

# Rekenlinialen: Geavanceerde toepassingen

Goniometrische schalen

Log-log schalen

Hyperbolische schalen

Geavanceerde toepassingen:

geodesie

astronavigatie

luchtvaartnavigatie

Ronald van Riet  
[ronald@van-riet.nl](mailto:ronald@van-riet.nl)

# Goniometrische schalen

standaard:

$\sin(x)$     0,6 ... 90°  
twee decaden

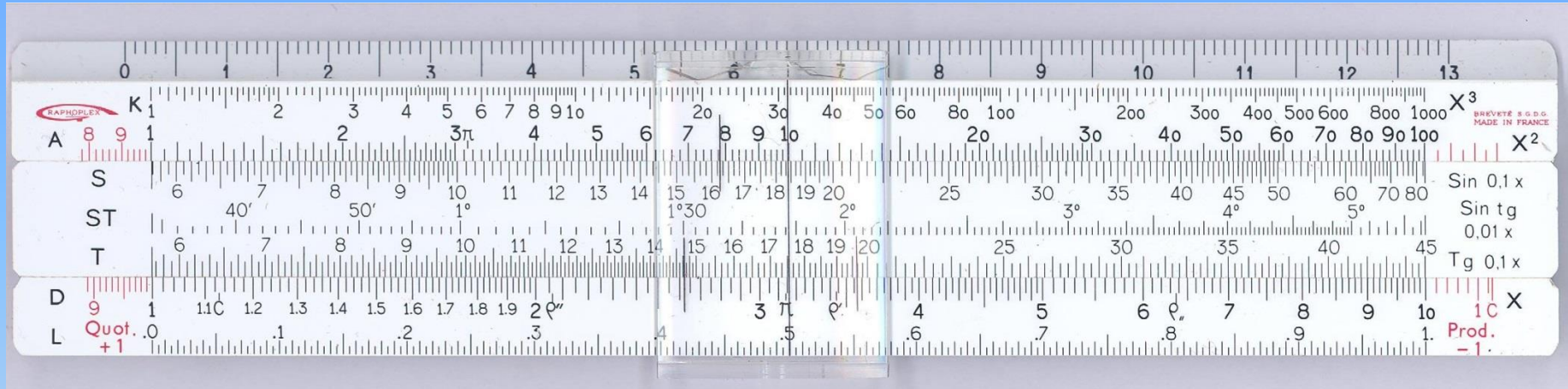
$\cos(x)$     0 ... 89,4°  
inverse van sinus

$\tan(x)$     0,6 ... 45°  
twee decaden, soms extra decade

0,6 ... 6°    sin en tan bij benadering gelijk

# Goniometrische schalen

## S - ST - T



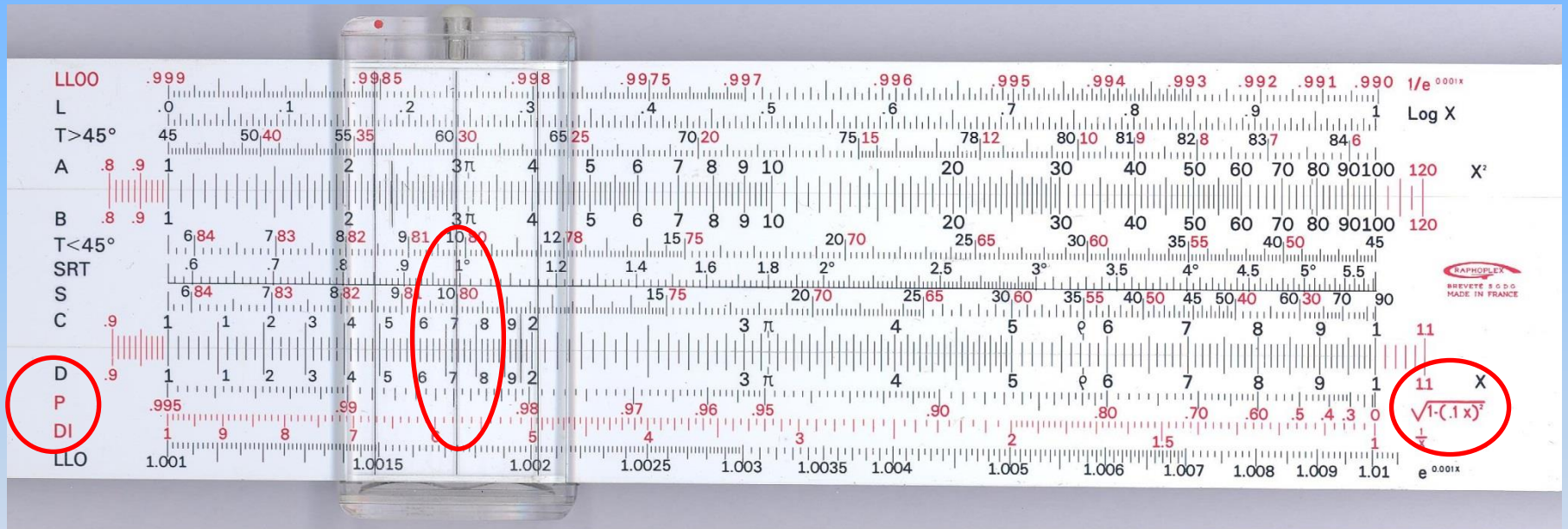
onnauwkeurigheid:

$\sin(x)$  bij  $x = 45 \dots 90^\circ$

$\cos(x)$  bij  $x = 0 \dots 45^\circ$

# P-schaal (Pythagoras)

$$\sin(x) = \sqrt{1 - \cos^2(x)}$$



voorbeeld:  $\sin(80^\circ) = 0,9848$

# Willekeurige machten Log-log schalen

$$a^b \Rightarrow e^{b \cdot \ln(a)}$$

LL1  $e^{0,01x}$

LL2  $e^{0,1x}$

LL3  $e^x$

LL01  $e^{-0,01x}$

LL02  $e^{-0,1x}$

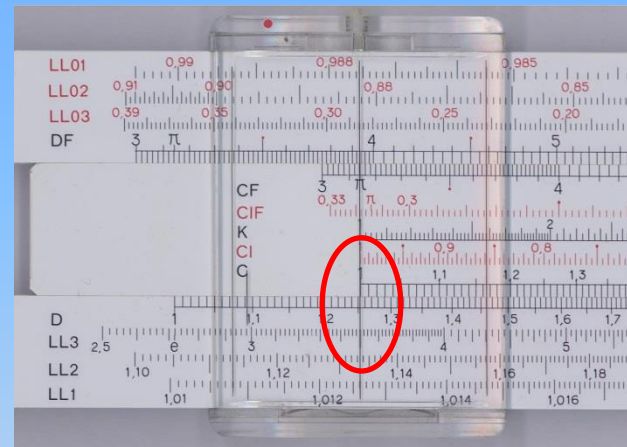
LL03  $e^{-x}$



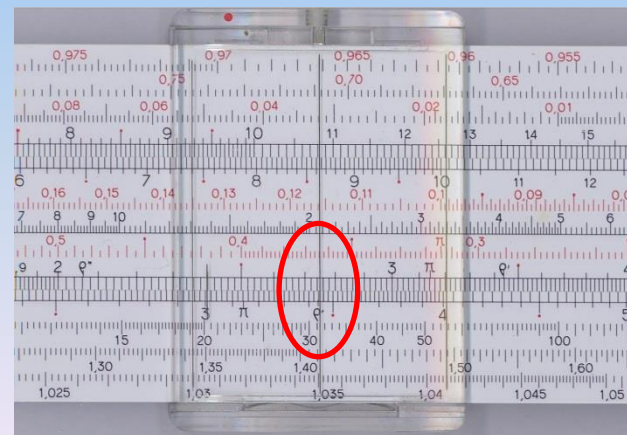
# Log-log schalen

Voorbeeld:  $3,5^{2,75}$

Loper op 3,5 op LL-schaal  
1 op C-schaal onder loper



Loper op 2,75 op C-schaal  
Aflezen op LL-schaal



Antwoord: 31,3 (31,34636)

# Hyperbolische functies

Toepassingen:

transmissielijnen

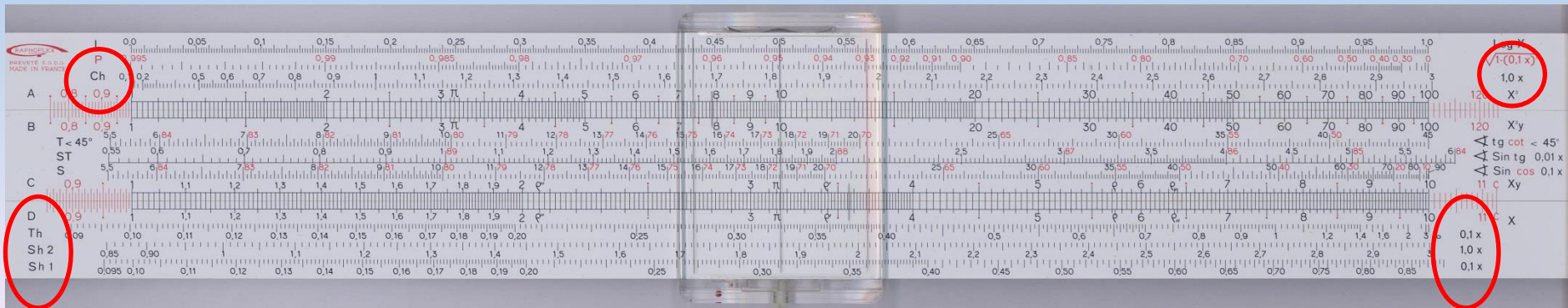
berekeningen met complexe getallen

$$\text{sh}(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{2}$$

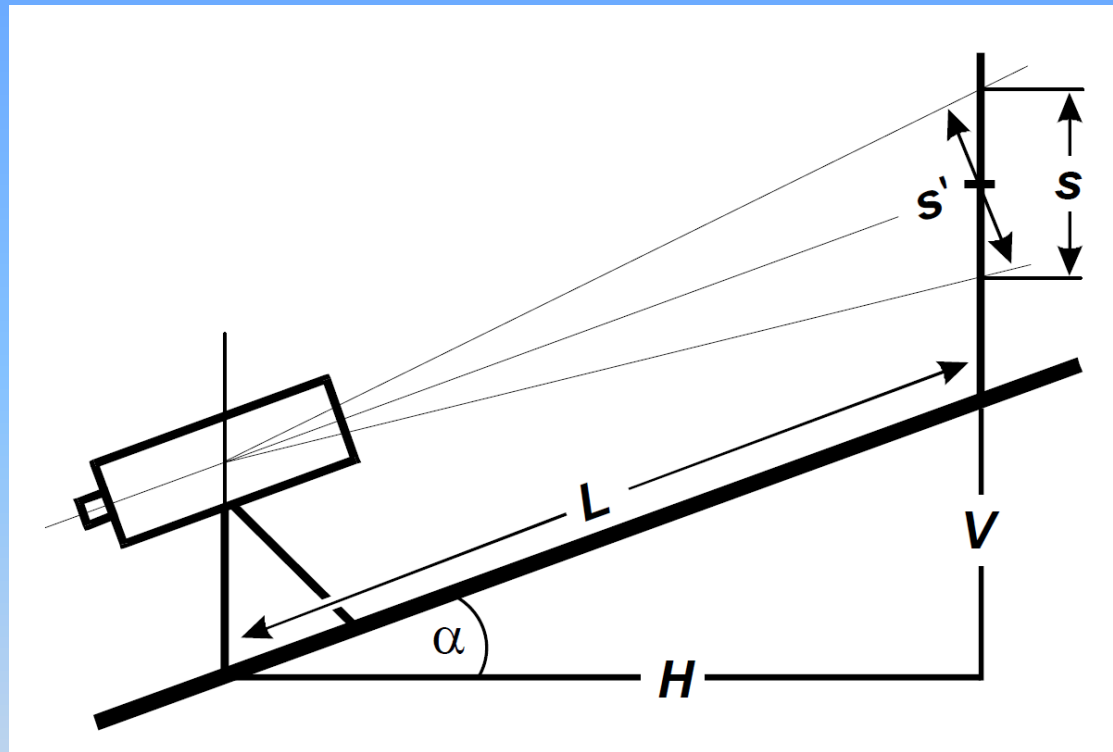
$$\text{ch}(x) = \frac{e^x + e^{-x}}{2}$$

$$\text{th}(x) = \frac{e^{2x} - 1}{e^{2x} + 1}$$

schalen Sh1, Sh2, Ch, Th voor  $0,1 < x < 3$



# Geodesie



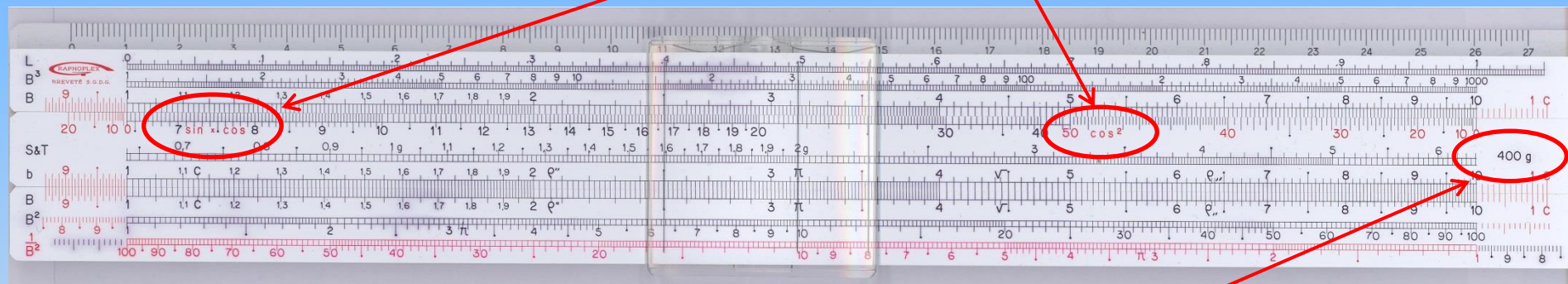
$$V = 100 \cdot s \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos(\alpha)$$

$$H = 100 \cdot s \cdot \cos^2(\alpha)$$



# Geodesie

Geodetische rekenlinialen zijn te herkennen aan de schalen  $\sin \cdot \cos$  en  $\cos^2$



Ook wordt vaak een cirkel van 400 graden gebruikt

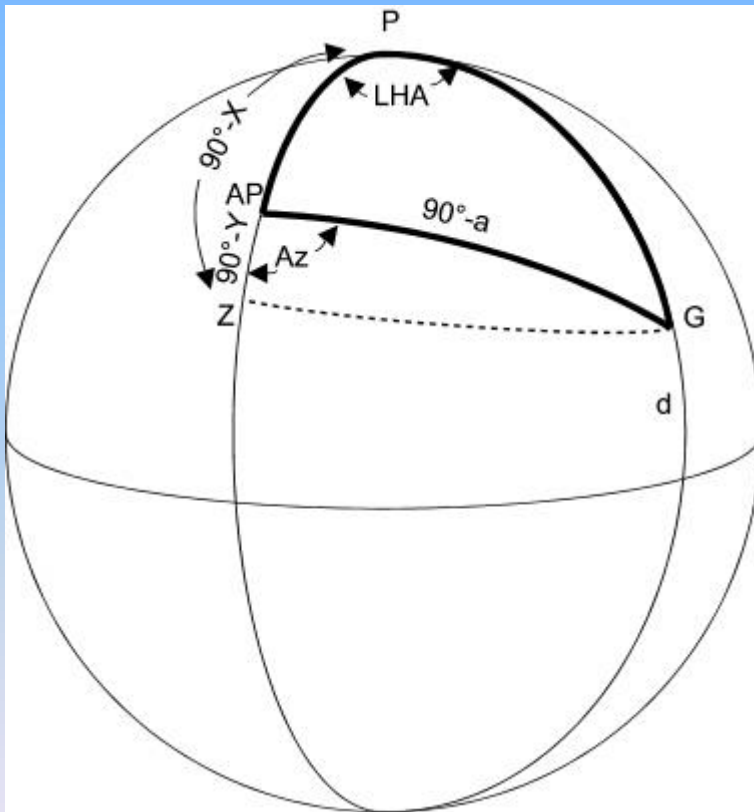
# Astronavigatie

## plaatsbepaling aan de hand van sterren

- Sterren schieten met sextant
- Hoogte en richting van ster bepalen via bolmeetkunde
- Logaritmes van goniometrische functies
- Nauwkeurigheid: 0,5 boogminuut (=0,5 zeemijl)
- Rekentijd: > 15 minuten

# Astronavigatie

## bolmeetkunde



$$\frac{1}{\cot(d)} = \frac{\cos(LHA)}{\cot(X)}$$

$$\frac{\cos(X)}{\cot(LHA)} = \frac{\cos(Y)}{\cot(Az)}$$

$$\frac{\cos(Az)}{\cot(Y)} = \frac{1}{\cot(a)}$$

# Astronavigatie

## A.M.L. Position Line Slide Rule aka Bygrave



- Alleen voor astronavigatie
- Concentrische cilinders
- Spiraalvormige schalen:
  - $\cos$  407 cm
  - $\cot$  758 cm
- Formules als vergelijkingen
- Nauwkeurigheid: 1 zeemijl
- Rekentijd: < 2 minuten
- Speciaal voor luchtvaart

# Luchtvaartnavigatie



# Literatuur:

hyperbolische rekenlinialen:

<http://ww2.hyperbolicsliderules.com:8110>

geodetische rekenlinialen:

[http://www.photocalcul.com/Calcul/Regles/Autres/  
photo\\_Concise\\_Stadia.html](http://www.photocalcul.com/Calcul/Regles/Autres/photo_Concise_Stadia.html)

Bygrave rekenliniaal voor astronavigatie:

[https://sites.google.com/site/sliderulesite/  
position-line-slide-rules](https://sites.google.com/site/sliderulesite/position-line-slide-rules)