 6-8
- vergelijkingenstand
 - backspace, 1-5, 6-9
 - starten, 6-4, 6-8
 - tijdens programma-invoer, 12-7
 - verlaten, 1-5, 6-4
- verlaten
 - catalogus, 1-5
 - menu's, 1-5, 1-9
- vertakken, 13-2, 13-16, 14-7
- verwijderen
 - programma's, 12-23
 - vergelijkingen, 6-10
- vierdegraads veeltermen, 15-21
- vierkantswortel, 1-18, 4-2
- VIEW
 - geen effect op stapel, 12-16
 - programma's stoppen, 12-15
 - programmagegevens bekijken, 12-15, 12-19, 14-6
 - weergave variabelen, 3-3

- vochtigheid
 - beperkingen, A-2
- voedingsannunciator, A-3
- volgorde
 - rekenen, 2-14
- volgorde (operators in vergelijking), 6-16
- voorwaardelijke instructies, 13-6
- voorwaardelijke tests, 13-8, 13-9, 13-12, 13-16
- vragen, A-1

W

- waarschijnlijkheid
 - functies, 4-14
 - normale verdeling, 16-11
- weergave
 - beïnvloed getallen, 1-20
 - effect op afronden, 4-17
 - functienamen, 4-17
 - instellen, 1-20, A-1
 - invloed op integratie, 8-2, 8-6, 8-7
 - punten en komma's in, 1-19
 - punten en komma's in getallen, A-1
 - standaard, B-4
 - X-register, 2-2
- willekeurige getallen, 4-15, B-4
- wissen
 - berichten, 1-5, 1-25
 - geheugen, 1-26, A-1
 - getallen, 1-15, 1-17
 - programma's, 1-26
 - statistische registers, 11-2, 11-13
 - variabelen, 1-26, 3-4
 - X-register, 2-2, 2-7

wissen van geheugen, B-3

wortel

niet gevonden, 7-7

wortels. Zie SOLVE

controleren, 7-6, D-3

in programma's, 14-7

meerdere, 7-8

niet gevonden, D-9

tweedegraads, 15-21

van programma's, 14-1

veeltermen, 15-21

vergelijkingen, 7-1

X

XEQ

evalueren van vergelijkingen,

6-11, 6-14

programma's starten, 12-23

programma's uitvoeren, 12-10

X ROOT argumenten, 6-18

X-register

beïnvloed door prompts, 6-15

deel van stapel, 2-1

invloed door VIEW, 12-16

leegmaken, 2-5

leegmaken in programma's,
12-8

reken met variabelen, 3-5

testen, 13-7

tijdens pauze van programma,
12-19

verwisselen met variabelen,
3-7

verwisselen met Y, 2-4

weergave, 2-2

wissen, 1-6, 2-2, 2-7

Z

zelftest, A-6

