Filosofia — 1786

Manoel Joze Barjona — de Coimbra

em 27. de Junho de 1786 — N. ii.

Dissertatio Physica
de Ascensu Fluidorum in Tubis capillaribus, vitreis.

Postquam Philosophi cum hujus, tum elapsi seculi, Tubos ex vitro albo purissimo que confecto ad insignem altitudinem varios liquores elevare, adversus generales huc usque traditas Hydrostaticas leges pluries tentarunt, statim hanc causam dignam ut investigaretur, judicarunt; partim ut regularum Hydrostaticarum terminos intelligerent, partim ut hoc paradoxon, quod ratiotinio tanto pare aversari; videtur Mathematice, exponerent, partim ut alias et quidem frequentissimas accuratius perspicerent naturæ operationes hisce simillimas, et ab eadem causa pendentes, quales sunt ascensus liquorum nutrientium, ex radicibus plantarum per angustissimos canales, usque ad earum vertices: ingressus fluidorum, Aqua, Mercurii, Oleorum, Medicamentorum, partium subtilissimarum Emplastorum, aliorum que corpori animali vivo extrinsecus applicatorum, et per vasa capillaria angustissima usque in sanguinem delatorum ingressus fluidorum in corporis cavitatibus; veluti sunt in cavitate Pectoris in Pericardio, scroto, Tunica vaginali, in Iride oculi, cet: ingressus fluidorum, oleorumque in vasa, et canales lapidum omnium, sive fuerint homogeæ substantiæ, sive diversi coloris, et duritiei maculas habeant. Ex quibus liquet capillarium tuborum phænomena

non tam exiguis in Physicis habenda esse momenti, ut eorum investigatio, ad solos hos Tubos, non ad plurimos in natura alios, ex diversa compositos materia, pertineret.

Definitio

Per tubum capillarem vitreum intelligo canalem vitreum, cavum, cylindricum, cujus cavitas adeo angusta, ut diameter sit minor $\frac{1}{10}$ parte pollicis.

Cap. 1.

De Ascensu fluidi in tubos diversarum longitudinem et ejusdem diametri.

Exp. 1.

Si tubum ex vitro albo purissimoque confectum cujus diameter interna sit $\frac{1}{36}$ et longitudo $3\frac{1}{2}$ pollices perpendiculariter ad horizontem aqua pura frigida que immittimus, tut tamen infima ora vix infra superficiem liquoris demergatur, hoc facto aqua sua sponte sursum in tubum ad altitudinem 20 liniarum ascendit, mensura capta a superficie aqua in vasculo ad superficiem supremam in tubo: at non cum aqua biei celeritate ab initio ad finem ascendit,

Sed primum celerrime, deinde lentius, tandem lentissime, cum proximodum ad 20 linearum altitudinem pervenit.

2°

Sub hy idem inquam aqua ascendit ad altitudinem 20 linearum, ex aqua sublatis, atque in aëra perpendiculariter positis, omnem aquam in se retinet nil ajis dimittens.

3°

Si vero tubum profundius aqua immittimus, aquam in se recepit ad altitudinem 20 linearum á superficie, ut antea. Ergo aqua vasculi non habet in se causam ascensus fluidi in tubum, tum enim tubo profundius immerso, aqua altius in ipsum ascenderet, quam ad superficiem aqua tantum attingerita; ubi enim major causa ibi quoque major effectus foret; sed aqua vasculi causa ascendentis et suspensa in tubo aqua ella maquit, ut demonstravimus manet aqua in tubo haerenta tantum in aëra, et in cujus infimam oram non amplius agit aqua, hac idcirco sua gravitate ex tubo elaberatur, cum potius aqua suspensa maneat: errorem igitur cognoscent, qui motum partibus aqua

in vasculo propium causam et adcendentij et suspensa in tubis hijce aqua opinati fuerunt.

4°

Si idem tubus profundius aqua immissus, denuo ex illa extrahatur, ex ajus perpendiculariter in aëra erecti orificio inferiori guttatim aqua effluit, donec fere hæreat ad altitudinem 20 linearum, hæret autem semper paulum altius, quia gutta, inferiori appendens orificio fluidi descensum impedit aliquo modo: accurate tamen iterum altitudo 20 linearum habetur si plana superficiei alicujus corporis impronatur alia aqua gutta, aiqua approximatur gutta tubi; ambabus hijce se permiscentibus, fluidum ex tubo ad solitam descendit altitudidem.

5°

Idem tubus, aqua fervenli immersus, eam in se recepit ad altitudinem $19\frac{1}{2}$ vel 20 linearum ergo aqua frigida ad eandem, non ad minorem altitudinem in tubum adscendit ac calida: quia autem partes aquæ fervenli multo vehementius moventur, quam frigidæ, patet motum partium aquæ non esse causam adscensus in tubis uti aliqui

~~quinati sunt, nam secundum hoc aqua fervens~~
et valde mota multo altius adscendere
cogeretur. Sed nec igni est causa adscen-
sus quia tum data ejus majori copia altior
adscensus fieri deberet, qui non fit.

6°

Tubus idem vacuus, obliquè ad horizon-
tem aqua imittitur, in se aquam recipit ad
altitudinem perpendicularem 20 linearum.
Ideoque vis aquam elevans in tubum est
revera aqualis gravitati 20 linearum per-
pendicularium aqua idcirco posito tubo
ita inclinato ad horizontem ut alterum
extremum modo habeat perpendicularem
altitudinem 20 linearum supra superficiem
aqua in vasculo totus tubus implebitur, uti
etiam experientia comprobatur.

7°

Tubus vero 20 linea aqua in se continens
si excusa sublatus tanta inclinatur, ut
parallelus horizonti evadat; tum aqua
in tubo movebitur ab uno extremo versus
aliud, ita tamen, ut occupet accurate ma-
diam tubi partem relinquatque ambos extre-
mitates sine aqua et tantum aëre plenas.

Hic tubus nunc omnino interna humectatus, iterum aqua perpendiculariter impositus, eadem extremo fluidum attingente, sive opposito aquam ad majorem altitudinem quam 20 linearum in se non rapit. Quamobrem tubus siccus vel humidus aquam absque ulla differencia altitudinis in se recepit: ex hoc detegimus errorem Boylei et Sturmii qui aquam maius adscendere in tubos prius humidos, quam in sicos adfirmabant. Error fuit ortus, quia hi Philosophi non instituerunt experimenta cum tubis novis, sed cum iis, qui diu facti fuerunt quorum interna superficies ab aëre corrosa, aspera evasit à salibus adhaerentibus, quibus aqua abluitur, tubus denuo vix differt, sed cum experimentum semel cum tubo est factum, aqua quaedam copia in cavitate manet, quae accrescit superficiei, eamque asperam reddit, hinc iterum impeditur aqua adscensus, verum hac crusta ablueta fit superficies tubi instar nova, iterumque aquam ut ante elevat.

9.ª v. 10.

Si juxta externam superficiem tubi, perpendiculariter ad horizontem suspensi, gutta aqua defluat deorsum, hac pervenient ad oram infimam, sursum in tubi cavam rapitur ad altitudinem 2o linearum. Quotiescunque hoc experimentum instituitur cum tubis capillaribus admodum gracilibus semper succedit, quia gutta aqua delapsa ad infimum tubi orificium, per totam illius basin diffunditur atque ita cavitati opposita sursum rapitur: si vero tubus fuerit amplior, diametri nempe $3\frac{1}{2}$ linearum est crassioris vitri, gutta aqua delapsa inferius non se per basin totam diffundit, sed ejus parti tantum adhaerens solidae, introrsum non fluit.

55

Si tubum aqua vacuum, superius hermetice clausum orificium apertum vero inferiorem aqua immittimus, nulla ejusdem guttula tubum ingreditur: submerso deinde tubo ad altitudinem unius pollicis infra aquā aliquid, quod tamen vix conspici potest, in tubum intrat. Aqua in hoc experimento tubum ingredi non poterat, quin condenserat aëram, cujus vis elastica augetur in ratione

densitatis acuta sive inversa spatiorum; ideo si tubi vis alvaeus separatur, facile cognosci potest quousque aqua in ipsum assurgere debuisset, pressa à gravitate unius pollicis aquae.

12.

Tubi utrimque aperti, at inclinati ad horizontem extremum superius attingat guttam aquae altius positam, hac intus rapitur descendendo usque ad inferius extremum, totus que tubus penitus impletur: fluit autem velocitate majori descendens liquor per tubum in hoc experimento, quam assurgit in ipsum erectum perpendiculariter, quia duplici vi hic fertur, una, qua in tubum adscendere potest ad altitudinem 20 linearum, altera est ipsa gravitas, idcirco hac vi liquor motu fertur accelerato, veluti omnia gravia, usque ad oram infimam tubi, ex qua guttatim effluit. Si vero eodem modo tractetur alius tubus cujus inferius orificium clausum est, nihil aqua superius orificium ingreditur, nec descendit, excepta aliqua, sed vix nudo oculo conspicienda quantitate; quia nec vis tubi in aquam, nec guttula orificio

~~apposita gravitas, sufficiunt ad aërem in tubo condensandum demonstravimus.~~

13.

Quo tubi vitrei majorem longitudinem habent, eo quoque altius in se aquam rapiunt. non tamen secundum proportionem aliquam longitudini respondentem, cum duo diversa longitudinis tubi aliquando aqua excelsa aquam elevant. hoc pluriniis confirmabo experimentis Horor, Fabrij, atque Sturmii, qui observaverunt, quo altius emineret tubulus super aqua superficiem, eo altius in ipsum adscendere aquam, ceteris scilicet paribus; verum auctoritatibus non pugnamus, ipsa ram demonstrant experimenta oportebit, quia in tabelis ab oculos ponam.

In tubo cujus longitudo fuerit = pedicis erit aqua adscensus pedicis

3 — — — — — — — — — — — 1 linearum

in alio 1 — — — — — — — — — 0 — — 10

In tubo vero cujus diameter erat $\frac{1}{6}$ linea et longitudo illius = pedicis; erit adscensus — — — pedicis

7 — — — — — — — 4

Cum alio tubo aliquantum latiori et longiori=
policij; erit adscensus - - - policis
24 - - - - - - - - 3

Exquo concludimus, vim aut causam ele-
vantem aquam portotam tubi longitudinem
esse diffusam quo igitur longior tubus exis-
tit, eo major quantitas virium elevantium
aquam datur, nisi id enim foret, sed modo
aqualij vij, tubo brevi longo ve posito, etiam
ad eandem altitudinem aqua introrsum ab-
riperetur.

§ 4.

Si capiantur tubi vitrei, ante aliquod tem-
pus mensis vel annos confecti, qui jacuerunt
aëri aperto expositi, et optime servati fue-
runt in thecis capsulijve; horum alterius
extremum immitatur aqua, hac vel nequa-
quam, vel tantillum adscendere observabitur.
Videamus igitur aëram superficiei interna
horum tuborum aliquid illinire, quod instar
olei vel obturaculi resistit aqua, atque vim
elevantem tubi tollit, aut impedit, hoc for-
sitam in tubo instar aeruginis se habet,

acaeyscentij metallij: hinc non dubito quia Philosophi tentantes hac experimenta cum tubis aliquamdiu ante confectis, et hujusmodi crusta obsitis, sepe nullos effectus observarint; videntur ejusmodi profecto decepisse Sinclarium, dicentem, = in tubum aridum vix, aut non, adscendere aquam. Nam adscendit aqua in tubos aridissimos, novos, brevi ante confectos verum non in antiquos, quorum superficiei aër crustam induxit, solvendo aut salia exquibus vitrum conficitur, aut relinquendo aliquid terrestre sua substantia, equibus permistis arugo componitur, obturans cavitatem: Id tamen omnino talli potest, tubi que purificantur ut experimentis inserviant, per eos aquam puram servantem aliquoties sugendo vel quod melius est, Alkohol vini calidum, quibus interna loti instar novorum sera se habent.

15.

Adscendit liquor sursum in canales ad horizontem perpendiculares motu retardato, incipiens primum ingredi motu celerrimo, deinde tardior: tardissimo denique, donec adsumam altitudinem, in qua quiescit, pervenerit.

Observata vero ascendentis liquoris accuratissima velocitate ope pendeli minuta secunda ostendentis, constat eo lentius rapi aquam in tubos sursum, quo ad majorem altitudinem pervenit ascendit igitur aqua in hos tubos capillares motu retardato. Retardatur vero motus a nonnullis causis simul: 1.° causa ascendentis aqua in tubum est vis quædam, qualiscunque fuerit: hæc aqua agit in aquam sive ejus particula una, sive 100, sive 1000 fuerint in tubo. Cum igitur una particula orificium tubi ingressa incipit ascendere hæc ab omni vi agitur, adeoque cum massam corporis exiguam constituat velocissime ascendet; sed postquam 100 particulæ aquæ, priorem sequentes, sibi que adhærentes, tubum ingressæ sunt iterum omnis vis tubi in 100 particulas impenditur, quæ proinde minori velocitate agentur; postquam 1000 particulæ tubum ingressæ sunt, hæ tantum ab eadem vi tubi agentur, adeoque hæc, per omnes distributa particulas, minori velocitate eas elevabit, quam ob rem quo plus aqua tubum intravit, eo lentius ipsam ferri necesse erit.

2°. Retardatur liquoris adscensus in tubos ab attritu, quem particulæ patiuntur contra parietes tuborum; licet enim parietes ex vitro sint nihilominus superficiem asperam habent, ut Microscopica evincunt observationes, in hos cum liquoris particulæ incurrunt asperitates retardantur, nec parum; est retardatio magna in initio cum liquoris motus vellox est, et postea insignis quoque est cum magna aqua columna ad implevit tubos, atque magna superficie superficiem tuborum attingens attritum auget, sursum ascendente tota columna. 3°. Retardatur liquoris adscensus ab aëre, in tubis hospitante, qui sursum propellitur a liquore, ejiciturque, nihilominus movendus est aër, atque resistentia sua remoratur adscensum. 4°. Solet autem aër tenaciter adherere parietibus tuborum á quibus avertuncandus est a liquore adscendente unde et hac modo liquor retardatur: a concursu igitur quator causarum remorum perpetuo majorem experitur liquor adscendens, et motu semper retardato feratur.

Præterea colligimus ex observationibus, liquorem eo velocius adscendere in

tubos, quo hi longiores fuerint; nec mirum est, cum enim vis, qua sursum elevat liquorem pendet a longitudine tubi, ut demonstravimus; erit vis eo maior, quo tubus, eadem manente diametro, fuerit longior: vis autem magna eidem corpori majorem poterit celeritatem communicare quam exigua.

Ex veloci adscensu aquae in hos tubos vitreos clare intelligimus, quomodo aqua in canales gracilissimos plantarum adeo velociter adscendat, attracta in radices, elevata in caulem, dilata in folia, flores, fructusque, exquo patet, quare planta flaccescens ariditate, simulac aquam modo lambat, intra pauca horae minuta laete virescat, rigida turgidaque attentans folia, flores que; cum aqua rapidissimo deferatur motu per canales radicum capillares, acta vi attractrice: unde colligimus quanta subtilitatis sint vascula plantarum, quae liquorem ad suos apices usque elevant? Insuper ex hisce experimentis colligimus, quanta cum velocitate ferantur liquores per vasa absorbentia nostri corporis, unde ingens quantitas fluidi extrinsecus applicati subito pervenit ad sanguinem reliquum ita usu cataplasmatum,

Fomentorum, Inunctionum, Emplastorum intelligitur: licet igitur in pectore, pericardio, abdomine, scroto, cetera; Indagandum restabat, ad quamnam altitudinem aqua in tubos vitreos adscendere posset, posito tubo gracilissimo? Solvi posset hoc problema, si prius magnitudinem uniuscujusque particulæ aquæ cognoscaremus. 2° quænam proportio inter altitudinem aquæ et longitudinem tubi daretur. 3° quanta foret asperitas parietum ipsius Tubi, nam vitri superficies admodum aspera esse solet, unde Tubi non possunt fabrefiari tam exiguæ capacitatis, ac si superficies perfecte polita possidarent: quamobrem problema hactenus solvi geometrica nequit.

Exquibus experimentis tria corollaria sequuntur

1°

Fluidorum in Tubis capillaribus altitudines sunt fere in reciproca diametrorum proportione.

2°

Fluidum in Tubis capillaribus non ascendit ob minorem aeris pressionem.

3°

Ascensu aqua in Tubis capillaribus attractionis tribuendus est.

Domingos Vandelli

Manoel José Barjona Conim.
bricense