

2795  
P. 65

DE  
TUBO CULMINATORIO

DORPATENSI

BREVIS NARRATIO.

ACCEDUNT FORMULAE AC TABULAE

IN USUM ASTRONOMORUM.

---

AUCTORE

I. W. PFAFF,

MATHESEOS PROFESSORE, ACADEMIAE SCIENTIARUM PETROPOLITANAE,  
SOCIETATIS PHYSICO MEDICAE MOSQUENSIS MEMBRO CORRESPONDENTE.

---

DORPATI 1808.

LITERIS M. G. GRENZII, TYPOGRAPHI ACADEMICI.

---

Quantus tubi culminatorii in astronomia practica usus sit quanta vis atque praestantia, uberius hic explanare non opus est. Etenim subtilioris astronomiae restauratae monumentum ab Cl. Roemero exinde laudatur praeclarissimum. Quod si ad perfectioris artis opticae regulas constructus est, ad definiendum tempus — quod quantum valeat quis nescit — ad determinandas siderum rectascensiones organum extat simplicissimum, perfectissimum. Quamobrem cum mihi munus demandatum fuerit, Speculam *Dorpati* condendam instrumentis munire ad tuendam provehendamve astronomiam aptis, insigni munificentia, qua *ALEXANDER I* scientias amplectitur, dignis, in primis cogitavi de rota meridiana, ac tubo culminatorio; quem jam octipedem paravit *Dollandius*, optices peritissimus; notitiam hanc de egregio hoc artificis *Londinensis* opere viris literarum astronomiaeque amantibus non ingrati fore, spero.

Tubus noster meridianus ad normam celeberrimorum hujus generis instrumentorum fabricatus est; quatuor extra

*Angliam* laudantur similes magnitudine atque praestantia. *Vilnae*, ac *Gothae*, *Parisiis* atque *Milano*; Axis quatuor pedum, conis, cubo medium tenenti, adfixis, consistens, in polos sive cylindros durioris metalli desinens, quorum diameter duorum pollicum. Axis itaque ita adornatus, ut error poli 0,00193 lineae decimalis situm instrumenti minuto secundo mutet. Ad dijudicandum situm instrumenti duplex adest apparatus, ad horizontalem alter — libella, quam ad paucula secunda moveri compertus sum — ad verticalem alter, filum pendulum quod microscopiorum ope ad puncta subtilissima laminis diaphanis ad tubum fixa, corrigitur atque inspicitur. Alterius hujus apparatus accuratus atque subtilis sollersque requiritur usus. — Tubus ocularis, cochlea mobilis, ita ut in medio semper appareat filum reticuli ad quod sidus appellit. Rete ipsum filis quinque verticalibus instructum, tubo ad fixum, duplexque ejus, si requiritur, cietur motus, in gyrum alter, alter in transversum, quibus peragi debet ut planum fili ad angulos rectos insistat axi.

Diversae vis adsunt tres tubuli oculares; optica autem vis instrumenti artifice digna, stellas primae secundae magnitudinis interdiu ac Soli proximas, conspici par est, quin imo vel minores interdiu lucent; ita ut juvenis ornatissimus mathematicum amans Alexander de *Klinger*, et Alcorem, ursae majoris, et comitem Mizar duplicis, interdiu conspiceret. Quae reliqua sunt, axis perforatus lumen admittens, quibus noctu rete illustratur, prisma vitreum ad temperandum lumen, mentionem merentur.

Huic instrumento accedunt horologium sidereum *Brokbanksii*, Londinensis artificis opus, pendulo tubulari, a

*Troughtono* invento, instructum, tubus *Herschellii* reflectens, dioptricus *Troughtoni*, rota multiplicatrix a *Baumanno* ad mentem *Bohnenbergeri* perfectior reddita etc. Spes que aderat ut proxima extrueretur specula, et dignus instrumentorum existat usus. Cujus cum ob aliarum aedium necessitatem tardaretur extractio, in animum induxi speculam adornare, quam vocant, interimisticam. Huic consilio exequendo paratum inveni virum harum scientiarum cultorem, et de physicis scientiis bene meritum D. Andream de *Lamberti*, qui jam in horto suo prope urbem, in planitia, undecumque libera atque aperta ad plagas mundi extruxit — primus astronomicarum aedium in *Livonia* fundator — speculam domesticam; ut in plano meridiei liber sit ad coelum a meridie ad septentrionem prospectus atque aditus, apertura in aedibus facta, quae valvis tegitur; instrumentorum solide jacta fundamenta; consilium hoc adprobavit illustrissimus Universitatis *Caesareae* Curator, Fridericus de *Klinger*, qui et ipse speculam hanc adiit, instrumentorumque cognovit subtilitatem, atque praestantiam.

Ibi instrumentum nostrum ea, qua par est diligentia atque cura, columnis lapideis (Saxum quod Granit vocant adhibitum) impositum est. Rem ita confeci. Paravi axem ex ligno, axi instrumenti plane similem, et longitudine, et imprimis dimensione polorum. Planum meridiei ut poteram exactius ope instrumenti culminatorii minoris quod *Williams* confecerat (notitia inserta astronom. Beyträge Nro. 1) ad chronometrum *Arnoldianum* Nro. 147 descriptum fuit. Expansis funibus lapis superior quibus sustentacula plumbo infuso adfixa sunt — ab operariis in plano meridiei atque ad perpendicularum constituebatur. Quibus rite paratis, instrumentum una cum capsula, cui *Dol'ondius* incluserat, in speculam introductum; affixae sunt superiori pavimento ferrei unci in-

strumentum funibus in altum sublatum et placido motu in sustentacula demissum. Opera non frustra impensa fuit, etenim axi, parum inclinato, ope libellae horizontaliter constituto, situ hoc primitivo instrumentum ne quartam gradus partem ad occasum azimuthaliter deflectere ex observationibus mox compertum est. Diebus deinde insequentibus ad rotam reflectentem *Troughtonii* observatae sunt altitudines solis, ut angulus solis horarius innotesceret, triginta; correctione prima facta ex cochlea azimuthali, iterum eadem observationes pari cura institutae atque repetitae; atque repetendae, stellarumque culminations jungendae, usque dum quantus in re tam difficili obtineri potest obtineatur situs, et plano verticis et plano meridiei, optime respondens; reliquis rectificationibus opticis ante omnia rite peractis.

Formulas hic ad dignoscendum situm instrumenti, quasdam tradam approximantes, concinniores. Denotet igitur,  $\Delta R$  differentiam ascensionum rectarum siderum observatorum in tubo deviante;  $\Delta T$  intervallum temporis quo observationes ad tubum habitae;  $\varphi$ , altitudinem poli,  $\delta$ ,  $\delta''$  declinationes,  $T$  angulum horarium; formulae ita se habent:

$$1) \sin y = \frac{\sin(\Delta R - \Delta T)}{\operatorname{tg} \delta - \operatorname{tg} \delta''}$$

$$2) \operatorname{Cotg} u = \operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{Cof} T \pm \sin T \cdot \operatorname{Cotg} y$$

$$3) \sin z = \sin y [\sin \varphi - \operatorname{Cof} \varphi \operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{Cof} T] \pm \operatorname{Cof} \varphi \sin T$$

$$4) \operatorname{Cotg} \alpha = \sin y [\operatorname{Cof} \varphi \pm \sin \varphi \operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{Cof} T] \pm \sin \varphi \cdot \sin T$$

$$5) \sin y = \sin \varphi \cdot \sin z \pm \operatorname{Cof} \varphi \cdot \operatorname{Cotg} \alpha$$

$$6) \sin T = (\operatorname{Cof} \varphi \pm \sin \varphi \operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{Cof} T) \sin z - (\sin \varphi - \operatorname{Cof} \varphi \operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{Cof} T) \operatorname{Cotg} \alpha$$

Quantitates hisce formulis definitae, hae sunt;  $y$  perpendiculum a polo coelesti in planum tubi devians demissum;  $u$  arcus inter Polum ac punctum iuterceptus, quo planum tubi meridiei planum intersecat;  $z$  perpendiculum ex puncto verticis in planum tubi demissum;  $\alpha$  Azimuth, seu potius angulus, quem meridies ac  $z$  ad verticem intercipiunt.

Factorem primae formulae, generalem in tabulam conieci, quae sequitur; factores formula 3' et 4. ( $\operatorname{Cof} T = 1$ ) *Knorre*, observator Speculae; exemplum Calculi additum.

Liceat de proposito quodam, à nobis concepto pauca addere. Cum nihil astronomis magis sit exoptatum quam tabulae ad calculandas observationes paratae atque aptatae, in animum induxi tabulas condere *parallacticas* ad calculum occultationum etc. utiles. Formulas quibus lunae parallaxis nititur, atque ex quibus tabula adornanda, breviter hic e. g. delineabo.

Denotantibus  $\beta Z$ ,  $D$ ,  $\beta$ ,  $\pi$ , altitudinem Zenith et differentiam longitudinis Zenith et Lunae longitudinis, latitudinem ac parallaxin horizontalem correctam, series nota, qua parallaxis longitudinis  $\pi'$  inotescit, facillime in tabulas redigitur: Scil.

$$\pi' = \pi \operatorname{Sec} \beta \cdot [\sin \beta Z \cdot \sin D]$$

$$\pm \pi^2 \cdot \operatorname{Sec} \beta^2 \cdot [\sin \beta Z^2 \cdot \sin D]^2 \frac{\sin 2 D}{2 \sin D^2}$$

$$+ \pi^3. \text{Sec } \beta^3. \text{Sin } \beta \text{ Z}^3. \quad \frac{\text{Sin } 3. (D)}{3.}$$

+ . . . . .

Formula haec tribus continetur tabulis;  $\pi \text{ Sin } \beta \text{ Z}$ . prima tabula continetur;  $\pi \text{ Sec } \beta$  Secunda; reliqua seriei membra tertia tabula proponit.

Formulam, qua Parallaxis latitudinis  $\Delta\beta$  invenitur, ita adornavi, ut membra ejus commode in singulas tabulas distribui queant; scilicet

$$\text{tg } \Delta\beta = (1 + m) A. \left\{ \begin{array}{l} \text{Cof } \beta - \text{Sin } \beta A. (1 + m) \text{Cof } \beta \\ + 4 \text{Sin } \beta^2 (1 + m)^2 A^2 \text{Cof } \beta \\ - 20 \text{Sin } \beta^3 (1 + m)^3 A^3 \text{Cof } \beta \\ + 112 \text{Sin } \beta^4 (1 + m)^4 A^4 \text{Cof } \beta \\ - \dots \end{array} \right.$$

hac in formula  $1 + m = \frac{\text{Sin } (D + \pi'')}{\text{Sin } D}$  ponitur,

$$\frac{m}{1 + m} \text{Sin } \beta = \text{Sin } \gamma$$

$$\text{Sin } \pi. \text{Cof } \beta \text{ Z} = \text{Sin } (\pi - \gamma).$$

$$\text{Sin } \pi. \text{Cof } \beta \text{ Z} - \frac{m}{1 + m} \text{Sin } \beta = A$$

$$= \frac{2 \text{Cof } (\pi - \gamma - \beta)}{2}. \quad \frac{\text{Sin } (\pi - \gamma + \beta)}{2}$$

atque quatuor tabulis, quibus  $m, \beta, \gamma$ , atque termini uncis inclusi continentur, res absolvitur. Tabulae hae parallacticae,

cum magna ex parte duplicis sint argumenti ita construuntur, ut interpolandi et molestia et incertitudo non obstet, astronomis gratum sine dubio opus.

Similiter Nutatio atque aberratio  $\mathcal{V}$ , quae in usu tubi culminatorii quotidie occurrit tabulis generalibus exprimitur:

$$\begin{aligned} \text{Scilicet Nut. } \mathcal{V} &= 16'', 54414 \text{ Sin } L \Omega \\ &- [8,41507 \text{ Cof } (\mathcal{V} - \Omega L) \\ &+ 1,23293 \text{ Cof } (\mathcal{V} + L \Omega)] \text{tg } \delta \end{aligned}$$

membrum posterius evadit

$$100. \frac{1}{2} [\text{Cof } (P + Q) + \text{Cof } (P - Q)]$$

$$\begin{aligned} \text{posito } 8, 41. (\text{Cof } \mathcal{V} - \Omega) + 1, 23. \text{Cof } (\mathcal{V} + \Omega) \\ = 10 \text{Cof } P. \end{aligned}$$

atque  $\text{tg } \delta = 10 \text{Cof } Q:$

Pari modo; ponendo

$$\begin{aligned} + 9'', 708 \text{Cof } (\mathcal{V} - \odot) - 0,418 \text{Cof } (\mathcal{V} + \odot) \\ = 10 \text{Cof } P'. \end{aligned}$$

atque  $\text{Sec } \delta = 10 \text{Cof } Q'$ ; obtinetur

$$\text{Aberratio } \mathcal{V} = 100 \frac{1}{2} [\text{Cof } (P' + Q') + \text{Cof } (P' - Q')]$$

qua methodo tabulae universales ad usum conduntur exactissimae.

### Exemplum I.

calculi, quo situs tubi culminatorii investigatur.

Diebus 24, 25, 26. Junii 1808 observata sunt *Dorpati* ad tubum meridianum octipedem *Dollondii*, hae siderum culminationes. (Ascensio recta siderum, secundum *Piazzii*, correctione aberr. et nutat. adjecta, adposita in sequenti tabella.)

Siderum Nomina.	Ascens recta	Culminatio 24.	Siderum 25.	d. 26.	Retardat horolog.
$\alpha$ . Dracon.	186. 0. 18.6"	12h 24m 31s00			
$\epsilon$ . Ursaemy	191. 23. 14	44. 47. 73	12h 44m 32s20		15, 53
$\epsilon$ . Virgin.	193. 9. 50	51. 49. 75	51. 34. 31		15, 44
Spica.	198. 47. 7	.	13. 14. 1,65		.
$\eta$ Bootes	206. 23. 38	13. 44. 45, 41	1 44. 29. 66		15, 75
$\alpha$ Dracon.	209. 48. 25	.	58. 11. 13		.
Arcturos	214. 44. 20	14. 6. 6, 53	14. 5. 51, 03		15, 50
$\eta$ Dracon.	245. 20. 56	16. 20. 38, 83	16. 20. 23, 23		15, 60
Capella f.	75. 35. 18	17. 1. 39, 36			
Sol (Polo.)				6h 18m 28s 80	

Ex his deducta quantitas  $A = \Delta R - \Delta T = y$

$A = 58''$ inter $\alpha$ Draco et $\epsilon$ Ursae, hinc $F. = 0.80$	46",4
123 . . . . . $\epsilon$ Virg. ex Tab. II.	0,37 45,5
116 . . . . . $\eta$ Boot	0,42 48,7
127 . . . . . Arctur	0,41 52,0
64 inter $\epsilon$ Ursae maj. et $\epsilon$ Virg	0,73 46,7
95 . . . . . Spica	0,57 54,1
53 . . . . . $\eta$ Boot	0,83 44,7
75 . . . . . Arctur	0,73 54,7
157 inter $\eta$ Drac. capella f. Polo	0,33 42,2
65 inter $\alpha$ Drac. et Arctur	0,57 36,8

Sumto medio, colligetur  $y = 50''$ ,  
 Die 26 ex 40 solis altitudinibus corresponden-  
 tibus ad rotam reflectentem *Troughtoni* pro-  
 diit angulus solis ortum versus  $4''.517$ ; hinc  $T = 67''.6$   
 Eodem die erat declinatio solis sive  $\delta = 23^\circ 23'$

Ex formulis itaque calculus ita se habet

$$\left. \begin{array}{l} \text{tg } \delta \\ \text{Cof } T \end{array} \right\} = \dots 0,4323933$$

$$\begin{array}{l} \text{Log Sin } T = 6,515 \\ \text{Log Cof } y = 3,6154552 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,1304552 \\ 1,35038 \\ \hline \text{Cotg } U = 1,78277 \end{array} ; \text{ huic } U = 29^\circ 18'$$

$$\begin{array}{l} \text{Log Cof } \phi = 9,719 5249 \\ \text{Log Sin } T = 6,515 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6,234 5249 \\ 0,00017.16 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Log } F'' = 9,795 8105 \\ \text{Log Sin } y = 6,384 5448 \end{array} \quad \text{ex tabula III}$$

$$\begin{array}{r} 6,180 3553 \\ 0,00015.14 \\ \hline \text{Sin } Z = 0,00002.02 \end{array} \quad Z = 4'',2$$

$$\begin{array}{l} \text{Log Sin } \phi = 9,930 2226 \\ \text{Log Sin } T = 6,515 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6,445 2226 \\ 0,00027.675 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Log } F''' = 9,950 5830 \\ \text{Log Sin } y = 6,384 5448 \end{array} \quad \text{ex tabula III}$$

$$\begin{array}{r} 6,335 1278 \\ 0,000 21.633 \\ \hline \text{Cotg } \alpha = 0,000 4951 \end{array} \quad \alpha = 1'42''$$

2 \*

Exemplum II.

Correcto situ instrumenti, ex observationibus in exemplo I allatis, cochleam micrometricam azimuthalem  $\frac{1}{3}$  altitudinis ad occasum movendo observatae sunt siderum culminationes die 26 et 27.

α Dracon.	13h. 57 <sup>m</sup> . 53 <sup>s</sup> . 45	} A = 32", 70	18", 6
Arcturus	14. 5. 34. 87 hinc		
Capella	5. 2. 32. 22	} A = 27", 4	23, 4
Rigel	5. 5. 19. 73 hinc		

Exinde posito axi horizontali innotescet Azimuth tubi, ope formulae huic casui inservientis Azim. = A F'. Sec φ = 35", 5 et 44", 2.

Tabula I.

Intervallum filorum tubi culminatorii.  
Argumentum in latere declinatid.

Intervallum.											
0	15.	16"	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.
5	15,06	16,06	17,07	18,07	19,07	20,08	21,08	22,08	23,08	24,09	25, 9
10	15,23	16,24	17,26	18,27	19,29	20,30	21,23	22,33	23,35	24,37	25,38
15	15,52	16,56	17,59	18,63	19,67	20,70	21,74	22,77	23,81	24,84	25,88
20	15,96	17,02	18,09	19,15	20,22	21,28	22,34	23,41	24,47	25,54	26,60
25	16,55	17,65	18,75	19,86	20,96	21,86	23,17	24,27	25,37	26,48	27,58
30	17,32	18,47	19,63	20,78	21,93	23,09	24,25	25,40	26,55	27,71	28,86
35	18,31	19,53	20,77	21,97	23,19	24,41	25,63	26,85	28,07	29,29	30,51
40	19,58	20,88	22,19	23,49	24,80	26,10	27,41	28,71	30,02	31,33	32,63
45	21,21	22,62	24,04	25,44	26,86	28,28	29,67	30,10	31,5	33,90	35,35
50	23,33	24,88	26,44	27,99	29,55	31,11	32,66	34,22	35,78	37,33	38,89
55	26,15	27,89	29,63	31,38	33,12	34,86	36,61	38,35	40,09	41,84	43,58
60	30, 30,	32, 34,	36, 38,	40, 42,	44, 46,	48, 50,					
65	35,49	38,85	42,22	45,58	48,95	52,32	55,69	59,05	62,41	65,78	69,15
70	43,85	47,78	51,70	55,62	59,55	63,47	67,49	71,31	75,42	79,16	83,09

Tabula II.

$$F' = \frac{1}{\operatorname{tg} \delta' - \operatorname{tg} \delta''}$$

Argumentum in fronte et latere declinatio.

	75°	72,5	70	67,5	65	62,5	60	57,5	55	52,5	50
50	0,393	0,499	0,642	0,827	1,049						
45	0,366	0,457	0,572	0,656	0,873						
40	0,345	0,428	0,524	0,642	0,766	0,876	1,119				
35	0,329	0,405	0,488	0,582	0,692	0,818	0,969				
30	0,316	0,387	0,460	0,559	0,638	0,758	0,877				
25	0,307	0,369	0,438	0,513	0,595	0,689	0,790	0,910	1,039	1,179	1,378
20	0,297	0,357	0,419	0,496	0,561	0,643	0,731	0,843	0,939	1,064	1,208
15	0,288	0,344	0,403	0,466	0,532	0,605	0,683	0,769	0,862	0,975	1,082
10	0,281	0,334	0,389	0,451	0,508	0,576	0,642	0,730	0,798	0,910	0,977
5	0,274	0,324	0,376	0,430	0,486	0,546	0,609	0,674	0,746	0,823	0,907
0	0,268	0,315	0,363	0,415	0,466	0,523	0,577	0,641	0,701	0,773	0,841
5	0,261	0,306	0,352	0,399	0,448	0,498	0,549	0,603	0,659	0,718	0,781
10	0,256	0,318	0,342	0,386	0,430	0,477	0,524	0,575	0,623	0,678	0,730
15	0,250	0,290	0,331	0,372	0,414	0,457	0,5	0,544	0,589	0,636	0,685
20	0,244	0,282	0,321	0,359	0,398	0,437	0,477	0,517	0,558	0,601	0,642
25	0,238	0,274	0,311	0,346	0,383	0,418	0,454	0,491	0,527	0,565	0,603
30	0,232	0,267	0,300	0,334	0,367	0,400	0,433	0,465	0,498	0,535	0,565

## T a b u l a III.

## Argumentum Declinatio.

Declin.	F"	"F	F'''	"F	F"	"F	F'''	"F
0	0,851	0,851	0,524	0,509	56	0,074	1,628	1,786
5	0,805	0,897	0,598	0,449	58	0,012	1,690	1,887
10	0,759	0,943	0,674	0,374	60	0,056	1,759	1,999
15	0,711	0,992	0,752	0,296	62	0,134	1,837	2,125
20	0,660	1,042	0,817	0,231	64	0,223	1,926	2,270
25	0,607	1,096	0,921	0,127	66	0,325	2,029	2,436
30	0,548	1,154	1,015	0,032	68	0,446	2,049	2,632
35	0,484	1,224	1,120	0,072	70	0,588	2,292	2,863
40	0,411	1,291	1,238	0,190	72	0,762	2,465	3,145
45	0,327	1,381	1,376	0,327	74	0,976	2,679	3,493
50	0,226	1,476	1,539	0,490	76	1,451	2,954	3,939
52	0,180	1,522	1,614	0,565	78	1,614	3,318	4,530
54	0,130	1,573	1,696	0,647	80	2,121	3,824	5,353

$$F'' = \text{Cof } \varphi - \text{Sin } \varphi \text{ tg } \delta \quad F''' = \text{Sin } \varphi + \text{Cof } \varphi \text{ tg } \delta$$

$$"F = \text{Cof } \varphi + \text{Sin } \varphi \text{ tg } \delta \quad "F = \text{Sin } \varphi - \text{Cof } \varphi \text{ tg } \delta$$

