

N^o 2422.

CONSTANTYN HUYGENS, frère, à CHRISTIAAN HUYGENS.

18 AVRIL 1686.

*La lettre et la copie se trouvent à Leiden, coll. Huygens.**La lettre fait suite au No. 2420.**Chr. Huygens y répondit par le No. 2424.*

Dieren le 18. d'Avril 1686.

'S Gravefande m'écrit de BolDuc qu'il croit me pouvoir envoyer le verre que j'ay commandé de cette semaine icy et qu'on devoit laisser les pieces quarrées, fans employer l'anneau de fer. Je vous prie d'en donner deux pieces lors qu'il sera venu, une de la moindre et une de la moyenne grandeur a nôtre homme au Wagefraet pour les aplattir, parce que j'ay envie de faire un effay de ce verre des que je feray de retour, a quinze jours d'icy.

Pour l'effay de mes deux objectifs je n'en parle plus par ce que je ne croy pas que tous les obtacles mentionnés dans vos precedentes se pourront surmonter, tellement qu'il faudra, je croy, etendre ma patience jusques à mon retour. J'espere cependant que vous aurez eu soin de faire fortifier le mast, dont la chute brouilleroit toutes nos affaires.

Vous ne me dites rien de vôtre incommodité, je le prens pour un bon signe.

S'il vous estoit venu quelqu'avis de France je croy que vous m'en auriez fait part. C'est estrange comme il n'en vient point.

P. S. Je voudrois que vous donnassiez encore un verre de la troisieme grandeur pour estre aplatty.

Voor Broer HUYGENS.

N^o 2423.

CHRISTIAAN HUYGENS à THOMAS HELDER.

23 AVRIL 1686.

La pièce se trouve à Leiden, coll. Huygens.

¹⁾ Instructie en onderwijs aengaende het gebruik der Horologien tot het vinden der Lengde van Ooft en West²⁾.

I. Men sal twee van de nieuwe slingerwercken mede 't sloop nemen, om of het eene bij ongeluck of bij versuym quam stil te staen, of dat, door lanckheijt van tijdt vervuylt sijnde, schoon gemaect moest werden men altijd een aen de gangh blijve houden. Als mede om dat het eene horologie de faute van 't ander veeltijds kan ondecken, gelijk hier nae gefeght sal werden.

II. Om de horologien in 't schip op te hanghen, sal men in de Cajuyt ofte andere bequaeme en drooghe plaets een kleyn hockje afschieten, en het selve dicht toekalefaten voor het stof, om dat de horologies van onderen open sijn. Hier dient een venster in te komen en een tafelie gestelt te werden, daer op men, des noodt sijnde, de horologien kan neer setten en uijt malkander nemen.

III. De figure van 't horologie, en van de ysere raemen daer het in hanght is hier neven gestelt, om te connen aenwijsen hoe het selve in 't schip vast gemaect moet werden, en wat daer omtrent is te observeren.

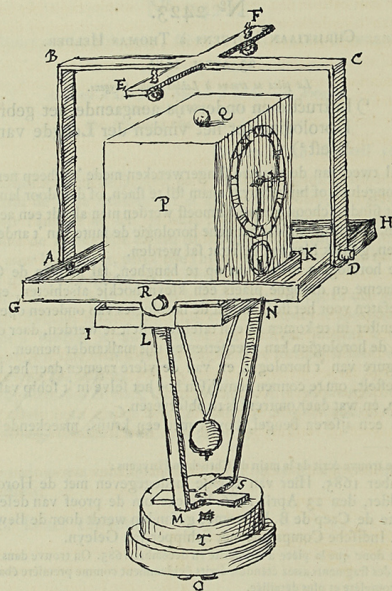
ABCD is een ijferen beugel, boven met een kruijs, maeckende EF rechte

¹⁾ En marge se trouve écrit de la main de Christiaan Huygens:

December 1685. Hier van Copije medegegeven met de Horologiën aan Tho. Helder, den 23 April 1686. Welcke om de proef van dese inventie te nemen nae de Caep de B. Esperance gefonden werd door de Bewinthebbers van de O. Indische Compagnie met Schipper Jan Geleyn.

Il parait donc que la pièce a été écrite en décembre 1685. On trouve dans le livre F des Adversaria des fragments assez étendus, écrits évidemment comme première ébauche de cette pièce plus complète et plus détaillée.

²⁾ Il résulte de cette pièce que Christiaan Huygens, dans le premier essai fait sous sa direction de l'application des horloges à la détermination de la longitude sur mer, n'a pas encore voulu abandonner les horloges à pendule, auxquelles il avait apporté quelques perfectionnements. L'expérience seule, en effet, pouvait décider s'il ne serait pas possible de maintenir, par une suspension appropriée, l'influence du mouvement du vaisseau dans des limites telles, que l'on conserverait l'avantage que les horloges à pendule présentent au point de vue de la constance de leur marche sur les montres à ressort en spirale. La note: „vitium elateris ex mutatione caloris", écrite par Huygens en 1686 dans les „Anecdota", montre d'ailleurs qu'il avait reconnu, dans la grande sensibilité de la marche des montres à ressort pour des variations de température, une source d'erreurs considérables. Le perfectionnement réalisé plus tard dans les derniers a fait prévaloir, comme on sait, l'application de cette seconde invention de Chr. Huygens.



hoecken met BC. den grootsten raem is GH, draeyende op sijn affen A en D, die door de onderste cijnden des voorseijden beugels doorsteken. IK is een kleijnder raem die met sijn affen R en de tegenoverstaende die men hier niet sien en kan, draeyt in den raem GH. Aen desen raem IK recht onder de affen R sijn gehecht de neergaende ijfers LM, NS, die naer onderen te saemen loopen, en aldaer aen malkander vast sijn, hebbende een schroef nae onder uytsteekende, daer het gewicht T, dat in midden een wijdt gat heeft, aen geschoven werdt, en onder met een plaetjen, en het moertje O, vast gehouden soo dat het onbeweeghelijck daer aen fit, dit gewicht is ontrent van 40 pondt, hoe meer hoe beter. Het horologie

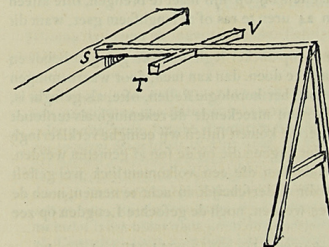
is P, 'twelck dan eerst in den raem IK geplaetft werdt als die met het voorseijde hanghsel tegen 't verdeck vast gemaect is, dit doet men met de schroeven E en F. en foodanigh dat den arm EF in de Lenghde van 't schip kome, en het geheele kruijs EFBC vlack horizontael ofte altydt daer ontrent als het schip stil leght, op dat het horologie te min noot hebbe, in 't hellen van 't schip, om tegen de armen BA en CDaen te stooten. maer vooral moet wel gelet werden dat dit kruijs met alle vier sijn tacken wel vast en pal tegen het verdeck aenkome; steekende, indien het noodigh is, eenighe wiggen of blockjes boven de cijnden B en C. Want anders sal het horologie door de kracht van sijn slinger een kleijne, alhoewel veeltyds onzichtbare, bewegingh krijghen, die sijn gangh doet verhaeften en 't eenemael ongelijck maect.

IV. Om het horologie recht te doen hanghen, sal men het onderste loot M foo langh verschuiven en omdraeyen ('t welck om de ruijnte van 't gat dat daer midden in is gemakelijck kan geschieden) tot dat een rondt bolletie of knicker Q op de bovenplaat vallen laetende daer niet af en rolle. Als men dit eerst, aen Landt sijnde, gedaen heeft en dan het loot T gereijckent met schrabben daer op te haelen langhs het kruijs MS, foo fal het in 't schip mede recht hanghen als men het loot weder volgens die teyckens aenschroeft.

de slinger die triangels wijse gemaect is met sijn loot onder aen, fal men eerst aenhaecken nae dat het horologie in den raem staet, om dat anders gevaer loopen soude van verboghen of gebroocken te werden.

Her horologie aen de gangh en gefelt sijnde, fal men het onderste loot niet meer verschuiven of verdraeyen, noch oock eenigh meerder gewicht daer bij doen.

V. Om de horologien op de rechte maat der daghen te brengen, of te weten hoeveel ze in 24 uren te ras ot te langhsaem gaen.



Men kan dit doen of als de horologien aen Landt sijn, of als se in 't schip opgehangen sijnde her Landt dicht bij is, of oock als men op ancker leght, alwaer 't dat men geen landt en sagh.

Om se aen landt sijnde te stellen, ofte oock om haer gangh tegens malkander te beproeven, is noodsaekelijck dat men se ophangheideraenenschraegh, ontrent van dese hier nevens

gefelde form, wiens eene endt S aen een muer of vensterbank vast gespijckert sij; en aen welkers kruijfhoust TV de tacken EF, van den bovengemelten ijferen

Ouvres. T. IX.

beugel, vast gefchroeft werden. anders fal de kracht van de flinger de ganfche fchraegh doen bewegen als die niet aen iets onbeweegehelyx vast en is. Indien men een vertreck van laeghe verdiepingh hadde, waer het noch beter den raem aen een balck vast te fchroeven.

VI. Aen landt gestelt sijnde op de manier die terftont geleert fal werden kan men de flingers te saeme met haer loot, fachtjens af haecken en dan daer nae, als de horologien in 't fchip gehangen sijn, met de gewichten onder aen even soo als die aen Landt geteijckent waren, weder aenhaecken. Indien nu haer daghelyx verskil tegens malkander het selfde bevonden werdt als het aen Landt was, foo magh men voor vast houden dat bejide de horologien oock haer vorighe gangh behouden hebben, en men behoeft haer daghelijx vershil van de middelmatighe daghen niet van nieuws te onderfoecken. Maer indien haer daghelijx vershil tegens malkander nu anders bevonden werdt, foo fal men haer gangh weder moeten examineren op een van de volgende manieren, waarvan de eerste de selfde is, die men aen Landt sijnde moet gebruycken om het daghelijx vershil te onderfoecken.

VII. Want aen Landt sijnde, ofte 't fcheep daer men het Landt dicht bij heeft, fal men aldaer doen observeren wanneer de sons middelpunt tegen over 2 recht neer gehangen of gespannen draeden in de meridiaen komt, gebruyckende daertoe een doncker glas; of wanneer eenige der vaste sterren achter eenigh hujs of iets ander dat vast staet sich komt te verbergen; sijnde het oogh mede op een vaste en seeckere plaets gestelt van waer het door een gaetjen of vifser dese waerneminghe doen mach. Met als men dan de son of sterre op die plaetse fier aengekomen, fal men een teycken doen aen die 't fcheep is bij het horologie, opdat hij de ure minute en seconde aenmercke en aentejckene. En dit aldus op verscheijde daghen, om het horologie hier door ten naeffen bij op sijn maet te brengen, ofte alleen maer om te weten hoe veel het in 24 uren te ras of te langhsaem gaet, want dit genoegh is.

VIII. De laetste manier is als men op ancker leght en geen gelegenheidt en heeft om aen Landt eenighe observatie te doen. dan kan men, door waernemingen van den op of ondergangh der sonne, het horologie stellen, ofte, als gefeght is, sijn daghelijcks vershil te weten komen maeckende de rekeningh als terftont geleert fal werden. Maer eer wij daertoe komen sullen wij eenighe verklaringsh doen aengaende het onderscheijdt der daghen die bij de son af gemeten werden, en de middelmatighe en gelijcke daghen die een volkomentlijck wel gestelt horologie verthoont. Want fonder dit onderscheijdt in acht te nemen, noch de horologien nae de son gestelt konnen werden, noch de gefochte Lengden op zee gevonden.

IX. Het is dan te weten dat de daghen van den eenen middagh tot den anderen, of van dat de son in 't zuijden geweest hebbende wederom in 't zuijden komt, eenighfins ongelijck sijn, 't welck oorfaeck is dat een horologie, alhoewel 't eene-

mael correct gaende en nae de maete der middeldaghen, niet altijdt met de son en fal accorderen, maer somtijds wel een half uijr verschelen, en van selfs weder te recht komen. De redenen van dese ongelijckheijdt der daghen is tweederleij; d'eerste de scheuijnsheydt van de Ecliptica ofte sons wegh tegen den Equinoctiael; d'andere de ongelijcke loop der sonne in dese sijne wegh. Want een natuerlijke dagh, van d'een middagh tot de volgende, bestaet in een keer van den Equinoctiael, en noch daerenboven van dat deeltien van den Equinoctiaal dat te gelijck den meridiaen passeert met het deeltie van de Ecliptica dat de son in dien dagh gevordert heeft. Welck deeltie des Equinoctiaels dan ongelijck valt om de twee voorsejide redenen. maer nae de middelmaet foude het sijn van 59 min. 8'. 20". welke den meridiaen passeren in den tijdt van 3 min. 56' seonden. Het horologie nu correct gestelt sijnde begriipt in sijn 24 uren een keer van den Equinoctiael, en daerenboven van de voorsejide 59 min. 8'. 20". Waerom dan oock desen middelmatigen dagh der horologie langer is als een Equinoctiaels keer, ofte als een keer van de vaste sterren, foo veel als de voorschreven 3' min. 56'.

Dese redenen van de ongelijckheijdt der daghen werden bij alle de Astronomi aldus uytgelegh; alhoewel de vereffening des tijds die daer uijt spruijt bij d'een anders als bij d'andere gebruijckt werdt, en bij meest alle seer verkeert ³⁾. Doch om te komen tot het gebruijck deser vereffening in 't stellen der horologien, dat bestaet hier in, namentlijck om te weten hoe veel een seeckere spatie van tijdt, bij de son afgemeten, verscheelt van den tijdt ofte uren getal aen het horologie te gelijck verftreecken. Want hierdoor fal men bekenen of een horologie op sijn behoortlike maet gestelt is, of hoe veel het daghelijcks te ras of te langhsaem gaet.

Hier moet de Tafel van de vereffening des Tijds gestelt werden ⁴⁾.

Hiertoe nu dient de nevensgaende Tafel, die voor de naefkomende hondert jaer en meer kan dienen; door welke men uijt den tijdt ofte uren getal aen het

³⁾ A ce sujet, on rencontre dans le Livre F des Adversaria, à la fin d'un petit traité, écrit en français: de l'Equation du temps, la note suivante:

De constituendis Epochis Tabularum duae sunt auctororum sententiae. „Alii enim ad Tempus apparens eas ref:unt ut Alphonsius, Ptolemaeus, Copernicus. Alii ad Tempus aequale five medium ut vocant, in quibus Tycho, Longomontanus, Lanfbergius, Keplerus, Bullialdus &c. Itemque Ricciolus ut patet ex iis quae scribit Almag. parte 1, lib. 3, cap. 33, sect. 3. In exemplo suo errat in computando temporis intervallo ab observatione ad finem anni. Sed recte colligit pag. 256 ejusdem partis ubi Epocham Lunarum Longitudinis constituit. Ipsa vera methodus ipsius omniumque qui ad tempus medium Epochas accommodant prorsus erronea est. Copernicus autem recte suam Lunae Epocham constituit, credo Ptolemeum secutus. Et haec sola vero est ratio.”

⁴⁾ Les exemples qui vont suivre permettent de conclure que cette Table est identique avec celle de l'„Horologium Oscillatorium”.

horologie verftreecken, fal vinden den tijdt bij de fon te gelijk afgemeten, volgende altydt defen Regel, te weten, *dat men van het uren getal der horologie afstrecke het getal der Tafel 't welck behoort tot den dagh der eerfte waerneminghe, en daer weer bij addeere het getal 't welck behoort tot den dagh der laetste waerneminghe.* Want 't geen hier dan komt fal even fijn aen het uren getal bij de fon afgemeten, indien het horologie op de rechte lengde der middelmaetighe daghen gefelt is. Maer indien het horologie te ras gaat, foo fal het gevonden uren getal overtreffen dat van het uren getal aen de sonne verftreecken; en foo het te langfaem gaet, foo fal het gevonden uren getal minder fijn als het felve uren getal aen de sonne. waerdoor dan het daghelycks verfchil openbaer werden fal.

X. Bij exempel, om aen landt sijnde de gangh van 't horologie 't onderfoecken door obfervatie van de fon in den meridiaen. Genomen dat ick den 22 Martij (het is evenveel in wat jaer) de fon in den meridiaen recht over twee draeden, gefien hebbe, het horologie wijfende

	op	11 ur.	58'. 10".
En wederom dat 8 daghen daer nae (hoe meer hoe beter) te weten den 30. ^{en} Martij de fon in den meridiaen gefien werde als het horologie wees op.....	11 ur.	57'. 20".	
den verftreecken tijdt tuffchen beide is aen 't horologie.....7 daghen	23 ur.	59'. 10".	
Hier af getrocken het vereffeninghgetal 't welck in de Tafel behoort tot den 22 Mart.....		8'. 3".	
Ende weder bij gedaen dat van den 30 Mart. sijnde		10'. 40".	
komt	8 daghen	0 ur.	1'. 47".

dit nu, indien het horologie op de rechte maet gefelt waer, moest gelijk wesen aen den tijdt bij de sonne afgemeten; dewelcke is effen van 8 daghen, dewijl de fon beide de daghen in den meridiaen geweest is. Soo gaet het horologie dan te ras, in 8 daghen, defe 1' min. 47' fec. Welcke door 8 gedeelt, foo komen 13' feconden 22" tertien voor daghelijckse vordering. Waer van men op de reys rekening houdende, niet van nooden heeft het horologie netter te stellen.

XI. Als men door hulp der vaste sterren de voor of achteringh der horologien obferveert foo en moet men geen vereffeningh der daghen in de rekeningh gebruycken. maer dan moet men gedencken 't geen hier te vooren gefeght is, te weten dat een sterren dagh, 3' min. 56' feconden korter is als een fonfdagh, foo dat een horologie dat in d'eerfte obfervatie van 't verdwijnen eener vaste sterre wees op 12 uren; des anderen daeghs met het verdwijnen der felve sterre moet wijfen op 11 uren 56' min. 4' feconden om correct op de maet der daghen gefelt te fijn.

XII. Om als men op Ancker legt de gangh van 't horologie te onderfoecken.

Genomen dat wij, met den fchrijver van 't Journal der reyse naer Candia ⁵⁾, de fons center den 9 Julij 1669 fmorgens sien in den horizon komen als het horologie wijft op.....

2 ur.	56'. 6".
-------	----------

En het felve van gelijcken weder sien op komen den 19 Julij als 't horologie wijft.....

2 ur.	52'. 28".
-------	-----------

den tydt tuffchen beide aen 't horologie verftreecken is van

23 ur.	56'. 22".
--------	-----------

waer af getrocken het vereffening getal van den 9 Jul. te weten

11'. 0".

En bij gedaen dat van den 19 Jul. te weten.....

9'. 58".

komt.....9 dag. 23 ur. 55'. 20".

dit moest, indien het horologie correct gefelt was, gelijk wesen aen den tijdt bij de sonne afgemeten tuffchen de felfde twee obfervatien; welcken tijdt lichtelyck berekent werdt uijt de bekende Polus hooghte en de tafelen van de fons declinatie gelijk hier nae gethooft fal werden. Ende komt den opgangh der fonnen middelpunt den 9 Jul. nae de rekeningh.....ten

4 ur.	50'. 38".
-------	-----------

waer af getrocken.....

2'. 54".

die de dampheffing de fons opgangh deed verhaeften, foo was de fchijnbaren opgangh des centers ten.....

4 ur.	47'. 44".
-------	-----------

wederom was der fonnen middelpunts opgangh den 19 Jul. ten

4 ur.	56'. 2".
-------	----------

waer af getrocken.....

2'. 54".

voor de verhaefting van wegen de dampheffingh foo was de fchijnbaren opgangh ten.....

4 ur.	53'. 8".
-------	----------

Hier af getrocken de voorgaende opganghtijdt

4 ur.	47'. 44".
-------	-----------

foo reftteert boven de 10 daghen

0 ur.	5'. 24".
-------	----------

voor den berekenden tijdt bij de sonne afgemeten tuffchen de twee obfervatien, maer den tijdt door 't horologie gevonden, was van

23 ur.	55'. 20".
--------	-----------

foo was die minder als de fonnentyd effen.....

0 ur.	10'. 4".
-------	----------

Twelck door 10 daghen gedeelt komt

de daghelijckse verachteringh der horologie.....

1' 0" 24".

⁵⁾ De la Voye; voir la Lettre N°. 1806.

Men kan in dese rekening achterweghen laeten het geen van de dampheffings verhaeltingh op bejide de daghen afgetrocken is geweest, dewijl die verhaeltingh in den tijdt van 10 daghen of noch meer, niet merkelyk en verandert. En van gelijcken als men den ondergange der sonne twee mael waergenomen heeft, kan men de vertraegingh des selfs door de dampheffing veroorzaect achter laeten. Maer indien men een opgange en een ondergange waer genomen heeft, dan moet het effect van de dampheffing wederzijds mede gerekent werden. En dewijl het selve oock moet geschieden in 't meten der Lengden door de sons op of ondergange, soo fullen wij hier thoonen.

XIII. Hoe men sal vinden hoe veel vroeger de son opgaet, of hoeveel se laeter ondergaet van weghen de dampheffing, als se inderdaet, ende nae rekeningh op of ondergaet.

Men sal waernemen in 't opgaen van de son, wanneer der selve bovenkant sich aen den horizon begint te laeten sien, en teyckenen te gelijck aen de ure minute en seconde die het horologie als dan wijft. En wederom van gelijcken als de onderkant van de son even op den horizon gekomen is. Soo veel nu als den tijdt is tusschen bejide verstrecken, soo veel sal men oock weten dat de sons schijnbare opgange vroeger gebeurt als de waere ofte nae de rekeningh, bejide op de sons middelpunt genomen. Van gelijcken sal men door het horologie den tijdt meten die de son besteedt in 't ondergaen. aen welcken tijdt gelijck sal sijn die van de vertraegingh van de schijnbaren ondergange boven de waere of berekende.

De reden hier van ontlaet uijt dat de horizontale Refractie of dampheffingh is ontrent van 31' minuten. En dat oock de sons diameter is van 31' minuten. Want door de dampheffingh verthoont sich het center der sonne in den horizon, als het 31' minuten onder den horizon gedaelt is; om welcke 31' minuten te daelen even soo veel tyds van nooden is geweest als de son besteedt om onder te gaen; dewijl sijn diameter mede is van 31' minuten, daerom dan desen tijdt tusschen het ondergaen van het onderste en bovenste deel der sonne, gelijck is aen den tijdt die de schijnbaeren ondergange des centers laeter komt als de waere, ofte nae de rekeningh gevonden, ondergange. Dese tijden, die de sons rondt in 't op en ondergaen besteedt, moeten op haer kortste sijn in de Evenachts tijden; en hoe naeder de son aen de Tropici ofte sijn keerpunten komt hoe deselve langher moeten werden.

XIV. Wij hebben de grootste horizontale dampheffing geseght te sijn van 31' minuten, gelijck dit bij andere gestelt werdt, doch bij alle niet eenparigh. De beste manier om deselve door waerneminghe te onderfoecken verschaffen dese horologien, want indien men observeert, op een selven dagh, de ure van den schijnbaren opgange en ondergange der sonnen middelpunt, soo sal men hebben de lenghde van den schijnbaren dagh. maer de lenghde van den waeren dagh sal men door Rekeningh vinden uijt de sons declinatie en Polus hooghte. Soo veel nu den schijnbaren dagh langher gevonden werdt als den waeren dagh, van dit verschil

de helft genomen, sal wesen den tijdt dat de sons center nae de schijn 's morgens eer, en 's avonds laeter, in den horizon is als nae de waarheit. Als men dan mede den tijdt aangereekent heeft die de son in 't op of ondergaen besteedt, soo sal men seggen, in desen tydt daelen de 31' min. van de sons diameter, hoe veel minuten fullen daelen in den te vooren gevonden tijdt van 't halve verschil tusschen den waeren en schijnbaren dagh; Ende sal komen voor de minuten der horizontale dampheffingh.

XV. Om de ure van de sons waere opgange of ondergange te vinden als de Polus hooghte en sons declinatie bekend is.

Dit is een lichte en bekende Reekeningh, te weten Gelijck den Radius of halfmiddellijn tot de Tangens van de Polus hooghte, alsoo Tangens van de sons declinatie tot sinus van 't Complement der halve nachtboghe. welcks graden door 15 deelende, om tot uren te maecken, sal men hebben de ure der sonnen opgange. En dese ure van 12 treckende, sal men hebben de ure der ondergange. Wel te verstaen als de plaets der observatie, en de son, aen de selfde sijde van den Equinoctiaal sijn. Maer indien se aen contrarie sijden van den Equinoctiaal sijn, soo werdt de alhier gevonden ure der opgange genomen voor de ure der ondergange, en de ure der ondergange voor die van den opgange. Door de Logarithmi valt dese reekeningh seer licht, sijnde alleen de twee voorschreven tangenten haer logarithmi te adderen, en van de somme af te trecken de logarithmus van den Radius dat is logar. van de Sinus van 90 graden, en sal de rest sijn de logar. van de sinus complementi der halve nacht boghe.

Als men de sons declinatie uijt de gewoonlijke Tafelen neemt, behoort men in acht te nemen dat ieder declinatie gestelt is op den middagh van sijn nevenstaende dagh, en dat daerom de selve ietwes vermeerderd of vermindert moet werden als men wil hebben die van de son in 't ondergaen of opgaen. Als mede van weghen dat de Tafelen van declinatie berekent sijn op seeckeren meridiaen, als van Amsterdam of andere plaets, doch evenwel is te weten, dat niettegenstaende hier op geen acht gellaghen wierdt, daer uijt weynigh faute te vresen soude sijn, dewijl het verschil van 8 of 10 minuten in de sons declinatie meesten tijds seer weynigh veranderingh kan maecken in den tijdt des op of onderganges.

XVI. Om het horologie te stellen op de ure der sonne.

Nae dat men de daghelijckse vorderingh of verachteringh van 't horologie ondervonden heeft, moet men het, eer men vertreckt, op de ure des daghs, ofte die het aen de son is, perfect stellen: 't welck geschiedt of door de sons hooghte te nemen als die ontrent het oosten of westen komt, of door het waernemen van de sons op of ondergange; want om de son in de meridiaen te observeren daer toe soude men op 't landt een correcte middaghtlinie moeten gevonden hebben, en met het schip niet veer daer van daen leggen. Want om door de grootste sons hooghte te willen onderfoecken wanneer het 12 uren is daer is te veel onseckerheit in, gelijck al te vooren geseght is.

De beste manier is door de fons op of onderganch als men die hebben kan, ende is aldus. Men sal voor eerst het horologie aen de ganch setten, en de wijfers op de ure en minute die men bij giffingh meent te sijn. Als men dan de fon fiet op of ondergaen, sal men waer nemen en aenteijckenen wat ure het horologie wijft als de bovekant en als de onderkant aen den horizon komen, van welcker uren somme de helft genomen, sal sijn de ure aen 't horologie doe de fons middelpunt in den horizon was. Laetende ondertusschen het horologie al voort gaen, sal men uijt rekenen wat ure de fon op of onder moest gaen, door de gegeven polus hooghte en fons declinatie. En indien het de fons opganch is sal men afrekenen, maer foo het de onderganch is bij doen tot dese berekende ure foo veel tijds als de fons rondt met opgaen of ondergaen doorgebracht heeft; want dit even foo veel is als de schijnbare opganch des middelpunts vroegher, of de onderganch laeter komt als de berekende, gelijk hier vooren is bewefen. De ure nu van dat de schijnbare opganch moest gebeuren aldus gevonden sijnde, foo sal men sien hoe veel de ure van 't horologie, doe de fons middelpunt op of onder ginch meerder of minder is als dese. Waer nae men 't horologie achterwaerts of voorewaerts sal setten; sonder nochtans de fecond wijfer te versetten dewijl die op de 60 moet komen als de ontfuytingh, en opwindingh van 't kleine veertie geschiedt.

Bij exempel den 10 decemb. 1685 in Tessel, willende des avonds het horologie op de ure van den dagh ofte van de fon stellen, foo set ick het voor eerst op de ure die het is bij giffingh. Voorts sien ick dat de fons onderkant aen den horizon raect als het horologie wijft op. 4 ur. 14. 44'. En de bovekant verdwijnt als het wijft 4 ur. 20. 16'. foo was het middelpunt in den horizon ten. 4 ur. 17. 30'. de berekende ure des onderganchs van de fons middelpunt vind ick ten. 3 ur. 41. 52'. te weten door de polus hooghte van 53 gr. 6 min. en door de fons declinatie van 23 gr. 4 min. daer bij gedaen van weghe de dampheffings verdraegen 5. 32'.

komt de schynbare onderganch ten 3 ur. 47. 24'. dit afgetrocken van de ure der horologie. 4 ur. 17. 30'.

komt voor 't geene het horologie voor is 0 ur. 30. 6'.

Sooveel dan moet het horologie achterwaerts geset werden. Om 't welck te doen foo set eerst de minut wijfer 30' te rugh. daer nae houdt de slinger stil geduerende 6 seconden, dewelcke bij u felven tellen sult of oock aen de slinger, laetende de selve alleen een seer kleine bewegingh sonder dat de fecond wijfer voort gae. de 6 seconden verftreeken sijnde, geeft dan de slinger weer sijn gewoonlycke ganch.

Indien het horologie foo veel als dese 30 min. 6 sec. voort hadde moeten geset werden; dan soude men de minut wijfer 31 minuten voort geset hebben, te weten een meer als de 30; en dan de slinger 54 seconden op gehouden. Want van 31 minuten aftreckende 54 seconden, blijven 30 min. 6 seconden die het horologie moest voort geset sijn.

XVII. Hoe men door middel der Horologien het verschil der Lenghden op zee sal vinden.

Men weet dat de Meridiaen van eenighe plaets der Aerde is den grooten hemel circel, diens vlackte passeert door de twee Poli en door deselve plaets.

En dat twee plaetsen op d'Aerde foo veel graden geseght werden in Lenghde te verschelen, ofte foo veel graden oostlijcker of westlijcker d'eene als d'andere te leggen, als den boghe des Equinoctiaels, tusschen de meridiaen der selve plaetsen begrepen, graden uytmaect.

Dewyl nu de fon, ieder 24 uren, alle de meridianen passeert, van de plaetsen der gansche aerde; en dat het op ieder plaetse middagh is als de fon aldaer in de meridiaen komt; foo volghet dat een plaets die $\frac{1}{24}$ van den heelen omloop der Aerde, dat is 15 graden, oostlijcker leghet als een andere, haer middagh een ure eerder sal hebben als de westlijcker plaets, en van gelijcken alle de uren van den dagh een ure vroegher. Soo oock een plaets die 90 graden oostlijcker leghet als een andere, sal haer middagh, en alle d'andere uren, 6 uren eerder hebben. En foo voorts nae proportie in alle distantien der meridianen.

Daerom indien men op zee kan weren wat ure het is ter plaetse daer men is afgevaeren, en oock wat ure het is ter plaetse daer men sich bevindt: foo sal men uijt het verschil deser bejider uren besluyt maecten onder hoe veel oostlijcker of westlijcker meridiaen men gekomen is, rekenende, als geseght is voor ieder ure 15 graden, en voor ieder minute tijds, 15 minuten der Lenghde.

Welcke graden, als men onder den Equinoctiael seijlt recht oostlijck of westlijck aen, ieder 15 duytsche mijlen maecten. doch hoe veerder van den Equinoctiael, hoe minder mijlen in een graedt, volgens de Tafelen die daer van berekent sijn.

Door de horologien nu, als die een eenparighe ganch hebben kan men altydt weten de ure aen de fon van de plaets daer men is afgevaeren, en daer men deselve met de fon gestelt heeft. Want haer daghelijcke voordering of achtering bekend sijnde, werdt daardoor voor eerst de ure die sij wijfen gerecht; en dan voort uijt de Tafel van de Tijds vereffeningh nemende de twee getallen die tot den dagh des vertreeks en tot den tegenwoordigen dagh behooren, foo treckt men het eerste altydt van de voorsejide gerechte ure, en men doet daer weder bij het tweede getal; dan heeft men de ure die het aen de fon is ter plaetse daer men is afgevaeren. Maer de ure der plaetse daer men is op zee, vindt men door het observeren van de fons hooghte, ofte noch beter door de fons op of onderganch; alsoo men die seer perfect en sonder 't gebruik van eenigh instrument kan onderscheiden; reke-
Euvres. T. IX.



nende door de bekende Polus hooghte en declinatie der sonne wat ure het is ter tydt van de waergenomen sons hooghte ofte doe de son op of onder gingh. Indien nu dese laetste ure meerder is als de andere door de horologien berekent op den selven tijdt der observatie aen de son, soo is men gevordert ten Oosten; maer soo de laetste ure minder is, ten Westen. Ende het verschil der uren maect bekent, als geseht is, het getal der graden tusschen de meridianen der twee plaetsen, ofte hoe veel die in Lenghde verschillen.

XVIII. Eerste Exempel van de vindinghe der Lenghde, door waerneminghe van de sons hooghte.

Laet het horologie op de ure der sonne gestelt sijn tot Toulon den 30 Maj. 1669 's avonds ontrent 5 uren en de daghelijckse verachtering van 't horologie zij 53^{se} feconden.

Sijnde nu op zee den 15 Junij, om te vinden op wat Lenghde ick gekomen ben ten aensien van Toulon, soo observeer ick savonds de sons hooghte boven den horizon 15 grad. 42^e min. als het horologie wees op 4 ur. 40'. 0'. Hier bij gedaen voor de verachtering der horologie van den 30 Maj. tot den 15 Junij. 0 14'. 8'.

komt de ure die het horologie te Toulon soude gewesen hebben, indien het correct op de maet der daghen gestelt waer geweest.	4 ur. 54'. 8'.
Hier afgetrocken het vereffening getal van den 30 Maj.	0. 18'. 26'.
Ende bij gedaen het getal van den 15 Juny uyt de selve Tafel der vereffening des tijds.	0. 15'. 37'.

komt de ure aen de son tot Toulon. 4 ur. 51'. 19'.

Maer de berekende ure uijt de voorseijde 15 gr. 40^e min. geobserveerde sons hooghte; en uijt de bekende Polus hooghte, welke zij gestelt van 36 grad. 50^e min. en uijt de sons declinatie, die desen 15 Juny was van 23 gr. 23 min. dese berekende ure, segh ick is 5 ur. 49'. 52'. waer afgetrocken de ure aen de son tot Toulon, komt het verschil der Lengde oostelijck 58'. 33'. Ick segghe oostelijck om dat de ure tot Toulon minder is als op de plaets der observatie.

Om de ure te vinden uijt de sons hooghte, soo en moet men sich vertrouwen op haere middaghs hooghte, om daer uijt te besluyten dat het 12 uren is, ten waer dat men tusschen de Tropici vaerende de son in het toppunt hadde of seer nae bij. Want anders, de son ontrent het zuiden wesende, blijft eenighen tijdt sonder merckelijck van hooghte te veranderen, daerom de middagh hooghte wel bequaem is om de Breedte, of Polus hooghte van eenighe plaets te meten, maer niet om haer Lenghde te vinden, de beste waernemingh is als de son in 't Oosten of Westen

is, hoe naeder hoe beter. om dat aldaer sijnde, haer hooghte merckelijcker verandert in korten tijdt als voor of nae. doch evenwel dewijl in 't nemen der sons hooghte op zee, wel eenighe 8 of 10 minuten gemist werdt, soo is het veel beter der selve opganch of onderganch tot het vinden der Lengde te gebruijcken, gelijk hierna volgen sal, en de sons hooghte alleen dan als men anders niet hebben kan.

XIX. De manier om door gegeven hooghte van de son, hooghte van de Polus en sons declinatie, de ure van den dagh te vinden is dese. Eerstelijck als men met de son aen de selfde sijde des Equinoctiaels is.

Addeert te saemen de drij Complementen deser gegeven booghen. En van de helft der somme treckt af in 't bijsonder het complement van de Polus hooghte, en het complement van de declinatie; en van ieder der verschillen soeckt de Logarithmus van haer Sinus. Welcke beide Logarithmi addeert tot de twee arithmetische Complementen van de Logarithmi der Sinus van 't complement der Polus hooghte, en van 't complement der declinatie; de helft der somme sal de Logarithmus sijn van een boogh, die verdubbelt, en tot uren gereduceert sal geven de distantie van de middagh.

Het arithmetische Complement van een logarithmus is het geen overigh blijft als men die af treckt van 10.00000 dat is van de Logarithmus des halven diameters.

Bij exempel laet gegeven sijn de sons hooghte 15 gr. 42'. 's avonds den 15 Jun: 1669. noorder Polus hooghte 36 gr. 50'. de sons declinatie ten noorden 23 gr. 23'. m.

Arithmet. Compl. ten van de logarit. der sinus. welke logarithmi sijn. 9.90330, 9.96278,			
Compl. van de sons hooghte	74°. 18'		
Compl. van de Polus hooghte	53°. 10'	0.09670	
Compl. van de sons declin.	66°. 37'	0.03722	
summa		194.05	} add.
helft der somme		97.03	
daer afgetrocken 53.10' blijft	43.53	9.84085	logar. sinus
item afgetrocken 66.37' blijft	30.26	9.70461	logar. sinus
		19.67938	summa
43.44'		9.83969	logar. sin.
2			
87.28' komt 5 ur. 49'. 52' naemiddagh.			

Als de plaetse der observatie en de son aen verscheijde sijden van den Equinoctiael vallen, soo moet in plaets van het complement der declinatie genomen werden de somme van de declinatie en 90 graden; En dan voortgewerckt evenals te vooren. den Logarithmus van de Sinus defer booghe, die meer is als van 90 graden is deselfde met de Logarithmus van het complement der declinatie.

XX. Tweede Exempel van het vinden der Lenghde door het waarnemen van de sons op of onderganga.

Laet het horologie voor de stad Candia gestelt sijn met de son den 30 Augusti 1669. des avonds, en de daghelijckse verachtering van 't horologie zijn 1 minut. Daer van daen vertrocken sijnde, ende mij den 19 September bevindende op de breedte van 39 gr. 10 min. om te weten op wat Lenghde ick gekomen ben ten aensien van Candia soo observeer ick de sons onderganga, en vindt dat haer onderkant raecten aen den horizon als het

A horologie wees op	6 ur.	47.	23.
B maer de bovekant verdween wijfende 't horologie.	6 ur.	50.	4.

C foo was het sons middelpunt aen den horizon ten.	6 ur.	48.	44.
D Addeert de verachtering der horologie van 20 daghen.		20.	0.

E Komt tegenwoordigh de ure der horologie tot Candia indien het correct gestelt geweest waer,	7 ur.	8.	44.
---	-------	----	-----

F Treckt hier af het vereffenings getal des 30 ^{en} Aug.		15.	45.
--	--	-----	-----

G En addeert het vereffenings getal van den 19 Sept.		22.	31.
---	--	-----	-----

H Komt tegenwoordigh de ure aen de son tot Candia ... te weten op het moment dat de sons middelpunt tegenwoordigh aen den horizon geobserveert is.	7 ur.	15.	30.
--	-------	-----	-----

Maer dit middelpunt op de bekomen plaets komt aen den horizon (nae de rekeningh gemaect op de Polus hooghte als boven, en de sons declinatie, van den

I 19 Sept. die was 1 gr. 23) ten.	6 ur.	3.	48.
--	-------	----	-----

K des ondergangs door de dampheffing.		2.	40.
--	--	----	-----

sijnde even soo veel als den tijdt die de son met ondergaen is besigh geweest, volgens 't geene hier boven geleert is, komt de schijnbaren onderganga des ceners ten

L ten.	6 ur.	6.	28.
-------------	-------	----	-----

defe ure van die het tot Candia aen de son was afgetrocken komt het Lengde verschil.	1 ur.	9.	2.
---	-------	----	----

En dat ten Westen om dat het tot Candia laeter is als op de plaets der waarneminghe.

XXI. Hoe men door het waarnemen van de sons op en onderganga op een selfde dagh de Lenghde op zee kan vinden.

Als men op een selfde dagh de sons op en onderganga kan observeren, soo kan men door middel der horologien de Lenghde vinden, sonder dat men de Polus hooghte, ofte de sons declinatie behoeft te weten, ofte oock de dampheffing eenighs in acht heeft te nemen. Het is waer dat het best waer met het schip dien gansch dagh op een selfde plaets te blijven leggen, om de Lengde van die plaets op dese manier te kunnen vinden. doch evenwel als men blijft zeylende, mits dat men een eenparighe voortganga houde, en een selfde cours, soo sal men kunnen weten op wat lengde men des middaghs geweest is; waer uijt men dan oock de Lengde der plaetse daer men is bij sonnen onderganga, nae genoeg sal kunnen befluiten.

Men sal in 't opgaen en ondergaen van de son als die half boven den horizon is, aenteijcken de ure die het horologie als dan wijft. Voorts siende hoeveel uren tusschen beide verlopen sijn, en de helft der selve adderende tot de ure des opgangs, soo sal men hebben de ure der horologie die het wees doen men de son in 't zijden had. waer bij gedaen de verachteringh, of afgetrocken de vorderingh van 't horologie, sedert dat het met de son gestelt is geweest, soo komt de ure die het op heden, doen men de son in 't zijden had, gewesen soude hebben, indien het correct geweest was. Welcke ure door de tijds vereffening gerecht sijnde, sal geven de ure die het ter selver tijdt aen de son was ter plaetse daer men is afgevaeren. dese ure dan indien se meerder is als 12 uren, soo is men des middaghs onder Westelijcker meridiaen geweest als die van de plaetse des vertrecks. doch indien se minder is als 12 uren, soo is men des middaghs onder Oostelijcker meridiaen geweest; rekenende als hier te vooren geseght is, 15 graden voor elcke ure. Bij Exempel, laet het horologie in Texel den 25 decemb. 1685 's avonds met de son gestelt sijn; en sijn daghelijckse vorderingh van 18^{en} seonden. Eenighen tydt daer nae naer het Oosten vaerende laet het sijn den 4 Martij 1686, soo neem ick waer des morgens het middelpunt der sonne in den horizon als het horologie wees op. 2 ur. 10. 16.

En wederom des avonds komt het selve middelpunt in den horizon, het horologie op.	1 ur.	45.	34.
den tijdt tusschen beide verlopen is van.	11 ur.	35.	18.
de helft is.	5 ur.	47.	39.

bij welcke geaddeert de ure des opgangs, komt.	7 ur.	57.	55.
---	-------	-----	-----

sijnde de ure der horologie doen men de son in 't zijden had.

Hier afgetrocken de vorderingh van 't horologie in
68½ daghen, tegens 18" sec. daeghs..... 20'. 33'.

Komt de ure van 't horologie bij zijder son..... 7 ur. 37'. 22'.
indien het correct op de maet gestelt waer geweest.

Trekt hier af het Effeninghs getal van den 25 Jan..... 14'. 12'.
En addeert dat van den 4 Mart..... 2'. 56'.

Komt de ure aen de son in Texel..... 7 ur. 25'. 06'.
te weten doen ick de son in 't zijden hadde. dit is in
Texel de morgensche ure, dewijl ick weet dat ick Oostel-
lyck aengevaeren ben. daerom, dese ure van 12 uren ge-
trocken, foo is, 't geen resteert, den tijdt van 't verschil
der meridianen van Texel en van de plaets daer ick bij
zuyder son defen 4 Marty geweest ben, te weten..... 4 ur. 34'. 54'.
foodar ick 68 graden, 43½ min. Oostelijker was als Texel.

XXII. Men sal 2 mael daeghs, als men de horologien gaet opwinden, besien
hoeveel het eene voor het ander is; nemende daer toe altijd de selfde ure of daer
ontrent. dewelcke ure neffens het verschil der horologien men sal aenteyckenen,
als in dit bijgaende Exempel; alwaer *m* beduyd smorgens, en *a*'s avonds.

1685 Decemb. dagh.	Ure van A. ure, minut.	Vershil A en B ge- lijck getet.	Toevallen ontrent de Horologien.
3. m.	9 15'	0 0'	daghelyckse verachtering van A. 8" seonden. daghelyckse verachtering van B. 28" seonden.
a.	9 15'	0 10'	
4. m.	9 30'	0 20'	
a.	9 0'	0 29'	
5. m.	9 20'	0 39'	B's avonds vergeten op te winden. daerom heeft stil gestaen. Heb het nu weder doen gaen en gestelt als of het niet stil gestaen hadde.
a.	9 40'	0 50'	
6. m.	9 40'	1 0'	
a.	9 30'	1 10'	
7. m.	9 15'	1 19'	A uijt malkander genomen en schoen gemaect. En evenwel het verschil opgeschreven als of A voort ge- gaen hadde.
a.	9 0'	1 29'	
8. m.	9 10'	1 39'	
a.	9 0'	1 49'	
9. m.	9 6'	1 59'	A weder doen gaen, en gestelt als of het niet stil ge- staen hadde. de ganfche verachtering van A tot hier toe is 48" seonden. van hier af is het halven daghs verschil van A voor B alleen van 6 seonden. daerom de daghelyckse verachtering van A voortgaen van 16" seonden te weten van 9 decemb. smorgens.
a.	9 15'	2 5'	
10. m.	9 15'	2 11'	
a.	9 10'	2 17'	
11. m.	9 20'	2 23'	A 5" seonden verachtet, sonder reden. noch 5" seonden verachtet. noch 4" seond. noch 4" seond. Lengde Rekening gemaect op B.
a.	9 15'	2 29'	
12. m.	9 15'	2 30'	
a.	9 12'	2 31'	
13. m.	9 15'	2 33'	
a.	9 20'	2 35'	

Men siet in dit Exempel dat als een der horologien, om d'eene of d'andere reden
stil gestaen heeft, het selve weder aen de gangh moet gestelt werden en op foo een
ure als of het niet stil gestaen hadde, rekenende, volgens de voorgaende differen-
tie, hoe veel het van 't andere horologie moet verschillen.

XXIII. Men sal de Lenghde rekeningh maer op een der horologien maecken.
Want indien haer aengeteyckende verschillen eenpaerigh voortgaen, foo is men
verseeckert dat de rekeninghen op beide gemaect de selfde uijtkomst sullen
geven, als men ieder horologie sijn ure door de daghelyckse voor of achtering
gecorrigeert sal hebben.

Maer indien de voorseijde verschillen ongelycke voortgangh beginnen te krij-
ghen, en dat sonder merckelycke reden, of sonder eenigh kennelijk accident aen

een der horologien gebeurt, foo fal men altijd dencken dat een van bejide te langhfaem gaet, omdat dit lichter kan gebeuren, door het reken of doorschieten van de draeden als dat het raffer gaen foude als te voeren. En men fal alſdan de Lenghde rekening maecken op het geene dat ſijn gangh geſtelt werd niet ver- traecht te hebben. Maer foo men eenighe reden van veranderingh in een van de horologien beſpeurt heeft als dat het bij ſtille zee naeuwer of breeder ſlingert als het pleeg te doen en dat het dan oock ſijn gangh tegens het ander niet en behoudt, foo fal men ſich reguleren nae het geene minſt verdacht is.

XXIV. Hier boven is geſeght dat de horologien aen Landt geſtelt ſijnde en dan weder met haer gewichten en ſlingers eveleens in 't ſchip als aen Landt opgehan- gen, men ſien fal of haer daghelijx verſchil tegens malkander het ſelfde komt dat men aen Landt gevonden hadt. En dat fulx ſijnde men voor vaſt houden kan dat haer bejider gangh en daghelijcke voor of achteringh oock deſelfde gebleven is. maer dat anders noodſaekelijck is door obſervatie des op of onderganghs der ſonne de ſelve voor of achteringh weder te onderſoeken.

Indien men nochtans geen tijdt noch gelegenheijdt hadt om dit onderſoek te doen, foo fal men daerom niet laeten de Lenghden op zee af te meten, maeckende Rekening op het horologie daer men de beſte opinie van heeft dat de minſte veranderingh in 't weder ophanghen daer aen geſchiedt is, want men ſich wel kan verſoeken dat het ſeer nae ſijn voorighe gangh behouden heeft. En alhoewel de Lenghden op zee min correct gevonden werden voor foo veel men miſt in de daghelijcke voor of achtering, foo konnen evenwel de aengeteyckende Lenghden der plaetſen die men gepaſſeert heeft hier toe dienen, dat men die daer nae de waerheydt uijtvindt. Want als men ten ancker gekomen is kan men obſerveren, hoeveel de waere voor of achteringh van 't horologie verſcheelt van die men op de reijſe gebruijkt heeft, en daardoor de valſche gevonden Lenghden tot waere maecken.

Bij Exempel gaende den 25 April 1685 ſavonds van Texel 't ſeijl, en mee- nende de vorderingh van mijn horologie daghelijx te ſijn van 9^e ſeconden laet ick den 2 May 's avonds gevonden hebben de Lenghde van het Eijlandt Heijſandt aen den hoek van Vrancrijck 8 graden Weſtelijcker als Texel. En den 22 May het Eijlandt Tenariſſa 20 graden Weſtelijcker als Texel. Wederom den 30 Junij het Eijlandt Aſcenſion 10 graden Weſtelijcker. En den 3 Aug. de Caep de Bonne Eſperance 30 graden Ooſtelijcker als Teſſel. Alwaer gekomen ſijnde en op ancker leggende foo bevind ick door obſervaten van de ſons op of ondergangh, eenighe 8 a 10 daghen tuſſchen bejide, dat de daghelijcke vorderingh van 't horologie geen 9^e maer alleen 3^e ſeconden is.

Nu is dit een vaſten regel dat als men meerder vorderingh of minder ver- achteringh gereekent heeft als het horologie waerlijck hadde foo komen de gevonden Lengdens der plaetſen Ooſtelijcker als ſe in der daet ſijn. maer als men minder vorderingh of meerder verachteringh gerekent heeft als het

horologie hadde ſooken alle de Lengdens der plaetſen Weſtelijcker als in der daet. Het bewijs hier van blijckt als men de bovenſchreve werckingh in 't vinden der Lengden nae ſiet, en wat de voor af achteringh van 't horologie daer in kan geven.

Dewijl dan in 't voorgelſelde Exempel te veel vordering gereekent was, foo ſijn alle de gevonden Lengdens der plaetſen Ooſtelijcker als nae der waerheijdt. En het is nu licht haere waere Lengdens te vinden. want dewijl van den 25 April tot den 1 May de vordering van 't horologie, tegen 9 ſeconden daeghs, was gere- kent 54^e ſeconden, die nae der waerheijdt, tegens 3 ſeconden daeghs, moeft geweeſt ſijn 18^e ſeconden, foo treck ick deſe 18 ſeconden van 54^e ſeconden. En komen 36 ſeconden tijds welcke maecken 9 minuten van een graed dat het Eijlandt Heijſandt te weynich Weſtelijck gevonden is, foo dat ick beſluit dat het in der daet 8 graden en 9 minuten Weſtelijcker legh als Texel. Van gelijcken is de voorde- ringh van 't horologie den 22 Maj 2 minuten 42 ſeconden tijds meer gereekent als nae de waerheijdt welcke maecken 30 min. 10 ſecond. van een graed. daerom is Tenariſſa 20 graden 30 minuten 10 ſeconden Weſtelijcker als Texel, in plaets dat gevonden was 20 graden.

Wederom den 30 Junij is voor de vorderingh te veel gereekent 6 mi- nuten 36 ſeconden. Welcke maecken 1 graed, 39 minuten. daerom is het Eijlandt Aſcenſion 11 graden 39 minuten Weſtelijck van Texel, in plaets van 10 graden.

Eijndelijck den 3 Aug. is van de vorderingh te veel gerekent 10 minuten tijds, welcke maecken 2 graden 30 minuten. foo is dan de Cap de bonne Eſpe- rance 27 graden 30 min. Ooſtelijcker als Texel, in plaets dat wij 30 graden gevonden hadden.

XXV. Of het geviel dat midden op zee de horologien bejide quamen ſtil te ſtaen, foo fal men die foo ras als moghelijck is weder aen 't gaen helpen en onder- tuſſchen de oude en tot noch toe bij de ſtierluiden gebruijckelijcke manier van Lengde vindingh in 't werck ſtellen. het horologie weder aen 't gaen ſijnde en op de gegifte ure fal men obſerveren wat ure het wijſt als men de ſons middelpunt in den horizon ſiet, en men fal dan rekenen door de genomen polus hooghte wat ure 't ſelve middelpunt moeft op of ondergaen, en ſetten het horologie foo veel voorwaerts of achterwaerts als deſe ure meer of minder is als die het horologie ter tydt der obſervatie geweten heeft. Voorts fal men in 't toekomende de Lengden rekenen vande deſe plaets diens lengde bij giſſingh ten naefſten bij bekent fal ſijn, en oock de vordering of achtering van 't horologie, als mede de tijds vereffening van deſen dagh beginnen te rekenen.

Men fal ſonder twijffel in 't begin al veel verſchil bemerken tuſſchen de Lenghden der plaetſen foo als die in de Kaerten geſtelt ſijn, en foo als men deſelve door middel deſer horologien fal vinden. daerom men verdacht moet ſijn van dit verſchil niet lichtelijck aen de faute van de horologien toe te ſchrijven. door

welcke als men 2 of 3 of meermaels het selfde Lengdeschil van eenighe plaats ondervonden sal hebben, soo zal daer mede alle twijffelingh wegh genomen werden, en men sal seer groote verbeteringen in de zee kaarten maecten, vooral in ver afgelegene gewesten. Want indien in plaetsen die maer weynigh daghen seylens afgelegene sijn, groote onseckerheijdt aengaende de Lenghden gevonden werdt, soo dat bij Exempel, het Eijlandt Heijlandt aen den westhoek van Vranckrijck in de meeste Fransche kaarten op $14\frac{1}{2}$ graden Lengde van Tenariffa geleght werdt en in onse nederlanfche ontrent op 11 graden, hoe veel moet men dencken dat de Caep de Bonne Esperance of Batavia in 't Eijlandt Java van haer rechte Lenghde verschoven leggen. Soo dat dit een groote nutticheijdt defer Inventie wesen sal dat daer door alle Landen en plaetsen haer waere Lengden in de Kaerte sullen verkrijgen. En sal te gelijk dese verbeteringh der kaarten de rechte middel wesen om de horologien op de vaert met het gewenschte voordeel te kunnen gebruijcken.

XXVI. Wat aengaet dat verre van de Linie ten Noorden of ten Zuiden vae-rende, en voornamelijk des winters, de hoogte der sonne langhsaem verandert, 't welck onsekerheijdt maect in de observatie, als men door die sons hoogte de ure van den dagh wil vinden; ofte oock indien men de sons op of ondergangh daer toe wil gebruijcken, dat haer schuijns loop oorfaeck is dat men soo naeuw niet kan seggen op wat moment den omtreck of het middelpunt in den horizon komt: soo is daer en tegens weder aen te merken dat op sulcke plaetsen de graden der Lenghde sooveel te korter sijn, of minder mijlen begriipen dan ontrent de linie, volgens de proportie der sinus complementen der Breedte. En dat daerom de fauten in 't vinden der Lenghden gebeurende des te minder van de rechte plaetse doen af dwaelen.

Men sal behalven het Journael van de daghelijcx gevonden Lengden, noch een kladboek hebben, om daer in vervolgens te bereekenen 't geen tot de Lenghde vindingh behoort. opdat men dese rekeningh nae het voleijnden der reijse mede magh nae sien. Hier beneffens komen dan noch de aenteijckeningen van het daghelijcx verschil der Horologien tegens malkander, daer van hier vooren geseght is.

XXVII. Waerschouwingen ontrent het bewindt der Horologien. De second wijfer gaet alleen met een gedurighe voortgangh om; en ten eijnde van ieder minut een keer gedaen hebbende, soo krijght het schakelradt, daer dese wijfer aen vast is, weder nieuwe kracht, door een dubbele ontluijtingh, gelijk de horologie maeckers dat noemen. de eerste ontluijtingh geschiedende als dese wijfer is ontrent de 30, en de laetste als die komt op de 60. Als men nu het horologie opwindt, sal men wel letten dat men wat ophoude als dese second wijfer ontrent de 30, en voornaemelijk als die ontrent de 60 komt, jae als se noch 3 a 4 seconden voor de 60 is. dit geschiedt op dat de ontluijtingh en opwindingh van 't kleyne veertie niet en geschiede met al te veel geweld, waer-

door al te harden steuijtingh gebeurt en het selve veertie daer door te veel verschudt.

XXVIII. In 't eynde van 't opwinden sal men de sleutel eenparigh en wat langhsaem om draeyen; opdat, ten eijnde sijnde, steuijtingh van de snick sachsens geschiede, want het anders op de tanden der raderen aen komt, die daer door gevaer loopen van te buijgen of te breecken.

XXIX. In 't ophangen van 't horologie sal men wel waernemen dat de 2 loode gewichten, volgens haer teijckens en schrabben op malkander en tegen het onderste ijsere kruijs komen te leggen, even als die aen Landt gelegen hebben.

XXX. Als men 't horologie uijt den raem wil nemen om iet aen te verstellen, soo moet men eerst de slinger afhaecken en in sijn kasje leggen; en als men 't horologie weer in den raem gestelt heeft, de slinger weder aenhaecken 't welck te gemakkelijker geschiedt in dien men het horologie open schuijft.

XXXI. De Loojtes van de slingers sijn daer aen vast geklopt, soo dat als men de slinger wil raffer of langhsaemer doen gaen, het selve geschieden moet of door de draeden wat los te schroeven en te laeren rijfen of sacken; of door het loodtie met een hamertie wat opwaert of neerwaert te kloppen. teijckenende eerst met een schrapie waer het aen de spil stont.

XXXII. Als het horologie van nieuws opgehangen en de slinger daer aen gedaen is, of oock als het bij veruijnm niet opgewonden sijnde heel afgeloopen is en stil staet, om het dan weder aen 't gaen te maecten, sal men het eerst opwinden in 't geheel of ten deele. dan sal men het pendulum doen slingeren, en terwijl het aldus beweeght, de secondwijfer met de vinger sachsens achterwaerts doen gaen, druckende die ontrent het center, waardoor men op ieder slag van 't pendulum, het schakelradt een tandt sal hooren uijtloffen, gaende verkeert om. dit moet men soo langh doen tot dat men de halve of heele ontluijtingh door 't gehoor gewaert werdt. En dan de secondwijfer los laeren; want het horologie dan aen de gangh sal blijen.

Indien men misfchien de secondwijfer te hard achterwaerts druckende, deselve ierwes op sijn as verdraeyt heeft, soo dat de heele ontluijtingh ofte opwindingh van 't schakelradt niet en geschiede als dese wijfer op de 60 komt, soo sal men hem wederom soo draeyen; houdende met een vinger het schakelradt sachsens tegen, daer men van anderen lichtelijck bij kan.

XXXIII. Als men genoodfaect is het horologie uijt malkander te nemen, soo moet men vooral verdacht sijn de groote trommel veer eerst af te laeten; vattende desselfs as wel vast met een handschroef, en het stutje met d'andere handt oplichtende. Als men dit quam te veruijnen, soude bijnae ontwijfelbaer iets aen fucken springen.

XXXIV. Men laet dese groote veer in dit afdraeyen een weijnighje kracht

over houden op dat de kettingh op de trommel niet en verschuijve. maer indien dit komt te gebeuren, soo moet men wel toe sien in 't eerste opwinden van 't horologie, dat de kettingh recht in de groeven van de snick kome te leggen; helpende daer toe, met deselve kettingh op de trommel wat te verschuijven. Eens wel sijnde sal altijd wel blijven.

XXXV. Men sal sich, behalven de voorseijde handschroef, voor sien van een nijptanghetie, een schroefbeytelte, eenighe vijlen, hamer en diergelijcke horologiemaekers gereedschap, oock van wat sijden draet gelijk daer de slingers aenhangen.

Als men nieuwe draeden aen de slinger gedaen heeft of een der selve vernieuwt soo moet men aen deselve draeden wel stijf trecken, en noch eens als de slinger daer aen gehaecht is, volgens de strecking die se aldan hebben: op dat se daer nae door de gedurighe beweghing van de slinger niet en komen toe te geven of te rekenen.

N^o 2424.

CHRISTIAAN HUYGENS à CONSTANTYN HUYGENS, frère.

26 AVRIL 1686.

*La lettre et la copie se trouvent à Leiden, coll. Huygens.
La lettre est la réponse au N^o 2422.*

A la Haye ce 26 Avr. 1686.

Puis que vous devez retourner icy mercredi prochain je doute s'il partira encore des courriers. Toutefois j'écris celley au hazard parce que je scay que vous estes dans l'impatience de sçavoir comment j'auray trouvé le verre de Bolduc, car Me. de Zeelhem vous a desjà mandé qu'il est arrivé. Il y a 8 pieces d'une mesme matiere qui a esté faite la dernière, desquelles il y en a une de cassée quoy que je ne comprenne pas comment cela se peut estre fait en chemin, vu la grande espaisseur du verre, qui est bien de $\frac{3}{4}$ de ponce, et qu'il y avoit du soïn entre deux et le tout bien empaqueté dans une bonne corbeille. Il y a 5 pieces d'une autre matiere d'un beau verd a estre regardée par le costé, et de celley les pieces ne sont pas si espaisées, et elles sont couppees a l'entour avec le cercle, d'où il paroît qu'elles sont de la première fournee qui n'avoit pas succédé a souhait. Les grosses

pieces ont a peu pres toutes cette figure  et leur couleur est un peu plus claire que celle de nos verres precedents, tirant sur le jaune un peu meslé

de vert. De points il n'y en a pas moins que dans ceux que nous avons eu. Je n'en ay pas encore donné au marbrier mais je m'y en vay presentement. Pour le verre oculaire de la matiere claire, nostre homme de l'Acherom en avoit achevé et poli un costé, mais n'en estoit pu venir a bout sans une infinité d'egratigneures dont il attribue la faute a la mollesse du verre, mais c'est plustost la faute a luy, car ayant pris ce verre je l'ay douci de nouveau et poly sur le papier sans aucune raije, et il me reste seulement l'autre costé a polir de mesme. Il y a longtemps que j'ay fait redresser et affermir le mast, qui se tient bien maintenant, mais il n'y a point eu de soirée qu'une seule propre a observer, sans que pourtant j'en aye pu jouir a cause de mon mal de dents, dont je suis encore tourmenté tous les jours.

Je crois qu'il faudra necessairement tendre les 3 cordes du haut du mast, afin qu'il ne demeure point inutile la plus part du temps, et il ne faut point apprehender que les voisins trouveront mauvais qu'on attache l'une des cordes a un de leur arbres. Mais j'attendray vostre retour. Le vent avoit fait sortir la chorde hors de la poulie ces jours passez, c'est pourquoy en la faisant remettre j'ay fait attacher en mesme temps une piece de bois de travers, qui ferme la poulie en forte que cet accident ne pourra plus arriver dorenavant.

Mes Horloges partirent pour Amsterdam il y a 3 jours ¹⁾, ce qui me donne plus de repos et de loisir que je n'en avois.

¹⁾ Voir la pièce N^o 2423, note 2.

N^o 2425.

CHRISTIAAN HUYGENS à ?.

24 MAI 1686.

La lettre a été imprimée dans les Nouvelles de la République des Lettres¹⁾.

J'ai reçu le problème que vous m'avez communiqué, touchant un nouvel usage de la poudre à canon; le dessein n'est pas hors d'espérance de succès, à mon avis;

¹⁾ Nous extrayons ce fragment de lettre d'un article intitulé „*Ad Majorem Dei Gloriam*” de la livraison de mai 1687 du journal cité. Dans cet article, l'auteur anonyme rappelle que déjà deux ans et demi s'étaient écoulés depuis que l'on avait proposé le problème d'employer la force de la poudre à canon à des buts plus utiles que celui de détruire, le seul auquel, d'après l'opinion généralement répandue, un agent aussi violent pourrait servir. Il poursuit: „*Unicus tantum repertus est qui subodoratam reactionis, virtutis, aut actionis secundae praedictam opinionem de impossibilitate seposuit, & conatum suam approbatione dignatus est, in epistola ad amicum, sub dato 24 Maii 1686 gallicè*”: ici suit le fragment de lettre, qui doit évidemment être attribué à Chr. Huygens, quoique nous n'en trouvions aucune trace dans nos collections et que nous ne puissions indiquer avec quelque certitude le nom du correspondant, auquel la lettre a été adressée. Nous ignorons aussi dans quelle publication le problème, dont parle l'auteur, a été proposé. Toutefois, on peut voir, par la Lettre N^o 2330, que, en effet, au commencement de 1684, la question d'une machine à poudre à canon occupait les esprits.

L'auteur de l'article „*Ad Majorem Dei Gloriam*” nous est également inconnu. Nous savons seulement par une lettre de Leibniz à Papin, du 11 avril 1704 (Gerland, Leibnizens und Huygens' Briefwechsel mit Papin, p. 297), qu'il était „*Stifts-hauptmann à Zoedenbourg*”. Comme solution du problème dont il s'occupe dans son écrit, il propose de faire projeter, par l'inflammation d'une demi-once de poudre, un poids de 15 livres à une hauteur de six ou huit pieds, où, au moment de son repos, il s'accrocherait à la corde d'un axe de faible poids, lequel par la force de la gravité pourrait faire tourner deux petites pierres de deux ou trois livres cent cinquante fois avant que le poids projeté ne serait retourné au point d'où il avait été lancé. Quoique ce projet ne soit pas de nature à donner une haute idée du génie inventif ou des talents mécaniques de l'auteur, il paraît cependant que son article a attiré l'attention du Landgrave de Cassel. C'est ce qui résulte d'un article de Papin, publié dans les „*Nouvelles de la République des Lettres*” du mois de septembre 1688 (voir aussi les „*Acta Eruditorum*” du même mois), où on lit:

„C'est sans doute quelque chose de grand & de généreux que de vouloir tourner à l'utilité des hommes la force de la poudre à canon, qui jusqu'icy n'a presque été employée qu'à les détruire: & ainsi le projet qui en fut proposé dans les *Nouvelles de la République des Lettres* du mois de May 1687, ne pouvait manquer de plaire à S. A. S. Monseigneur le Landgrave de Hesse, de sorte qu'il me fit l'honneur de m'en parler lors que j'étois à Cassel. Mais comme il sçait les difficultés qui se rencontrent dans le commencement des inventions qui requièrent de l'exactitude; S. A. S. ne jugea pas à propos de faire d'abord de grandes Machines, mais trouva qu'il valloit mieux commencer par quelques petits essais, sur quoy on pourra se régler pour en faire ensuite d'autres plus grands, & ainsi par degré perfectionner cette invention.

il y a 7 à 8 ans²⁾, que je fis voir à M. Colbert une machine, que j'avois fait construire dans cette même intention, & qui fut enregistrée dans notre Académie, l'effet en étoit: qu'une petite quantité de poudre, comme il en faut, pour remplir un dé à coudre, étoit capable d'élever quelques seize cens livres, à la hauteur de cinq pieds, & cela sans cette impetuosité ordinaire, mais d'une force tempérée & égale; quatre à cinq laquais, que M. Colbert fit tirer à la corde attachée à cette machine, furent élevés fort facilement en l'air; toutefois il se rencontre quelque difficulté, à renouveler continuellement cette force, &c.

Je me suis conformé à des ordres si judicieux; & j'ay fait un Modèle qui à la vérité, à cause de sa petitesse ne produit pas autant d'effet que celui dont parlent les memes *Nouvelles de la République des Lettres*, qui a été montré à Monsieur Colbert, mais il suffit pourtant pour faire voir ce que l'on peut attendre de cette invention quand on fera de plus grandes machines”, etc.

Dans la suite de cet article, Papin donne la description de quelques modifications qu'il avait apportées à la machine à poudre à canon de Chr. Huygens (voir la Lettre N^o 1971), à la construction de laquelle il avait assisté en 1673, lorsqu'il étoit attaché au laboratoire de l'Académie des Sciences en qualité d'aide préparateur. (Voir la Lettre N^o 2008, note 11). L'article du Stifts-hauptmann de Zoedenbourg et l'extrait de la lettre de Huygens (notre N^o 2425) ont donc fourni à Papin l'occasion de reprendre l'étude de l'invention de son maître, le mécanisme qui fut l'origine de la première machine à vapeur. (Consultez: Christiaan Huygens, Discours prononcé à l'occasion du deuxième centenaire de sa mort, par J. Bosscha, Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, Tome XXIX, p. 352; Bulletin des Sciences Mathématiques, 2^e Série, T. XX, février 1896; Revue Scientifique, 4^e Série, Tome IV, 16 novembre 1895), ou l'édition allemande: Christian Huygens. Rede am 200en Gedächtnistage seines Lebensendes gehalten von J. Bosscha, Sekretär der Holländische Maatschappij der Wetenschappen zu Haarlem, Mit erläuternden Anmerkungen vom Verfasser. Aus dem Holländischen übersetzt von Th. W. Engelmann Professor in Utrecht. Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann, 1895.

²⁾ En réalité 12 à 13 ans, savoir en septembre 1673; voir la Lettre N^o 1971.