Beschrijving[1]

van de zamenstelling en het gebruik van een

Nieuw Rekenkundig Werktuig.

uitgevonden en gemaakt door

Benjamin Ayres,

Mathematische Instrumentmaker

te ***Amsterdam.***

Description

of the construction and the usage of a

New Arithmetical Instrument.

invented and made by

Benjamin Ayres,

Mathematical Instrumentmaker

in ***Amsterdam.***

[1] Transposition by O. van Poelje into Dutch (top half of page) and English (bottom half) of the original Dutch description manuscript of an instrument by B. Ayres, as annex to the article: Poelje, O.E. van, "Calculating Disc by Benjamin Ayres (circa 1750)", *Journal of The Oughtred Society*, Vol. 19:1, May 2010. The instrument is owned by the University Museum of Utrecht, inventory nr. ME-32.

Beschrijving van het Werktuig

Het werktuig is eene kopere schijf waarop uit het Centrum om den rand eenige verdeelde circulen getrokken zijn. Voorts zijn op hetzelve twee om het Centrum beweeglijke gebogen wijzers, en in ieder van deeze is een zeer fijn op het Centrum aanlopend draadje gespannen, hetwelk alle de verdeelde Circulen doorsnijdt. Aan het einde van ieder der wijzers is een schroefje om hem daarmede, als men de draad op een begeerde verdeeling gebracht heeft, vast te zetten; en op het Centrum is eene schroef om daarmede de wijzers aan elkander te bevestigen, zodanig, dat zij als de schroefjes aan de einden los gemaakt zijn, gelijk om het Centrum kunnen bewogen worden. De diameter der schijf is 7. 8. @ 9 duimen, grooter of kleiner naar verkiezing.

Verklaaring

Description of the Instrument

The Instrument is a brass disc on which from the center a number of divided circular scales are drawn at the edge. On that same disc are two moving bended pointers, and in each of them a fine radial-directed wire is drawn which intersects the divided scales. At the end of each pointer a screw allows locking the wire on a desired division; at the center a screw allows locking the two pointers together, so that with loosened end screws they can move around the center together. The diameter of the disc is 7. 8. @ 9 inches (Amsterdam), larger or smaller as desired.

Description

Verklaaring van de gedeelde Circulen

Alle verdeelingen beginnen van eene op het Centrum aanlopende linie die wij de Radius zullen noemen; en zijn als men de Radius na zig toe legt naar de rechterhand voortgaande of meerderende, dat is: de telling gaat volgens de gemeene spreekwijs (van die benoorden de zon woonend) tegen de zon om, en bij de Radius staat de naam van ieder verdeeling, alsmede regt daarnevens op beiden de wijzers.

Het voornaamste is dat men acht geeft dat alle verdeelingen volgens den aanwas der logarithmischige tallen zijn. De verdeelde Circulen zijn in order van buiten naar binnen als volgt.

I. *de Nummers*
De verdeeling op deeze Circuul is voor de getallen in het algemeen, en door de wonderbare eigenschap der Logarithmen van de Radius

---

Description of the divided circles

All divisions start from a radial-directed line which we call the Radius; and increase to the right (counter-clockwise) if the Radius points to the observer, or: as normally expressed (in the Northern hemisphere): against the sun, and beside the Radius the name of each division is inscribed, as well as on both pointers at the same position.

Most important is that one realizes that the scales are logarithmical. The divided circles are, from outside to inside as follows.

I. *the Numbers*
The division on this circle is for numbers in general, and by the miraculous property of the logarithms of the Radius

beginnende naar de beide zijden als oneindig
veele maalen omgaande en in zich zelf weder-
keerende, zijnde desselfs hoofdverdeelingen
(door welke wij die verstaan waarbij de cijffers
gesneden zijn.) aldus.

Beginnende van Radius naar de rechterhand,
10, 20, 30 enz. tot 100, voorts 200, 300, 400, enz.
tot 1000, op Radius en wederom voortgaand
2000, 3000 enz. tot 10,000, en dan 20,000, 30,000
enz. tot in het oneindige.- Maar van Radius
naar de linkerhand is het minderende, als 10,
9, 8 enz. tot 1. verder 9/10 of 0,9, 0,8, enz. tot weder-
om op Radius 0,1, of 0,10 en al verder dezelfde
weg omgaande 0,09, 0,08 enz. tot in het oneindige.

Anders kan men ook de Radius neemen
voor elk getal, dat uit 1 met zoveel nullen
bestaat, als men na betragting van de grootte
der getallen met welke men te werken heeft no-
dig oordeeldt; en zich dan bij de, naar de rech-
terhand volgende negen hoofdverdeelingen even-
veel nullen verbeelden en bij de overige

---

starting to both sides as infinitely rotating and repeating,
og which its main divisions (meaning those with inscribed
numbers) are as follows.

Starting from Radius to the right, 10, 20, 30 etc. to
100, then 200, 300, 400, etc. to 1000, on Radius and
again repeating 2000, 3000 etc. to 10,000, and then
20,000, 30,000 etc. ad infinitum.- But from Radius
to the left it is decreasing, as 10, 9, 8 etc. to 1. then 9/10
or 0,9, 0,8, etc. to again on Radius 0,1, or 0,10 and
further repeating 0,09, 0,08 etc. ad infinitum.

Otherwise one can take the Radius for each
number, consisting of 1 with as many zeroes as needed
for the size of the numbers to be considered, and then
imagining at each of the nine main divisions to the right as
many zeroes, and further

tot aan Radius eene nul meerder, en Radius zelf twee nullen meerder; en integendeel naar de linkerhand omtellende bij de negen eerste eene nul minder als men bij Radius gesteld heeft en bij de overige twee nullen minder, zoo dat bij elken omgang naar de rechterhand de getallen 100 maal vergrooten, en naar de linkerhand 100 maal kleinder worden.

De hoofdverdeelingen kennende kan men ligtelijk, door tellen, de tusschenstaande kleinere verdeelingen meeten.

Diegeenen welken de eigenschappen der Logarithmus verstaan zullen zich nog wel andere manieren van tellen kunnen uitvinden; wij achten de twee voorgaande genoegzaam om door het gebruik van het Instrument te verstaan, en deeze Circul wel verstaande zal men daardoor ligtelijk de overige (alle welke uit deeze voortkomen) kunnen begrijpen.

II. *de Sinus*

Deeze verdeeling begint van Radius naar de

---

one extra zero up to the Radius, and on the Radius itself even two more zeroes; and on the other hand counting to the left at the nine first main divisions one zero less than at Radius, and at the next ones two zeroes less, so that every full rotation to the right the numbers increase a 100-fold, en to the left decrease a 100-fold.

Knowing the main divisions, it is easy to determine by counting the intermediate subdivisions.

Those who understand the properties of the Logarithmus may invent other ways of counting; we consider the abovementioned sufficient to understand the Instrument by using it, and understanding this circle (“Number”) one can easily understand the others (all of which relate back to this one).

II. *the Sinus*

This division starts from Radius to the

rechterhand met eene boog diens Sinus 100 maal kleiner is als de Radius, of met 34 11/29 minut, en dan naar de rechterhand voortgaande tot aan de Radius zal men door de voorgaande verklaaring van de Nummers koomen op een boog, diens Sinus gelijk de Radius, of 90 graden, is.

III *en* **IV** *de Tangens*

De verdeeling van III begint van Radius met eene boog waarvan de Tangens 100 maal kleiner als de Radius is, of met 34 11/29 minut en eindigt op Radius met eene boog, diens Tangens gelijk de Radius of 45 graden is; en van deeze begint de IV dezelfde weg om voortgaande tot aan Radius zo komt men op eene boog diens Tangent 100 maal grooter is als de Radius of 89 graden 25 18/29 minuten.

Door de eigenschap der Logarithmus Tangenten, verstaat men ligtelijk dat de verdeelingen op III en IV ter wederzijden van den Radius gelijk moeten zijn.

---

right hand by an arc of which the Sinus is a 100-fold smaller than the Radius, or by 34 11/29 minutes, and then to the right continuing to Radius, one will reach, following the abovementioned description of the Numbers, an arc of which the Sinus is equal to Radius, or 90 degrees.

III *and* **IV** *the Tangens*

The division of III starts from Radius by an arc of which the Tangent is a 100-fold smaller than Radius, or by 34 11/29 minutes, and reaches at Radius an arc of which the Tangens is equal to Radius, or 45 degrees; and from there begins circle IV the same way until reaching Radius at an arc of which the Tangens is a 100-fold larger than Radius, or 89 degrees 25 18/29 minutes.

By the property of the Logarithmus Tangens one understands easily that the divisions of III and IV will be equal at opposite sides of the Radius.

V *de Secans*

Deeze begint van de Radius met een boog diens Secans gelijk de Radius of 0 graden is; en komt wederom tot Radius met eene boog diens Secans 100 maal grooter als de radius is, of 89 graden 25 18/29 minuten.

Uit de eigenschappen der Logarithmus Sinus en Tangens volgt ligtelijk dat deeze beide ter wederzijde van de Radius elkander gelijk moeten zijn.

VI *de Sinus streeken*
VII *en* **VIII** *de Tangens streeken*
IX *de Sinus uuren*

Deeze alle zijn dezelfde met de andere Sinus of Tangens; alleenlijk zijn de hoofdverdeelingen uuren of streeken van het kompas in plaats van graden

Het gebruik

Dit werktuig dient tot het uitwerken van alles wat door proportie of de Regel van drieën

---

V *the Secans*

This begins from Radius by an arc of which the Secans is equal to Radius, or 0 degrees; and reaches again Radius by an arc of which the Secans is a 100-fold of the Radius, or 89 degrees 25 18/29 minutes.

From the properties of the Logarithmus Sinus and Tangens it follows easily that the these divisions will be equal at opposite sides of the Radius.

VI *the Sinus rhumbs*
VII *and* **VIII** *the Tangens rhumbs*
IX *the Sinus hours*

These are identical with the other Sinus or Tangens; only the main divisions are hours or compass points in stead of degrees.

The usage

This instrument serves to calculate all that can be found by the Rule of Three, kan gevonden worden, zowel met de gemeene getallen, als met de Trigonometrische Tafel getallen.

Algemeene regel

om eene gegeeven proportie op te lossen.

1. Bevestigd de eene wijzer met zijn draadje op het eerste getal
2. Desgelijks de andere wijzer op het tweede getal
3. Maakt de wijzers door de schroef op het Centrum aan elkander vast en de schroefjes aan de einden der wijzers los
4. Brengt de wijzer van het eerste getal op het derde zo zal de wijzer van het tweede getal het vierde aantonen

Het zal bijna niet nodig zijn te herinneren dat men altijd het derde getal, in plaats van het tweede, en het tweede getal in plaats van het derde gebruiken kan als men daarin eenige gemakkelijkheid vindt.

Aanmerkingen

Het eigenlijk gezegde van eene proportie in Loga-

---

both with plain numbers and with numbers from the Trigonometrical Table.

General rule

to solve a given proportion.

1. turn one pointer with its wire on the first number
2. Idem for the other pointer on the second number
3. Connect the two pointers to each other by the screw at the Center and loosen the two end-screws
4. Turn the pointer on the first number to the third, so the pointer of the second number will point to the fourth

Unnecessary to mention that one can always use the third number in stead of the second, and the second number in stead of the third if one finds that convenient.

Notes

The essence of a proportion in Loga-

rithmus getallen is: zoveel het tweede meer of minder is als het eerste, zoveel is ook het vierde meer of minder als het derde getal. Daarom: zoveel als het tweede getal van het eerste af is naar de rechter- of linkerhand, zoveel is ook de afstand van het derde getal tot het vierde getal.
Omdat men somtijds voorstellen kan hebben die op dit werktuig niet opgelost kunnen worden, namentlijk, als men met boogen te doen heeft welke kleiner als 34 11/29 minut, of grooter als 89 graden 25 18/29 minut, zijn; als ook andere welke onmooglijk in wezen kunnen zijn, als bij voorbeeld een Sinus grooter als de Radius, en dit met eenige zwarigheid maken kan, zo zullen wij eenige van dezelve hier bepalen, en daarop lettende zal men de natuur der deeling nog beeter leeren kennen.
1. Als de Tangens van meer als 45 graden of Secans is, moet men begrijpen dat bij haare afstand van de Radius nog een volle keer genomen moet worden, en hierdoor kunnen

---

rithmus numbers is: as many times the second number is more or less than the first number, so many times the fourth number is more or less than the third number. So: as far as the second number is away from the first number, to right or left, so far is also the distance from third number to fourth number.
Because sometimes problems exist that can not be resolve on this instrument, specifically in case of arcs smaller than 34 11/29 minutes, or greater than 89 degrees 25 18/29 minutes; just as other essentially impossible occurrences, for example a Sinus greater than Radius, but one can solve this with some effort, so we will demonstrate some of these here and by paying attention one will learn better the nature of these divisions.
1. If the Tangens is of more than 45 degrees, or Secans, one should understand that the distance from Radius has to be traversed on more time fully, so that

zij somtijds meer als eene geheele omploop, van
een Sinus of Tangens onder 45 graden afstaan.

2. Als het tweede getal minder als het eerste van de Radius af is (of kleiner zijnde) zoo moet men van het derde naar het vierde getal naar de linkerhand tellen. In dit geval is het

a) onmogelijk om voor een Sinus of Tangens onder 45º een Secans te bekomen.

b) van een Sinus of Tangens onder 45º de Radius passeerende is de begeerde boog van Sinus of Tangens te klein of minder als 34 11/29 min.

c) van een Secans of Tangens boven 45º moet men de Radius passeeren om een Sinus te bekoomen, en om een Tangens de Radius passeerende komt men onder 45 graden. om een Secans moet men de Radius niet passeeren want zulke voorstellen zijn onmooglijk.

3. Als het tweede getal verder van de Radius af is als het eerste (of dat het grootste is) moet men altoos van het derde tot het vierde naar de rechterhand tellen, en in dit geval is het:

a) onmooglijk om door Secant of Tangent onder 45º een Sinus te bekomen

---

the total distance can sometimes be more than full circle from a Sinus or Tangens below 45 degrees.

2. If the second number is less removed from Radius than the first (i.e. smaller) then one has to count from the fourth to the third number to the left side. In that case it is

a) impossible to retrieve a Secans for a Sinus or Tangens under 45º.
b) of a Sinus or Tangens under 45º, passing Radius, the desired arc of Sinus or Tangens is too small, or less than 34 11/29 min.
c) of a Secans or Tangens over 45º one has to pass Radius to retrieve a Sinus, and for a Tangens, passing Radius, on comes under 45 degrees. To retrieve a Secans, one should not pass Radius because such is impossible.

3. If the second number is further removed from Radius than the first (so greater) then one should always count from third to fourth number to the right side, and in this case it is:

a) impossible to retrieve a Sinus from a Secant or Tangent under 45º

b) Als men van een Sinus of Tangens onder 45º de Radius passeerd, is het onmooglijk om een Sinus te bekoomen; en als men Tangens begeerd over 45º, als men een Secans begeerd moet men de Radius passeeren, anders is het onmooglijk

c) Door een Secans of Tangens over 45 graden, een Secans of Tangens begeerende, en over de Radius passeerende, zijn de boogen te groot of meer als 89 graden 25 18/29 minut

4. Wijl de afstand meer als eene geheele omloop zijn kan, en men alzoo de Radius tweemaal passeeren moet, zoo zijn alle gevallen waarin dit gebeurd onmooglijk, of de boogen vallen te groot of te klein.

Voorbeelden tot Oefening[2]

Om zich in het gebruik te oefenen laaten wij hier eenige proportiën met haare antwoorden volgen.

---

b) If one passes Radius for a Sinus or Tangens under 45º, it is impossible to retrieve a Sinus; and if one desires a Tangens over 45º, if one desires a Secans, one should pass Radius, otherwise it is impossible

c) By a Secans or Tangens over 45 degrees, desiring a Secans or Tangens, and passing Radius, the arcs are too high, or greater than 89 graden 25 18/29 minutes

4. When the distance can be more than a full circle, so Radius is passed twice, all such cases are impossible, or the arcs fall too large or too small.

Examples for Exercise

To exercise the usage, we show in the following a number of proportion statements, with their solutions.

Regtlijnige Driehoeken (Plane Triangles)

Num	:	Num	=	Num	:	Num
33	:	99	=	21	komt	63
Sin	:	Num	=	Sinus	:	Num
R	:	300	=	67º 30'	komt	277

[2] The following tables need no translation into English, except the terms: "*komt*" translates to "*results*", and "*onmooglijk op het Werkt*" translates to "*impossible*"

Num	:	Rad	=	Num	:	Sinus		
185	:	R	=	57	/ komt	17º 57'		
Rad	:	Num	=	Tang	:	Num		
R	:	60	=	74º 49'	/ komt	221		
R	:	48	=	36º 52'	/ komt	36		
Num	:	Sinus	=	Num	:	Sinus		
182	:	53º 8'	=	210	/ komt	67º 23'		
Sinus	:	Num	=	Sinus	:	Num		
59º 29'	:	196	=	67º 23'	/ komt	210		
Num	:	Num	=	Tang	:	Tang		
146	:	64	=	51º 20'	/ komt	28º 43'		
81	:	23	=	23 12				
Rad	:	Num	=	Secans	:	Num		
R	:	192	=	36º 52'	/ komt	240		

Sphaerische Driehoeken (Spherical Triangles)

Rad	:	Sinus	=	Sinus	:	Sinus
R	:	42º 10'	=	23º 30'	/ komt	15º 32'
Rad	:	Sinus	=	Tangens	:	Tangens
R	:	50º 0'	=	28º 16'	/ komt	22º 23'
R	:	38º 25'	=	75º 12'	/ komt	66º 58'
R	:	89º 16'	=	89º 50'	onmooglijk op het Werkt	
R	:	0º 20'	=	36º 45'	onmooglijk op het Werkt	
Tang	:	Tang	=	Rad	:	Sinus
36º 28'	:	28º 15'	=	R	/ komt	46º 32'
20º 0'	:	28º 0'	=	R	onmooglijk	
56º 15'	:	48º 12'	=	R	/ komt	48º 22'
67º 30'	:	12º 45'	=	R	/ komt	5º 23'

Sinus	:	Sinus	=	Sinus	:	Sinus
65º 24'	:	37º 12'	=	49º 16'	/ komt	30º 15'
Tangens	:	Tang	=	Sinus	:	Sinus
39º 20'	:	26º 12'	=	58º 0'	/ komt	30º 37'
42º 10'	:	51º 30'	=	29º 15'	/ komt	42º 42'
26º 0'	:	73º 0'	=	76º 0'	onmogelijk	
54º 44'	:	51º 12'	=	36º 20'	/ komt	51º 49'
Sinus	:	Sinus	=	Tang	:	Tang
32º 46'	:	28º 15'	=	46º 12'	/ komt	42º 26'
16º 12'	:	63º 42'	=	88º 50'	onmoogl. op het Werkt	
Secans	:	Secans	=	Tang	:	Tang
28º 50'	:	36º 12'	=	42º 10'	/ komt	44º 31'
Tang	:	Tang	=	Secans	:	Secans
32º 10'	:	56º 15'	=	37º 50'	/ komt	-0º 37'
20º 0'	:	78º 40'	=	33º 12'	onmoogl. op het Werkt	

Deeze proportien wel verstaande zal men dezelve ligtelijk op de voorstellen in de Geometria, Navigatia, Astronomia of naar men Trigonometrische Rekening nodig heeft, kunnen toepassen. Voor zoveel het gebruik in de Navigatie aangaat, zal alles voor een Zeeman (bij welke kleinigheden niet gelden wijl als men naar gissing nog veele mijlen (meer of minder naar mate van de Reize) van Land is, men het nimmer op observatien laat aankomen maar wel op ‘t lood passen, goede uitkijk

houden, voorzigtig toezeilen en in de landkenning door ondervinding wel bedreven te zijn, altijd het zekerste middel is om verzijlen voor te komen) juist genoeg zijn ten minsten kunnen dienen om hunne andere bewerkingen hierop eens te beproeven of zij ook eene misslag begaan hebben. ----

---

When understanding these proportions, one will easily be able to apply the same to problems in Geometrica, Navigatia, Astronomia or wherever one needs Trigonometrical Calculations. With regard to use in Navigation, all this will be for a sailor (for whom small errors do not count because, if one is according to dead reckoning still many miles (more or less depending on the Voyage) away from land, one never relies on observations but does so on the lead, and keeps

good watch, takes care in approaching land and being experienced in knowing the landmarks which is always the surest means to prevent position errors), just enough to at least serve to re-exercise their other calculations, to see if they may have made a mistake.----