3

DE ASCENSV FLVIDORVM IN TVBIS CAPILLARIBVS

COMMENTATIONEM II

ORATIONI SOLENNI

IN ADITV NOVI MVNERIS

PROFESSORIS PHYSICES ORDINARII

A. D. XXXI. IVL. CIↃIↃCCLXXIII.

HORA VIII. HABENDAE PRAEMISIT

CHRISTOPHILVS BENEDICTVS FVNCCIVS

1773

27

In ſerie experimentorum per hanc quoque ſcribendi opportunitatem continuanda primo loco mihi ponendae ſunt Ioſiae Weitbrechtii duae diſſertationes, quarum prior inſcripta eſt: *Tentamen Theoriae, qua aſcenſus aquae in tubis capillaribus explicatur*, poſterior vero: *Explicatio difficiliorum experimentorum circa aſcenſum aquae in tubos capillares.* Vtraque, Commentarr. Petropoll. Tomis VIII. p. 261 ſeqq. et IX. p. 275 ſeqq. inſerta, methodo mathematica pertractata eſt. Sunt vero illius experimenta potiora cum obſeruationibus ſequentia.

Aqua ad tubum vel ad laminam vitream adſperſa immota adhaeret. Si gutta ad laminam verticaliter poſitam vel ad tubulum defluens peruenit ad oram intimam, non decidit, ſed a laminae margine ſuſpenditur; in tubulo autem motu retrogrado intra cauitatem eius reſorbetur. Si vitrum inclinetur ad horizontem, gutta aucto pondere non ſecundum verticalem lineam decidit, ſed iuxta latus tubuli vel laminae ad infimam eius oram deuoluitur. Tubulus horizontaliter impoſitus laminae vitreae vel eburneae madefactae, aegre ab aqua sursum diuellitur; et si laminam madefactam inuertas, vt deorsum spectet tubulus, ille non decidit. Si lamina vitrea *ab* (fig. 1.) guttae *c* admouetur, vt cohaesio fiat, gutta non in solo puncto contactus suspenditur, sed basi latiuscula *dd* per superficiem vitri *ab* diffunditur. Si tubulus *ab* (fig. 2.) ad guttam *c* inclinetur, in ipso contactus momento gutta ad latus tubuli tam deorsum quam sursum diffluit. Duae guttae Mercurii maiori vi coëunt et celeritate, quam duae guttae aquae; nam gutta aquae, quae ex duabus guttis confluxit, non statim induit figuram sphaericam, quod tamen in mercurio fit. Particula mercurii stans in plano horizontali vitreo non decurrit, sed ei adhaeret, nisi declinetur id vt faciat angulum aliquot graduum cum horizonte. Globuli mercuriales minimi tubulis capillaribus adeo pertinaciter adhaerent, vt abstergi se non patiantur. Magnitudo guttae aqueae pro latitudine baseos, a qua dependet, paullo minor et maior est. Gutta aquea ex siphonis capillaris orificio effluens initio formam ellipticam induit, deinde magis turgida fit, post separari incipit et lapsum minitari, tandem in duas partes diuiditur, quarum superior ad vitrum haeret, inferior autem guttam lapsuram constituit, quae decidit, superiore sursum resiliente cum tubulo. Phaenomenon contrarium manifestatur in Mercurio. Ascensus aquae in tubum capillarem non fit, nisi in ipso contactus momento. In omni tubulo, cuius basis superficiei aquae admouetur, circa externam superficiem aqua in forma aggeris eleuati attrahitur, interne vero aqua similiter ad altitudinem quandam ascendit. Quod etiam fit, si tubulus profundius immergatur, et semper altitudines vltra libellam erunt sibi aequales. Si tubulus, qui aquam ad sufficientem altitudinem attraxit, inuertatur, aqua attracta non haeret quiescens in superiori tubuli parte, sed reuera descendit vsque ad orificium inferius. Si tubulum profundius immergas, vt plus aquae capiat, quam per attractionem recipere potest, tum remoto tubulo ex vase omnis aqua superflua descendit, donec iterum ad altitudinem debitam perueniat. Si tubulum, qui perpendiculariter erectus aquam ad certam altitudinem hausit, ad horizontem inclinaueris, aqua in tubulo denuo progreditur eo vsque, donec altitudo perpendicularis (quae

ad

ad longitudinem tubi ſe habet, vt ſinus anguli eleuationis ad radium) altitudini priſtinae aequalis fuerit. Altitudines aquarum aſcendentium ſunt in ratione diametrorum reciproca, e. g.

Diam. tubi	Altit. aſcenſus
o, 6 lin.	7, 2 lin.
o, $4\frac{1}{2}$	9, 5
o, 5	8, 5
o, 6	7, 1
o, 8	5, 3

Sed $6 : 4\frac{1}{2}$ vel $60 : 45$ vel $4 : 3$ vel $96 : 72$; quod fere eſt $9,5 : 7,2$. Et ſic $4\frac{1}{2} : 5$ vel $9 : 10 = 85 : \frac{850}{9}$ hoc eſt $85 : 94,4$ ergo fere $8,5 : 9,5$.

Deſcenſus cylindri aquei in tubulo, quamuis inuertatur, ceſſat et in eo ſitu quieſcit, quando ſuperficiei internae tubuli pars oleo illinitur. Particula minima aquea in quocunque loco tubuli poſita haerebit immota. Tubulus horizontaliter poſitus ingentem cylindrum aqueum continet immotum. In tubos cylindricos eiusdem diametri reſpectu orificii aſcendit eadem aquae quantitas, etiam ſi per interiectum aërem in portiones diremitur. Si extrahatur tubulus, in qua aqua aſcendit ad altitudineu quandam, paullulum ex aqua, cylindrus aqueus a ſuperficie non auellitur, ſed intra tubum deſcendit atque inter orificium tubi et ſuperficiem aquae conus aqueus formatur, qui continuata tubi eleuatione rumpitur: ſimul vero cylindrus aqueus ad priſtinam altitudinem reſilit, modo latera tubi tenuia ſint. Quando autem tubulus ex vitro craſſiore conflatus eſt, vt extremitas eius latam baſin conſtituat, cylindrus aqueus facta auulſione ad maiorem altitudinem reſilit, et quidem, quo celerius tubum auellis, eo altius aqua aſcendit, baſi autem tubi circa orificium gutta aquea adhaereſcit. Gutta aquea extremitati tubi adhaerens deſcenſum cylindri aquei intra tubum impedit. Augmentum cylindri aquei intra tubum vltra debitam altitudinem ſuos limites habet et vltra duas tresue lineas extendi vix poteſt. Diuerſa tubi longitudo altitudines, ad quas aqua in eo aſcendit, neutiquam mutat. Si tubus, qui aquam ſufficientem attraxit, inclinetur, aqua attracta paullulum ab orificio inferiore recedit, quo facto, quomodocunque tubum inclinaueris, aqua in eodem ſitu immota haerebit, etiamſi tubum horizontaliter poſueris. Quodſi vero orificium, quod antea ſuperius erat, ſupra horizontem vel parum eleuetur, aqua mox deſcendit ad orificium alterum, et aeque parum diſtat ab illo, donec tubus perpendiculariter erigatur; tunc enim ad ipſam oram plane deſcendit. Aqua multo velocius ſurſum rapitur in tubo anguſtiore, quam in ampliore. Sit *fig. 3.* A B tubulus inaequalium diametrorum; confluat in confinio vtriuſque diametri guttula *m n* ex reliquiis aquae non ſatis euacuatae, rapitur ea, in quocunque ſitu inclinato tubus ſeruetur, ſumma velocitate verſus *m*. Si erigatur tubulus, vt pars anguſtior ſurſum ſpectet, guttula in aliquo loco *m n* immota haerebit. Si inuertatur tubulus, vt pars amplior ſurſum ſpectet, guttula deſcendet. In ſpatio aere vacuo etiam in tubo inaequalis diametri peripheria anguſtior ſuſtinere poteſt aquam ad altitudinem maiorem, quam peripheria amplior. Reliqua experimenta ſunt Iurini et Muſchenbrockii.

C. E. Gellertus vir metallicarum rerum peritiſſimus inſtituit experimenta cum plumbo fuſo, quae narrat in tractatu „*de phaenomenis plumbi fuſi in tubis capillaribus*„ p. 243. ſeqq. Tom. XII. Commentarr. Petropol. inſerto; inueſtigauit etiam experimenta in tubis priſmaticis in tractatu „*de tubis capillaribus priſmaticis*„ l. c. p. 252 ſeqq. inuenitque 1) plumbum fuſum in tubo capillari ſemper ſubſiſtere ad altitudinem aliquam infra libellam metalli in vaſe contenti, quod iam Nolletus viderat, 2) altitudinem iſtam eſſe propemodum in ratione diametrorum reciproca; notandum vero eſt, in tubis conicis (et plerique tubi tales ſunt,) valere diametrum eius ſuperficiei, ad quam ſummitas plumbi in tubo pertingit, 3) idem euenire in tubis figulinis. Experimenta cum tubis priſmaticis inſtituta idem auctor prorſus conuenire vidit cum iis, quae in tubis cylindricis obſeruantur, e. g. in tubis priſmaticis ex aqua ſublatis et in aere perpendiculariter poſitis aqua ſuſpenſa haeret; in tubis priſmaticis ad horizontem inclinatis aqua aſcendit pro altitudine perpendiculari; in vacuo aqua aſcendit in tubos priſmaticos aeque ac in libero aere; in tubis, diuersam amplitudinem in sua longitudine continentibus, baseos tubi supremae, ad quam aqua pertingit, ratio est habenda; in tubis vario modo inflexis aqua eleuatur pro altitudine perpendiculari. Mercurius in tubis prismaticis infra libellam consistit et quidem quam proxime in ratione inuersa subduplicata basium.

Exponit etiam modum, quo vsus est in experimentis suis instituendis, quem suis ipsius verbis reddidisse non poenitebit. „Mihi, inquit, manus operi admouenti duae potissimum suborie-„bantur difficultates remouendae. Nam 1) tubi quidam vitrei „vim caloris plumbi fusi ferre non poterant, et 2) altitudo ad „quam plumbum infra libellam subsistebat, non conspici et eam „ob caussam mensuratione definiri nequibat. Quod ad priorem „attinet, saepius iterato experimento aduerti, rumpi tantum cras-„siores, tenuiores autem nihil detrimenti pati. Calefeci itaque „crassiores paullatim, antequam in plumbum fusum immergebam, „quo facto non conatus meos infringebant. Ad alteram tollendam „prima vice hac vsus sum methodo. Filo aeneo circumuoluto an-„notaui in tubo altitudinem, ad quam illum in plumbum immer-„surus eram, licet et istud in parietibus tubi externis adhaerens „altitudinem immersionis ostenderet. Immerso tubo orificium „eius digito aut cera obturaui, aut hermetice clausi; tum vero „admodum leniter extraxi, ne motus in caussa esset, quo exci-„deret plumbum, et, cum metallum ad altitudinem aliquam sus-„pensum haereret, mensuraui differentiam inter hanc et altitudi-„nem immersionis. — Verum enim vero bis obseruans, plum-„bum in tubo leniter et verticaliter extracto duobus saltibus polli-„cis longitudinem superantibus superiora petere, minuti secundi „temporis spatio propemodum ibi morari, et deinceps rursus ad „imum desidere, non potui a me impetrare, vt mihi persuaderem, „hanc methodum omnibus numeris absolutam esse. Ideo hoc sin-„gulare phaenomenon ad aliam et quidem tutiorem viam quae-„rendam me impellebat. — Immerso tubo ampliori, sed tamen „respectu metalli capillari, e. g. diam. 2 linn. in plumbum fusum, „animaduertebam, metallum istud infra libellam in tubo subsistens „conspici posse in forma sphaerica; superficiem istius supremam

„in

„in tubo prius figi, quam in vase; et, cum tunc tubo firmiter „adhaereat, locum suum, illo extracto non mutare. His fretus „facile et exacte altitudinem istam in tali tubo et huius ope in „gracilioribus determinare potui hunc in modum. Vna cum tubo „ampliore immersi duos tresue graciliores vtrinque apertos, simu„lac in ampliore tubo plumbum consistebat, omnes leniter extraxi, „quo facto plumbum in omnibus suspensum haerebat; mensuraui „deinceps differentiam inter altitudinem plumbi in tubo suspensi „et altitudinem immersionis, et deprehendi eadem prorsus phae„nomena, quae cognoueram methodo priore. —„

Landius in libello supra allegato sequens nouum instituit experimentum: In tubo capillari (*fig. 4.*) *cbad*, qui duo haberet crura *ca*, *ba*, talis diametri, vt in singulo crure aqua ascenderet ad *f*, inuenit, eam non supra *f* ascendere, si ambo crura simul tangerent aquam. Allegat etiam ex *P. Gerdil dissertation sur l'incompatibilité de l'attraction avec les phénomènes des tubes capillaires* experimentum, quod cum mercurio in tubo capillari aureo instituit, in quo propter maiorem auri densitatem mercurium supra horizontem ascendentem visurum se putabat, sed spes eum fefellit atque vix mercurium ad eandem cum mercurio in vase contento altitudinem ascendentem vidit; imo in tubo, cuius diameter tertiam lineae partem aequaret, mercurius ne ad hanc altitudinem quidem ascendit.

Iam vero ad ea transeamus, quae autores allegati ex experimentis suis demonstrarunt. Weitbrechtius statim ab initio prioris dissertationis *attractionem* in natura dari non dubitat, cuius nobis caussa sit incognita, et *cohaesionem* non nisi *attractionem continuatam* censet. Inprimis viri rigor in experimentando vti in explicando laudandus est. Iure etiam in explicando ascensu fluidorum in tubis capillaribus distingui iubet inter effectus ab actione vitri in aquam dependentes et vicissim, atque inter eos, qui ab actione particularum aquearum inter se producantur. Dari porro attractionem putat semper, vbi sit punctum vitreum et particula aquea in minima distantia, quam *radium actiuitatis* appellat. Hunc vero radium neque infinite paruum, neque nullum censet, sed detegi posse microscopiorum auxilio autumat, eumque ad radium

tubi

tubi capillaris angustissimi datam et finitam rationem habere putat, vnde defectum ascensus in tubulos sebo liquefacto intus inunctos facile explicat, quum sebum arceat aquam a vitro ita, vt intra sphaeram actiuitatis non recipiatur, adeoque accessum mutuum impediat. *Radium actiuitatis* particularum aquearum vero, quippe qui oculis distingui possit, maiorem censet quam *radium actiuitatis* vitri. Mediante cohaesione particularum aquearum inter se, quae ex supra allatis experimentis patet, vitrum plus aquae attrahere posse putat, quam quo eius radius pertingat. Ex adhaesione aquae ad externam tubi superficiem et ascensu intra eam concludit, tubi capillaris totam superficiem, internam et externam, et bases aquam attrahere, simulac aqua intra sphaeram actiuitatis tubi comprehendatur; Porro: tubulum aquam semel attractam non totam dimittere, atque etiam in omnibus punctis aequaliter attrahere. Sequitur inde facile, ascensum et sustentationem aquae in tubis capillaribus, quorum diameter duplum radium actiuitatis superet, a sola vitri actione non pendere. Hactenus nihil contra veritatem assumsisse vel demonstrasse videtur auctor. Pergit eo, quo inchoauit modo, diuiditque aquam, quae ascendit intra tubum in *canaliculum* ex meris annulis aqueis constantem, quorum latitudo aequalis est radio actiuitatis, summa vero (sc. annulorum) altitudinem aquae supra libellam conficit, et in *cylindrulum aquae* restantem, comprehensum sub basi tubi, cuius diameter est differentia inter diametrum orificii et diametrum actiuitatis vitri, et sub eadem aquae altitudine. Et *canaliculum* quidem sola vitri attractione, *cylindrulum* vero alia vi, quam in aqua ipsa quaerit, attrahi et sustentari putat auctor, imo ad *canaliculum* ipsum formandum opus esse cohaesione particularum aquearum. Inde igitur *ascensus* aquae in tubos capillares pendet a virtute attractiua totius superficiei internae tubi successiue adplicita, concurrente mutua particularum aquearum cohaesione (quae est sententia Hauksbeii); *suspensio* vero aquae iam eleuatae a vi attractiua solius annuli vitrei superficiei concauae, qui immediate supra summam aquae superficiem constituitur; vel ex correctione paullo infra: a vi attractiua superficiei tenuis annularis internae tubuli, mediante annulo canaliculi aquei, cui summa cylindruli suspensi superficies cohaeret

et

et contigua eſt. Quod cum Iurini explicatione conuenit. Cohaeſionem particularum aquearum *cylindrulum* conſtituentium maiorem cenſet et fortiorem, quam cohaeſionem *cylindruli* cum ſuperficie *canaliculi* inde, quod (*fig. 5.*) magnitudo cohaeſionis lamellarum aquearum *a*, *n* inter ſe eſt in ratione baſeos *a* cylindruli, et magnitudo cohaeſionis cylindruli cum canaliculo in ratione peripheriae circulorum dictorum *a*, *n*; vel, quod idem eſt, quod particulae aqueae in cylindrulo inter ſe cohaerent, vt plana circuli *a*, *n*, cum canaliculo autem tantum ope peripheriarum. Ergo cum plana circulorum *a*, *n* ſint in ratione diametrorum duplicata, peripheriae vero in diametrorum ſimplici, ſequitur id, de quo quaeſtio erat. Stabiliuit his poſitis nouam aſcenſus fluidorum in tubis diuerſarum diametrorum legem hanc: altitudines eſſe in ratione directa differentiae virium attractiuarum fluidi ad vitrum et fluidi ad ſe, et in ratione reciproca diametri fluidi eleuandi. Poſitis nimirum vi attractionis fluidi ad tubum vitreum, p, vi attractionis particularum fluidi inter ſe, q, diametro tubi d et altitudine columnae aqueae c, erit ex experimentis ſupra allegatis ſemper $p > q$, adeoque vis, qua fluidum ſurſum trahitur, vt $(p - q)\pi d$, et ſemper quantitas poſitiua; Sed pondus columnae eleuatae, (poſita ratione diametri ad peripheriam $= 1 : \pi$,) eſt $\frac{c\pi d^2}{4}$, et facto aequilibrio erit $(p - q)\pi d = \frac{c\pi d^2}{4}$ ergo

$(p - q) = \frac{cd}{4}$, adeoque $c = \frac{4(p - q)}{d}$; Quia vero d proprie ſignificat diametrum orificii tubi, et canaliculus non eleuatur, orietur $c = \frac{4(p - q)}{d - 2b}$ (poſito radio actiuitatis vitri b). Iam, ſi pro alio tubo loco c, d, aſſumuntur C, D, erit, quia ratio virium $p - q$ conſtans eſt, $C : c = \frac{4(p - q)}{D - 2b} : \frac{4(p - q)}{d - 2b}$ hoc eſt $C : c = d - 2b : D - 2b$, et ob b infinite paruum $C : c = d : D$ quam proxime, quod cum experientia conuenit.

Ex hoc calculo auctor omnia fere in tubis capillaribus phaenomena elicit. Sic 1°) in mercurio, quia per obseruationes supra allatas est $p < q$, erit $p - q$ et consequenter $c =$ quantitati negatiuae, h. e. mercurius non ascendit vsque ad planum horizontale eius mercurii, qui est in vase. 2°) Quo angustius orificium tubi est, eo minor est d, et eo maior differentia inter d et 2b. 3°) Quia pro diuersis fluidis $p - q$ diuerse prodit, erit etiam c diuersum. 4°) Tubulo ex aqua extracto euanescit q, oriturque $c = \frac{4p}{d - 2b}$ Et quia $p > p - q$, erit etiam $\frac{4p}{d - 2b} > \frac{4(p - q)}{d - 2b}$ hoc est: in tubulo, qui extra aquam positus est, fluidum id altius ascendit, quam si in aqua stat tubulus.

Patet igitur in siphonibus, quorum alterum crus capillare est, fore $c = \frac{4(p - q)}{d - 2b}$ in crure capillari. Inde etiam, quod secundum autorem 1) plus quam gutta sustentari a vi annuli supremi canaliculi non potest, 2) in tubis amplioribus etiam maior gutta attrahitur, quia annuli canaliculorum maiores sunt, diameter omnis tubi capillaris generatim determinari poterit, ea nempe, quae non superet diametrum guttae. Porro inde coniicit fore, vt in eodem tubo cylindrico capillari aqua semper ascendat ad eandem altitudinem, eademque adeo aquae quantitas semper in eo contineatur, et quidem non solum, quando cylindrus aqueus in tubo continuus est, sed etiam, quando per interiectum aerem in portiones diremitur, posita nempe immersione ad eandem profunditatem facta. Sed de veritate huius propositionis dubitare licebit, cum experimenta diligenter instituta tale mihi nondum ostendere voluerint, neque ea etiam ex theoria rite consequi mihi videatur; quod alio loco inuestigabo.

Ad explicanda phaenomena in tubis diuersae diametri sequentem potissimum supponit propositionem: „In tubo angustiori „particula aquea a pluribus punctis vitreis respondentis peripheriae simul attrahitur, quam in tubo ampliore,„ cuius demonstrationem hoc loco paullo magis explicare iuuabit. Sit *fig. 6.* semediameter tubi $AC = a$, radius actiuitatis $AB = b$. P sit particula

ticula attrahenda a peripheria attrahente; eius distantia a puncto peripheriae attrahentis $AP = x$. Fiat AT tangens peripheriae; Ex P, tanquam centro, radio actiuitatis vitri AB ducatur arcus TLt, terminabit is in peripheria AtD distantiam, ad quam pertinet attractio, quae fit in punctum P, ergo $Pt = PT = AB$. Cadat tZ perpendicularis ad AD, et sit $AZ = z$; Erit itaque $AT = \sqrt{[TP^2 - AP^2]}$ vel $\sqrt{[b^2 - x^2]}$. Porro $ZP = AP - AZ$ vel $x - z$; et $ZC = AC - AZ$ vel $a - z$. Item $Zt = \sqrt{[Pt^2 - ZP^2]}$ vel $\sqrt{[b^2 - (x - z)^2]}$. Et quia $AZ : Zt = Zt : ZD$ erit $Zt = \sqrt{[AZ \times ZD]}$ vel $\sqrt{[z \times (a - z + a)]} = \sqrt{[z \times (2a - z)]} = \sqrt{[2az - z^2]}$. Erit itaque $\sqrt{[b^2 - (x - z)^2]} = \sqrt{[2az - z^2]}$ ergo etiam $b^2 - (x^2 - 2xz + z^2) = 2az - z^2$, hoc est: $b^2 - x^2 + 2xz - z^2 = 2az - z^2$ vel $b^2 - x^2 + 2xz = 2az$; inde $b^2 - x^2 = (2a - 2x)z$; ergo $\frac{b^2 - x^2}{2(a - x)} = z$. Quia vero $AZ : At = At : AD$, erit $At = \sqrt{[AZ \times AD]}$ vel $\sqrt{\left[\frac{(b^2 - x^2)2a}{2(a - x)}\right]} = \left[\frac{(b^2 - x^2)a}{a - x}\right]$.

Inde $AT : At = \sqrt{[b^2 - x^2]} : \sqrt{\left[\frac{a(b^2 - x^2)}{a - x}\right]}$ adeoque $AT^2 : At^2 = b^2 - x^2 : \frac{a(b^2 - x^2)}{a - x}$ vel $(b^2 - x^2)(a - x) : a(b^2 - x^2)$ vel $a - x : a$. Ergo $AT : at = \sqrt{(a - x)} : \sqrt{a}$. Iam, quia $a - x < a$ erit etiam $\sqrt{(a - x)} < \sqrt{a}$ et $AT < At$. Ponantur duo tubi, semidiameter maioris $AK = \alpha$, minoris $AC = a$, erit ratio τῶν $At = \sqrt{\left[\frac{\alpha(b^2 - x^2)}{\alpha - x}\right]} : \sqrt{\left[\frac{a(b^2 - x^2)}{a - x}\right]}$; et positis x aequalibus et constantibus, quorum loco *m* ponatur, orietur ratio $= \sqrt{\left[\frac{\alpha}{\alpha - m} \times (b^2 - m^2)\right]} : \sqrt{\left[\frac{a}{a - m} \times (b^2 - m^2)\right]}$ vel $\sqrt{\frac{\alpha}{\alpha - m}} : \sqrt{\frac{a}{a - m}}$, et ratio τῶν $At^2 = \frac{\alpha}{\alpha - m} : \frac{a}{a - m}$ vel $\alpha(a - m) : a(\alpha - m)$ hoc est: $a\alpha - \alpha m : a\alpha - am$. Et quia $\alpha m > am$, erit $a\alpha - \alpha m < a\alpha - am$. Ergo in tubo maioris diame-

diametri AK quadratum chordae minus eſt quadrato chordae in tubo minoris diametri AC, adeoque ipſae chordae ita ſunt comparatae; ergo et arcus At peripheriae attrahentis maior eſt in tubo minore quam arcus AL peripheriae alterius attrahentis. Ducta nempe PL continentur intra PA et PL omnia peripheriae ALl puncta, quae attrahunt punctum P; Et cum intra PA et Pt etiam omnia peripheriae At puncta, quae attrahunt punctum P, contineantur, angulus vero APt maior ſit angulo APL, adeoque etiam arcus $At > AL$, ſequitur punctum P a pluribus punctis peripheriae At minoris diametri attrahi, quam peripheriae AL maioris diametri. Sed ſufficiant haec de methodo explicationis Weitbrechtianae.

Gellertus ex experimentis ſuis has potiſſimum de plumbo fuſo in tubis capillaribus propoſitiones elicit: Particulae plumbi liquefacti ſeſe mutuo attrahunt et cohaerent cum vitro aut argilla; ſeſe inuicem vero fortius attrahunt, quam cum vitro aut argilla cohaerent. Altitudines plumbi ſunt in ratione reciproca diametrorum. In tubulis vero capillaribus priſmaticis inuenit altitudines propemodum in ratione inuerſa ſubduplicata baſium; hoc eſt: poſitis baſibus B, b, altitudinibus A, a, $A : a = \sqrt{b} : \sqrt{B}$, vnde concludit, quia circuli inter ſe ſunt vt quadrata diametrorum, eſſe etiam in ratione inuerſa diametrorum circulorum baſibus inſcriptorum, hoc eſt: $A : a = d : D$ poſitis D, d diametris circulorum baſibus inſcriptorum. Nam quia, poſitis C, c, circularibus cylindrorum baſibus, $c : C = d^2 : D^2$, erit $\sqrt{c} : \sqrt{C} = d : D$. Et cum figurae regulares ſimiles circulis inſcriptae, etiam inter ſe ſint, vt quadrata diametrorum circulorum circumſcriptorum, h. e. $B : b = D^2 : d^2$, adeoque $\sqrt{B} : \sqrt{b} = D : d$, erit etiam $A : a = d : D$. h. e. altitudines capillares ſunt inter ſe inuerſe vt diametri circulorum baſi circumſcriptorum; et poſitis circulorum circumſcriptorum peripheriis P, p, etiam $A : a = p : P$. hoc eſt: in ratione inuerſa peripheriarum circulorum baſis tam inſcriptorum quam circumſcriptorum. Elicit inde propoſitionem: Eſſe altitudines in ratione inuerſa quantitatum aquae eleuatae: Nam quia $A : a = \sqrt{b} : \sqrt{B}$, erit $A\sqrt{B} = a\sqrt{b}$. Sed quantitates aquae ſunt $A \times B$, et $a \times b$, vel, quod idem eſt, $\frac{AB}{A\sqrt{B}}$ et $\frac{ab}{a\sqrt{b}}$,

 hoc

hoc eſt: $\frac{B}{\sqrt{B}}$ et $\frac{b}{\sqrt{b}}$ vel: $\sqrt{B}$ et $\sqrt{b}$, i. e. quantitates aquae ſunt vt radices baſium; et cum $A : a = \sqrt{b} : \sqrt{B}$ erunt quantitates aquae in ratione inuerſa altitudinum capillarium.

Comparat deinde aſcenſum aquae in tubis capillaribus priſmaticis cum eo, qui fit in tubis capillaribus cylindricis ita: Quia in cylindricis $A : a = d : D$ adeoque ex ſupra dictis $\sqrt{c} : \sqrt{C} = d : D$, erit $A : a = \sqrt{c} : \sqrt{C}$ et in priſmaticis $A : a = \sqrt{b} : \sqrt{B}$. Ergo altitudines capillares tam in tubis cylindricis quam in priſmaticis ſunt in ratione inuerſa ſubduplicata baſium.

Explicatio tandem aſcenſus fluidorum in tubis capillaribus, quam loco citato celeberrimus de la Lande dedit, haec fere eſt: 1) Quia aquae in vaſe aliquo comprehenſae omnes columnae verticales eadem gaudent grauitate, ſeque inuicem eodem modo eademque vi attrahunt, adeoque in aequilibrio perſtant, (quod eſt principium hydroſtaticum) ſequitur, tubulum capillarem, ſimulac immergitur aquae, occupare ſpatium aquale ſpatio fluidi, quod antea eius loco erat. Iam cum columna vitrea loco aqueae ſubſtituta maiorem habeat denſitatem et vim attractiuam, quam aquea, quae antea eius loco erat, particulae aqueae tubo immediate ſubiectae magis iam ſurſum attrahuntur, quam ante; adeoque columna aquea, quae orificio tubi eſt ſubiecta, iam conſiſtit ex particulis, quas attractio vitri ſubleuat et leuiores reddit. Haec vero columna, grauitate iam leuior, non amplius in aequilibrio perſtat cum reliqua et vicina aqua in vaſe. Qui defectus vt compenſetur, neceſſe eſt, vt aquae iſtius ſubleuatae et in altum latae columna creſcat altitudine.

Namque ſit (fig. 7.) columna aquea *ap*, eius grauitas *x*; ob maiorem vim attractionis vitri leuitas columnae *ap* compenſari debet altitudine, e. g. *ac*, et grauitas columnae *cp* aequalis erit grauitati columnae vicinae *bapo*. Iam inde ſtatim ſequitur, grauitatem cylindri aquei *ac* aequalem eſſe vi attractionis in tubo, quia iſte cylindrus compenſat defectum grauitatis in columna aquea tubo incluſa.

2) Porro, ſi ſphaera attractionis tubi vitrei extenditur e. g. vſque ad *i*; erit, poſitis *ni* et *nu* aequalibus, particula *n* tubi vltima,

ma, qua attractio ſenſibilis exiſtit, quia ſupra *u* attractio particulae *nu* tubi et attractio particulae *um* iſti *nu* aequalis et ſupra eam poſitae, ſe inuicem tollunt et deſtruunt, quippe quae aequales quidem ſunt vi, ſed ratione modi actionis ſibi contrariae; agit enim altera *un* in aquam tubi ſubiectam, altera vero *um* immediate ſupra *un* poſita in particulas aqueas intra cylindrum *un*. Reliquae ſupra *m* poſitae aquae particulae efficere nihil poſſunt, quia attractio ſuperiorum deſtruitur vi particularum proxime inferiorum.

3) Tertia eleuationis cauſſa peti debet a parte tubi ſupra vel extra aquam praeminente *al*, cuius vis attractiua non prorſus deſtructa eſt a parte ſua inferiore; quae, ſi recte autorem intellexi, ea eſt, qua aqua exteriori tubi parti adhaeret, efficitque vt aqua tubo vicina induat figuram *bcdq*, adeoque denuo partem aquae in tubum ſurſum attrahit vi, quae aequalis eſt ſphaerae attractionis *ni* vel *un*.

Ex tribus his cauſſis ſecundum celeberrimum de la Lande aqua in tubos capillares aſcendere cogitur, etiam ſi attractio vitri aliquanto minor ſit attractione aquae, modo non infra dimidiam partem. Appellentur itaque 1) vis, qua attrahit pars tubi vitrei *un* aquam, *v*, et vis, qua particulae cylindri aquei eiusdem altitudinis ſe inuicem attrahunt, *e*. Attrahuntur ergo propter primam cauſſam particulae aqueae tubo ſubiectae a tubi parte *nu* vi, quae eſt $= v - e$. Ex ſecunda cauſſa pars tubi *um* eundem effectum producit, adeoque vis eius iterum aequalis eſt $v - e$, ergo tota attractio in extremitate tubi eſt $v - e + v - e = 2v - 2e$. Ex tertia cauſſa attractio vitri ſupra ſuperficiem aquae aequalis eſt v et attractio infra eam $v - e$ et iſti contraria, adeoque vtraque ſimul ſumta $v - (v - e) = + e$. Itaque totalis vis attractionis, quam vitrum exercet in aquam tubi, cuius aequilibrium iam perturbatur, eſt $= 2v - 2e + e = 2v - e$.

His poſitis facile ſequitur, reſtare attractionem vitri, ſi ea tantum dimidiam partem attractionis aquae ſuperat. Nam ſit $v = \frac{1}{2}e + d$, erit $2v - e = 2 \times (\frac{1}{2}e + d) - e = 2d$.

Caſum vero, quo tubuli capillaris orificium ſuperficiem aquae tantum tangit, neque tubulus totus aquae immergitur, auctor ita ex-

explicat: Attractiones vitrearum tubi particularum *nu, um* locum hic habent ſine aliqua ſubtractione, quia vitrum non occupat ſpatium aquae, quae eſt in vaſe, adeoque eae nouam efficiunt attractionem = 2v ex ſupra dictis. Sed cylindrus aqueus in tubo ſollicitatur in ſenſu contrario ab attractione omnium particularum aquearum, quae proxime ad aquae ſuperficiem ſitae ſunt; adeoque haec noua attractio eſt = − e; Ergo totalis attractio hoc in caſu iterum = 2v — e.

Haec eſt celeberrimi de la Lande explicatio, quam pro admirabili ſua harum rerum peritia ad plurima phaenomena applicat.

Reſtaret quidem explicatio aſcenſus aquae intra duo plana vitrea ſub angulo minori ſe tangentia; ſed cum iſtud phaenomenon facillime ex aſcenſu aquae in tubis capillaribus pateat, adeoque aqua figuram hyperbolae intra aſymtotos induere cogatur, nihil mihi ſupereſſe cenſeo.

Iam ad ea pergam, quorum cauſſa hunc libellum ſcripſi. Factum nempe eſt ſingulari beneficio diuino, vt *Sereniſſimus Princeps*, FRIDERICVS AVGVSTVS, *Dux Saxoniae*, *Iuliaci*, *Cliuiae*, *Montium*, *Angriae et Weſtphaliae*, *S. R. I.. Archimareſchallus et Elector*, *Dominus* meus *indulgentiſſimus*, ex Schola huius vrbis Senatoria ad S. Nicol. in qua per decennium Cantoris et Collegae munere functus ſum, ad munus Profeſſoris Phyſices in hac academia Ordinarii me euocaret. Quam PRINCIPIS clementiam vti animo deuoto, ſubmiſſaque gratiarum actione, veneror: ita ardentiſſimas preces pro ſalute EIVS, totiusque DOMVS ELECTORALIS SAXONICAE facere nunquam deſinam. Auſpicabor munus d. XXXI. Iul praemiſſa oratione breui *de Phyſices ad vitam cummunem vſu*, quam vt RECTOR ACADEMIAE MAGNIFICVS, ILLVSTRISSIMI COMITES, VTRIVSQVE REIPVBLICAE PROCERES, GENEROSISSIMI AC NOBILISSIMI COMMILITONES praeſentia ſua ornare velint, omni qua par eſt, obſeruantia rogo obteſtorque.

P. P. Lipſiae Dom. VII. p. Trin. CIϽIϽCCLXXIII.

EX OFFICINA LANGENHEMIA.

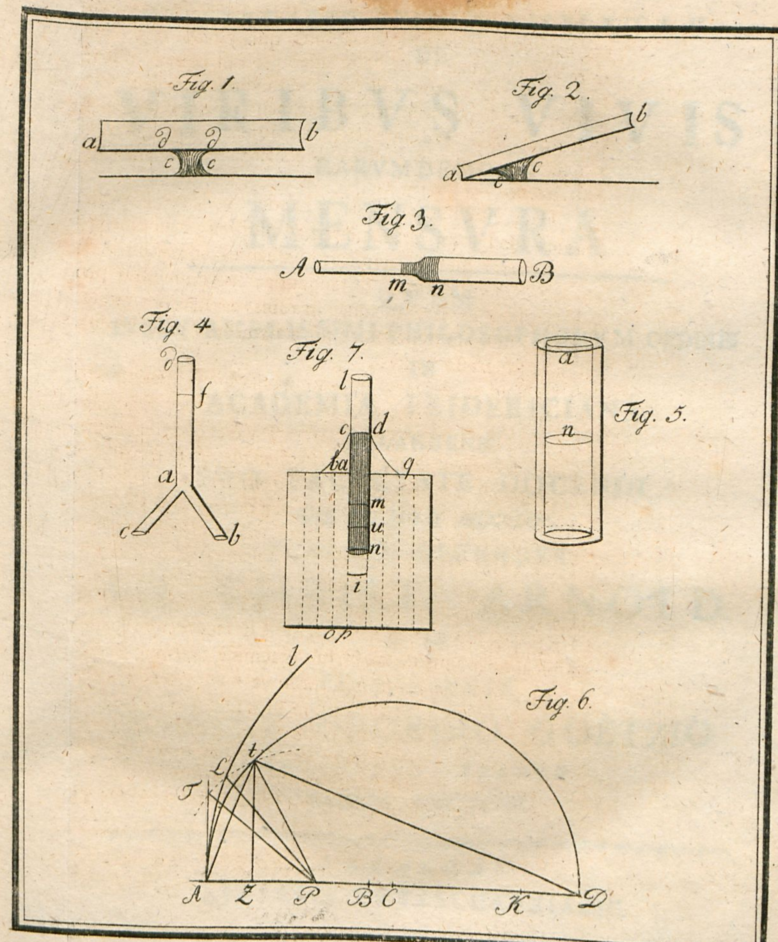
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4
Fig. 7.
Fig. 5.
Fig. 6.

DE ASCENSV FLVIDORVM IN TVBIS CAPILLARIBVS

COMMENTATIONEM II

ORATIONI SOLENNI

IN ADITV NOVI MVNERIS

PROFESSORIS PHYSICES ORDINARII

A. D. XXXI. IVL. CIↃIↃCCLXXIII.

HORA VIII. HABENDAE PRAEMISIT

CHRISTOPHILVS BENEDICTVS FVNCCIVS