No. 57/88
No. 57/89

Gebruiksaanwijzing

voor de schoolrekenlinialen
No. 57/88 School-Rietz N
No. 57/98 School-log-log

De schoolrekenlinialen School-Rietz N (No. 57/88) en School-log-log (No. 57/89) bezitten aan de voorzijde de volledige schaalindeling van het systeem Rietz plus een extra tangensschaal voor hoeken van 45-84,5^0. In tegenstelling tot de meeste in de handel verkrijgbare schoolrekenlinialen kan men op deze linialen dus ook de tangenten van hoeken groter dan 45^0 direct instellen en aflezen.

Beknopte beschrijving van de liniaal

De rekenliniaal bestaat uit drie delen:

1. het vaste deel, de eigenlijke liniaal
2. de schuif, die in de groeven van de liniaal verschuifbaar is
3. de loper, voorzien van enige afleesstrepen, die over de delen 1 en 2 heen en weer kan worden geschoven.

De hoofdschalen

Schaal **A** — kwadraatschaal van 1-100 op het bovengedeelte van de liniaal
Schaal **B** — kwadraatschaal van 1-100 op de bovenzijde van de schuif
Schaal **CI** — reciproke schaal bij C, van 1-10 doch in omgekeerde richting verlopend, op het midden van de schuif
Schaal **C** — hoofdschaal van 1-10 op de onderzijde van de schuif
Schaal **D** — hoofdschaal van 1-10 op het ondergedeelte van de liniaal.

Op deze schalen kunnen de voornaamste bewerkingen, nl. vermenigvuldigen, delen, tabellenwerk, het rekenen met verhoudingsgetallen, kwadrateren en vierkantsworteltrekken worden uitgevoerd.

De hulpschalen

cm-schaal — van 0-27 op de bovenste schuine kant van de liniaal
Schaal **K** — derdemachtsschaal van 1-1000 op het bovengedeelte van de liniaal
Schaal **L** — logaritmenschaal van 0-1 op het midden van de schuif
Schaal **S** — sinusschaal (sin, cos) van 5,5^0-90^0 op het ondergedeelte van de liniaal
Schaal **ST** — schaal voor kleine hoeken van 0,55^0-6^0 op het ondergedeelte van de liniaal
Schaal **T$_1$** — 1e tangensschaal (tg, cotg) van 5,5^0-45^0 op het ondergedeelte van de liniaal
Schaal **T$_2$** — 2e tangensschaal (tg, cotg) van 45^0-84,5^0 op het ondergedeelte van de liniaal

Voorts op de school-log-log:

Schaal **LL$_2$** — exponentiële schaal van 1,1-3,2 op de achterkant van de schuif
Schaal **S** — 2e sinusschaal (sin, cos) van 5,5^0-90^0 op de achterkant van de schuif
Schaal **LL$_3$** — exponentiële schaal van 2,5-10^5 op de achterkant van de schuif

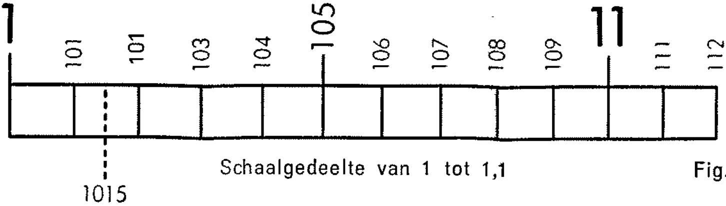
De komma

Daar de schalen **A** en **B** slechts van 1-100 en de schalen **C** en **D** zelfs maar van 1-10 lopen, zou de beginneling misschien denken, dat men op deze schalen alleen met binnen dit gebied liggende getallen kan rekenen. Dit is echter niet het geval. De decimale waarde van een getal, dus de plaats van de komma, wordt bij het rekenen op een rekenliniaal niet in aan-

merking genomen. Indien men op een der genoemde schalen een waarde 3 afleest, kan dit evengoed 0,3, 0,03, 300 of 30.000 betekenen.
In de uitkomst moet men dus zelf de plaats van de komma bepalen, hetgeen in de praktijk nooit moeilijkheden oplevert. Men kan dus op de rekenliniaal met a l l e voorkomende getallen rekenen.

Het aflezen der schalen

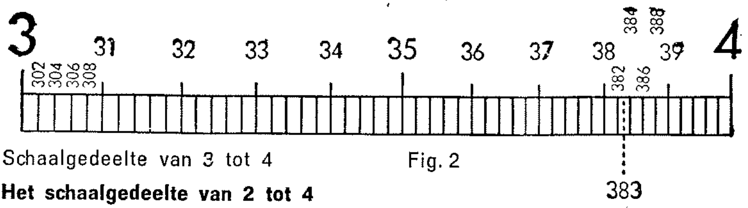
De schalen bieden niet voldoende ruimte om bij elke deelstreep een getal te plaatsen. Er is daarom slechts een beperkt aantal getallen bijgeschreven; de waarde der tussenliggende deelstrepen kan hiervan worden afgeleid. Men dient er echter rekening mee te houden, dat de indeling der schalen niet overal dezelfde is, daar de deelstrepen naar rechts toe steeds dichter bij elkaar liggen.



Schaalgedeelte van 1 tot 1,1 Fig. 1

Het schaalgedeelte van 1 tot 2 (C en D)

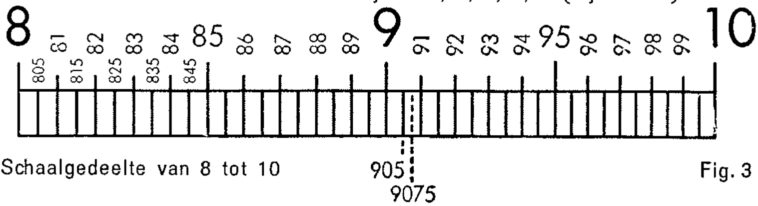
heeft 10 onderverdelingen, die elk weer in tienen zijn verdeeld. De afstand tussen twee deelstrepen bedraagt dus 1/100 of 0,01. Hierop kan men drie cijfers nauwkeurig aflezen (bijv. 1-0-1). Door de afstand tussen twee opeenvolgende deelstrepen te halveren, kan men het vierde cijfer bepalen (bijv. 1-0-1-5). Het laatste cijfer is dan altijd een 5.



Schaalgedeelte van 3 tot 4 Fig. 2

Het schaalgedeelte van 2 tot 4

heeft 10 onderverdelingen, die elk op hun beurt in vijven zijn verdeeld, zodat de afstand tussen twee deelstrepen 1/50 of 0,02 bedraagt.
Ook hier kan men 3 cijfers nauwkeurig aflezen (3-8-2), doch het laatste cijfer is steeds een even getal (2, 4, 6 of 8). Door halveren van de tussenruimten vindt men ook de oneven cijfers 1, 3, 5, 7, 9 (bijv. 3-8-3).



Schaalgedeelte van 8 tot 10 Fig. 3

Het schaalgedeelte van 4 tot 10

heeft 10 onderverdelingen die elk in tweeën zijn verdeeld. De afstand tussen twee deelstrepen bedraagt hier dus 1/20 of 0,05. Hier kan men eveneens 3 cijfers nauwkeurig aflezen, mits het laatste cijfer een 5 is (bijv. 9-0-5). Door halveren van de tussenruimten kan men wederom in 4 cijfers aflezen, waarbij het laatste cijfer eveneens een 5 is (9-0-7-5). Andere tussenliggende waarden moeten worden geschat.

De vaste merktekens (indices) π, M, $\frac{\pi}{4}$, ϱ, C en C_1

Enkele veel voorkomende constanten zijn door middel van merktekens afzonderlijk aangegeven, nl.:

$\pi = 3{,}1416$ op de schalen A, B, CI, C en D

$M = \frac{1}{\pi} = 0{,}318$ op de schalen A en B

$\frac{\pi}{4} = 0{,}785$ op A en B (alleen met een streep aangegeven).

$\varrho = \frac{\pi}{180} = 0{,}01745$

De merktekens C en C_1 (niet te verwarren met het begin van de schuif C 1) dienen voor het berekenen van doorsneden wanneer de middellijn gegeven is.

Voorbeeld: Plaatst men C met behulp van de loper boven 2,82 cm op schaal D (eerst de loperstreep op 2,82 op D instellen, daarna index C hieronder brengen), dan kan men op schaal A boven het begin van schaal B (in het vervolg steeds aangeduid als B 1) het oppervlak van de doorsnede = 6,24 cm² aflezen.

In plaats van index C had men ook index C_1 kunnen nemen. In dat geval staat de uitkomst op schaal A boven het getal 100 op schaal B (B 100). Bij deze berekeningen kiest men steeds die index, waarbij de schuif het minst ver uit de liniaal geschoven moet worden.

Vorming van tabellen

1. Men wil yards omrekenen in meters. 82 yards is gelijk aan 75 meter. Met behulp van de loper plaatst men 75 op schaal C boven 82 op schaal D. Hiertoe brengt men eerst de loperstreep boven D 82 en vervolgens C 75 onder de loperstreep.

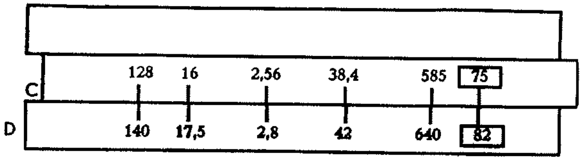


Fig. 4

Nu plaatst men de loperstreep op het gegeven aantal yards op D en kan daarboven op C het overeenkomstige aantal meters aflezen en omgekeerd.

Voorbeelden: 17,5 yards = 16 m; 140 yards = 128 m; 38,4 m = 42 yards; 2,56 m = 2,8 yards; 585 m = 640 yards.

Het kan voorkomen, dat men bepaalde waarden niet kan aflezen omdat de schuif te ver buiten de liniaal ligt. Zo kan men bij 105 yards het aantal meters niet meer aflezen. In dit geval houdt men de instelling van de tabel vast door de loperstreep boven C 1 te plaatsen en de schuif zover naar links te brengen, dat C 10 onder de loperstreep komt. In deze stand kan men alle overige waarden aflezen.

2. Is het omrekeningsgetal van 82 yards op 75 m, zoals onder 1 aangegeven, niet bekend, dan kan men ook uitgaan van de eenheid, bijv. 1 yd = 0,914 m. Men plaatst C 1 of C 10 (= 1 yd) boven 0,914 op schaal D en kan nu wederom met behulp van de loper alle gewenste waarden op C resp. D aflezen.

3. Omrekening van Eng. duim in mm. 1″ = 25,4 mm. Men plaatst C 1 boven D 25,4 en kan nu weer met behulp van de loper alle gewenste waarden aflezen. Bijv. 17″ = 43,2 cm; 37″ = 94 cm. Boven 39,4″ moet men weer de schuif instellen op C 10 in plaats van op C 1.

4. In het algemeen kan bij tabelvorming de tegenwaarde van de gegeven eenheid oder C 1 of C 10 op D, resp. boven D 1 of D 10 op C worden afgelezen. Staat bijv. C 1 boven D 25,4 (1″ = 25,4 cm), dan vindt men boven D 10 de tegenwaarde van 1 cm = 0,3937″ op C.

Vermenigvuldigen

Hiervoor gebruikt men in de eerste plaats de schalen C en D.

V o o r b e e l d : 2,45 · 3 = 7,35 (Fig. 5)

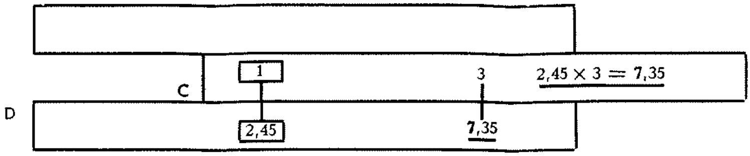


Fig. 5

Plaats **C** 1 boven 2,45 op **D** (**D** 245), breng de loperstreep boven 3 op **C** (**C** 3) en lees het produkt 7,35 onder de loperstreep op **D** af (**D** 735).
Ook hierbij kan het voorkomen, dat de tweede factor op C buiten schaal D valt en dus niet meer kan worden afgelezen. Men gaat dan op dezelfde wijze tewerk als boven beschreven, d.w.z. in plaats van met C 1 wordt met C 10 ingesteld. Na enige ervaring weet men spoedig welke instelling het beste is.

V o o r b e e l d : 7,5 · 4,8 = 36 (Fig. 6)

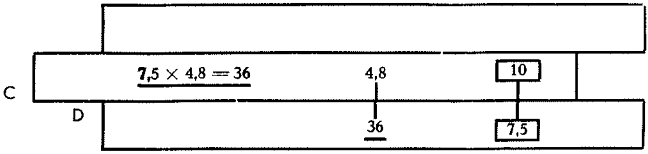


Fig. 6

Plaats **C** 10 boven **D** 7,5, breng de loper boven de tweede factor 4,8 op **C** en lees daaronder op **D** de uitkomst 36 af. In het algemeen moet men met **C** 10 instellen als het produkt van beide factoren groter is dan 10.
Voor samengestelde berekeningen, waarbij bijv. een getal eerst gekwadrateerd moet worden, kan men ook op **A** en **B** verder vermenigvuldigen.

V o o r b e e l d : 2,5 · 3 = 7,5 (Fig. 7)

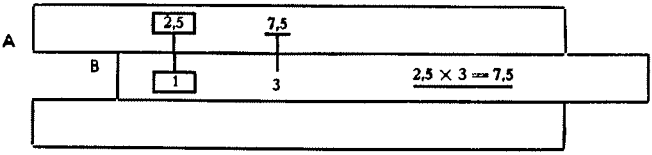


Fig. 7

Plaats **B** 1 onder **A** 25, breng de loperstreep boven **B** 3 en lees het produkt 7,5 onder de loperstreep op **A** af (**A** 75).
Oefenvoorbeelden: Instelling met C 1: 1,82 · 3,9 = 7,1; 0,246 · 0,37 = 0,091
Instelling met C 10: 4,63 · 3,17 = 14,7; 0,694 · 0,484 = 0,336.

Delen

Met behulp van de loper plaatst men teller en noemer op C en D tegenover elkaar, waarna men onder C 1 of C 10 de uitkomst kan aflezen.

V o o r b e e l d : 9,85 : 2,5 = 3,94 (Fig. 8)

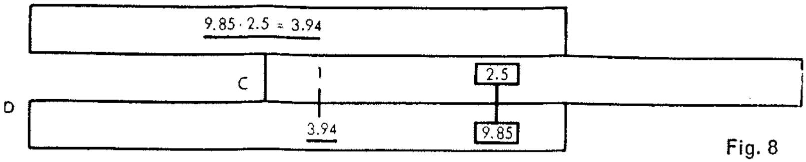


Fig. 8

Plaats de loperstreep boven de teller 9,85 op schaal **D**, breng de noemer 2,5 op schaal **C** onder de loperstreep en lees onder **C** 1 de uitkomst 3,94 op **D** af.
Natuurlijk kan men ook op de schalen **A** en **B** delingen uitvoeren. Ook hier plaatst men met behulp van de loper de teller op **A** en de noemer op **B** tegenover elkaar, waarna men de uitkomst boven **B** 1 of **B** 100 op schaal **A** afleest.

Oefenvoorbeelden: 970 : 26,8 = 36,2; 285 : 3,14 = 90,7; 0,685 : 0,454 = 1,51

Het rekenen met de reciproke schaal CI

Deze schaal is op dezelfde wijze ingedeeld als de schalen C en D, doch loopt in **tegengestelde richting.**

Bij de voorbeelden 1, 2 en 3 moet de schuif in de **nulstand** staan, d.w.z. C 1 boven D 1. Dus instellen en aflezen alleen met de loper.

1. Wenst men van een gegeven getal a de reciproke waarde 1 : a te weten, dan zoekt men dit getal op C of CI op en leest daarboven op CI of daaronder op C de reciproke waarde af.

   Voorbeelden: 1 : 8 = 0,125; 1 : 2 = 0,5; 1 : 4 = 0,25; 1 : 3 = 0,333.

2. Zoekt men 1 : a^2, dan plaatst men de loperstreep op a op schaal CI en leest daarboven op B de uitkomst af.

   V o o r b e e l d : 1 : $2{,}44^2$ = 0,168

3. Gevraagd 1 : $\sqrt{a}$. Men plaatst de loperstreep op a op schaal B en vindt daaronder op CI de uitkomst (zie voorschrift worteltrekken op blz. 6).

   V o o r b e e l d : 1 : $\sqrt{27{,}4}$ = 0,191

   De plaats van de komma in de voorbeelden 2 en 3 vindt men door een ruwe schatting. De uitkomst moet iets kleiner zijn dan 1/5 = 0,2.

4. **Vermenigvuldigen met behulp der schalen D en CI** (delen door reciproke waarde = vermenigvuldigen). Van deze methode wordt eveneens veel gebruikt gemaakt, vooral bij samengestelde vermenigvuldigingen.

   V o o r b e e l d : 0,66 · 20,25. Gedeeld wordt door de reciproke waarde van 20,25. Plaats de loperstreep boven 0,66 op **D**, breng 20,25 op **CI** onder de loperstreep, en lees het produkt 13,37 onder **C** 1 op **D** af.

5. **Produkten van meer dan 2 factoren.**

   Men vermenigvuldigt de eerste twee factoren als beschreven onder punt 4 en kan de uitkomst 13,37 direct op **C** vermenigvuldigen met de volgende factor.

   V o o r b e e l d : 0,66 · 20,25 · 2,38 = 31,8. Men rekent 0,66 · 20,25 op **D** en **CI** uit volgens voorbeeld 4, behoeft de uitkomst niet af te lezen, maar brengt de loperstreep direct op de derde factor 2,38 op **C**. Daaronder vindt men op **D** het eindresultaat 31,8.
   Hierna kan men met een vierde factor vermenigvuldigen door deze op CI op te zoeken en onder de loperstreep te brengen. De uitkomst wordt dan onder C 1 of C 10 op D afgelezen. Men werkt dus afwisselend met de reciproke waarde op D en CI en met de directe waarde op C en D.

Kwadraten en vierkantswortels

Dank zij het feit dat de schalen **A** en **B** van 1 tot 100 en de schalen **C** en **D** van 1 tot 10 lopen, kan men van elk op **D** ingesteld getal het kwadraat direct op **A** aflezen.

V o o r b e e l d : $2{,}3^2 = 5{,}29$ (Fig. 9a)

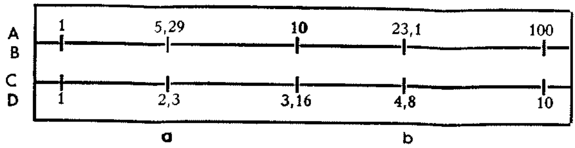


Fig. 9

Men plaatst de loperstreep op 2,3 op **D** en leest daarboven op **A** de uitkomst 5,29 af.

Oefenvoorbeelden: $1{,}345^2 = 1{,}81$; $4{,}57^2 = 20{,}9$; $0{,}765^2 = 0{,}585$.

De vierkantswortel van een getal vindt men door dit getal op **A** op te zoeken en met behulp van de loperstreep de wortel op **D** af te lezen.

V o o r b e e l d : $\sqrt{23{,}1} = 4{,}8$ (Fig. 9b). Men plaatst de loperstreep op 23,1 op **A** en leest daaronder op **D** de uitkomst 4,8 af.

Bij het **vierkantsworteltrekken** is het niet onverschillig op welk gedeelte van A wordt ingesteld. Men moet dus de getallen van 1 tot 10 op het linker en die van 10 tot 100 op het rechter schaalgedeelte instellen.

Om uit grotere of kleinere getallen de vierkantswortel te trekken moet men deze tot het gebied van 1-10 of van 10-100 herleiden door een geschikte macht van 10 buiten het wortelteken te brengen.

Voorbeelden: $\sqrt{1935} = \sqrt{100 \cdot 19{,}35} = 10 \cdot \sqrt{19{,}35} = 10 \cdot 4{,}4 = 44.$

$\sqrt{145{,}8} = \sqrt{100 \cdot 1{,}458} = 10 \cdot \sqrt{1{,}458} = 10 \cdot 1{,}207 = 12{,}07.$

Wil men het afzonderen van machten van 10 vermijden, dan kan men ook de volgende regel toepassen:

Op de linker helft van de schaal moeten de getallen worden ingesteld met 1, 3, 5 enz. cijfers voor de komma of 1, 3, 5 enz. nullen achter de komma; op de rechter helft van de schaal stelt men de getallen in met 2, 4 enz. cijfers voor de komma of 0, 2, 4 enz. nullen achter de komma.

Derde machten en derdemachtswortels

De derdemachtsschaal bestaat uit drie gedeelten, nl. 1-10, 10-100 en 100-1000 en wordt gebruikt in combinatie met schaal **D**. Men plaatst de loper boven het gegeven getal op **D** en vindt daarboven op schaal **K** de derde macht (schuif in de nulstand).

Voorbeelden: $2{,}66^3 = 18{,}8$; $1{,}54^3 = 3{,}65$; $2{,}34^3 = 12{,}8$; $6{,}14^3 = 232$.

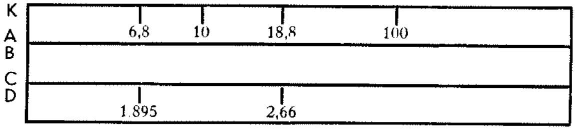


Fig. 10

De derdemachtswortel uit een getal vindt men in omgekeerde richting: men stelt het getal op **K** in en leest daaronder de uitkomst op **D** af.

Voorbeelden: $\sqrt[3]{6{,}8} = 1{,}895$; $\sqrt[3]{4{,}66} = 1{,}67$; $\sqrt[3]{29{,}5} = 3{,}09$; $\sqrt[3]{192} = 5{,}77$.

Is het grondgetal kleiner dan 1 of groter dan 1000, dan moet men, evenals bij het vierkantsworteltrekken, een geschikte macht van 10 buiten het wortelteken brengen.

Wil men een getal a tot de macht $\frac{3}{2}$ verheffen, dan zoekt men het grondtal op A op en vindt de uitkomst op K. Bij de macht $a^{\frac{2}{3}}$ werkt men in omgekeerde volgorde; men zoekt dus d.m.v. de loperstreep a op K op en leest daaronder op A de uitkomst $a^{\frac{2}{3}}$ af.

Voorbeelden: $12{,}8^{\frac{3}{2}} = 45{,}8$ $\qquad$ $172^{\frac{2}{3}} = 30{,}9$.

De trigonometrische schalen S, ST, T_1 en T_2

Deze schalen hebben een decimale indeling en geven in combinatie met schaal **D** de goniometrische functies of omgekeerd de bij deze functies behorende hoeken.

Tabelvorming

Bij het gebruik van de schalen S, ST, T_1 en T_2 in combinatie met schaal **D** als goniometrische tabellen gelden de volgende regels:
Schaal **S** geeft samen met schaal **D** een **sinustabel.**
Schaal **S** met de waarden der complementaire hoeken (van rechts naar links oplopend; rode cijfers) geeft samen met schaal **D** een **cosinustabel.**
De beide **T**-schalen geven samen met schaal **D** een **tangententabel** voor hoeken tot $84{,}28^0$.
De beide **T**-schalen met de waarden der complementaire hoeken (van rechts naar links oplopend; rode cijfers) geven samen met schaal **D** een **cotangententabel.**

Opgaven:	Instelling:	
sin 13^0 = cos 77^0 = 0,225	S 13^0 — D 0,225	Hiervoor behoeft men alleen de loperstreep te gebruiken.
sin 76^0 = cos 14^0 = 0,9705	S 76^0 — D 0,9705	
cos 28^0 = sin 62^0 = 0,883	S 62^0 — D 0,883	
cos 78^0 = sin 12^0 = 0,208	S 12^0 — D 0,208	
tg 32^0 = cotg 58^0 = 0,625	T_1 32^0 — D 0,625	
tg 57^0 = cotg 33^0 = 1,54	T_2 57^0 — D 1,54	
cotg 18^0 = tg 72^0 = 3,08	T_2 18^0 — D 3,08*	
cotg 75^0 = tg 15^0 = 0,268	T_1 75^0 — D 0,268*	

* of:

cotg 18^0 = tg 72^0 = 3,08	T_1 18^0 — CI 3,08	Eerst schuif in nulstand, dan aflezen met loperstreep.
cotg 75^0 = tg 15^0 = 0,268	T_2 75^0 — CI 0,268	

De **ST**-schaal vormt samen met schaal **D** een tabel voor booglengten in radialen en bij gebruik van de correctietekens een sinus- resp. tangenstabel voor **kleine hoeken** van $0{,}55^0$—6^0.

Gebruik voor omrekening in radialen

De grootte van de hoek in graden wordt ingesteld op schaal **ST**, de bijbehorende booglengte in radialen wordt via de loper afgelezen op **D.**
Voorbeelden: bg $2{,}5^0$ = 0,0436 rad.; bg $4{,}02^0$ = 0,07 rad.;
omgekeerd: 0,04 rad. = $2{,}29^0$; 0,021 rad. = $1{,}205^0$.

Op de **ST**-schaal kan men ook de booglengten voor 10-voudige waarden der hoeken aflezen, doch dan moet de uitkomst met 10 worden vermenigvuldigd.
Voorbeelden: bg 31^0 = 0,541 rad.; 0,64 rad. = $36{,}7^0$.

Gebruik als tangensschaal resp. sinusschaal voor kleine hoeken tot 3^0, resp. 5^0 volgens de betrekking tg $\alpha \approx$ sin $\alpha \approx$ bg α.

Voorbeelden: tg $2{,}5^0 \approx$ sin $2{,}5^0$ = 0,0436
tg $4^0 \approx$ sin 4^0 = 0,0697

Om tg 4^0 **nauwkeurig** af te lezen, gebruikt men het correctieteken **rechts** naast de deelstreep 4^0. Men leest dan de waarde 0,0699 af.

In het algemeen geldt voor de tangens:

De tangens is **groter** dan de boog, dus het correctieteken ligt **rechts** van de deelstreep.

Voorbeeld: tg 5^0 = 0,0875.

Ligt de hoek tussen de van correctietekens voorziene gehele graden, dan moet men een analoge correctie toepassen.

Voorbeelden: tg $3{,}5^0$ = 0,0612; tg $4{,}2^0$ = 0,0736; tg $5{,}33^0$ = 0,0934.

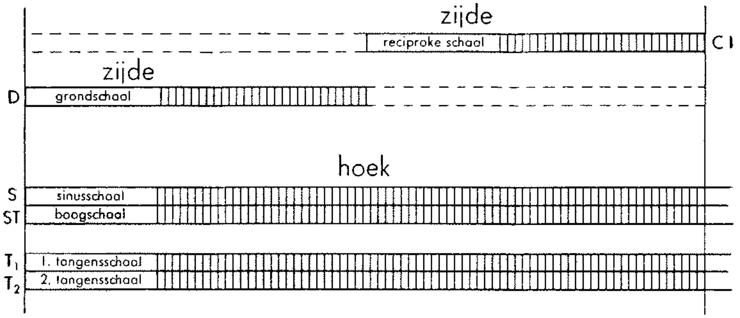
Is de waarde van de functie gegeven en wordt de bijbehorende hoek gevraagd, dan moet men op overeenkomstige wijze naar **links** corrigeren.

Voor de **sinus** is het correctieteken **links** van de deelstreep 6^0 aangebracht. Dit geldt voor het gebied van 5^0—6^0.

Men werkt hiermee op dezelfde wijze als boven beschreven, doch in omgekeerde richting.

Het rekenen met de trigonometrische schalen S, ST, T_1 en T_2

Daar elke goniometrische functie een verhouding tussen de zijden van een rechthoekige driehoek voorstelt, behoeft men slechts de **afstanden, overeenkomend met de lengten dezer zijden op schaal D en schaal CI** achter elkaar te plaatsen. Leest men dan tegenover het resultaat van deze optelling op de gewenste trigonometrische schaal af (voor 0,01 x op ST, voor 0,1 x op S en T_1, voor x op T_2), dan vindt men rechtstreeks de grootte van de bij de functie behorende hoek.



Hetzelfde principe kan men ook toepassen, indien de hoek en een der zijden gegeven zijn; in dit geval moet men eerst de waarde van de hoek met de loperstreep op de in aanmerking komende trigonometrische schaal en dan op schaal **D** of **CI** de gegeven zijde opzoeken.

Voorbeelden: 1. Gegeven a = 3, b = 4; gevraagd α en c.
Men plaatst C 1 boven D 3, de loperstreep op CI 4 en leest op T_1 de hoek $\alpha = 36{,}9^0$ af. Brengt men vervolgens de loper op S $36{,}9^0$ dan vindt men op CI de hypothenusa 5.

2. Gegeven: a = 30, b = 4. Gevraagd: α en c.

Evenals boven plaatst men C 1 boven D 3 en de loperstreep op CI 4, doch nu leest men op T_2 de hoek $\alpha = 82{,}4^0$ af (daar $30 : 4 > 1$). Met de loper op S $82{,}4^0$ vindt men op CI voor c de waarde 30,3.

3. Gegeven: a = 3, b = 40. Gevraagd: α en c.

Men stelt weer in als boven, doch leest de hoek op ST af (aflezing $4{,}3^0$, correctie naar links geeft $4{,}28^0$). Bij deze gecorrigeerde instelling $4{,}28^0$ wordt op CI voor c de waarde 40,2 afgelezen.

4. Gegeven: $a = 8{,}2$; $b = 21{,}6$. Gevraagd: c en α.

Men plaatst C 10 boven D 8,2, de loper op CI 21,6 en leest op T_1 de waarde voor $\alpha = 20{,}78^0$ af. Hierna plaatst men de loper op $20{,}78^0$ op schaal S en leest op CI 23,1 als waarde voor c af.

5. Gegeven: $a = 21{,}6$; $b = 8{,}2$. Gevraagd: c en α.

Plaats C 1 boven D 21,6, de loper op CI 8,2 en lees op T_2 de waarde voor $\alpha = 69{,}22^0$ af. Breng nu de loper op 69,22 op schaal S en lees op CI de waarde van $c = 23{,}1$ af.

Een voorbeeld met toepassing van de correctie:

6. Gegeven: $a = 51{,}2$; $c = 612$. Gevraagd: α en b.

Plaats C 1 boven D 51,2 en de loper op CI 612; lees op schaal ST de hoek $4{,}8^0$ af. Breng nu de loperstreep over een afstand gelijk aan het correctie-interval voor de tangens naar rechts en lees op CI de waarde van $b = 610$ af.

Berekening van schuine driehoeken

Hiervoor geldt de betrekking $a : b : c = \sin \alpha : \sin \beta : \sin \gamma$.

1. Gegeven: $a = 38{,}3$; $\alpha = 52^0$; $\beta = 59^0$; $\gamma = 69^0$. Gevraagd b en c.

Plaats C 383 boven S 52^0. Met behulp van de loper kan men boven S 59^0 en S 69^0 de lengten $b = 41{,}7$ en $c = 45{,}4$ op C aflezen.

2. Gegeven: $\alpha = 6^0$; $\beta = 5^0$; $c = 165$. Gevraagd a en b.

Zoals bekend, is $\gamma = 180^0 - (\alpha + \beta) = 169^0$ en
$\sin \gamma = \sin (180^0 - \gamma) = \sin 11^0$.

Men brengt dus C 165 boven S 11^0 en kan nu op de ST-schaal met toepassing van de nodige correctie de hoeken met behulp van de loper opzoeken en op schaal C de waarden van $a = 90{,}4$ en $b = 75{,}4$ aflezen.

De **cosinus** en **cotangens** vindt men met behulp van de complementaire hoeken $\cos \alpha = \sin (90^0 - \alpha)$; $\operatorname{cotg} \alpha = \operatorname{tg} (90^0 - \alpha)$.

Voorbeelden:

1. Gegeven: $b = 1{,}17$; $a = 2{,}23$. Gevraagd α en c.

Plaats C 1 boven D 1,17, de loper op CI 2,23 en lees daaronder op T_1 (invers, dus rode cijfers) de waarde van $\alpha = 62{,}3^0$ af. Plaats nu de loper op $62{,}3^0$ op schaal S (eveneens invers, dus rode cijfers) en lees daarboven op CI de waarde van $c = 2{,}52$ af.

2. Gegeven: $b = 4{,}42$; $c = 46{,}2$. Gevraagd α en a.

Breng C 1 boven D 4,42 en de loper op CI 46,2. Op ST (invers) leest men voor α $84{,}52^0$ af. Met toepassing der correctie, d.w.z. één correctie-interval naar **rechts**, vinden wij precies $84{,}5^0$.
Breng nu de loper op $84{,}5^0$ op ST (invers) en lees daarboven, met inachtneming der tangenscorrectie, op CI de waarde van $a = 46$ af.

Het gebruik van de index ϱ

Voor de bepaling van de booglengte in radialen kan men ook gebruik maken van de betrekking

$$\varrho \cdot \alpha = \frac{\pi}{180} \cdot \alpha = 0{,}01745 \cdot \alpha = \text{bg}\ \alpha$$

Plaatst men C 1 boven ϱ op schaal D, dan heeft men een booglengte-tabel op D met de waarden van de hoeken op C.

Voorbeelden: bg $2{,}5^0 = 0{,}0436$; bg $0{,}4^0 = 0{,}00698$.

Instellen en aflezen met behulp van de loper.

De extra schalen op de School-log-log No. 57/89

De exponentiële schalen LL_2 en LL_3

Voor het rekenen met deze schalen moet de schuif in omgekeerde stand in de liniaal worden gebracht, zodat LL_2 langs schaal A en LL_3 langs schaal D loopt.

1. Bij overgang van LL_2 op LL_3 (met behulp van de loperstreep) vindt men de tiende machten.

   Voorbeelden: $1{,}204^{10} = 6{,}4$; $1{,}365^{10} = 22{,}5$; $1{,}135^{10} = 3{,}55$.

2. Bij overgang van LL_3 op LL_2 vindt men de 10e-machts wortels.

   Voorbeelden: $\sqrt[10]{75} = 1{,}54$; $\sqrt[10]{7{,}8} = 1{,}228$; $\sqrt[10]{52} = 1{,}485$.

De machten van het getal e $\approx$ 2,718

vindt men door met de schuif in de nulstand de exponent met behulp van de loper op D in te stellen en de gezochte macht van e op de LL-schalen af te lezen. Wordt op LL_3 afgelezen, dan bestrijkt schaal D het gebied van 1-10; wordt op LL_2 afgelezen, dan liggen de waarden op D tussen 0,1 en 1.

Voorbeelden: $e^{1,61} = 5$. Plaats de loperstreep boven D 161 en lees op LL_3 de uitkomst 5 af.

$e^{0,161} = 1{,}175$. Plaats de loperstreep op D 161; dit heeft nu echter de waarde 0,161, zodat men op LL_2 moet aflezen. Uitkomst: 1,175.

$e^{6,22} = 5 \cdot 10^2 = 500$; $e^{0,622} = 1{,}862$; $e^{2,64} = 14$.

Is de exponent negatief, dan gebruikt men de formule $e^{-n} = \frac{1}{e^n}$

Wij berekenen dus eerst de positieve waarde van n en zoeken dan de reciproke waarde hiervan op.

Wortels uit het getal e

Plaats de rechter of linker e-streep (rode streep) boven de exponent. Men vindt dan met behulp van de loper boven D 1 of D 10 (resp. onder B 1 of B 100) de gevraagde wortel.

Voorbeelden: $\sqrt[4]{e} = 1{,}284$; $\sqrt[0,25]{e} = 54{,}6$; $\sqrt[8]{e} = 1{,}133$; $\sqrt[0,125]{e} = 2981$.

De natuurlijke logaritmen

vindt men door overgang van de LL-schalen op de schalen C en D.
Hierbij geldt weer dat bij het werken met LL_3 schaal D loopt van 1-10 en met LL_2 van 0,1-1.

Voorbeelden: ln 25 = 3,22. Men plaatst de loper boven LL_3 25 en leest daaronder op D de uitkomst 3,22 af.

ln 1,3 = 0,262. Men plaatst de loper boven LL_2 1,3 en vindt daaronder op D de uitkomst 0,262.

Oefenvoorbeelden: ln 145 = 4,97; ln 36 = 3,58; ln 1,84 = 0,61; ln 2,36 = 0,859.

De natuurlijke logaritmen der getallen kleiner dan 1 vindt men met behulp van de betrekking $\ln a = -\ln \frac{1}{a}$.

Willekeurige machten van getallen

Machten van de vorm a^n vindt men door het getal a op de LL-schalen boven D 1 resp. D 10 te plaatsen, dan de loperstreep boven de exponent op D te brengen en daarboven op de LL-schalen de uitkomst af te lezen.

Voorbeeld: $3{,}75^{2,96} = 50$. Men plaatst LL_3 3,75 boven D 1, de loper boven D 2,96 en vindt daarboven op LL_3 de uitkomst 50.

Oefenvoorbeelden: $1{,}89^{6,05} = 47{,}1$; $4{,}2^{2,16} = 22{,}2$; $4{,}2^{0,216} = 1{,}364$.

Uit het laatste voorbeeld blijkt, dat ook hier de regel voor de kommaplaatsing in acht genomen moet worden.

Willekeurige wortels van getallen

Men stelt de exponent op D in, plaatst daarboven het getal op de LL-schalen en leest de uitkomst boven D 1 of D 10 op de LL-schalen af.

Voorbeeld: $\sqrt[4,4]{23} = 2{,}04$. Loper op D 4,4, daarboven LL_3 23; loper op D 10 en daarboven op LL_2 de uitkomst 2,04 aflezen.

Oefenvoorbeelden: $\sqrt[0,6]{15{,}2} = 93{,}5$; $\sqrt[5]{2} = 1{,}149$; $\sqrt[5]{20} = 1{,}82$.

Logaritmen met willekeurige grondtallen

Men plaatst het grondtal op de LL-schalen boven D 1 (resp. D 10) en leest onder de numerus op LL de logaritme op D af.

Voorbeeld: $\log^{5} 25 = 2$. Men plaatst LL_3 5 boven D 1, de loper op LL_3 25 en leest daaronder op D de logaritme 2 af.

Oefenvoorbeelden: $\log^{20} 400 = 2$; $\log^{5} 230 = 3{,}38$; $\log^{20} 1{,}82 = 0{,}2$.

De tiendelige logaritmen (zie ook logaritmenschaal L op blz. 12).

Men brengt de schuif zover naar links tot LL_3 10 boven D 1 staat. Nu kan men aflezen: log 10 = 1; log 100 = 2; log 1000 = 3; log 200 = 2,301; log 2 = 0,301; log 20 = 1,301; log 1,1 = 0,0414. De wijzer wordt dus mee afgelezen.

Voor de plaats van de komma geldt de volgende regel:

Als men uitgaat van LL_3 moet de gevonden uitkomst door 1, van LL_2 door 10 worden gedeeld.

De logarithmenschaal L

Op deze schaal kan men, uitgaande van schaal C of (met de schuif in de nulstand) van schaal D, de tiendelige logaritmen rechtstreeks aflezen.

Voorbeelden: log 1,35 = 0,1303; log 13,5 = 1,1303. Men plaatst de loperstreep boven 1,35 op schaal C of D en leest daarboven op L de mantisse 1303 af. De wijzer moet op de bekende wijze worden bepaald.

Omgekeerd vindt men de bij de logaritme behorende numerus door de loper op L in te stellen en daaronder op C of D af te lezen.

Oefenvoorbeelden: log 3 = 0,477; log 36,2 = 1,5585; log 1,479 = 0,170; log sin 25^0 = log 0,4225 (op C of D) = 0,626—1 (op L) = 9,626—10. Men kan dus met behulp van de loper rechtstreeks van S 25^0 naar L 626 aflezen.

De 2e sinusschaal S

Deze bevindt zich op de achterzijde van de schuif. Voor het werken met deze schaal moet de schuif dus worden omgekeerd. De schaal begint bij de index e op LL_3 en eindigt met de deelstreep 90^0. Door het aanbrengen van deze extra sinusschaal op de schuif kan men op eenvoudige wijze vermenigvuldigingen en delingen met de goniometrische functies uitvoeren, zonder dat de waarden der functies zelf afgelezen behoeven te worden.

Voorbeeld: $\sin 41^0 \cdot \sin 23^0 = 0{,}2562$

Plaats het rechter eindpunt van de schaal met behulp van de loperstreep boven S 41 op de Ie sinusschaal (ondergedeelte van de liniaal) en lees onder S 23 op de 2e sinusschaal (midden van de schuif) de uitkomst 0,2562 op schaal D af.

Bij opgaven van het type $a \cdot \sin\alpha \cdot \sin\beta$ moet steeds worden begonnen met a op schaal D.

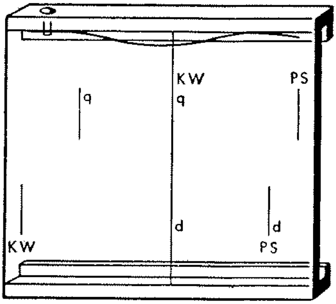
Oefenvoorbeelden: $\text{tg } b = \text{tg } 40^0 \cdot \cos 12^0 = 0{,}82;\ b = 39{,}35^0$

$$\text{tg } \beta = \frac{\text{tg } 37^0}{\sin 14^0} = 3{,}117;\ \beta = 72{,}2^0$$

$$\sin \beta = \frac{\cos 33^0}{\cos 48^0} = 0{,}1254;\ \beta = 7{,}2^0$$

De loper met 5 strepen

Met behulp van deze loper kan men verschillende veel voorkomende berekeningen rechtstreeks uitvoeren.



1. Berekening van het oppervlak van een cirkel met een gegeven middellijn.
   Plaats de middelste of de rechter onderste loperstreep (in nevenstaande figuur aangeduid met d) boven de gegeven midellijn 3,2 cm op **D** en lees onder de links hiervan, met q aangegeven loperstreep op **A** de uitkomst 8,04 cm² af.

2. Berekening van het gewicht van een ronde ijzeren staaf in kg/m.
   Plaats de rechter onderste loperstreep boven de gegeven diameter, bijv. 4,3 cm en lees onder de linker bovenste loperstreep het gewicht per meter = 11,4 kg af.

3. Omrekening van kW in pk en omgekeerd.

V o o r b e e l d : 28 pk = 20,6 kW. Men plaatst de loperstreep PS (= pk) boven 28 op schaal **A**. Onder de loperstreep kW vindt men dan, eveneens op **A**, het gezochte aantal kW = 20,6.

Voor een nog nauwkeuriger berekening van het aantal kW plaatst men de rechter onderste loperstreep PS op **D** 28 en vindt dan eveneens op **D** onder de linker onderste loperstreep kW het gezochte aantal kW = 20,59.

Onderhoud van de CASTELL schoolrekenlinialen

De CASTELL schoolrekenlinialen zijn vervaardigd uit het ideale materiaal GEROPLAST, dat zeer elastisch en bij normaal gebruik onbreekbaar is. Het is niet ontvlambaar en bestand tegen elk klimaat, ongevoelig voor vocht en bestand tegen de meeste chemicaliën. Contact met bijtende vloeistoffen of sterke oplosmiddelen moet echter worden vermeden, daar deze, zo niet het materiaal zelf, dan toch de inkt van de schalen kunnen aantasten. Zo nodig kan de schuif met een weinig vaseline of silicoonolie gemakkelijker glijdend worden gemaakt. Om de grote nauwkeurigheid bij de aflezing te behouden, moet vervuiling en krassen van de schalen en de loper worden voorkomen en moeten deze van tijd tot tijd met CASTELL Geropur No. 211 (vloeibaar) of No. 212 (pasta) worden gereinigd.

970 Printed in Germany 1/759 ho