

DISSERTATIO PHYSICA,
DE
ARCUBUS LUMINOSIS
IN
COELO CONSPECTIS,

QUAM
CONSENTIENTE AMPL. FAC. PHIL. REG. ACAD. ABOENSIS,
PRÆSIDE
MAG. GUST. GABR. HÅLLSTRÖM,

PHYSICES PROFESS. REG. ET ORDIN. ATQUE REG. SOCIET.
OECON. FENN. MEMBRO.

PRO GRADU PHILOSOPHICO
ABRAHAMUS CAJANUS,
STEP. REG. OSTROBOTN.

EXAMINANDAM PROPONIT

In Auditorio Majori die XXXI Maji MDCCCLII.
Horis a. m. confuetis.

A BOÆ, TYPIS FRENCKELLIANIS,

20.

VIRO PRAECLARISSIMO
DOMINO MAGISTRO
SIMONI APPELGREN,
SCHOLÆ TRIV. CLOB. RECTORI MERITISSIMO,
PRAECEPTORI OLIM FIDELISSIMO,
NEC NON
VIRO
PLURIMUM REVERENDO ATQUE CLARISSIMO,
DOMINO *JACOBO CAJANO,*
AD ULLAVA KELVIOENSIS, CONCONATORI,
FRATRI DILECTISSIMO.

Utriusque nomina Vestrum æque nihili cara sunt, ac beneficia insignia
fueré, quibus me cumulatiss. Ne miremini itaque, si ea, pietas,
in lucem prodire gesiens, hoc loco conjungere jussit, quæ pedius gra-
sum affectu sincerissimo ad cineres simut colet.

VOBIS

XXX.

devinctissimus
ABRAHAMUS CAJANUS.



Præter irides, halones, parhelios, paraselenas aliaque meteora, quæ in cœlo nubibus obducto sæpius sunt conspecta, in cœlo quoque fere sereno tempore vespertino interdum visi sunt arcus luminosi plerumque coloris albi. Tales in primis in Anglia obser-vatos esse legimus °), eosque his rebus inter se con-venire deprehendimus, quod crura sua ad horizon-tum prope orientem & occidentem extenderint, ita ut eorum polus a plaga boreali versus occidentem pa-rum declinaret, vertex autem in meridiano 10° vel 12° a zenith in australi plerumque parte cœli disti-te rit, atque latitudo trium vel quatuor graduum fuerit.

Paucas adhuc observationes hujusmodi arcuum esse institutas invenimus; quare inutilem nos non es-se suscep-turos laborem crediderimus, si nostram quo-que de aliquo tali experientiam publicemus. Quæ

A au-

*) Vide: *Philosophical Transactions of the Royal Society of London for the years 1750, pag. 345, 346, 347, 648, 649; 1764, pag. 332; 1767, part. I, pag. 108; 1781, part. II, pag. 329; 1790, part. I, pag. 30, 43, 45, 46, 47.*

autem de causa talis phænomeni in genere sumus dīcturi, ut maxime verisimilem, etiam si non apodictice demonstratam, ejus explicationem respiciet lector regamus.

Anno 1798, die 10 Februarii, hic Aboæ notus flabat procellosus, quem nix uberior comitabatur, die autem 11 aér erat tranquillus & nebulosus, adscendente tamen hydrargyro in Barometro ab altitudine 25,10 pollicum decimalium svecanorum. Sequente die 12 mane nubibus erat tectum cælum, lente spirante circio, vespere autem tranquillum & serenum; postquam ad altitudinem 25,73 pollicum adscenderat mercurius Barometri. Diebus proxime præterlapsis Thermonætrum Celsii centesimale ostendebat temperaturam — 2° & — 5°, die autem 12 vespere — 10°. Hujus diei hora vespertina 10, quando domo egrediebamur, in septemtrione prope horizontem, ubi tum sita erat constellatio Cygni, observabamus nubem unicam obscuram, formam habentem segmenti circularis, circiter 3° altam & 6° latam, supra quam conspiciebamus auroram borealem placidam *) coloris albi,

*) Quinquennio proxime præterlapso rara in nostris regionibus fuere phænomena auroræ borealis. Ab initio enim anni 1797 ad prælens tempus, non sunt observata nisi 1798 die 12 Februarii, 1801 die 11 & 12 Octobris, atque 1802 die 2 Januarii, nec non die 6 & 29 Martii, ut etiam 16 & 21 Aprilis.

bi, circiter 12° supra horizontem elevatam. E regione autem huic auroræ simul animadvertebamus arcum luminosum coloris etiam albi, qui ab horizonte usque orientali proveniens, meridianum in distantia australi 12° a zenith transibat, & ad horizontem occidentalem crus suum alterum porrigebat. Per totam suam latitudinem, quam trium graduum esse inveniebamus, eadem gaudebat lucis intensitate, quæ in cruxibus prope horizontem utramque parum latoribus minor videbatur. Præterea margines utrinque bene erant terminati. Etiam si æquali fere arcus ac ipsa aurora borealis splendebat lucis intensitate, stellæ tamen fixæ majores per eum apparere poterant, quare etiam locum ejus in cœlo accurate determinare nobis licet. Plejades scilicet, β Aurigæ, pectus Lyncis, θ & ψ Ursæ majoris & coma Berenices in ipso arcu videbantur. Circulum itaque maximum in cœlo formare observabatur, qui polum suum in aurora boreali situm habebat; a vertice enim arcus distantia 90° ad auroram inveniebatur, ut quoque utraque ejus crura in horizonte 90° a centro auroræ distabant. Nec in aurora nec etiam in arcu ullæ animadvertebantur coruscationes vel aliqui alii motus, sed in loco suo eodem primum observato manebant, donec pedetentim diminuebatur splendor tam in aurora quam etiam in arcu, & tandem simul utrobique sine motu evanesceret. Circa hoc quidem tempus nullæ adhuc observabantur nubes; in sequente autem nocte ab altitu-

dine 25,73 ad 25,62 descendebat hydrargyrus Barometri, & mane jam die 13 nubibus penitus obductum erat cœlum, quando, flante adhuc vehementer australi, observabatur nivis magnam copiam nocte decidisse. Thermometrum autem temperaturam 0 & deinde +² ostendebat.

Diversas apud Physicos, qui hujusmodi arcus luminosos in cœlo observarunt, invenimus de eorum natura sententias. D:rus CAVALLO ex occasione arcus a se vidi statuit, tale phænomenon ab aurora boreali probe esse distingendum, argumentum asseritionis suæ inde sumens, quod stellas occultaverit splendor arcus, quod statarius & immotus manferit, quodque in directione ab oriente ad occidentem porrectus observatus sit ^{a)}). Contrariæ erat sententiæ D:rus HEY, monens experientiam testari, auroram borealem stellas vel primæ magnitudinis occultare interdum valere, arcus autem luminosos idem non semper facere. Quod vero permanctionem auroræ & arcum

^{a)} "This extraordinary appearance to me seemed quite distinct from the aurora borealis for the following reasons, viz. because it eclipsed the stars over which it passed; because its light, or rather its white appearance, was stationary and not lambent, and because its direction was from east to west." *Philos. Transact. for the year 1781, part. II, pag. 330,*

25 3 5 7 12

euum in eodem loco attinet, notum est, & auroram & arcus tales interdum manere immobiles, atque interdum contra gaudere motu vel progressivo vel undulatorio vel utroque. Nec situm arcuum meridiano proxime normalem satis esse validam rationem statuit HEY, quin phenomena hæc species habeantur auroræ borealis vulgaris. Supponit enim arcus hos formari e materia electrica, quæ in directione meridiano parallela movetur, quæque aut in atmosphæra terrestri subsistit & condensatur, aut in certa distantia a septemtrione vel meridie visibilis redditur, quando uti arcus, cuius positio ab oriente ad occidentem erit, apparebit ^{*)}). Colorem autem arcus album & permansionem in eodem loco a permixtione materiæ electricæ & aëris atmosphærici pendere statuit, admonens materiam electricam in spatio aërem rarissimum continente coloribus variis splendere & coruscare, in aëre vero deniore album apparere atque immobilem manere. Hanc rem confirmare asserit illas observationes, quæ docent arcus maxime albos

A 3

quo-

^{*)} "If we suppose them (arcus hos) to be formed by streams of electric matter, flowing in a meridional direction, which are either stopped in the atmosphere, or rendered visible at a certain distance from the north or south; this electric matter must acquire the form of an arch, the position of which will be from east to west." Cfr. *Philos. Transact.*, for the year 1790, P. I, pag. 41.

quoque maxime fixos apparuisse. Arcum præterea a D:no SWINTON observatum °), quia exterior ejus limbus albus & splendens, interior autem adeo fuscus & obscurus, ut difficulter a nubibus, quibus contigua videbatur, distingui posset, apparebat, regiones aëris terræ propioris, adeoque densioris, occupasse simul judicat, quam observationem explicationi vel hypothesis suæ favere perhibet.

Etiamsi omnino concedamus aërem atmosphæricum phænomena ostendere electrica, ut quidem respectu ejus præsentiae probabile eset, fluidum electricum arcus aliquos formare posse; ob plures tamen rationes minime verisimilem esse judicamus D:ni HEY explicationem. Primo enim, si materia electrica arcus constitueret, frequentissimi certe illis anni temporibus, quando aërem atmosphæricum maxime electricum esse invenimus, observarentur. Cumque doceant observationes a D:no HALLER ab anno 1792 ad 1796 institutæ, tempore aestivo aërem esse maxime electricum, vernali minus, & hiemali minime °°); inde sequeretur, ut aestate frequentissimi, vere rariores,

°) Vide: *Philos. Transact.* 1767, Part. I, pag. 109.

°°) Vide: *Nenes Journal der Physik*, von F. A. C. GREN, B. 4, S. 55, &c. & *Physikalisches Wörterbuch*, von J. C. FISCHER, Götting. 1800, 3 Tb. S. 337.

res, hieme autem rarissimi viderentur hi arcus, quod omnino est contra experientiam ipsius etiam HEY^o) aliorumque, quae docet, tempore vernali circa æquinoctium vernum arcus præcipue observatos esse, interdum quoque hieme^{oo}), numquam vero æstate. Deinde etiam, si quidem materia electrica in aëre pelleretur motu meridianis parallelo, non tamen intelligi potest, cur ita condensetur & subsistat, ut in diversis locis terræ, quorum & latitudo & longitudo diversa est, arcus appareat semper fere ejusdem latitudinis, cuius vertex plerumque eundem respectu ipsius zenith ubique occupat locum.

Non dissimilem explicationi Heyanae fovet sententiam D:rus CAVENDISH, qui putat tales arcus consistere e materia aliqua luminosa, ita disposita, ut stratum formet in aëre longum & tenue, altum in directione verticali, & in horizontali longe extensum †),
quod

^o) Ipse HEY dicit: "It is remarkable, that the greatest part of those (arches), which have been publicly noticed, appeared near the equinoxes." *Philos. Transact. for the year 1790, Part. I, pag. 41.*

^{oo}) Die 12 Februarii 1798, vid pag. 2.

†) "It seems not unlikely, that these luminous arches may consist of parallel streams of light, disposed so as to form a long thin band, pretty broad in its upright direction, and stretched out horizontally to a great length

quod observatori in ejus plāno existenti ut arcus lūminosus distinctis finibus bene terminatus apparebit; adspicienti autem e loco, qui ab hoc plāno parum distat, latius, rarius atque minus distinctis terminis definitum videbitur; remoto tandem ad magnam ab hoc plāno distantiam spectatori aut evanescet, aut solum ut lumen dispersum in cōelo apparebit. Duas has res conjecturam suam confirmare putat: unam, quod idem arcus e locis in directione meridiani a se multum dissitīs non sit conspectus, & alteram, quod maxima pars arcuum talium prope zenith apparuerit.

Eadem objectiones contra hanc theoriam afferri possunt, quas jam contra hypothesin D:ni HEY attulimus. Quod enim de materia electrica D:ni HEY dici potest, valet quoque de materia lucis D:ni CAVENDISH. Si haec in positione ab oriente ad occidentem condensari & ut arcus splendere potest, quidni etiam a regione cōeli septentrionali ad australem, vel in aliqua alia obliqua directione atque diversa distantia a zenith? Ob has forte difficultates ipse quoque dicit CAVENDISH, se de veritate theoriæ suæ non esse persuasum, sed, quoniam ei probabilis videbatur, se illam ideo tantum proponere, ut attentionem obseruatorum in tales arcus excitet.

Etiam-

one way, but thin in the opposite direction." Vide: *Philos. Transact. for the year 1790, Part. I, pag. 103.*

Etiam si adeo videantur similes haec explicaciones, ut iisdem obnoxiae sint difficultatibus, tamen una admissa rejici debet altera. Arcus, quem anno 1766 die 12 Octobris observavit SWINTON, adeo erat prope terram situs, ut nubes occultare videretur ^o). Ex altitudinibus autem arcus, die 23 Febr. 1784 conspecti, in diversis locis observatis computavit CAVENDISH, distantiam ejus a terra fuisse 61,5 milliariorum geographicorum (42,7 stercoriarum), qui tamen, et si in hac distantia aer maxime esse debeat rarefactus ^{oo}),

B

æque

^o) Distantiam nubium a terra parum esse majorem uno millari, sequentia indicare videntur verba: "Nach dem, was man auf den höchsten Bergen beobachtet hat, scheint sich die Höhe mancher Wolken bis auf eine miile über die Erdfläche zu erstrecken." Vide: *Physikal. Wörterbuch*, von J. S. T. GEHLER, Leipzig, 1798, 4 Tb. 817 S.

^{oo}) Secundum experimenta Dni VAN MARUM, quæ antlia sua pneumatica perfectissima instituit, minima aëris densitas talis fuit, ut hydrargyrum in barometro ad altitudinem $\frac{1}{2}$ lineæ parisiæ elevare adhuc valeret (vid. *Description des quelques appareils chimiques nouveaux ou perfectionnés de la fondation Teylerienne & des expériences faites avec ces appareils, par MART. VAN MARUM, à Harlem 1798*; seu *Annalen der Physik*, von LUDW. W. GILBERT, Halle 1799, 1 B. 4 St. 391 S.). Si vero illam distantiam a terra, in qua aer atmosphæricus ejusdem est parvæ densitatis ac in hac antlia, quærimus, in formula vulgari pro inveniendis altitudinibus locorum

æque albus ac arcus D:ni SWINTON apparuit. Hinc sequitur, aut calculum D:ni CAVENDISH, ergo etiam theoriam qua ntitur, esse falsum, aut explicationem D:ni HEX non esse admittendam, quia in rarissimo aëre albus visus est arcus.

Maxime probabilis nobis videtur D:ni HUBE sententia de origine talium arcuum. Dicit eos esse imagines solas auroræ borealis: lumen scilicet auroræ borealis a vaporibus congelatis, qui in atmosphæra telluris aërea natant, ad spectatorem ita reflecti, ut

ar-

ope barometri 10000 (Log. $a - Log. b$), ubi a & b sunt altitudines barometricæ pro media temperatura intra $\pm 10^\circ$ & $\pm 20^\circ$ in Thermometro Reaumurii (vide: *Physikal. Wörterb.* von J. C. FISCHER, 2 Tb 937 &c. S.), pro media altitudine $a = 28$ poll. $2 \frac{1}{2}$ lin. parisi. = 538,85 lin. parisi. (vide: *Journal de Physique par DE LA METHERIE*, T. IV, p. 158; seu *Annalen der Physik von GILBERT*, 2 B. 3 St. 359 &c. S.) fiat $b = \frac{1}{2}$, & distantia hæc erit $= 10000$ (Log 538,85 \pm Log. 2) $=$ 28510,16 org. parisi. $\equiv 5,102$ milliar. sive can.. Cumque in cacuminibus montium altiorum, quorum altitudo maxima inventa est $= 5220$ org. parisi. $\equiv 0,587$ milliar. sive can. (cf. *Physikal. Wörterb.* von FISCHER, 1 Tb. 320 S.), perpetua jaceat nix, unde concluditur in locis altioribus, ut ex. gr. in altitudine 5,102 milliariorum, temperaturam aëris admodum esse frigidam; facile judicatur, in distantia a terra minore quam 5 milliar. sv. aërem esse admodum rarefactum, adeoque maxime in distantia milliariorum 42,7.

arcus luminosus in cœlo appareat ^{*)}). Judicium autem nostrum illis nititur rationibus, quæ e summario sequente, quod ex omnibus iis descriptionibus, quas legere nobis contigit, excerptissimus, facile deducuntur:

Arcus immo-	Aurora borealis	Distantia austr.	Directio cru-
biles albi.	phœcida	arcuum a	rum arcuum,
	finali vîta.	zenith.	
I	I ^{oo})	12°	O, W. †)
I		12°	O, W.
I	I	11°	ONO, WSW.
I	I	10°	NO, NW.
I	I	10°	OtN, Wts. ^{††}
I	I	10°	O, W.
I		7°	O, W.
I		parva	NO, SW.
I	I		OtS, Wts.
I			O, W.
I			
I — crepusculum	— septemtrionalis	— SO, NW.	
B 2			Ar-

^{*)} Verba ejus sunt: "Die hellen Bogen und mehrere andere Erscheinungen der Nordlichter sind unfehlbar grösstentheils bloße Bilder, welche durch die Brechung und Zurückwerfung des Lichts in einer mit gefrorenen Dünsten angefüllten Atmosphäre erzeugt werden." Vide: *Vollständiger und fasslicher unterricht in der Naturlebre, von MICHAEL HUBE, Leipzig. 1793. I B. 16 Brief, 467 S.*

^{**) Hoc signo indicare voluimus auroram borealem fuisse conspectam.}

^{†) Ad designandam cœli plagam brevitatis causa adhibui-}mus litteras, quibus nautæ nostri vulgo utuntur.

Arcus mobiles.	Aurora bor. coruscans.	Distantia austr. arcuum a zenith.	Directio cru- ris arcuum.
I	I	—	NO, SW.
I	I	—	NO.
I	I	—	NO.
I	I	—	NNO, NNW.
I	—	—	—

Hinc jam primo apparet, arcus tales ab aurora boreali ita pendere, ut observatis 17 arcubus, decies simul visa sit aurora, omnes autem illis anni temporibus conspecti sint, quibus frequentissimæ solent apparere auroræ boreales ²⁾, mensibus nimirum Februarii 6, Martii 5, Aprilis 4 & Octobris 2 ³⁰); adeoque maxime est probabile, auroram, quando reliqui fe-

²⁾ Secundum collectionem observationum a D:no MAIRAN factam auroræ boreales frequentissimæ fuere mense Octobris (vide: *Memoir de l'Acad. roy des Sc. de Paris* 1731); D:rus KRAFFT vero invenit "frequentissimas eas esse solere circa tempora utriusque æquinoctii" (in *Commentar. Acad. Sc. Imperial. Petropol.* T. IX, ad ann. 1737, pag. 340, §. 5.) Cfr. *Introd. ad physiol. natural. auctore PETR. VAN MUSSCHENBROEK*, Lugd. Bat. 1762, T. II, p. 1053, §. 2489. Verba D:ni FISCHER sunt: "Uebrigens erscheinen die Nordlichter — am häufigsten nach der Herbst- und vor der Frühlingsnacht gleiche." *Physikal. Wörterb.* 3 Tb. 743 S.

³⁰⁾ Vide pag. 7 not. ^(*),

septem arcus apparebant, aut a nubibus in horizonte septentrionali suisce occultatam, aut infra ejus horizontem mansisse, aut etiam revera conspectam suisce, etiam si ejus nulla mentio facta sit.

Deinde quoque hinc cognoscimus, omnes arcus immobiles & albos una cum aurora placida, quæ albi solet esse coloris, mobiles vero omnes cum aurora coruscante apparuisse, nec non ulterius directiō nem illam omnes habuisse immobiles, ut polus vel faltem axis circuli, quem formabant, in iis regionibus cœli inveniretur, ubi aurora observata est, scilicet aut in septentrione aut parum versus occidentem declinans °), in altitudine $0^{\circ} - 12^{\circ}$ supra horizontem, tendentibus sese arcibus ab *O -- NO* ad *W -- SW* in distantia australi $0^{\circ} - 12^{\circ}$ a zenith. Sic quoque crepusculum supra horizontem visum indicabat auroram

B 3

bo-

°) "The poles of all the complete arches which i have seen had a western variation from the pole of the equator." HEY in *Pbilof Transact. Vol. 80, for the year 1790, part. II, pag. 41.* De ipsa autem aurora sequentia valent verba: "Le phénomène (de l'aurore boréale) décline pour l'ordinaire de 10 à 12, & quelquefois de 15 à 20 degrés vers le Couchant. — La declinaison occidentale a été apperçue dans tous les tems, & en tous lieux." *Cir. Traité physique & historique de l'Aurore boréale, par de MAIRAN, Amsterd. 1735 Chapitre III.*

borealem infra horizontem splenduisse, quando arcus ille observabatur, eujus distantia a zenith erat septentrionalis.

His rationibus si addimus illam observationem, arcus tales filecentibus apartia, borea vel cæcia, qui ventus nostris hiemibus frigidissimi sunt, omnes apparuisse ^o), nec non nostram experientiam, quæ docet, lucis intensitatem in aurora & areu simul decreuisse & tandem evanuisse, ut etiam nivem copiosam post paucas horas decidisse, diu dubii non haeremus, quin cum Dno HUBE credamus, lumen ab aurora proveniens a vaporibus congelatis ad observatorum reflecti, & hujus conspectui arcum luminosum præbere. Illa vero objectio hic non afferatur, stellas majores per arcus esse conspectas; videntur enim per iridem objecta terrestria obscura, unde intelligitur, stellas potius micantes per vapores videri posse.

^o) "In all the instances in which i observed the course of the wind, it blew from some point between the N. and N.E." HEY loco nuper citato.

